



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

**Μεταπτυχιακή διατριβή: " Εκτίμηση και μελέτη
αξιοποίησης των διαθέσιμων ροών
λιγνοκυτταρινικής βιομάζας στην Ελλάδα μέσω
αεριοποίησης μικρής κλίμακας"**



Αλατζάς Σπυρίδων

Μεταπτυχιακή Εργασία η οποία υποβάλλεται για μερική
εκπλήρωση των απαιτήσεων για το Διεπιστημονικό -
Διατμηματικό Δίπλωμα Ειδίκευσης του Δ.Π.Μ.Σ. του
Ε.Μ.Πολυτεχνείου «Περιβάλλον και Ανάπτυξη»

Αθήνα, 2017

**Περιβάλλον
και
Ανάπτυξη**

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Λοϊζίδου Μ.

Επιτροπή Παρακολούθησης:

Αικ. Ι. Χαραλάμπους

Χρ. Κορωναίος

Πρόλογος

Η παρούσα διατριβή πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της εκπλήρωσης των μεταπτυχιακών μου σπουδών στο Διεπιστημονικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΔΠΜΣ) του ΕΜΠ "Περιβάλλον και Ανάπτυξη" με συντονίζουσα σχολή αυτή των Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών. Επιβλέπουσα καθηγήτρια είναι η κα Λοϊζίδου Μ. Καθηγήτρια του Τομέα Χημικών Επιστημών στην Σχολή Χημικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. και Επικεφαλής της Μονάδας Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας.

Θα ήθελα στο σημείο αυτό να εκφράσω τις ευχαριστίες και την ευγνωμοσύνη μου στην κα Λοϊζίδου που μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με ένα θέμα που με ενδιέφερε πολύ και ταίριαζε στις επιστημονικές γνώσεις και επαγγελματικές μου εμπειρίες και με τις κατευθύνσεις, οδηγίες, τα επιστημονικά εργαλεία και εν γένει το πολύτιμο χρόνο που διέθεσε, συνέβαλε τα μέγιστα στην ολοκλήρωσή της με τον βέλτιστο δυνατό τρόπο. Επίσης ευχαριστώ θερμά τα μέλη της Επιτροπής Παρακολούθησης κα Αικ. Ι. Χαραλάμπους, Καθηγήτρια στη Σχολή Χημικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. στον Τομέα Χημικών Επιστημών και κ. Χρ. Κορωναίο, Καθηγητή του Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να απευθύνω στον κ. Στέργιο Βακάλη, Μηχανικό Περιβάλλοντος και Υποψήφιο Διδάκτορα που με την βαθιά γνώση του αντικειμένου, τις επιστημονικά άρτιες επισημάνσεις του, την μεθοδικότητα και εργατικότητα που τον διακρίνουν και φυσικά τον πολύτιμο χρόνο που διέθεσε βοήθησε σημαντικά στην ορθή διεκπεραίωσή της.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους διδάσκοντες του ΔΠΜΣ για τα εφόδια που μου έδωσαν για την μετέπειτα σταδιοδρομία μου, τους συμφοιτητές μου και τέλος τους γονείς μου και την αδερφή μου για την συνεχή υποστήριξη και αγάπη που μου δείχνουν.

Περιεχόμενα

Πρόλογος	1
Περίληψη	9
Abstract	11
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	13
1.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	13
1.2 Οι ΑΠΕ στην Ε.Ε	24
1.3 Οι ΑΠΕ στην Ελλάδα.....	29
Κεφάλαιο 2: Νομοθεσία	36
2.1 Θεσμικό πλαίσιο για ενεργειακή αξιοποίηση βιομάζας (Εθνικό- Κοινοτικό)...	36
2.2 Καλές πρακτικές αεριοποίησης στον Ευρωπαϊκό Χώρο και υφιστάμενες μονάδες στην Ελλάδα.....	48
Κεφάλαιο 3: Η βιομάζα στον Ελλαδικό χώρο	59
3.1 Διαθέσιμη ποσότητα βιομάζας στην Ελληνική Επικράτεια.....	59
3.2 Δυναμικό βιομάζας ανά Περιφέρεια	66
3.3 Ποιοτικά χαρακτηριστικά βιομάζας.....	99
Κεφάλαιο 4: Αεριοποίηση	106
4.1 Ορισμός-Τεχνολογία	106
4.2 Τύποι αεριοποιητών	109
4.3 Τεχνολογίες	124
Κεφάλαιο 5: Τεχνοοικονομική μελέτη μονάδας αεριοποίησης στον Ελλαδικό χώρο	138
5.1 Προτεινόμενη περιοχή για μονάδα ή μονάδες αεριοποίησης σε επιλεγμένη περιοχή στον Ελλαδικό χώρο.....	138
5.2 Διαστασιολόγηση μονάδας αεριοποίησης	143
5.3 Οικονομοτεχνική μελέτη.....	153
Συμπεράσματα	161
Βιβλιογραφία	166

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1: Πρόοδος κρατών προς την επίτευξη των στόχων για τις ΑΠΕ μέχρι το 2020.....	26
Πίνακας 2: Πρωταρχική παραγωγή ΑΠΕ στην Ε.Ε και μερίδιο στις χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες	28
Πίνακας 3: Η κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα σε συνάρτηση με την παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ	35
Πίνακας 4: Εθνικός στόχος παραγωγής ηλεκτρισμού από βιομάζα	36
Πίνακας 5: Κριτήρια χωροθέτησης σταθμών βιομάζας	39
Πίνακας 6: Κατηγορία δραστηριότητας εγκατάστασης βιομάζας.....	41
Πίνακας 7: Κατηγορία δραστηριότητας εγκατάστασης βιομάζας.....	42
Πίνακας 8 : Βαθμοί όχλησης μονάδων ηλεκτροπαραγωγής.....	43
Πίνακας 9: Διαδικασία περιβαλλοντικής αδειοδότησης έργων και δραστηριοτήτων.44	
Πίνακας 10: Τιμολόγηση μονάδων αξιοποίησης βιομάζας προς παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας	45
Πίνακας 11: Αποτελέσματα ενέργειας και κόστους της αεριοποίησης στο Νότιο Τιρόλο	51
Πίνακας 12: Χαρακτηριστικά υπό μελέτη αεριοποιητών στο Gast Project	51
Πίνακας 13: Δεδομένα εγκατάστασης αεριοποιητή Volter 40 indoor.....	54
Πίνακας 14: Χαρακτηριστικά SMART – CHP	57
Πίνακας 15: Εθνικοί στόχοι για την βιομάζα 2014 & 2020	60
Πίνακας 16: Παραγόμενες ποσότητες γεωργοκτηνοτροφικών αποβλήτων στην Ελλάδα.....	61
Πίνακας 17: Δυναμικό βιομάζας ανά Περιφέρεια (σε τόνους).....	62
Πίνακας 18: Κατηγορίες και ποσότητες αποβλήτων.....	66
Πίνακας 19: Γεωργικές εκμεταλλεύσεις στην Περιφέρεια Αττικής (οι εκτάσεις σε χιλιάδες στρέμματα).....	67
Πίνακας 20: Δυναμικό βιομάζας στην Περιφέρεια Αττικής (σε τόνους), 2010.....	67
Πίνακας 21: Διαθέσιμη ενέργεια βιομάζας στην Περιφέρεια Αττικής (σε GJ), 2010.68	
Πίνακας 22: Κατηγορίες και ποσότητες αποβλήτων.....	69
Πίνακας 23: Γεωργικές εκμεταλλεύσεις στην Περιφέρεια Θεσσαλίας (οι εκτάσεις σε χιλιάδες στρέμματα).....	69
Πίνακας 24: Δυναμικό βιομάζας στην Περιφέρεια Θεσσαλίας (σε τόνους), 2010	70
Πίνακας 25: Διαθέσιμη ενέργεια βιομάζας στην Περιφέρεια Θεσσαλίας (σε GJ), 2010	70
Πίνακας 26: Ποσότητες προϊόντων κλαδέματος	71
Πίνακας 27: Ποσότητες προϊόντων κλαδέματος ανά περιφερειακή ενότητα (Τη/έτος, 2000)	72
Πίνακας 28: Γεωργικές εκμεταλλεύσεις στην Περιφέρεια Κρήτης (οι εκτάσεις σε χιλιάδες στρέμματα).....	72
Πίνακας 29: Ποσότητες αποβλήτων διφασικών ελαιοτριβείων	73
Πίνακας 30: Δυναμικό βιομάζας στην Περιφέρεια Κρήτης (σε τόνους), 2010.....	73
Πίνακας 31: Διαθέσιμη ενέργεια βιομάζας στην Περιφέρεια Κρήτης (σε GJ), 2010 .73	
Πίνακας 32: Ποσότητες γεωργοκτηνοτροφικών αποβλήτων	75

Πίνακας 33: Ποσότητες κλαδεμάτων στην Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας – Θράκης.....	75
Πίνακας 34: Γεωργικές εκμεταλλεύσεις στην Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας – Θράκης (οι εκτάσεις σε χιλιάδες στρέμματα).....	75
Πίνακας 35: Δυναμικό βιομάζας στην Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας - Θράκης (σε τόνους), 2010.....	76
Πίνακας 36: Διαθέσιμη ενέργεια βιομάζας στην Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας - Θράκης (σε GJ), 2010.....	76
Πίνακας 37: Ποσότητες γεωργοκτηνοτροφικών αποβλήτων στην Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας.....	77
Πίνακας 38: Γεωργικές εκμεταλλεύσεις στην Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας (οι εκτάσεις σε χιλιάδες στρέμματα).....	78
Πίνακας 39: Δυναμικό βιομάζας στην Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας (σε τόνους), 2010.....	78
Πίνακας 40: Διαθέσιμη ενέργεια βιομάζας στην Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας (σε GJ), 2010.....	79
Πίνακας 41: Ποσότητες αποβλήτων γεωργίας στην Περιφέρεια Πελοποννήσου (σε Tn/ έτος, 2007).....	80
Πίνακας 42: Γεωργικές εκμεταλλεύσεις στην Περιφέρεια Πελοποννήσου (οι εκτάσεις σε χιλιάδες στρέμματα).....	80
Πίνακας 43: Δυναμικό βιομάζας στην Περιφέρεια Πελοποννήσου (σε τόνους), 2010.....	81
Πίνακας 44: Διαθέσιμη ενέργεια βιομάζας στην Περιφέρεια Πελοποννήσου (σε GJ), 2010.....	81
Πίνακας 45: Ποσότητες γεωργοκτηνοτροφικών αποβλήτων.....	82
Πίνακας 46: Υπολείμματα βιομάζας στην Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας (σε τόνους).....	83
Πίνακας 47: Υπολείμματα βιομάζας στην Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας (σε τόνους).....	83
Πίνακας 48: Γεωργικές εκμεταλλεύσεις στην Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας (οι εκτάσεις σε χιλιάδες στρέμματα).....	83
Πίνακας 49: Δυναμικό βιομάζας στην Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας (σε τόνους), 2010.....	84
Πίνακας 50: Διαθέσιμη ενέργεια βιομάζας στην Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας (σε GJ), 2010.....	84
Πίνακας 51: Ποσότητες γεωργικών αποβλήτων στην Περιφέρεια Ηπείρου.....	86
Πίνακας 52: Γεωργικές εκμεταλλεύσεις στην Περιφέρεια Ηπείρου (οι εκτάσεις σε χιλιάδες στρέμματα).....	86
Πίνακας 53: Δυναμικό βιομάζας στην Περιφέρεια Ηπείρου (σε τόνους), 2010.....	86
Πίνακας 54: Διαθέσιμη ενέργεια βιομάζας στην Περιφέρεια Ηπείρου (σε GJ), 2010.....	87
Πίνακας 55: Ποσότητες γεωργοκτηνοτροφικών αποβλήτων στην Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας.....	88
Πίνακας 56: Γεωργικές εκμεταλλεύσεις στην Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας (οι εκτάσεις σε χιλιάδες στρέμματα).....	88
Πίνακας 57: Δυναμικό βιομάζας στην Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας (σε τόνους), 2010.....	89

Πίνακας 58: Διαθέσιμη ενέργεια βιομάζας στην Περιφέρεια Ηπείρου (σε GJ), 2010	89
Πίνακας 59: Ποσότητες γεωργοκτηνοτροφικών αποβλήτων στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας.....	90
Πίνακας 60: Γεωργικές εκμεταλλεύσεις στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας (οι εκτάσεις σε χιλιάδες στρέμματα).....	91
Πίνακας 61: Δυναμικό βιομάζας στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας (σε τόνους), 2010.....	91
Πίνακας 62: Διαθέσιμη ενέργεια βιομάζας στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας (σε GJ), 2010.....	92
Πίνακας 63: Ποσότητες γεωργοκτηνοτροφικών αποβλήτων στην Περιφέρεια Ιονίων Νήσων (Τη, έτος αναφοράς 2020).....	93
Πίνακας 64: Γεωργικές εκμεταλλεύσεις στην Περιφέρεια Ιόνιων Νήσων (οι εκτάσεις σε χιλιάδες στρέμματα).....	94
Πίνακας 65: Δυναμικό βιομάζας στην Περιφέρεια Ιόνιων Νήσων (σε τόνους), 2010	94
Πίνακας 66: Διαθέσιμη ενέργεια βιομάζας στην Περιφέρεια Ιόνιων Νήσων (σε GJ), 2010.....	95
Πίνακας 67: Γεωργικές εκμεταλλεύσεις στην Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου (οι εκτάσεις σε χιλιάδες στρέμματα).....	96
Πίνακας 68: Δυναμικό βιομάζας στην Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου (σε τόνους), 2010.....	96
Πίνακας 69: Διαθέσιμη ενέργεια βιομάζας στην Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου (σε GJ), 2010.....	96
Πίνακας 70: Ποσότητες γεωργικών αποβλήτων της Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου....	97
Πίνακας 71: Γεωργικές εκμεταλλεύσεις στην Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου (οι εκτάσεις σε χιλιάδες στρέμματα).....	98
Πίνακας 72: Δυναμικό βιομάζας στην Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου (σε τόνους), 2010.....	98
Πίνακας 73: Διαθέσιμη ενέργεια βιομάζας στην Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου (σε GJ), 2010.....	99
Πίνακας 74: Μέσες τιμές ποιοτικών χαρακτηριστικών γνωστών πηγών βιομάζας (θερμογόνο δύναμη, υγρασία, τέφρα).....	104
Πίνακας 75: Αντιδράσεις αεριοποίησης.....	106
Πίνακας 76: Σύσταση παραγόμενου αερίου και υπολείμματα.....	107
Πίνακας 77: Ποιοτικά χαρακτηριστικά καυσίμου σε σταθερής κλίνης, κάτω ροής, άνω ροής και οριζόντιας ροής αεριοποιητές.....	114
Πίνακας 78: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα στην χρήση σταθερής κλίνης αεριοποιητές, κάτω ροής, άνω ροής και οριζόντιας ροής.....	121
Πίνακας 79: Παράμετροι λειτουργίας αεριοποιητών σταθερής, ρευστοποιημένης κλίνης και εξαναγκασμένης ροής.....	123
Πίνακας 80: Προδιαγραφές κατασκευής HVG V12TA 250 GLS.....	125
Πίνακας 81: Τεχνικά χαρακτηριστικά MEK για το σύστημα URBAS.....	126
Πίνακας 82: Τεχνικά χαρακτηριστικά γεννήτριας για το σύστημα URBAS.....	126
Πίνακας 83: Τύποι αεριοποιητών ANKUR και πρώτη ύλη.....	131
Πίνακας 84: Τεχνικές προδιαγραφές αεριοποιητών SPANNER.....	132
Πίνακας 85: Στοιχεία απόδοσης της ECO 180HG και ECO 165HG μηχανής εσωτερικής καύσης.....	133

Πίνακας 86: Τεχνικά χαρακτηριστικά Burkhardt V 4.50	134
Πίνακας 87: Τεχνικά χαρακτηριστικά MOTHERMIK MTHG.CNm.250	135
Πίνακας 88: Τεχνικά χαρακτηριστικά Kuntschar System	137
Πίνακας 89: Εγκατεστημένα έργα ΑΠΕ στην Π.Ε. Μεσσηνίας.....	139
Πίνακας 90: Ποσοότητες αποβλήτων γεωργίας (σε Tn/ έτος, 2007)	141
Πίνακας 91: Τεχνικά χαρακτηριστικά μονάδας αεριοποίησης Pyrox	145
Πίνακας 92: Ποιοτικά χαρακτηριστικά κλαδεμάτων ελιάς	146
Πίνακας 93: Οικονομικός πίνακας επενδυτικού σχεδίου Α	156
Πίνακας 94: Ανάλυση δανειοδότησης επενδυτικού σχεδίου Β.....	158
Πίνακας 95: Οικονομικός πίνακας επενδυτικού σχεδίου Β.....	158
Πίνακας 96: Σύγκριση επενδυτικών σχεδίων Α και Β	160

Κατάλογος γραφημάτων

Γράφημα 1: Εγκατεστημένα ΑΠΕ στην Ελλάδα, Οκτώβριος 2016	34
Γράφημα 2: Δυναμικό βιομάζας στην Ελλάδα ανά πηγή προέλευσης.....	62
Γράφημα 3: Δυναμικό βιομάζας στην Ελλάδα ανά Περιφέρεια	63
Γράφημα 4: Δυναμικό ξυλώδους βιομάζας στην Ελλάδα ανά Περιφέρεια.....	63
Γραφημα 5: Τύποι αεριοποιητών	110
Γράφημα 6: Εγκατεστημένα έργα ΑΠΕ ανά ισχύ και τεχνολογία στην Πελοπόννησο	139
Γράφημα 7: Απόσβεση επενδυτικού κεφαλαίου επενδυτικού σχεδίου Α	157
Γράφημα 8: Απόσβεση επενδυτικού κεφαλαίου επενδυτικού σχεδίου Β	159

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1: ΑΠ Ανδρου, 1,6 MW	14
Εικόνα 2: Φωτοβολταϊκό πάρκο στη θέση “Λεκάνα” του Δήμου Άργους – Μυκηνών	16
Εικόνα 3: ΜΥΗΣ ΣΤΡΑΤΟΣ ΙΙ, Νομός Αιτωλοακαρνανίας, Δήμος Νεάπολης.....	18
Εικόνα 4: Μονάδα γεωθερμίας.....	20
Εικόνα 5: Βιομάζα	21
Εικόνα 6: Τεχνολογίες θερμικής αξιοποίησης βιομάζας	24
Εικόνα 7: Μερίδιο ΑΠΕ στην κατανάλωση ενέργειας στις χώρες της οικονομικής ζώνης της Ε.Ε.....	27
Εικόνα 8: Πηγές ΑΠΕ στην Ε.Ε. μεταξύ 1990 και 2013.....	28
Εικόνα 9: Αιολικό δυναμικό Ελληνικής Επικράτειας	30
Εικόνα 10: Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας	31
Εικόνα 11: Ηλιακό δυναμικό Ελληνικής Επικράτειας	32
Εικόνα 12: Γεωθερμικό δυναμικό Ελληνικής Επικράτειας.....	33
Εικόνα 13: Θέσεις εγκατάστασης έργων ΑΠΕ στην Ελλάδα.....	34
Εικόνα 14: Αδειοδοτική διαδικασία ΑΠΕ&ΣΗΘΥΑ	46
Εικόνα 15: Αδειοδοτική διαδικασία ΑΠΕ&ΣΗΘΥΑ	47
Εικόνα 16: Νότιο Τυρόλο	48
Εικόνα 17: Αδειοδοτημένα έργα αεριοποίησης στο νότιο Τυρόλο	49

Εικόνα 18: Feed – in ταρίφα για την παραγωγή 1 MW ηλεκτρισμού από στερεά βιομάζα στην Ευρωπαϊκή Ένωση	50
Εικόνα 19: Πριονίδι- Hultsfred Σουηδία	53
Εικόνα 20: Volter 40 indoor	54
Εικόνα 21: Σύστημα ξήρανσης και αποθήκευση της πρώτης ύλης στον αεριοποιητή Volter 40	55
Εικόνα 22: SMART – CHP	57
Εικόνα 23: Η μονάδα αεριοποίησης SMART – CHP	58
Εικόνα 24: Βιομάζα	59
Εικόνα 25: Κατάλογος ΕΚΑ γεωργοκτηνοτροφικών αποβλήτων	60
Εικόνα 26: Κατανομή ετήσιας παραγωγής βιομάζας σε τόνους ανά κατηγορία αγροτικού υπολείμματος στην Ελλάδα	61
Εικόνα 27: Δυναμικό κλαδεμάτων αμπελιών	64
Εικόνα 28: Δυναμικό κλαδεμάτων ελιάς	64
Εικόνα 29: Δυναμικό κλαδεμάτων δένδρων	65
Εικόνα 30: Περιφέρεια Αττικής	66
Εικόνα 31: Περιφέρεια Θεσσαλίας	68
Εικόνα 32: Περιφέρεια Κρήτης	71
Εικόνα 33: Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας – Θράκης	74
Εικόνα 34: Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας	77
Εικόνα 35: Περιφέρεια Πελοποννήσου	79
Εικόνα 36: Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας	82
Εικόνα 37: Περιφέρεια Ηπείρου	85
Εικόνα 38: Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας	87
Εικόνα 39: Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας	90
Εικόνα 40: Περιφέρεια Ιόνιων Νήσων	92
Εικόνα 41: Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου	95
Εικόνα 42: Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου	97
Εικόνα 43: Πελλέτες	100
Εικόνα 44: Αγριαγκινάρα	101
Εικόνα 45: Fixed bed updraft gasifier	111
Εικόνα 46: Fixed bed downdraft gasifier	112
Εικόνα 47: Fixed bed crossdraft gasifier	114
Εικόνα 48: Fluidized bubbling bed gasifier	117
Εικόνα 49: Circulated fluidized bed gasifier	118
Εικόνα 50: Entrained flow downstream gasifier	120
Εικόνα 51: Entrained flow upstream gasifier	120
Εικόνα 52: Αεριοποιητής URBAS	124
Εικόνα 53: Διαδικασία αεριοποίησης	124
Εικόνα 54: Γενική όψη αεριοποιητή PYROX	128
Εικόνα 55: Μέρη εγκατάστασης αεριοποιητή PYROX	128
Εικόνα 56: Διαδικασία αεριοποίησης PYROX	130
Εικόνα 57: Αεριοποιητής SPANNER	131
Εικόνα 58: Burkhardt V 3.90	133
Εικόνα 59: Λειτουργία αεριοποιητή Burkhardt	133
Εικόνα 60: Burkhardt V 4.50	134

Εικόνα 61: MOTHERMIK MTHG.CNm.250.....	135
Εικόνα 62: Kuntschar system	136
Εικόνα 63: Kuntschar system (είσοδος)	136
Εικόνα 64: Kuntschar system (μηχανή συμπαραγωγής)	137
Εικόνα 65: Π.Ε. Μεσσηνίας	138
Εικόνα 66: Ελαιοκάλυψη στην Π.Ε. Μεσσηνίας.....	140
Εικόνα 67: Θέση Βιομηχανικής Περιοχής Καλαμάτας Μελιγαλά	142
Εικόνα 68: Βιομηχανική Περιοχή Καλαμάτας Μελιγαλά	143
Εικόνα 69: Εργοστάσιο αεριοποίησης βιομάζας Ρυγοx.....	144
Εικόνα 70: Θέση εγκατάστασης εργοστασίου αεριοποίησης.....	144
Εικόνα 71: Τεμαχιστής βιομάζας.....	147
Εικόνα 72: Σύστημα εισόδου πρώτης ύλης	148
Εικόνα 73: Αεριοποιητής Ρυγοx	149
Εικόνα 74: Μονάδα καθαρισμού αερίου	150
Εικόνα 75: Μονάδα συμπαραγωγής Ρυγοx.....	151
Εικόνα 76: Μονάδα ελέγχου.....	152
Εικόνα 77: Μετασχηματιστής διανομής 1600kVA	153

Περίληψη

Η Ελλάδα λόγω των γεωμορφολογικών και κλιματολογικών χαρακτηριστικών της είναι ιδανική για αξιοποίηση των ΑΠΕ σε έργα μικρής και μεσαίας κλίμακας, τα οποία θα εναρμονίζονται με την γενικότερη φυσιογνωμία της χώρας και το φυσικό της περιβάλλον. Εφαλτήριο για την ανάπτυξη των ΑΠΕ αποτέλεσε η εφαρμογή της Ευρωπαϊκής Νομοθεσίας και η μετέπειτα εναρμόνιση της Εθνικής, για την επίτευξη των ενεργειακών στόχων αρχικά έως το 2020. Παρά την δυσμενή οικονομική συγκυρία, η Ελλάδα στόχευσε και ανέπτυξε έργα ΑΠΕ με αξιοποίηση κυρίως της ηλιακής, αιολικής και υδροηλεκτρικής ενέργειας. Τα εν λόγω έργα μπορεί να έφεραν την χώρα πιο κοντά στον στόχο της συμμετοχής των ΑΠΕ κατά 20% στην ηλεκτροπαραγωγή κυρίως, δημιούργησαν στον αντίποδα αρκετά προβλήματα περιβαλλοντικής, χωροταξικής και τέλος, οικονομικής φύσεως στους επενδυτές και στα δημόσια ταμεία εξαιτίας του ασαφούς και συνεχώς μεταβαλλόμενου θεσμικού πλαισίου και της μη ορθής λειτουργίας των ελεγκτικών μηχανισμών.

Η αξιοποίηση της βιομάζας παρότι αποτελεί και αυτή μία μορφή ΑΠΕ και στην Ευρώπη μια διαδομένη πρακτική για παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, στην Ελλάδα δεν τυγχάνει ανάλογου ενδιαφέροντος. Η προσπάθεια διερεύνησης του φαινομένου αυτού ξεκίνησε στην παρούσα διατριβή από την ανάλυση των κυριότερων σημείων του κοινοτικού και εθνικού θεσμικού πλαισίου για αξιοποίηση της βιομάζας και παρά την ύπαρξη πολυάριθμων κοινοτικών οδηγιών και Ελληνικών Νόμων και Υπουργικών Αποφάσεων αλλά και σημαντικού επενδυτικού ενδιαφέροντος, σχεδόν ο καθολικός αριθμός των έργων παρέμειναν σε αδειοδοτικό στάδιο. Αιτία αυτού, είναι η ασάφεια του θεσμικού πλαισίου όσον αφορά τις χρήσεις γης, την προστασία του περιβάλλοντος και του γενικότερου επιχειρησιακού σχεδιασμού της εκάστοτε περιοχής, πολύ χρήσιμα «όπλα» στην παρεμπόδιση της υλοποίησης έργων βιομάζας. Ορισμένα έργα στην Ευρώπη μπορούν να δείξουν τον δρόμο στην Ελλάδα για ορθολογική αξιοποίηση της βιομάζας όπως είναι αυτά που παρουσιάστηκαν στην συγκεκριμένη εργασία, όπως είναι το Gast Project στο Νότιο Τυρόλο και το Project Emå Dairy στο Hultsfred της Σουηδίας. Στην Ελλάδα αξιολογη προσπάθεια είναι η ανάπτυξη εδώ και μερικά χρόνια μιας κινητής μονάδας αεριοποίησης μικρής κλίμακας το «SMART-CHP biomass energy» με στόχο να ξεπεράσει τις αδειοδοτικές και γραφειοκρατικές δυσκολίες και να αποτελέσει οδηγό για μελλοντικά αντίστοιχα έργα.

Η Ελλάδα μπορεί να μην χαρακτηρίζεται από υψηλή γεωργική και κτηνοτροφική παραγωγή, εν τούτοις στην παρούσα εργασία έγινε προσπάθεια υπολογισμού τόσο του συνολικού δυναμικού βιομάζας για τις πηγές λιγνοκυτταρίνης που ενδιαφέρουν την τεχνολογία της αεριοποίησης, όσο και του αντίστοιχου δυναμικού των επιμέρους Περιφερειακών Ενοτήτων με τα αποτελέσματα να είναι άκρως ενθαρρυντικά αναλογικά βεβαίως με το μέγεθος της Ελλάδας και σε συσχέτιση με την ενεργειακή κατανάλωσή της. Ιδιαίτερη σημασία για την αξιοποίηση της βιομάζας, την αποδοτικότητά της στην καύση και το περιβαλλοντικό της αποτύπωμα είναι τα χημικά και ποιοτικά της χαρακτηριστικά. Παρουσιάζονται ως εκ τούτου οι τιμές για την καθαρή θερμογόνο δύναμη, το ποσοστό υγρασίας και την περιεκτικότητα σε

τέφρα πηγών βιομάζας που είναι πιθανό να συναντηθούν στον Ελλαδικό χώρο. Ο υπολογισμός αυτός μπορεί να χρησιμοποιηθεί για στοχευμένη ανάπτυξη έργων αεριοποίησης σε συγκεκριμένες περιοχές με σκοπό την ταυτόχρονη επίλυση ενεργειακών αλλά και περιβαλλοντικών ζητημάτων που σχετίζονται με την ανεξέλεγκτη διάθεση της βιομάζας.

Με βάση την πηγή της βιομάζας που αναλύθηκε, η πλέον ενδεδειγμένη θερμική μέθοδος αξιοποίησής της είναι η τεχνολογία της αεριοποίησης, μια διαδικασία που μετατρέπει οργανικά ή ορυκτά καύσιμα με βάση τον άνθρακα, σε μονοξείδιο του άνθρακα, υδρογόνο και διοξείδιο του άνθρακα. Παρουσιάζονται οι αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα κατά την διάρκειά της, τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας και οι σημαντικότεροι τύποι αεριοποιητών σταθερής κλίνης (fixed bed), ρευστοποιημένης κλίνης κυκλοφορίας (circulating fluidized bed), εξαναγκασμένης ροής (entrained flow). Αναφέρεται ο κάθε τύπος σε τι μεγέθους έργα μπορεί να χρησιμοποιηθεί, τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από την χρήση του καθώς και τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά του καυσίμου στην είσοδό του. Παρουσιάζονται στη συνέχεια τα τεχνικά χαρακτηριστικά κάποιων δοκιμασμένων τεχνολογιών αεριοποιητών στην Ευρώπη που έχουν τις προδιαγραφές να χρησιμοποιηθούν σε έργα μικρής και μεσαίας κλίμακας στην Ελλάδα όπως είναι η Urbas, η Pyrox, η Ankur, η Spanner, η Burkhardt, η Mothermik και η Kuntschar.

Η εργασία ολοκληρώνεται με την τεχνοοικονομική μελέτη και μελέτη χωροθέτησης μιας μονάδας αεριοποίησης στην ευρύτερη περιοχή της Καλαμάτας, στην Περιφερειακή Ενότητα της Μεσσηνίας. Η περιοχή επιλέχθηκε με βάση το εξαιρετικό δυναμικό βιομάζας σε κλαδέματα δενδρωδών καλλιεργειών που ανέρχονται στους 401.130 τόνους ετησίως, ενώ η θέση εγκατάστασης με βάση τις χρήσεις γης και τον περιορισμό του κόστους μεταφοράς της βιομάζας από τις πηγές της. Η μονάδα που προτείνεται είναι ισχύος 850KW τεχνολογίας Pyrox και θα γειτνιάζει με άλλα έργα ΑΠΕ συμβάλλοντας στο πράσινο αποτύπωμα της ευρύτερης περιοχής. Λήφθηκαν υπόψη χωροτακτικά και περιβαλλοντικά κριτήρια, αναλύθηκαν οι βασικότεροι τεχνικοί και λειτουργικοί παράμετροι της εγκατάστασης και δυο διαφορετικά επενδυτικά σχέδια για την υλοποίησή της, με τα αποτελέσματα να επιβεβαιώνουν την αναγκαιότητα του έργου για την συμβολή του στην τοπική οικονομική ανάπτυξη και την αξιοποίηση των αποβλήτων και κατ' επέκταση την προστασία του φυσικού οικοσυστήματος.

Abstract

Greece due to its geomorphological and climatic characteristics is the ideal place for utilization of RES in small and medium-scale projects, yet compatible with the general features of the country and its natural environment. The development of RES started with the implementation of EU legislation and the subsequent alignment of National legislation, to achieve the energy objectives originally by 2020. Despite the economic downturn, Greece targeted and developed RES projects by the exploitation mainly of solar, wind and hydropower energy. Although these projects made the country to be closer to the objective of RES participation by 20% in electricity production, they created several environmental problems, spatial and finally some problems to the investments and public funds because of the unclear and changing institutional framework and improper functioning of the control mechanisms.

Although the utilization of biomass is a form of renewable energy and in Europe, a widespread practice for production of electricity and heat, Greece does not get benefit from a similar interest. The attempt to investigate this fact started in this thesis by analyzing the main points of the Community and National institutional framework for biomass and despite the existence of numerous EU directives and Greek Laws, ministerial decisions and significant investor interest, almost the universal number of projects remained in licensing stage. The main reason behind this is the ambiguity of the institutional framework for land use, environmental protection and the general business planning of each particular area, very helpful "weapons" to prevent the implementation of biomass projects. Some projects in Europe can lead the way in Greece for the rational use of biomass such as those presented in this work, the Gast Project in South Tyrol and the Emå Dairy Project in Hultsfred, Sweden. In Greece, a notable effort is the development of a mobile small scale gasification plant, called «SMART-CHP biomass energy» in order to overcome the licensing and bureaucratic difficulties and provide guidance similar projects in the future.

Greece doesn't have significant amount of crop and livestock production. In this paper an effort was made to calculate both the total biomass potential for ligno-cellulosic sources of concern to the gasification technology, and that of the individual regional units with the results to be highly promising in proportion to the size of Greece and in association with the consumption of energy. Particular importance for the utilization of biomass, its efficiency of combustion and environmental footprint, are the chemical and qualitative characteristics. So, values are presented of the net calorific value, moisture content and ash content of biomass sources that are likely to be met in Greece. This calculation can be used for targeted development of gasification projects in specific areas in order to solve simultaneously some energy and environmental issues associated with the uncontrolled disposal of biomass.

Based on the source of biomass which was analyzed, the most appropriate method of thermal utilization is the gasification technology, a process that converts organic or fossil fuels with carbon to carbon monoxide, hydrogen and carbon dioxide. They are presented the reactions that taking place in the procedure as well as the advantages of

the technology and the most important types of fixed bed gasifiers, circulating fluidized bed and entrained flow. It is indicated in each type the size of projects that can be used to, the advantages and disadvantages of the use and the characteristics of fuel required in each case. Technical features of some proven gasification technologies in Europe are presented which have the specifications to be used in small and medium-scale projects in Greece such as Urbas, Pyrox, Ankur, Spanner, Burkhardt, Mothermik and finally Kuntschar.

The work concludes with a techno-economic and location study of a gasification unit in the region of Kalamata, Messinia. The area was chosen based on the excellent potential of biomass in pruning of tree crops amounted to 401.130 tons per year, while the installation location was chosen based on land use and reducing transport costs of biomass from its sources. The unit proposed power is 850KW by Pyrox technology and has a very close proximity to other renewable energy projects contributing to the area green footprint. Taken into account spatial and environmental criteria basic technical and operational parameters of the plant were analyzed and two different investment plans for its implementation are presented with the results to confirm the necessity of the project for its contribution to local economic development and recovery of waste and by hence, protection of the natural ecosystem.

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Οι ΑΠΕ (Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας) ή ήπιες μορφές ενέργειας, ή νέες πηγές ενέργειας, ή πράσινη ενέργεια είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες. Ο όρος «ήπιες» αναφέρεται στο ότι για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση, αλλά η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στο περιβάλλον, η οποία και ανανεώνεται μέσω των φυσικών και κλιματικών φαινομένων. Πρόκειται για «καθαρές» μορφές ενέργειας, πολύ «φιλικές» στο περιβάλλον, που δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα.. Έτσι οι ΑΠΕ θεωρούνται από πολλούς μία αφετηρία για την επίλυση των οικολογικών προβλημάτων που αντιμετωπίζει η Γη. (Βικιπαίδεια, Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας)

Παράλληλα, συμβάλλουν στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, στη διαφοροποίηση του ενεργειακού εφοδιασμού και στη μείωση της εξάρτησης από αναξιόπιστες και ασταθείς αγορές ορυκτών καυσίμων, ειδικότερα του πετρελαίου και του φυσικού αερίου. (Θεματολογικά δελτία για την Ευρωπαϊκή Ένωση, Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας)

Τα κύρια πλεονεκτήματα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), είναι τα εξής:

- I. Είναι τυπικά ανεξάντλητες πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στη μείωση της χρήσης των ρυπογόνων συμβατικών ενεργειακών πόρων.
- II. Είναι εγχώριες πηγές ενέργειας και συνεισφέρουν στην εθνική ενεργειακή ασφάλεια και ανεξαρτητοποίηση.
- III. Είναι διάσπαρτες γεωγραφικά και οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, καλύπτοντας τις ενεργειακές ανάγκες σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο και μειώνουν την χρήση των ήδη επιβαρυσμένων συστημάτων μεταφοράς με τις μεγάλες απώλειες.
- IV. Αξιοποιούν ορθολογικά τους ενεργειακούς πόρους, καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα των ενεργειακών αναγκών των χρηστών.
- V. Οι εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης των ΑΠΕ έχουν ποικιλία στην κλιμάκωση ανάλογα με τις ενεργειακές ανάγκες και το διαθέσιμο κεφάλαιο, μικρή διάρκεια κατασκευής, επιτρέποντας έτσι τη γρήγορη ανταπόκριση της προσφοράς προς τη ζήτηση ενέργειας και χαμηλό λειτουργικό κόστος που δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας.
- VI. Οι επενδύσεις των ΑΠΕ είναι εντάσεως εργασίας, δημιουργώντας σημαντικό αριθμό νέων θέσεων εργασίας, ιδιαίτερα σε τοπικό επίπεδο. Έτσι μπορούν να αποτελέσουν σε πολλές περιπτώσεις πυρήνα για την αναζωογόνηση οικονομικά και κοινωνικά υποβαθμισμένων περιοχών και πόλο για την τοπική ανάπτυξη και τον τουρισμό προβάλλοντας τον «πράσινο» χαρακτήρα τους. (Ελληνικός σύνδεσμος ηλεκτροπαραγωγών από ΑΠΕ, πλεονεκτήματα των ΑΠΕ)

Στις ΑΠΕ ανήκουν η αιολική ενέργεια, η ηλιακή ενέργεια, η γεωθερμία και η βιομάζα

Αιολική ενέργεια

Αιολική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που παράγεται από την εκμετάλλευση του πνέοντος ανέμου. Η ιδέα της εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας υφίσταται από την αρχαιότητα με τα ιστιοφόρα και τους ανεμόμυλους. Σήμερα, για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας χρησιμοποιούμε τις ανεμογεννήτριες (Α/Γ). Οι ανεμογεννήτριες είναι μηχανές οι οποίες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια. Στην πτερωτή γίνεται η μετατροπή της κινητικής ενέργειας του ανέμου σε μηχανική ενέργεια με την μορφή περιστροφής του άξονά της και στην γεννήτρια, επιτυγχάνουμε την μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική. (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, αιολική ενέργεια)



Εικόνα 1: ΑΠ Άνδρου, 1,6 MW

Πηγή: <https://www.ppcr.gr/el/>

Η πιο σημαντική οικονομικά εφαρμογή των ανεμογεννητριών είναι η εγκατάστασή τους σε συστοιχίες είτε στην στεριά (χερσαία πάρκα) είτε στην θάλασσα (θαλάσσια πάρκα) και η σύνδεσή τους στο ηλεκτρικό δίκτυο μιας χώρας. (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Αιολική ενέργεια)

Τα θαλάσσια αιολικά πάρκα παράγουν ρεύμα από τον άνεμο που φυσά στη θάλασσα, ο οποίος και θεωρείται καταλληλότερος από της στεριάς. Τα θεμέλια των ανεμογεννητριών κατασκευάζονται στο βυθό και ο πύργος της ανεμογεννήτριας έξω από το νερό. (Βικιπαίδεια, Αιολικό πάρκο)

Πέρα από την σύνδεσή τους στο δημόσιο δίκτυο, υπάρχει και η δυνατότητα να λειτουργούν αυτόνομα, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε περιοχές που δεν ηλεκτροδοτούνται. Μεγάλη σημασία για το μέλλον της τεχνολογίας έχει η ανάπτυξη αποθηκευτικών συστημάτων, τα οποία όμως να είναι οικονομικά βιώσιμα.

Πλεονεκτήματα

- Παράγουν ρεύμα από μία ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.
- Τα αιολικά πάρκα δε ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα, δεν εκλύουν χημικές ουσίες στο περιβάλλον, οι οποίες προκαλούν όξινη βροχή ή αέρια του θερμοκηπίου.

Μειονεκτήματα

- Κάνουν θόρυβο.
- Μπορεί τα πτερύγια των ανεμογεννητριών να τραυματίσουν ή να σκοτώσουν πτηνά.
- Έχουν μεγάλο κατασκευαστικό κόστος και χρειάζεται μεγάλη έκταση για την χωροθέτησή τους.
- Απαιτείται σταθερό μέσο ετήσιο αιολικό δυναμικό για να παράγουν την προβλεπόμενη ηλεκτρική ενέργεια.
- Το καλύτερο αιολικό δυναμικό βρίσκεται σε απομακρυσμένες περιοχές

Ηλιακή Ενέργεια

Η ηλιακή ενέργεια είναι μια ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, αφού προέρχεται από τον ήλιο και ως εκ τούτου δεν υπάρχουν περιορισμοί χώρου και χρόνου για την εκμετάλλευσή της και μπορεί να μετατραπεί είτε άμεσα είτε έμμεσα σε ηλεκτρική ενέργεια. Χαρακτηρίζεται από το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον Ήλιο, όπως το φως, η φωτεινή ενέργεια, η θερμότητα καθώς και διάφορες ακτινοβολίες ή ενέργεια ακτινοβολίας και περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- Ενεργητικά ηλιακά συστήματα που μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα.
- Βιοκλιματικός σχεδιασμός και παθητικά ηλιακά συστήματα που αφορούν αρχιτεκτονικές λύσεις και χρήση κατάλληλων δομικών υλικών για τη μεγιστοποίηση της απ' ευθείας εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση, κλιματισμό ή φωτισμό.
- Φωτοβολταϊκά ηλιακά συστήματα που μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια άμεσα σε ηλεκτρική ενέργεια. (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας)

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι ιδιαίτερα διαδεδομένα παγκοσμίως την τελευταία δεκαετία. Η μετατροπή σε αυτά, της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική γίνεται με το φωτοβολταϊκό στοιχείο, ένα φωτοηλεκτρικό στοιχείο ημιαγωγού με την ιδιότητα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, όταν προσπέσει πάνω του ηλιακή ακτινοβολία (φωτοβολταϊκό φαινόμενο). Για την δημιουργία του, χρησιμοποιείται το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο, με το τελευταίο να διακρίνεται σε μονοκρυσταλλικό ή πολυκρυσταλλικό. (Βικιπαίδεια, Φωτοβολταϊκά) Συνδυασμός πολλών φωτοβολταϊκών στοιχείων δημιουργούν ένα φωτοβολταϊκό πλαίσιο ενώ φωτοβολταϊκά πλαίσια σε συνδυασμό με ειδικό ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό αποτελούν ένα φωτοβολταϊκό σύστημα. Το φωτοβολταϊκό σύστημα αν συνδεθεί με

το δημόσιο δίκτυο ηλεκτρισμού καλείται διασυνδεδεμένο ενώ αν εξυπηρετεί τοπικές ενεργειακές ανάγκες και δεν έχει διασυνδεθεί με το δίκτυο ονομάζεται αυτόνομο και αποτελείται γενικά από τον εξής βασικό εξοπλισμό:

1. Ένα ή περισσότερα φωτοβολταϊκά πλαίσια συνδεδεμένα σε σειρά ή παράλληλα
2. Έναν ή περισσότερους μετατροπείς του συνεχούς ρεύματος που παράγουν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια σε εναλλασσόμενο
3. Βάσεις στήριξης κατάλληλης κατασκευής για εγκατάσταση σε ανοικτό χώρο ή κτίριο
4. Καλωδίωση
5. Πίνακες προστασίας (απόξευξη και αντικεραυνική προστασία)
6. Στην περίπτωση της μη διασύνδεσής του, για αυτόνομη λειτουργία πέραν των προαναφερθέντων, για την λειτουργία του είναι απαραίτητη η χρήση συσσωρευτών και ενός ρυθμιστή φόρτισης.

Η απόδοση των φωτοβολταϊκών στοιχείων εξαρτάται από τα κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής εγκατάστασης, κυρίως όσον αφορά την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, δηλαδή τη πυκνότητα ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας, και τη θερμοκρασία. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια αυξάνει με την αύξηση της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας και μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας βελτιστοποιείται όταν τα Φ/Β πάνελ τοποθετούνται με νότιο προσανατολισμό (για το βόρειο ημισφαίριο) με κλίση περίπου ίση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής. Ένα επιπλέον τεχνικό χαρακτηριστικό με ιδιαίτερη σημασία αποτελεί η θερμοκρασία των κελιών των Φ/Β πάνελ. Σε υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος (άρα και κελιών) θα σημειώνεται πτώση της παραγόμενης ενέργειας.



Εικόνα 2: Φωτοβολταϊκό πάρκο στη θέση “Λεκάνα” του Δήμου Άργους – Μυκηνών

Πηγή: <http://www.eltechanemos.gr/portfolio-item/photovoltaic-park-lekana>

Πλεονεκτήματα

- Έχουν αθόρυβη λειτουργία χωρίς καύσιμα, καθαρή, χωρίς κατάλοιπα και δεν επιβαρύνουν το περιβάλλον

- Οι περισσότερες εγκαταστάσεις λειτουργούν χωρίς κινητά μέρη και άρα με ελάχιστη συντήρηση.
- Μπορούν να παράγουν ενέργεια ακόμη και με νεφελώδη ουρανό εκμεταλλευόμενα την διάχυτη ακτινοβολία
- Είναι αποδοτικά και σε χαμηλές θερμοκρασίες.
- Έχουν γρήγορη απόκριση σε ξαφνικές μεταβολές της ηλιοφάνειας.
- Με τον κατάλληλο σχεδιασμό και χρήση διακοπτικού υλικού, αν ένα τμήμα του συστήματος υποστεί βλάβη, το υπόλοιπο συνεχίζει τη λειτουργία του κανονικά περιορίζοντας έτσι τις απώλειες ενέργειας.
- Έχουν μεγάλο εύρος εγκατεστημένης ισχύς και άρα ικανοποιούν μεγάλη ποικιλία ενεργειακών χρηστών
- Έχουν μεγάλο λόγο ισχύος/ βάρους και επομένως είναι κατάλληλα για εγκατάσταση σε στέγες κατόπιν στατικής μελέτης.

Μειονεκτήματα

- Χαμηλή σχέση μεγέθους και απόδοσης και ως εκ τούτου απαιτούν μεγάλη έκταση για την επίτευξη της επιθυμητής παραγωγής ενέργειας κατά περίπτωση. Κάλυψη σε ορισμένες περιπτώσεις σημαντικών εκτάσεων προς άλλες χρήσεις όπως γαίες υψηλής παραγωγικότητας.
- Σχετικά υψηλό κόστος αγοράς και ιδιαίτερα την τελευταία τετραετία έλλειψη επιδοτήσεων και κινήτρων που έχουν καταστήσει ασύμφορες τις επενδύσεις στον τομέα.
- Περιοδικός καθαρισμός της επιφάνειας των φωτοβολταϊκών πλαισίων με απορρυπαντικό για να αποφευχθεί η μείωση της απόδοσης από τη ρύπανση (αιθάλη, σκόνη, αλάτι θαλάσσης).
- Ανάγκη αποθήκευσης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας για κάλυψη αιχμών κατανάλωσης κατά την διάρκεια της ημέρας με περιορισμένη ή και καθόλου ηλιοφάνεια. (Πράσινη Αντίληψη, Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα φωτοβολταϊκών συστημάτων)

Υδροηλεκτρική ενέργεια

Υδροηλεκτρική ενέργεια καλείται η ενέργεια του νερού, το οποίο, μέσω υδατοπτώσεων κινεί υδροστροβίλους για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η μετατροπή αυτή γίνεται μέσω του άξονα της πτερωτής του στροβίλου, για την μετατροπή της κινητικής ενέργειας του νερού σε μηχανική ενέργεια και στη συνέχεια μέσω της γεννήτριας, η μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική. Το σύνολο των έργων και εξοπλισμού μέσω των οποίων γίνεται η μετατροπή της υδραυλικής ενέργειας σε ηλεκτρική, ονομάζεται Υδροηλεκτρικό Έργο (ΥΗΕ).

Οι απαιτούμενες ποσότητες ύδατος για ένα Υδροηλεκτρικό Σταθμό αποθηκεύονται σε φυσικές ή τεχνητές λίμνες, που ισοδυναμεί πρακτικά με αποταμίευση Υδροηλεκτρικής Ενέργειας. Η προγραμματισμένη αποδέσμευση αυτών των ποσοτήτων ύδατος και η εκτόνωσή τους στους υδροστροβίλους οδηγεί στην ελεγχόμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Με δεδομένη την ύπαρξη κατάλληλων

υδάτινων πόρων καθίσταται η Υ/Ε μια σημαντικότερη εναλλακτική πηγή ανανεώσιμης ενέργειας. (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, υδροηλεκτρική ενέργεια)

Ένα υδροηλεκτρικό εργοστάσιο αποτελείται από τα εξής τμήματα:

1. Το φράγμα, το οποίο συγκρατεί το νερό σε μια τεχνητή λίμνη (ταμιευτήρα). Τα φράγματα κατασκευάζονται συνήθως σε σημεία με σχετικά απότομες κλίσεις της κοίτης των ποταμών. Έτσι το νερό αποκτά δυναμική ενέργεια. Στο κάτω μέρος του φράγματος τοποθετούνται υδατοφράκτες. Με τη βοήθειά τους ρυθμίζεται η ποσότητα ροής του νερού από τον ταμιευτήρα προς την τουρμπίνα μέσω του υδαταγωγού. Με τη πτώση του νερού η δυναμική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική.
2. Τουρμπίνα με ειδικά πτερύγια για την μετατροπή της κινητικής ενέργειας του νερού σε περιστροφική. Η υψομετρική διαφορά μεταξύ της στάθμης του ταμιευτήρα και της θέσης της τουρμπίνας προκαλεί την κίνηση του νερού.
3. Γεννήτρια συνδεδεμένη στον άξονα της τουρμπίνας, την οποία θέτει σε κίνηση η τουρμπίνα. Με τον τρόπο αυτό η κινητική ενέργεια του νερού μετατρέπεται σε ηλεκτρικό ρεύμα.
4. Γραμμές μεταφοράς: Από την εγκατάσταση παραγωγής ισχύος εκκινούν γραμμές μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας προς τους τόπους κατανάλωσής της. (Βικιπαίδεια, Υδροηλεκτρικό εργοστάσιο)



Εικόνα 3: ΜΥΗΣ ΣΤΡΑΤΟΣ II, Νομός Αιτωλοακαρνανίας, Δήμος Νεάπολης

Πηγή: <https://www.ppcr.gr/el/>

Μία πολύ ενδιαφέρουσα προοπτική για τον τομέα της Υ/Ε είναι η αντλησιοταμίευση δηλαδή η αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας με την άντληση νερού (μέσω ανεμογεννητριών) από μια δεξαμενή σε άλλη με σημαντική υψομετρική διαφορά μεταξύ τους και μετά με την αξιοποίηση της υδροηλεκτρικής ενέργειας.

Πλεονεκτήματα

- Μεγάλη διάρκεια ζωής
- Μικρή υποβάθμιση του φυσικού πόρου
- Πολύ χαμηλό κόστος λειτουργίας και συντήρησης

- Βελτίωση του φυσικού περιβάλλοντος (δημιουργία λίμνης και υδροβιότοπου)
- Μηδενικές εκπομπές ρύπων
- Χρήση του νερού και για άλλες ανάγκες (άρδευση, ύδρευση, περιβαλλοντική)
- Έργα υποδομής που συμβάλλουν στην ανάπτυξη της περιοχής
- Παρουσιάζουν μεγάλο βαθμό ενεργειακής απόδοσης για ΑΠΕ
- Μεγάλη αξιοπιστία των υδροστροβίλων
- Παραγωγή ενέργειας χωρίς διακυμάνσεις
- Θέσεις εργασίας
- Χαμηλή έκθεση σε μεταβολές τιμών ενέργειας

Μειονεκτήματα

- Οπτική όχληση: από τα έργα οδοποιίας, μεγάλα πρανή, κατολισθήσεις σε ασταθή εδάφη, αλόγιστη διάθεση των μπαζών σε κοντινά ρέματα ή χαράδρες, επίδραση στη γεωργία.
- Επιπτώσεις στη χλωρίδα – πανίδα: Η παροχή στη φυσική κοίτη του ποταμού μπορεί να μηδενιστεί (επιβάλλεται η εξασφάλιση οικολογικής παροχής), αποψίλωση της βλάστησης κατά τη φάση της κατασκευής και από την κατάληψη του δημιουργούμενου ταμιευτήρα, εμπόδια στην ελεύθερη κίνηση της ιχθυοπανίδας.
- Έδαφος, επιφανειακά και υπόγεια νερά: Η διακοπή της ροής των φερτών από την υδροληψία-φράγμα δημιουργεί μακροπρόθεσμα μεταβολή στην κοίτη και την εκβολή του ποταμού, ανύψωση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα, αλλαγή στις χρήσεις του νερού κατάντη του έργου υδροληψίας. (Μαμάσης Ν., Στεφανάκος Ι., Υδροηλεκτρική ενέργεια)

Γεωθερμία ή Γεωθερμική ενέργεια

Είναι η θερμότητα που περιέχεται στο εσωτερικό της Γης και είναι τόση η ποσότητά της, που είναι στην ουσία ανεξάντλητη για τα ανθρώπινα μεγέθη. Το μέτρο της είναι η γεωθερμική βαθμίδα, η οποία όσο προχωράμε προς τον πυρήνα αυξάνεται. Σε μερικές περιοχές, είτε λόγω ηφαιστειότητας σε πρόσφατη γεωλογική περίοδο, είτε λόγω ανόδου ζεστού νερού από μεγάλα βάθη μέσω ρηγμάτων, η γεωθερμική βαθμίδα είναι σημαντικά μεγαλύτερη από τη μέση γήινη, με αποτέλεσμα σε μικρό σχετικά βάθος να απαντώνται υδροφόροι ορίζοντες που περιέχουν νερό ή ατμό υψηλής θερμοκρασίας. Οι περιοχές αυτές ονομάζονται γεωθερμικά πεδία, και εκεί η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας, που διαρρέει από το θερμό εσωτερικό του πλανήτη προς την επιφάνεια, είναι εξαιρετικά συμφέρουσα.. Κοντά στην επιφάνεια της γης η γεωθερμική βαθμίδα έχει μέση τιμή περίπου $30\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{k m}$.

Ανάλογα με το θερμοκρασιακό της επίπεδο μπορεί να έχει διάφορες χρήσεις:

A. Υψηλής Ενθαλπίας ($>150\text{ }^{\circ}\text{C}$)

- ηλεκτροπαραγωγή ($\theta > 90\text{ }^{\circ}\text{C}$)

B. Μέσης Ενθαλπίας (80 έως $150\text{ }^{\circ}\text{C}$)

- ηλεκτροπαραγωγή
- βιομηχανικές εφαρμογές όπως αφαλάτωση θαλασσινού νερού ($\theta > 60$ °C), ξήρανση αγροτικών προϊόντων.

Γ. Χαμηλής Ενθαλπίας (25 έως 80 °C) που χρησιμοποιείται για θέρμανση χώρων, για θέρμανση θερμοκηπίων, για ιχθυοκαλλιέργειες, για παραγωγή γλυκού νερού.

- θέρμανση χώρων [με καλοριφέρ για $\theta > 60$ °C, με αερόθερμα για $\theta > 40$ °C, με ενδοδαπέδιο σύστημα ($\theta > 25$ °C)].
- ψύξη και κλιματισμό (με αντλίες θερμότητας απορρόφησης για $\theta > 60$ °C, ή με υδρόψυκτες αντλίες θερμότητας για $\theta < 30$ °C).
- θέρμανση θερμοκηπίων και εδαφών επειδή τα φυτά αναπτύσσονται γρηγορότερα και γίνονται μεγαλύτερα με τη θερμότητα ($\theta > 25$ °C), ή και για αντιπαγετική προστασία.
- ιχθυοκαλλιέργειες ($\theta > 15$ °C) επειδή τα ψάρια χρειάζονται ορισμένη θερμοκρασία για την ανάπτυξή τους.
- θερμά λουτρά για $\theta = 25-40$ °C. (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Γεωθερμία)



Εικόνα 4: Μονάδα γεωθερμίας

Πηγή: <http://www.aktisaeliou.com/en/education/geothermal-energy/>

Πλεονεκτήματα

- Μικρότερη επιβάρυνση για το περιβάλλον με την μη χρήση συμβατικών καυσίμων για τις αντίστοιχες ενεργειακές χρήσεις
- Μια γεωθερμική μονάδα παραγωγής ηλεκτρισμού δεν χρειάζεται μεγάλη έκταση γης
- Είναι σχετικά αξιόπιστη σε σχέση με όλα τα άλλα ήδη Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας καθώς μπορεί να παράγει ηλεκτρισμό με συνεχή διάρκεια 24 ώρες το 24ωρο χωρίς να εξαρτάται από φυσικές αιτίες που μπορεί να την παρεμποδίσουν.
- Συνεχής παροχή ενέργειας, με υψηλό συντελεστή λειτουργίας (load factor), $> 90\%$.
- Παρέχει χαμηλές τιμές ηλεκτρικού ρεύματος επειδή οι μονάδες γεωθερμίας έχουν χαμηλό κόστος λειτουργίας. (Χρηματοοικονομική Ανάλυση και Ενημέρωση για την Ανάπτυξη της Γεωθερμίας σε Χώρες της Ευρώπης, Τι

είναι η Γεωθερμική Ενέργεια), (Η ενέργεια γύρω μας, Πλεονεκτήματα & μειονεκτήματα)

Μειονεκτήματα

- Προβλήματα από την απόρριψη των γεωθερμικών ρευστών στο περιβάλλον της περιοχής ή δύσσομα αέρια (διάθεση των ρευστών μετά τη χρήση τους, εκπομπές τοξικών αερίων, ιδίως του υδροθείου).
- Προβλήματα διάβρωσης και σχηματισμού επικαθίσεων (ή όπως συχνά λέγονται οι καθαλατώσεις ή αποθέσεις) σε κάθε σχεδόν επιφάνεια που έρχεται σε επαφή με το γεωθερμικό ρευστό. (Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ελλάδα, Γεωθερμική Ενέργεια), (Η ενέργεια γύρω μας, Πλεονεκτήματα & μειονεκτήματα)

Βιομάζα

Η βιομάζα είναι το αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας, που μετασχηματίζει την ηλιακή ενέργεια με μία σειρά διεργασιών των φυτικών οργανισμών χερσαίας ή υδρόβιας προέλευσης. (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας)

Ορίζεται η ύλη που έχει βιολογική (οργανική) προέλευση και στον όρο εμπεριέχεται οποιοδήποτε υλικό προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από το φυτικό κόσμο. (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Οδηγός Βιομάζας)



Εικόνα 5: Βιομάζα

Πηγή:

<http://energyin.gr/category/%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BC%CE%AC%CE%B6%CE%B1/>

Πλεονεκτήματα

- Ως ΑΠΕ συμβάλλει και αυτή στην αποτροπή του φαινομένου του θερμοκηπίου και στον περιορισμό της έκλυσης CO₂ και SO₂ από την καύση ορυκτών καυσίμων.
- Ο βαθμός απόδοσης ηλεκτρικής ενέργειας κυμαίνεται από 20-40%
- Μείωση της ενεργειακής εξάρτησης από τις χώρες παραγωγούς φυσικού αερίου και πετρελαίου.
- Μείωση της εναπόθεσης της βιομάζας ως απόβλητου στο περιβάλλον ή της ανεξέλεγκτης καύσης της.
- Νέες θέσεις εργασίας, εξασφάλιση πρόσθετου αγροτικού εισοδήματος και εν γένει συμβολή στην αποκέντρωση και περιφερειακή ανάπτυξη της χώρας.

Μειονεκτήματα

- Μεγάλος ο όγκος της, ανομοιόμορφα ποιοτικά χαρακτηριστικά, υψηλά ποσοστά υγρασίας ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας.
- Δυσκολία στη συλλογή, μεταποίηση, μεταφορά και αποθήκευσή της, έναντι των ορυκτών καυσίμων.
- Δαπανηρές εγκαταστάσεις και εξοπλισμός.
- Μεγάλη διασπορά και εποχιακή παραγωγή. (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Οδηγός Βιομάζας)

Η βιομάζα μπορεί να αξιοποιηθεί ενεργειακά με δύο βασικούς τρόπους, την θερμική επεξεργασία, που περιλαμβάνει τις τεχνολογίες της αεριοποίησης, της καύσης και της πυρόλυσης και τις βιολογικές διεργασίες, που περιλαμβάνουν την αερόβια ζύμωση (composting) και την αναερόβια χώνευση (παραγωγή βιοαερίου).

A. Τεχνολογίες θερμοχημικής μετατροπής βιομάζας

I. Καύση

Η καύση της βιομάζας μπορεί να γίνει με πολλούς τρόπους, με τζάκια, σόμπες, καθώς και εξελιγμένους καυστήρες σταθερής και ρευστοποιημένης κλίνης και λέβητες (κύκλος Rankine). Τα χαρακτηριστικά της είναι τα ακόλουθα:

- Τα καυσαέρια έχουν θερμοκρασία 800-1000°C.
- Όλα τα είδη βιομάζας μπορεί να καούν αλλά η καύση δεν είναι πρακτική όταν η υγρασία > 50%.
- Η κλίμακα των εργοστασίων καύσης κυμαίνεται από πολύ μικρή (οικιακή) μέχρι βιομηχανική 5-500 MW.
- Ιδιαίτερα συμφέρουσα είναι η Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ).
- Υπάρχει η δυνατότητα σύγκαυσης βιομάζας με λιγνίτη σε ένα ποσοστό 7-10% του καυσίμου. (Κατσίρη, 2011)

II. Αεριοποίηση

Αεριοποίηση είναι η μετατροπή της βιομάζας σε μίγμα εύφλεκτων αερίων από τη μερική οξείδωση της οργανικής ύλης παρουσία ατμού σε υψηλές θερμοκρασίες, στην περιοχή 800-900 °C. Βασικά χαρακτηριστικά της αεριοποίησης:

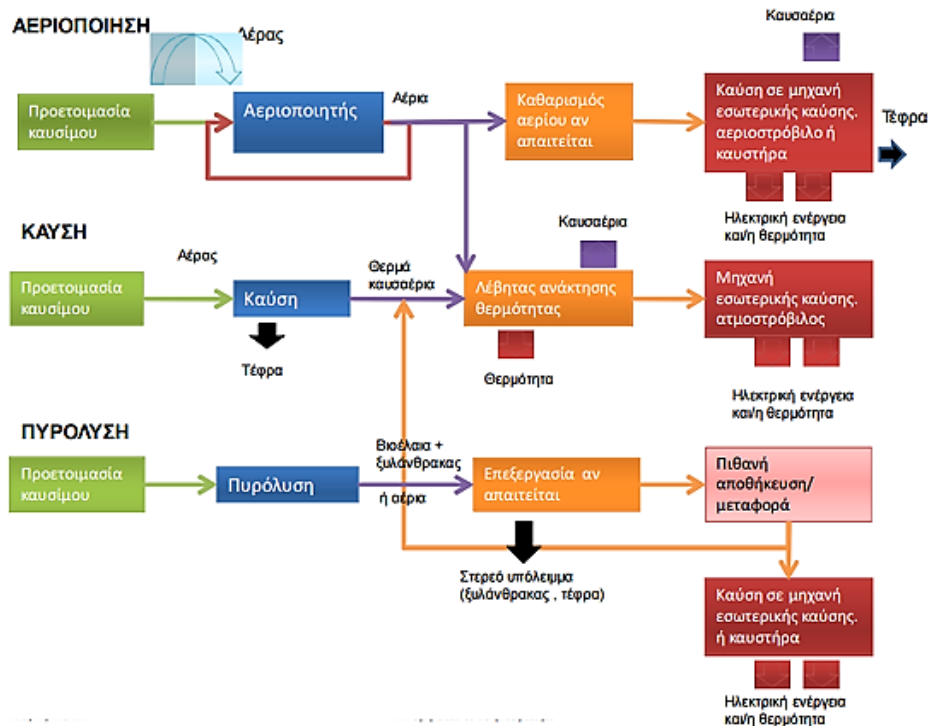
- Η βιομάζα προσφέρεται για αεριοποίηση λόγω του υψηλού περιεχομένου σε πτητικά συστατικά (70-86% σε ξηρή βάση).
- Το παραγόμενο αέριο σύνθεσης είναι μίγμα υδρογόνου, μεθανίου και μονοξειδίου του άνθρακα, καθώς και μικρών ποσοτήτων διοξειδίου και υδρογονανθράκων με χαμηλή θερμαντική δύναμη (4-6 MJ/Nm³)
- Ρυπογόνες ουσίες και την διαδικασία όπως αλκάλια, SO₂ και τέφρα μπορούν να απομακρυνθούν με την εγκατάσταση ειδικών φίλτρων και συστημάτων καθαρισμού, αφήνοντας ένα καθαρό καύσιμο αέριο με ενεργειακό περιεχόμενο περίπου στο 20-25% του φυσικού αερίου.
- Το αέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν καύσιμο για να τροφοδοτήσει αεριοστρόβιλους για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή σαν πρώτη ύλη στην παραγωγή υγρών καυσίμων. (Κατσίρη, 2011)

III. Πυρόλυση

Είναι η θερμική διάσπαση της κυτταρίνης (240 – 350 °C), της ημι-κυτταρίνης (200 – 260 °C) και της λιγνίνης (280 – 500 °C) που περιέχονται στη βιομάζα σε ουδέτερο περιβάλλον απουσία οξυγόνου. Η κατανομή και η σύσταση των τελικών προϊόντων εξαρτάται κυρίως από τον ρυθμό της θέρμανσης και από την πίεση λειτουργίας του αντιδραστήρα. Τα βασικά χαρακτηριστικά της πυρόλυσης είναι τα εξής:

- Υψηλοί ρυθμοί θέρμανσης και μεταφοράς θερμότητας
- Λεπτόκοκκη τροφοδοσία (~2 mm), με 10% υγρασία
- Προσεκτική ρύθμιση θερμοκρασίας αντίδρασης (500 °C) και θερμοκρασίας αερίου (400 – 450 °C)
- Μικρός χρόνος παραμονής αερίου (Πυρόλυση Βιομάζας, Σχολή Χημικών Μηχανικών)

Η εικόνα που ακολουθεί δείχνει τις βασικές διεργασίες που συντελούνται σε κάθε μία από τις προαναφερθείσες τεχνολογίες αξιοποίησης βιομάζας



Εικόνα 6: Τεχνολογίες θερμικής αξιοποίησης βιομάζας

Πηγή: <http://users.itia.ntua.gr/nikos/energy/ene-biomass.pdf>

B. Βιολογικές διεργασίες

❖ Αερόβια ζύμωση (Composting)

Αερόβια ζύμωση είναι η βιολογική διαδικασία αποδόμησης και σταθεροποίησης οργανικών υλικών υπό ελεγχόμενη θερμοκρασία, υγρασία και παροχή οξυγόνου. Το προϊόν που παράγεται λέγεται «compost» και είναι ένα μίγμα οργανικής ουσίας από θρεπτικά υλικά και ιχνοστοιχεία, σταθεροποιημένο και κατάλληλο για χρήση ως εδαφοβελτιωτικό. (Λοϊζίδου Μ., Βιολογική Επεξεργασία Αποβλήτων)

❖ Αναερόβια χώνευση (παραγωγή βιοαερίου)

Είναι η διεργασία κατά την οποία η βιομάζα μετατρέπεται σε CH_4 και CO_2 (βιοαέριο) με την συνδυασμένη δράση μεικτού πληθυσμού αναερόβιων μικροοργανισμών, απουσία μοριακού οξυγόνου. (Λυμπεράτος Γ. Αναερόβια χώνευση – Κομποστοποίηση)

1.2 Οι ΑΠΕ στην Ε.Ε

Η Ε.Ε. έχει ηγετική θέση στις τεχνολογίες των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, με το 40% των παγκόσμιων ευρεσιτεχνιών στον τομέα να ανήκουν σε αυτήν, ενώ το 2012, σχεδόν το ήμισυ (44%) του παγκόσμιου δυναμικού ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (εκτός της υδροηλεκτρικής) αντιστοιχούσε στην ΕΕ.

Χαρακτηριστικό είναι ότι η ΕΕ έχει τρεις φορές περισσότερη ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ κατά κεφαλή σε σχέση με οποιοδήποτε άλλο μέρος στον κόσμο και κάθε χρόνο εξάγει ενέργεια από ΑΠΕ αξίας 35 δισ. ευρώ. Ο κλάδος των ΑΠΕ προσφέρει 1,2 εκατομμύρια θέσεις εργασίας, των οποίων η χρηματική αξία αποτιμάται σε 130 δισ. ευρώ ετησίως και η νομοθεσία που θεσπίζεται, στοχεύει στην συνεχή προώθησή τους. (Θεματολογικά δελτία για την Ευρωπαϊκή Ένωση, Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας), (Κανιέτε Μ. Α., 2015)

Οι στόχοι για τις ΑΠΕ έως το 2020

Για το 2020 έχει τεθεί ο δεσμευτικός στόχος του 20% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας να προέρχεται από ΑΠΕ. Για να επιτευχθεί αυτό, οι χώρες της ΕΕ έχουν δεσμευθεί να επιτύχουν το δικό τους εθνικό στόχο που κυμαίνεται από 10% για τη Μάλτα έως το 49% στη Σουηδία. Επίσης, απαιτείται να καλύπτουν το 10% των καυσίμων για τις μεταφορές με χρήση ΑΠΕ. (2030 Energy Strategy), (Renewable energy, Moving towards a low carbon economy)

Νέοι στόχοι και πολιτικές έχουν τεθεί ωστόσο με ορίζοντα το 2030

- 40% μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990.
- 27% της κατανάλωσης ενέργειας να προέρχεται από ΑΠΕ.
- 27% εξοικονόμηση ενέργειας σε σύγκριση με τις συνήθειες πρακτικές.

Για να επιτευχθούν οι νέοι στόχοι, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει προτείνει:

- Μια μεταρρύθμιση του συστήματος εμπορίας εκπομπών της ΕΕ (ETS).
- Νέοι δείκτες για την ανταγωνιστικότητα και την ασφάλεια του ενεργειακού συστήματος, όπως οι διαφορές των τιμών με σημαντικούς εμπορικούς εταίρους και τη διαφοροποίηση του εφοδιασμού και της ικανότητας διασύνδεσης μεταξύ των χωρών της Ε.Ε.
- Οι πρώτες ιδέες για ένα νέο σύστημα διακυβέρνησης θα βασίζονται σε εθνικά σχέδια για ανταγωνιστική, ασφαλή και αειφόρο ενέργεια. Τα σχέδια αυτά θα ακολουθήσουν μια κοινή προσέγγιση για την Ε.Ε. Θα παρέχει υψηλότερη επενδυτική ασφάλεια, περισσότερη διαφάνεια, μεγαλύτερη συνοχή πολιτικής και βελτίωση του συντονισμού σε όλη την Ε.Ε. (2030 Energy Strategy)

Παρατηρώντας τα σημερινά δεδομένα, στην Ε.Ε. συνολικά και μεμονωμένα τα περισσότερα κράτη μέλη έχουν προχωρήσει ικανοποιητικά στην ενσωμάτωση των ανανεώσιμων, καθώς το μερίδιο της ενέργειας από ΑΠΕ ανέρχεται στο 15,3% της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας για το 2014.

Από την έκθεση προόδου του 2015 για τις ΑΠΕ στην Ε.Ε., προκύπτει ότι η σχετική οδηγία που εκδόθηκε παράγει αποτελέσματα, καθώς η ανάπτυξη των ΑΠΕ οδήγησε στα εξής:

- Αποφεύχθηκαν περίπου 326 εκατ. τόνοι μεικτών εκπομπών CO₂ το 2012 και 388 εκατ. τόνοι το 2013.
- Μειώθηκε η ζήτηση ορυκτών καυσίμων στην Ε.Ε. κατά 116 εκατομμύρια Τόνους Ισοδύναμου Πετρελαίου (ΤΙΠ) το 2013.
- Επιπλέον, όσον αφορά την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού της ΕΕ:
 - Η αντικατάσταση φυσικού αερίου από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτέλεσε το 30% της συνολικής μείωσης ορυκτών καυσίμων το 2013
 - Σχεδόν τα μισά κράτη μέλη μείωσαν την ακαθάριστη εγχώρια κατανάλωση φυσικού αερίου κατά 7% τουλάχιστον. [Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Δελτίο Τύπου/ Έκθεση προόδου στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας]

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται η πρόοδος των κρατών μελών της Ε.Ε. σχετικά με τους στόχους για τις ΑΠΕ για την τριετία 2012-2014 ενώ είναι σε διάταξη από το μεγαλύτερο προς το μικρότερο μερίδιο ΑΠΕ για το 2013/2014 με την Σουηδία στην πρώτη θέση με 42,6%. Η Ελλάδα βρίσκεται περίπου στο μέσο με ένα μερίδιο της τάξης του 10% ενώ για το 2020 αναμένεται να το αυξήσει στο 18%.

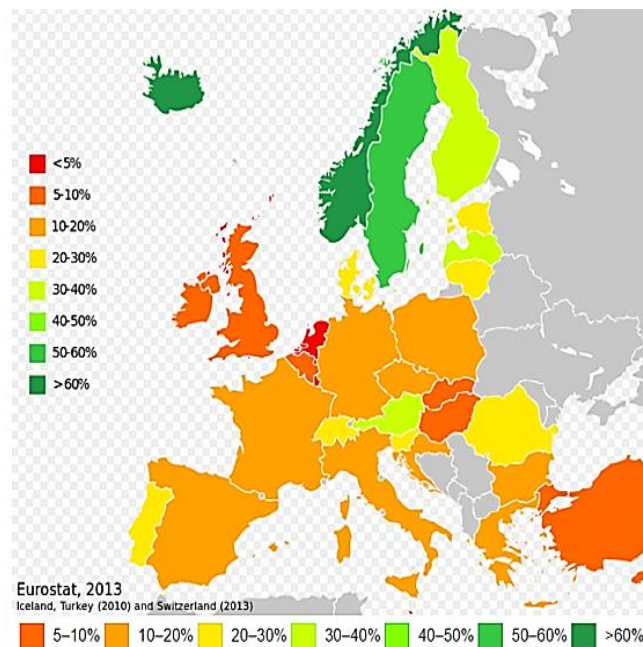
Πίνακας 1: Πρόοδος κρατών προς την επίτευξη των στόχων για τις ΑΠΕ μέχρι το 2020

Πηγή: Στοιχεία της Eurostat για το 2012, 2013

A/A	Χώρα Ε.Ε.	Μερίδιο ΑΠΕ 2012 (%)	Μερίδιο ΑΠΕ 2011/2012 (%) (μέσος όρος)	Πορεία των ΑΠΕ 2011/2012 (%)	Μερίδιο ΑΠΕ 2013 (%)	Μερίδιο ΑΠΕ 2013/2014 (%)	Στόχος ΑΠΕ 2020 (%)
1	Σουηδία	51,1	50	41,6	52,1	42,6	49
2	Λετονία	35,8	34,7	34,1	37,1	34,8	40
3	Φινλανδία	34,5	33,7	30,4	36,8	31,4	38
4	Αυστρία	32,1	31,5	25,4	32,6	26,5	34
5	Πορτογαλία	25	24,8	22,6	25,7	23,7	31
6	Δανία	25,6	24,5	19,6	27,2	20,9	30
7	Εσθονία	25,8	25,7	19,4	25,6	20,1	25
8	Ρουμανία	22,8	22,1	19	23,9	19,7	24
9	Σλοβενία	20,2	19,8	17,8	21,5	18,7	25
10	Λιθουανία	21,7	21	16,6	23	17,4	23
11	Κροατία	16,8	16,1	14,1	18	14,8	20
12	Γαλλία	13,6	12,4	12,8	14,2	14,1	23
13	Ισπανία	14,3	13,8	11	15,4	12,1	20
14	Βουλγαρία	16	15,1	10,7	19	11,4	16
15	Ελλάδα	13,4	12,1	9,1	15	10,2	18
16	Γερμανία	12,1	11,7	8,2	12,4	9,5	18
17	Πολωνία	10,9	10,6	8,8	11,3	9,5	15
18	Σλοβακία	10,4	10,3	8,2	9,8	8,9	14
19	Ιταλία	15,4	13,8	7,6	16,7	8,7	17

20	Τσεχική Δημοκρατία	11,4	10,5	7,5	12,4	8,2	13
21	Ιρλανδία	7,3	7	5,7	7,8	7	16
22	Ουγγαρία	9,5	9,3	6	9,8	6,9	13
23	Κύπρος	6,8	6,4	4,9	8,1	5,9	13
24	Κάτω Χώρες	4,5	4,4	4,7	4,5	5,9	14
25	Βέλγιο	7,4	6,8	4,4	7,9	5,4	13
26	Ηνωμένο Βασίλειο	4,2	4	4	5,1	5,4	15
27	Λουξεμβούργο	3,1	3	3,6	3,6	3,9	11
28	Μάλτα	2,7	2	2	3,8	3	10
	Ε. Ε.	14,3	13,6		15,0		20,0

Ο χάρτης που ακολουθεί παρουσιάζει το μερίδιο των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας για τις χώρες του Ευρωπαϊκού Οικονομικού Χώρου

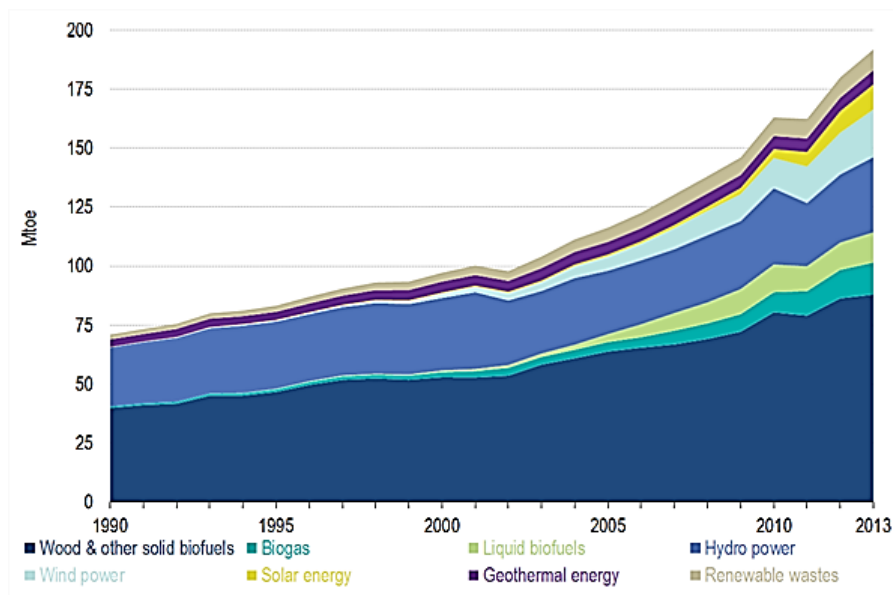


Εικόνα 7: Μερίδιο ΑΠΕ στην κατανάλωση ενέργειας στις χώρες της οικονομικής ζώνης της Ε.Ε

Πηγή:

https://en.wikipedia.org/wiki/Renewable_energy_in_the_European_Union

Σχετικά με τις χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες ΑΠΕ στην Ε.Ε., το 40% της παραγόμενης «πράσινης» ενέργειας προέρχεται από το ξύλο (σκούρο μπλε περιοχή στην εικόνα που ακολουθεί) και ένα άλλο 20% από την υδροηλεκτρική ενέργεια (ενδιάμεσο μπλε). Μεγάλο μέρος της αξιοποίησης της ξυλείας πηγαίνει για θέρμανση. (EU POLICY, 2015, Five charts showing the EU's surprising progress on renewable energy)



Εικόνα 8: Πηγές ΑΠΕ στην Ε.Ε. μεταξύ 1990 και 2013

Πηγή: Eurostat

Η πρωτογενής παραγωγή των ΑΠΕ στην Ε.Ε.-28 το 2014 ήταν 196 εκατομμύρια ΤΠΠ, ένα μερίδιο της τάξης του 25,4% της συνολικής παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας από όλες τις πηγές. Η σημαντικότερη πηγή ήταν τα στερεά βιοκαύσιμα και η αξιοποίηση των αποβλήτων, αντιπροσωπεύοντας τα δύο τρίτα (63,1%) της πρωτογενούς παραγωγής ΑΠΕ το 2014. Η υδροηλεκτρική ενέργεια ήταν ο δεύτερος πιο σημαντικός παράγοντας των ΑΠΕ (16,5% του συνόλου), ακολουθούμενη από την αιολική ενέργεια (11,1%). Αν και τα επίπεδα της παραγωγής τους παρέμειναν σχετικά χαμηλά, υπήρξε μια ταχεία επέκταση της παραγωγής αιολικής και ηλιακής ενέργειας σε ένα μερίδιο της τάξης του 6,1% των ΑΠΕ που παρήχθησαν το 2014, ενώ η γεωθερμική ενέργεια αντιπροσωπεύει το 3,2% του συνόλου. Άλλα είδη ΑΠΕ, με πολύ χαμηλά ποσοστά όμως, όπως η κυματική ενέργεια και η ενέργεια των ωκεανών συναντώνται κυρίως στη Γαλλία και το Ηνωμένο Βασίλειο. (Eurostat, 2016, Renewable energy statistics)

Στον πίνακα που ακολουθεί βλέπουμε σε φθίνουσα σειρά την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ των κρατών μελών της Ε.Ε, με την πρώτη θέση να ανήκει στην Γερμανία και το μερίδιο της παραγωγής αυτής σε κάθε τεχνολογία. Η Ελλάδα βρίσκεται και πάλι περίπου στο μέσο της κατάταξης με 2,32 εκ ΤΠΠ παραγωγής ΑΠΕ.

Πίνακας 2: Πρωταρχική παραγωγή ΑΠΕ στην Ε.Ε και μερίδιο στις χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες

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

Α/Α	Χώρα Ε.Ε	Παραγωγή ΑΠΕ σε χιλ. ΤΠΠ	Συνολικό μερίδιο ΑΠΕ για το 2014 ανά τεχνολογία (%)				
			Ηλιακή ενέργεια	Βιομάζα και απόβλητα	Γεωθερμία	Υ/Η Ενέργεια	Αιολική Ενέργεια
1	Γερμανία	36.018	10,3	70,8	0,5	4,7	13,7
2	Ιταλία	23.644	8,9	42,2	22,1	21,3	5,5

3	Γαλλία	21.002	2,9	63,1	1	25,7	7,1
4	Ισπανία	18.003	17,3	39,1	0,1	18,7	24,8
5	Σουηδία	16.660	0,1	61,2	0	32,9	5,8
6	Φινλανδία	10.068	0	87,6	0	11,4	0,9
7	Ηνωμένο Βασίλειο	9.696	4,1	62,3	0	5,2	28,4
8	Αυστρία	9.370	2,7	55,8	0,3	37,6	3,5
9	Πολωνία	8.054	0,2	89	0,3	2,3	8,2
10	Ρουμανία	6.090	2,3	61,9	0,5	26,6	8,8
11	Πορτογαλία	5.848	2,2	53,8	3,2	22,9	17,8
12	Κάτω Χώρες	4.555	2,1	86	0,8	0,2	10,9
13	Τσεχική Δημοκρατία	3.656	5,4	89	0	4,5	1,1
14	Δανία	3.144	2,6	61,5	0,1	0	35,8
15	Βέλγιο	2.857	9,4	75,8	0,1	0,8	13,9
16	Λετονία	2.371	0	92,3	0	7,2	0,5
17	Ελλάδα	2.329	22,2	47,1	0,5	16,5	13,6
18	Κροατία	2.292	0,5	62,5	0,5	33,8	2,7
19	Ουγγαρία	2.051	0,5	89,2	6,3	1,3	2,8
20	Βουλγαρία	1.842	6,9	63,6	1,8	21,5	6,2
21	Σλοβακία	1.441	4	70,4	0,5	25,1	0
22	Λιθουανία	1.358	0,5	92,8	0,1	2,5	4
23	Εσθονία	1.186	0	95,4	0	0,2	4,4
24	Σλοβενία	1.180	2,8	50,1	2,7	44,4	0
25	Ιρλανδία	854	1,4	39,6	0	7,1	51,8
26	Λουξεμβούργο	120	9,3	77,2	0	7,7	5,7
27	Κύπρος	111	66,7	17,8	1,4	0	14,1
28	Μάλτα	13	80,3	20,5	0	0	0

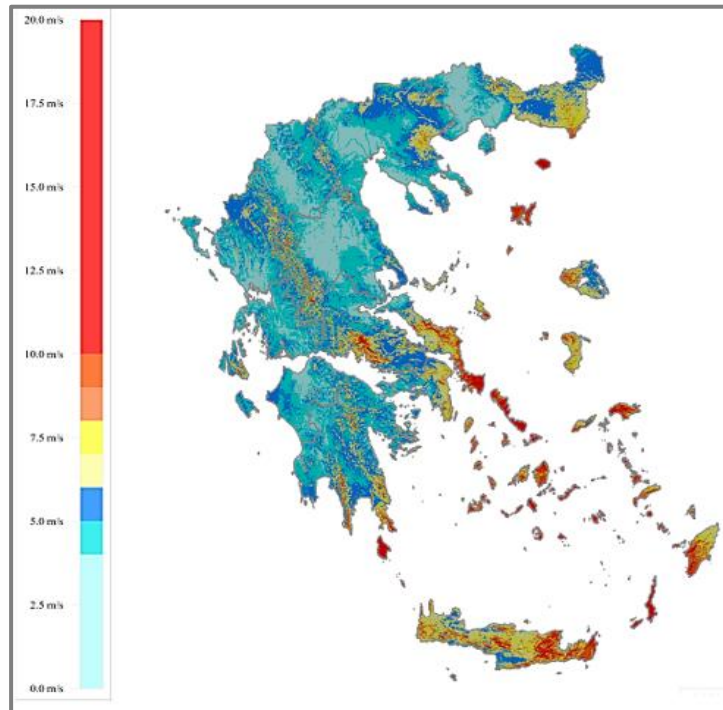
1.3 Οι ΑΠΕ στην Ελλάδα

Από το 2010 και μετά, παρά την σημαντική επιβράδυνση της ελληνικής οικονομίας, ο τομέας των ΑΠΕ γνώρισε ραγδαία άνθιση υποκινούμενος και από τις ευρωπαϊκές οδηγίες που όριζαν τους εθνικούς στόχους για την εγκατάσταση και αξιοποίησή τους. Έξι χρόνια μετά, η υφιστάμενη οικονομική συγκυρία παραμένει η ίδια, με τις ΑΠΕ να έχουν ακολουθήσει την γενικότερη πτωτική πορεία της οικονομίας κυρίως μετά το 2012, όταν ανεστάλησαν όλες οι άδειες ανανεώσιμων πηγών με τον αρμόδιο διαχειριστή του δικτύου να παύει να δέχεται νέα αιτήματα. Η αξιοποίηση των δυνατοτήτων του ενεργειακού τομέα στην Ελλάδα είναι ζωτικής σημασίας καθώς πέραν της οικονομικής ανάπτυξης και των θέσεων εργασίας που θα φέρει, θα συνεισφέρει στους στόχους της εθνικής και ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής για ενεργειακή ασφάλεια, καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας. (IOBE-EMΠ, 2011), (ΥΠΕΚΑ, 2012)

Οι προοπτικές για περαιτέρω ανάπτυξη των ΑΠΕ στην Ελλάδα είναι εξαιρετικές λόγω των κλιματολογικών και γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών που επιτρέπουν την μεγάλη ενεργειακή και οικονομική αποδοτικότητα των έργων.

Αιολικό δυναμικό

Η εικόνα που ακολουθεί δείχνει το αιολικό δυναμικό της Ελληνικής Επικράτειας με αρκετές περιοχές να υπερβαίνουν τα 10 m/s στην μέση ταχύτητα ανέμου.

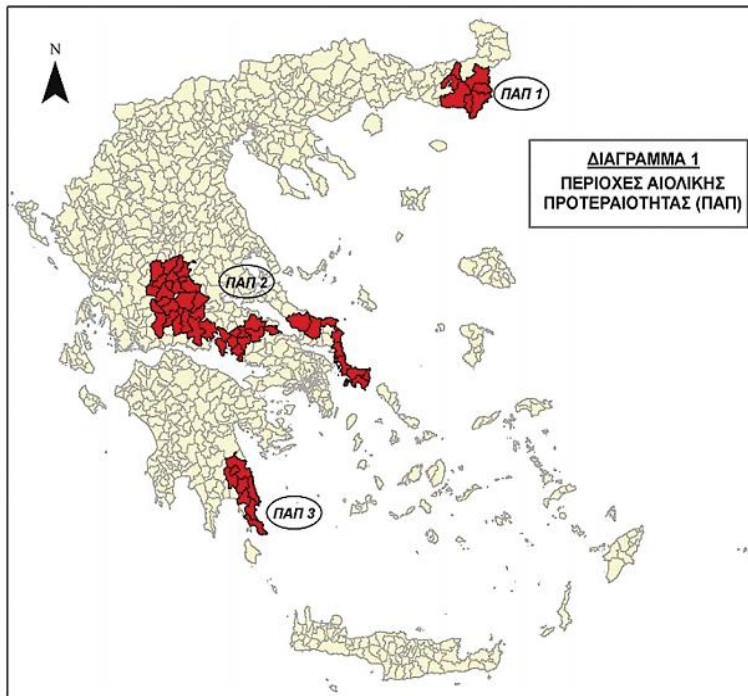


Εικόνα 9: Αιολικό δυναμικό Ελληνικής Επικράτειας

Πηγή: <http://www.rae.gr/geo/>

Με βάση αυτά τα ανεμολογικά δεδομένα η ελληνική νομοθεσία όρισε τις Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας, αυτές δηλαδή που διαθέτουν συγκριτικά πλεονεκτήματα για την εγκατάσταση αιολικών σταθμών (π.χ. ύπαρξη σημαντικού εκμεταλλεύσιμου αιολικού δυναμικού).

1. ΠΑΠ 1 στη Βόρειο Ελλάδα, στους νομούς Έβρου και Ροδόπης.
2. ΠΑΠ 2 στην κεντρική Ελλάδα, στους Νομούς Καρδίτσας, Αιτωλοακαρνανίας, Ευρυτανίας, Φωκίδας, Φθιώτιδας, Βοιωτίας και Εύβοιας.
3. ΠΑΠ 3 στην Πελοπόννησο, στους Νομούς Λακωνίας και Αρκαδίας.



Εικόνα 10: Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας

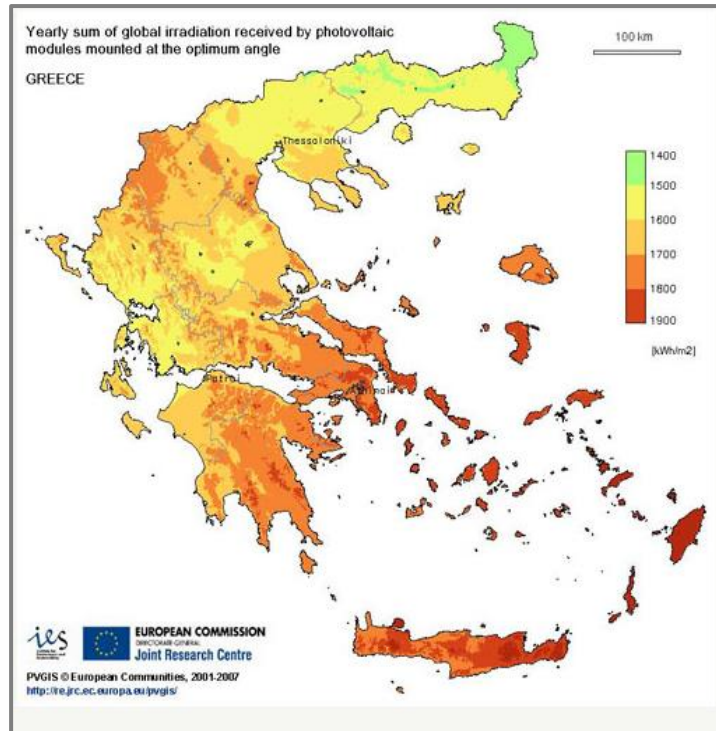
Πηγή: ΦΕΚ 2464 Β/03.12.2008

Στις 3 προαναφερθείσες ζώνες δεν περιλαμβάνονται τα κατοικημένα νησιά του Ιονίου και του Αιγαίου Πελάγους, συμπεριλαμβανομένης και της Κρήτης παρότι το αιολικό δυναμικό τους είναι πολύ υψηλό λόγω των ειδικών χαρακτηριστικών τους, όπως η περιορισμένη έκταση, ο τουρισμός και το αξιόλογο φυσικό και πολιτιστικό περιβάλλον και έτσι τίθενται αυστηροί περιορισμοί. (ΦΕΚ 2464 Β/03.12.2008)

Ηλιακό δυναμικό

Η Ελλάδα παρουσιάζει ένα ιδιαίτερα υψηλό ηλιακό δυναμικό, περίπου 1,400-1,800 [KWh/ (m².yr)] ετησίως σε οριζόντιο επίπεδο, ανάλογα το γεωγραφικό πλάτος και το ανάγλυφο της περιοχής. Η ηλιακή ακτινοβολία είναι μια μορφή ενέργειας με σχεδόν σταθερή και προβλέψιμη ένταση (W/ m²) στην διάρκεια του χρόνου και της ημέρας. (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010)

Για μια χώρα με μεγάλη ηλιοφάνεια όπως η Ελλάδα, η ηλιακή ενέργεια αποτελεί ανεξάντλητο ενεργειακό πόρο. (ΔΕΗ Ανανεώσιμες, Ηλιακή Ενέργεια)



Εικόνα 11: Ηλιακό δυναμικό Ελληνικής Επικράτειας

Πηγή: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/cmmaps/eur.htm>

Γεωθερμία

Η Ελλάδα λόγω των γεωλογικών συνθηκών της, έχει αξιόλογο δυναμικό στην γεωθερμική ενέργεια. Οι γεωθερμικές πηγές στον ελληνικό χώρο έχουν μελετηθεί σε βάθος εντούτοις έχουν αξιοποιηθεί σχεδόν αποκλειστικά σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες. (Χρηματοοικονομική Ανάλυση και Ενημέρωση για την Ανάπτυξη της Γεωθερμίας σε Χώρες της Ευρώπης, Γεωθερμική Ενέργεια στην Ελλάδα)



Εικόνα 12: Γεωθερμικό δυναμικό Ελληνικής Επικράτειας

Πηγή: http://www.ellet.gr/sites/default/files/parousiasi_mfytika_s.pdf

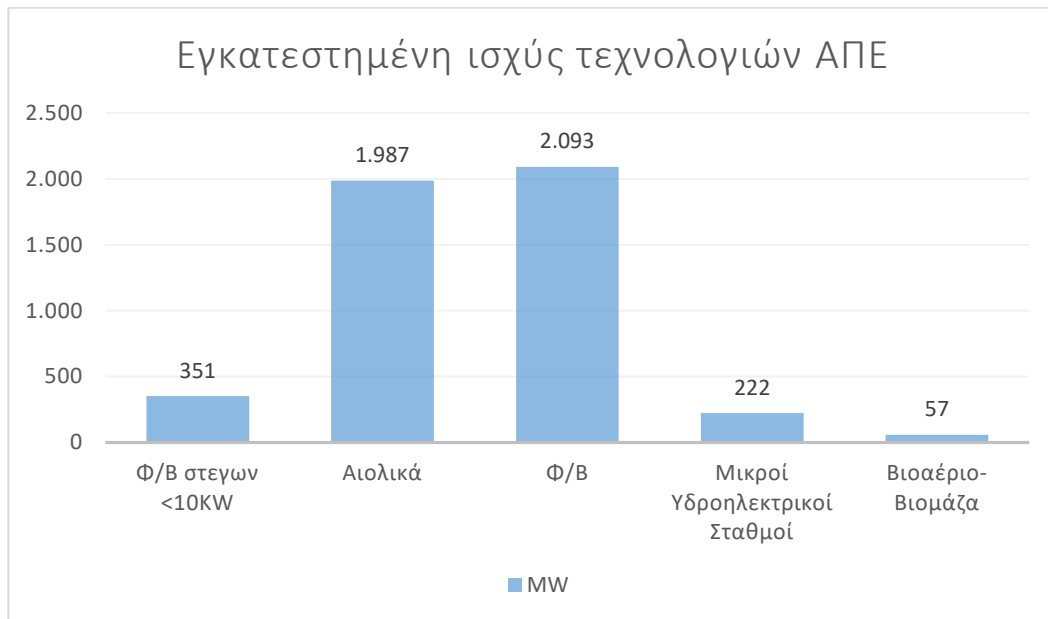
Η γεωθερμία στην Ελλάδα χωρίζεται στις εξής κατηγορίες ανάλογα με το θερμοκρασιακό της περιεχόμενο σε:

1. Υψηλής ενθαλπίας (>150°C) , για ηλεκτροπαραγωγή στη Μήλο και Νίσυρο.
2. Μέσης ενθαλπίας (90-150°C) , για ηλεκτροπαραγωγή, και άλλες άμεσες θερμικές χρήσεις, διάσπαρτα σε όλη την Ελλάδα. Πιθανά γεωθερμικά πεδία μέσης ενθαλπίας: Λέσβος, Χίος, Σαμοθράκη, ιζηματογενείς λεκάνες Κεντρικής και Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης.
3. Χαμηλή ενθαλπία (25-90°C) , για άμεσες θερμικές χρήσεις.
4. Αβαθής Γεωθερμία(<25°C), για θέρμανση και ψύξη, ουσιαστικά παντού στην Ελλάδα. (Ελληνική εταιρεία περιβάλλοντος και πολιτισμού, 2014)

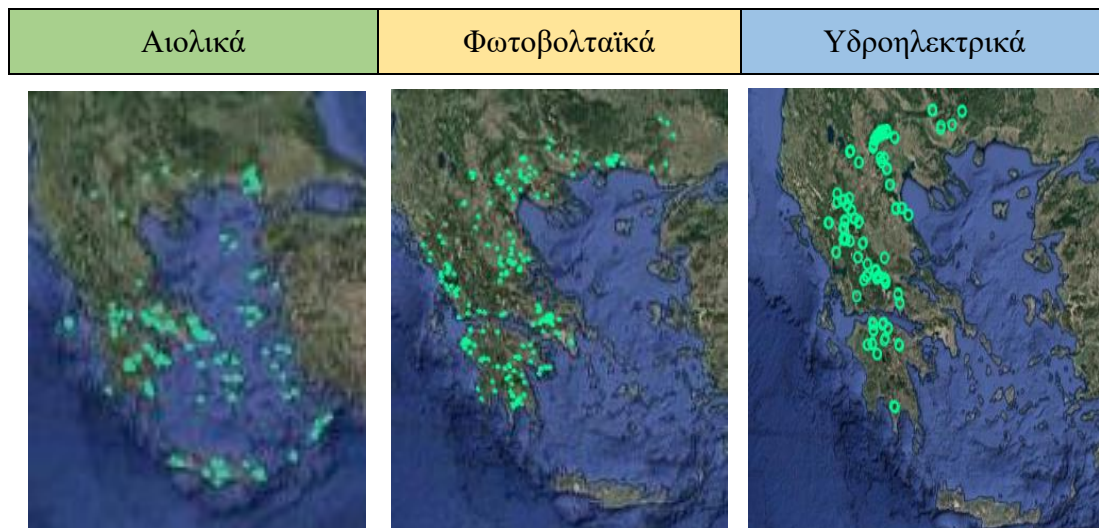
Η Ελλάδα όπως είδαμε σε προηγούμενη παράγραφο έχει να επιδείξει σημαντική πρόοδο στην εγκατάσταση ΑΠΕ όπως φαίνεται και στο ακόλουθο διάγραμμα που δείχνει την εγκατεστημένη ισχύ ανά τεχνολογία σε MW. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς από ΑΠΕ είναι έως τον Οκτώβριο του 2016 4.71 GW. Μάλιστα, αξίζει να σημειωθεί ότι οι επενδύσεις στον ενεργειακό τομέα (ΑΠΕ, συμβατικοί σταθμοί, εξοικονόμηση ενέργειας, δίκτυα, εκσυγχρονισμός διυλιστηρίων κ.ά.) κατά τη διάρκεια της κρίσης επιβράδυναν σε κάποιο βαθμό το ρυθμό της ύφεσης, καθώς η χρηματοδότηση του τομέα ενέργειας δεν υπέστη την καθίζηση που παρατηρήθηκε σε άλλους τομείς. (IOBE, 2012)

Γράφημα 1: Εγκατεστημένα ΑΠΕ στην Ελλάδα, Οκτώβριος 2016

Πηγή: ΛΑΓΗΕ, Συνοπτικό Πληροφοριακό Δελτίο,
http://www.lagie.gr/fileadmin/groups/EDRETH/RES/2016_10_RES.pdf



Οι θέσεις των πιο σημαντικών έργων ΑΠΕ φαίνονται στους επόμενους χάρτες για τις τεχνολογίες των αιολικών, των φωτοβολταϊκών και των υδροηλεκτρικών.



Εικόνα 13: Θέσεις εγκατάστασης έργων ΑΠΕ στην Ελλάδα

Πηγή: <http://www.rae.gr/geo/>

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζεται για τον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα για την περίοδο ενός έτους, από τον Νοέμβριο του 2015 έως τον Οκτώβριο του 2016, η μηνιαία και η ετήσια κατανάλωση καθώς και η αντίστοιχη παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από μονάδες ΑΠΕ. Στην τελευταία στήλη έχει υπολογιστεί το

ποσοστό της κατανάλωσης που ανήκει σε ανανεώσιμες πηγές με το μέσο όρο να είναι της τάξης του 18%.

Πίνακας 3: Η κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα σε συνάρτηση με την παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ

Πηγή: http://www.lagie.gr/fileadmin/groups/EDRETH/RES/2016_10_RES.pdf

Μήνας	Κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα (2015-2016) (GWh)	Παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ στην Ελλάδα (2015-2016) (GWh)	Ποσοστό της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας που καλύπτεται από ΑΠΕ (2015-2016) (%)
Νοέμβριος 2015	4.089	769	19
Δεκέμβριος 2015	4.881	731	15
Ιανουάριος 2016	4.949	811	16
Φεβρουάριος 2016	4.216	812	19
Μάρτιος 2016	4.437	877	20
Απρίλιος 2016	3.946	816	21
Μάιος 2016	4.094	845	21
Ιούνιος 2016	4.874	835	17
Ιούλιος 2016	5.631	990	18
Αύγουστος 2016	5.284	1.023	19
Σεπτέμβριος 2016	4.365	796	18
Οκτώβριος 2016	4.185	765	18
Σύνολο	54.951	10.070	Μέσος όρος: 18%

Οι τομείς των ΑΠΕ και της εξοικονόμησης ενέργειας έχουν σημαντικό επενδυτικό ενδιαφέρον στην Ελλάδα ακόμη και σήμερα με την παρατεταμένη ύφεση της εθνικής οικονομίας. Χρειάζεται η ενσωμάτωση στο θεσμικό πλαίσιο συγκεκριμένων πολιτικών και μέτρων περαιτέρω στήριξης για την οργάνωση και ανάπτυξη των εγχώριων ενεργειακών αγορών, του ενεργειακού συστήματος και την επίτευξη των ευρωπαϊκών στόχων που έχουν τεθεί για τον ενεργειακό τομέα. (Ministry of Environment, Energy and Climate Change (2010))

Κεφάλαιο 2: Νομοθεσία

2.1 Θεσμικό πλαίσιο για ενεργειακή αξιοποίηση βιομάζας (Εθνικό-Κοινοτικό)

Η βιομάζα προέρχεται από οργανικά υλικά, όπως τα δέντρα, τα φυτά, και τα γεωργικά και αστικά απόβλητα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμων για τις μεταφορές όπως είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Η αύξηση της χρήσης της βιομάζας στην ΕΕ μπορεί να συμβάλει στη διαφοροποίηση του ενεργειακού εφοδιασμού της Ευρώπης και να δημιουργήσει ανάπτυξη και θέσεις εργασίας, καθώς και τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Το 2012, η βιομάζα και τα απόβλητα αντιπροσώπευαν περίπου τα δύο τρίτα της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην Ε.Ε. Για να είναι η βιομάζα αποτελεσματική ως προς τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, θα πρέπει να παράγεται με βιώσιμο τρόπο. Η παραγωγή βιομάζας περιλαμβάνει μια αλυσίδα των δραστηριοτήτων που κυμαίνονται από την καλλιέργεια της πρώτης ύλης έως την τελική μετατροπή ενέργειας. Κάθε βήμα στην διαδικασία μπορεί να δημιουργήσει διαφορετικές προκλήσεις βιωσιμότητας που πρέπει να διαχειρίζονται. (European Commission, Biomass)

Κοινοτικό θεσμικό πλαίσιο για την βιομάζα

Η Ε.Ε. κατανοώντας τις σημαντικές ενεργειακές και περιβαλλοντικές προκλήσεις και τα οφέλη που προκύπτουν από την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας, εξέδωσε Οδηγίες προς τα κράτη μέλη της για τους τρόπους με τους οποίους θα εισάγουν αυτή την μορφή ΑΠΕ στην ενεργειακή τους ατζέντα.

Το 2001, η Οδηγία 2001/77/ΕΚ αναφέρει ότι η προώθηση της ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία παράγεται από ΑΠΕ, αποτελεί υψηλή προτεραιότητα για την Κοινότητα, για την άμεση ανάγκη προστασίας του περιβάλλοντος και για λόγους κοινωνικής και οικονομικής συνοχής. Καθορίζει ότι έως το 2010 η βιομάζα στην Ελλάδα πρέπει να συμμετέχει σε ποσοστό 1,2% στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στόχος που ενσωματώθηκε στον Ν. 3468/2006 της χώρας μας, όπως παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα. (Οδηγία 2001/77/ΕΚ)

Πίνακας 4: Εθνικός στόχος παραγωγής ηλεκτρισμού από βιομάζα

Πηγή: Ν. 3468/2006

Παραγωγή ηλεκτρισμού από βιομάζα		
Απαιτούμενη εγκατεστημένη ισχύς 2010 (MW)	Παραγόμενη ενέργεια 2010 (TWh)	Ποσοστό μεταβολής των ΑΠΕ το 2010 (%)
103	0.81	1.19

Το 2003 με την Οδηγία 2003/96/EK, η Ε.Ε. επιβάλλει στο άρθρο 15, ειδικές φοροαπαλλαγές για τις Α.Π.Ε. Συγκεκριμένα αναφέρει ότι τα κράτη μέλη μπορούν να παρέχουν, υπό φορολογικό έλεγχο, πλήρεις ή μερικές απαλλαγές ή μειώσεις του επιπέδου φορολογίας. (Οδηγία 2003/96/EK)

Το σχέδιο δράσης για τη βιομάζα το 2005 (COM 2005/628/7-12-2005) αρχικά αναγνώρισε ότι η Ε.Ε. κάλυπτε μόλις το 4% των ενεργειακών αναγκών της με βιομάζα και ότι εάν αξιοποιούσε πλήρως το δυναμικό της, θα μπορούσε να υπερδιπλασιάσει τη χρήση βιομάζας μέχρι το 2010 (από 69 εκατ. ΤΠΠ το 2003, σε περίπου 185 εκατ. ΤΠΠ το 2010) συμμορφούμενη με τις ορθές γεωργικές πρακτικές, διασφαλίζοντας αειφόρο παραγωγή βιομάζας και χωρίς να επηρεάζει σημαντικά την εγχώρια παραγωγή τροφίμων. Ως εκ τούτου πρότεινε μέτρα που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε αύξηση της χρήσης της βιομάζας σε 150 εκατ. ΤΠΠ περίπου το 2010 ή λίγο αργότερα. Η ποσότητα αυτή, αν και δεν αντιστοιχεί στο πλήρες δυναμικό, συμβαδίζει με τους ενδεικτικούς στόχους που καθορίστηκαν για τις ΑΠΕ. Τα μέτρα που περιλαμβάνει, αφορούν την ταχύτερη ανάπτυξη της ενέργειας που παράγεται από βιομάζα (απόβλητα ξύλου και γεωργικά υπολείμματα) μέσω κινητήρων για τη χρήση της και άρσης των εμποδίων στην παραγωγή της, με στόχο τη μείωση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα και την συνεπακόλουθη μείωση των εκπομπών CO₂. Προωθεί την χρήση βιομάζας στη θέρμανση, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και τις μεταφορές. Εξετάζει θέματα όπως η προσφορά, η χρηματοδότηση και η έρευνα. Το σχέδιο δράσης ήταν ένα πρώτο βήμα για την ανάδειξη της σημασίας του εν λόγω τομέα. (COM 2005/628/7-12-2005)

Τέσσερα χρόνια μετά σχέδιο δράσης, με την οδηγία 2009/28/EK η Ευρωπαϊκή Ένωση επισημαίνει την ανάγκη θέσπισης εθνικών σχεδίων δράσης για τις ΑΠΕ με την σημείωση σε αυτά να περιλαμβάνονται οι διαφορετικές χρήσεις της βιομάζας για να αξιοποιηθούν έτσι νέοι πόροι. Θα πρέπει να προωθηθεί η μεγαλύτερη εκμετάλλευση των υπαρχόντων αποθεμάτων ξυλείας και η ανάπτυξη νέων συστημάτων δασοπονίας με γνώμονα την αειφορία. Για τις τεχνολογίες της βιομάζας, θα πρέπει να επιτυγχάνουν μετατροπή σε ποσοστό τουλάχιστον 70% ενώ ενδιαφέρουσα θα ήταν και η εξέταση ανάπτυξης δικτύων τηλεθέρμανσης που να εξυπηρετεί την παραγωγή κεντρικής θέρμανσης και ψύξης από μεγάλες μονάδες βιομάζας, ηλιακής και γεωθερμικής ενέργειας.

Το 2010 παρουσιάστηκε έκθεση σχετικά με τις απαιτήσεις αειφορίας ενός συστήματος με χρήση στερεών και αέριων πηγών βιομάζας στον ηλεκτρισμό, τη θέρμανση και την ψύξη, η οποία ορίζει τρεις στόχους:

1. Αποτελεσματικότητα στην αντιμετώπιση προβλημάτων αειφόρου χρήσης της βιομάζας.
2. Κοστοαποδοτικότητα κατά την επίτευξη των στόχων.
3. Συνέπεια με υφιστάμενες πολιτικές.

Σε αυτήν, αναλύονται κρίσιμα ζητήματα σχετικά με την αειφορία στην παραγωγή της βιομάζας (διαχείριση γης, καλλιέργεια και συγκομιδή), τις επιδόσεις της για τα

θερμοκηπιακά αέρια (ΘΚΑ – GHG) στον κύκλο ζωής της, την μεταβολή στις χρήσεις γης, στην δασική λογιστική αποτίμηση και την απόδοση της ενεργειακής μετατροπής. Τέλος αναφέρει κάποια συνιστώμενα κριτήρια αειφορίας για τα κράτη μέλη με στόχο την αειφόρο παραγωγή και χρήση βιομάζας, την ομαλή λειτουργία της εσωτερικής αγοράς της και την άρση πιθανών εμποδίων στην ανάπτυξη της βιοενέργειας. (Εκθεση της Επιτροπής προς το Συμβούλιο και το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2010)

Εθνικό θεσμικό πλαίσιο για την βιομάζα

Η χώρα μας από τον περασμένο αιώνα χρησιμοποιούσε σχεδόν αποκλειστικά καυσόξυλα για την θέρμανση, μόνο που στις μέρες μας, αναφερόμαστε στην υπολειμματική βιομάζα που απορρίπτεται στο περιβάλλον και η οποία, σε αντίθεση με την ανεξέλεγκτη καύση ξύλου, αποτελεί ήπια και φιλική προς το περιβάλλον μορφή ενέργειας. Οι προοπτικές της χρήσης βιομάζας για ενεργειακή παραγωγή στην Ελλάδα είναι εξαιρετικά ευοίωνες, όπως θα δούμε και σε επόμενο κεφάλαιο, και εδώ και μια δεκαετία έχει θεσπιστεί για τον σκοπό αυτό, ένα θα λέγαμε εκτενές και πολύπλοκο θεσμικό πλαίσιο, βασισμένο στις κοινοτικές οδηγίες που αναφέραμε, το οποίο παρά τις στρεβλώσεις και τις ασάφειες, έθεσε τις βάσεις για τις μελλοντικές επενδύσεις στον τομέα αυτό. Το θεσμικό πλαίσιο για την βιομάζα περιλαμβάνει αρκετούς νόμους και πολυάριθμες υπουργικές αποφάσεις.

Η ουσιαστική εκκίνηση έγινε με τον Ν. 3468/2006, ο οποίος εισάγει στο ελληνικό δίκαιο την Οδηγία 2001/77/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης Σεπτεμβρίου 2001 (ΕΕΕΚ L 283) και θέτει τις βάσεις για την προώθηση στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.) και μονάδες Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (Σ.Η.Θ.Υ.Α.), συγκαταλέγοντας στις ΑΠΕ και την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας. Επιτρέπεται σε ιδιώτες η δημιουργία μονάδων παραγωγής ηλεκτρισμού με ΑΠΕ κατόπιν άδειας από το Υπουργείο Ανάπτυξης και καλεί τον διαχειριστή του δικτύου διανομής ηλεκτρικού ρεύματος να αγοράζει την ενέργεια που παράγουν οι νόμιμα αδειοδοτημένες μονάδες. Προδιαγράφει τις άδειες (παραγωγής, εγκατάστασης, λειτουργίας, δόμησης) και τις εγκρίσεις (περιβαλλοντικών όρων, εργασιών μικρής κλίμακας από την αρμόδια πολεοδομική υπηρεσία) που απαιτούνται (ή δεν απαιτούνται) ανάλογα με την εγκατεστημένη ισχύ της μονάδας (κατηγορία) και την περιοχή στην οποία δημιουργείται. Κεντρικός άξονας του αδειοδοτικού πλαισίου αποτελεί η άδεια παραγωγής. (Ν. 3468/2006)

Τέσσερα χρόνια μετά εκδόθηκε ο Ν.3851/2010, που ήταν και η πρώτη σοβαρή προσπάθεια για ταχεία ανάπτυξη των ΑΠΕ στην Ελλάδα μέσω της απλούστευσης των διαδικασιών εγκατάστασης των μονάδων. Οριοθετήθηκαν ιδιαίτερα υψηλοί στόχοι για την διείσδυση των ΑΠΕ και την συμμετοχή στην εθνική ηλεκτροπαραγωγή έως το έτος 2020 ενώ συγκεκριμενοποιήθηκαν θέματα της αδειοδοτικής διαδικασίας (άδεια παραγωγής, περιβαλλοντικοί όροι). Παράλληλα ξεκίνησε η ενδυνάμωση του ειδικού χωροταξικού πλαισίου για τις ΑΠΕ και δόθηκαν υψηλά κίνητρα για επενδύσεις (υψηλή εγγυημένη ταρίφα για πώληση της παραγόμενης ενέργειας στο

δημόσιο ηλεκτρικό δίκτυο). Για την απλούστευση της αδειοδοτικής διαδικασίας για τους σταθμούς βιομάζας με εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ μικρότερη ή ίση του ενός (1) MW εξαιρέθηκαν από την υποχρέωση να λάβουν άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ή άλλη διαπιστωτική απόφαση. Γενικά εξεταζόμενα κριτήρια για τα εν λόγω έργα ανάμεσα σε άλλα είναι αυτό της εθνικής ασφάλειας, της προστασίας της δημόσιας υγείας και ασφάλειας, της εν γένει ασφάλειας των εγκαταστάσεων και του σχετικού εξοπλισμού του Συστήματος και του Δικτύου, της ενεργειακής αποδοτικότητας του έργου για το οποίο υποβάλλεται η σχετική αίτηση, όπως η αποδοτικότητα αυτή προκύπτει, για τα έργα Α.Π.Ε. από μετρήσεις του δυναμικού Α.Π.Ε. και για τις μονάδες Σ.Η.Θ.Υ.Α. από τα ενεργειακά ισοζύγιά τους, και της ωριμότητας της διαδικασίας υλοποίησης του έργου, όπως προκύπτει από μελέτες που έχουν εκπονηθεί, γνωμοδοτήσεις αρμόδιων υπηρεσιών, καθώς και από άλλα συναφή στοιχεία. (Ν.3851/2010)

Σε σύντομο χρονικό διάστημα από τον 3851/2010, δημοσιεύτηκε ο Ν.4001/2011 που ρυθμίζει τις συνθήκες μεταφοράς, από την πλευρά των προδιαγραφών ασφάλειας, του βιοαερίου που παράγεται από βιομάζα και τονίζει στο άρθρο 188, όπως και οι επόμενοι νόμοι που θα ακολουθήσουν, την αναγκαιότητα επιτάχυνσης εξέτασης των αιτημάτων για εγκαταστάσεις βιοαερίου-βιομάζας. (Ν.4001/2011)

Οι νομοθετικές πρωτοβουλίες που ακολούθησαν, με τον Ν. 4062/2012 και 4152/2013 στο πρώτο και 39^ο άρθρο αντίστοιχα, αναφέρονται στην κατά προτεραιότητα εξέταση αιτήσεων χορήγησης προσφορών σύνδεσης σταθμών ηλεκτροπαραγωγής από γεωθερμία, βιομάζα, βιοαέριο (Ν. 4062/2012), (Ν.4152/2013) ενώ τέλος στον Ν. 4203/2013 επιβάλλεται Μεταβατικό Τέλος Ασφάλειας Εφοδιασμού για μονάδες βιοαερίου/ βιομάζας και ΣΗΘΥΑ (< 35 MWE) (Ν. 4203/2013)

Παράλληλα με την θέσπιση των νόμων δημοσιεύονται και οι Κ.Υ.Α. (Κοινές Υπουργικές Αποφάσεις) και οι Υ.Α. (Υπουργικές Αποφάσεις) ως συμπλήρωση, διασαφήνιση και συγκεκριμενοποίηση των νομοθετικών διατάξεων. Από τις πιο σημαντικές Κ.Υ.Α. είναι η ΚΥΑ 49828/2008 στο άρθρο 18 της οποίας καθορίζονται τα κριτήρια χωροθέτησης σταθμών βιομάζας καθώς και οι επιτρεπόμενες και απαγορευμένες περιοχές, όπως παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί. (ΚΥΑ 49828/2008)

Πίνακας 5: Κριτήρια χωροθέτησης σταθμών βιομάζας

Πηγή: ΚΥΑ 49828/2008

Προνομακές θέσεις

Χώροι που ευρίσκονται πλησίον γεωργικών εκμεταλλεύσεων παραγωγής της πρώτης ύλης όπως ΧΥΤΑ, εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων, μεγάλες κτηνοτροφικές ή πτηνοτροφικές μονάδες, μονάδες παραγωγής χαρτοπολτού, μονάδες παραγωγής χυμών και τοματοπολτού, πάσης φύσεως γεωργικές ή κτηνοτροφικές βιομηχανίες

Απαγορευμένες περιοχές
Κηρυγμένα διατηρητέα μνημεία της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς και μνημεία μείζονος σημασίας
Οριοθετημένες αρχαιολογικές ζώνες προστασίας
Περιοχές απολύτου προστασίας της φύσης και προστασίας της φύσης
Υγρότοποι Διεθνούς Σημασίας (Υγρότοποι Ραμσάρ)
Πυρήνες των εθνικών δρυμών και των κηρυγμένων μνημείων της φύσης και των αισθητικών δασών
Οικότοποι προτεραιότητας περιοχών της Επικράτειας που έχουν ενταχθεί ως τόποι κοινοτικής σημασίας στο δίκτυο ΦΥΣΗ 2000
Περιοχές εντός σχεδίων πόλεων και ορίων οικισμών προ του 1923 ή κάτω των 2.000 κατοίκων περιοχών
Περιοχές Οργανωμένης Ανάπτυξης Παραγωγικών Δραστηριοτήτων του τριτογενούς τομέα
Θεματικά πάρκα και τουριστικοί λιμένες
Λατομικές περιοχές και μεταλλευτικές και εξορυκτικές ζώνες
Κριτήρια χωροθέτησης εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ενέργειας από βιομάζα ή βιοαέριο
Ελάχιστες αποστάσεις από τις γειτνιάζουσες χρήσεις γης, δραστηριότητες και δίκτυα τεχνικής υποδομής
Να καθορίζονται, κατά περίπτωση, στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής αδειοδότησης, σύμφωνα με τα γενικά κριτήρια της νομοθεσίας και τους τυχόν ειδικούς κανονισμούς και πρότυπα που έχουν θεσμοθετηθεί για ορισμένες κατηγορίες συνοδευτικών έργων (πχ. γραμμές μεταφοράς ΥΤ)

Δύο χρόνια μετά το χωροταξικό των ΑΠΕ, η ΚΥΑ 17149/2010 αναλύει το περιεχόμενο και την διαδικασία της σύναψης Σύμβαση Πώλησης με τον Διαχειριστή του Ελληνικού Δικτύου, της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από σταθμούς ΑΠΕ και θέτει χρονική διάρκεια αυτής, τα είκοσι (20) χρόνια και συνάπτεται εφόσον ο σταθμός ΣΗΘΥΑ και ΑΠΕ έχει αδειοδοτηθεί. (ΚΥΑ 17149/2010)

Τον επόμενο χρόνο δημοσιεύεται η Κ.Υ.Α. Αριθ. ΥΑΠΕ/Φ1/14810/4.10.2011 που ενσωματώνονται σημαντικές ρυθμίσεις σχετικές με την έκδοση των αδειών παραγωγής των έργων ΑΠΕ, οι οποίες έχουν στόχο την απλούστευση των διαδικασιών που απαιτούνται όπως αυτές της υποβολής και δημόσιας γνωστοποίησης αιτήσεων στη ΡΑΕ (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας), της τροποποίησης της άδειας λόγω αλλαγής στην εταιρική σύνθεση του κατέχοντα και της ανάκλησης αδειών, ενώ παράλληλα τονίζεται η ανάγκη διαφάνειας και ευρείας δημοσιότητάς τους. (Κ.Υ.Α. Αριθ. ΥΑΠΕ/Φ1/14810/4.10.2011)

Για την σωστή καθοδήγηση των μελετητών και επενδυτών των έργων βιομάζας εκδόθηκε στην αρχή η Υ.Α. 1958/2012 και στην συνέχεια η τροποποίησή της, Υ.Α. ΔΠΠΑ/οικ. 37674/2016, που κατατάσσει τις εγκαταστάσεις παραγωγής βιοαερίου σε κατηγορίες, οι οποίες ορίζουν και την διαδικασία περιβαλλοντικής αδειοδότησης καθώς και την αρμόδια υπηρεσία που θα εκδώσει την τελική άδεια. Πιο συγκεκριμένα τα έργα ΑΠΕ που αξιοποιούν βιομάζα ανήκουν στην 10^η ομάδα, α/α 6β και κατατάσσονται ανάλογα με την ετήσια ποσότητα της προς επεξεργασία βιομάζας, σύμφωνα με τα αναφερόμενα στο Παράρτημα IV της ίδιας Υ.Α., όπως ισχύει, στην 4^η ομάδα α/α 11_{α,β} (εγκαταστάσεις επεξεργασίας μη επικίνδυνων αποβλήτων προς παραγωγή βιοαερίου, πυρόλυση ή αεριοποίηση). Η προαναφερόμενη κατάταξη φαίνεται και στις εικόνες που ακολουθούν. (Υ.Α. ΔΠΠΑ/οικ. 37674/2016)

Πίνακας 6: Κατηγορία δραστηριότητας εγκατάστασης βιομάζας

Πηγή: Υ.Α. ΔΠΠΑ/οικ. 37674/2016

Ομάδα 4η – Συστήματα περιβαλλοντικών υποδομών				
α/α	Είδος έργου ή δραστηριότητας	Υποκατηγορία Α₁	Υποκατηγορία Α₂	Κατηγορία Β
9γ	Κέντρο διαλογής / ταξινόμησης Αποβλήτων Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού (ΑΗΗΕ) – Συμπεριλαμβάνονται εγκαταστάσεις προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση των ΑΗΗΕ		α) $Q \geq 1.000$ t εκτός ορίων οικισμών και πόλεων β) $Q \geq 200$ t εντός ορίων οικισμών και πόλεων	α) $20t < Q < 1000t$ εκτός ορίων οικισμών και πόλεων β) $Q < 200t$ εντός ορίων οικισμών και πόλεων
10^α	Εγκαταστάσεις ανάκτησης υλικών από μη επικίνδυνα σύμμεικτα αστικά απόβλητα μέσω μηχανικής διαλογής (εργασίες R12)		$Q \geq 30$ t/ημ.	$Q < 30$ t/ημ.
10^β	Εγκαταστάσεις ανάκτησης υλικών από μη επικίνδυνα σύμμεικτα ανακυκλώσιμα απόβλητα μέσω μηχανικής διαλογής (ΚΔΑΥ) (εργασίες R12)		Σταθερές μονάδες με $Q \geq 50$ t/ημ.	α) Σταθερές μονάδες με $Q < 50$ t/ημ. β) Οι χώροι υποδοχής κινητών μονάδων με $Q < 50$ t/ημ.
11	Εγκαταστάσεις επεξεργασίας μη επικίνδυνων αποβλήτων προς παραγωγή βιοαερίου (εργασία R3) α) Παραγωγή βιοαερίου β) Πυρόλυση ή Αεριοποίηση	α) $Q \geq 100.000$ t/έτος β) $Q \geq 50.000$ t/έτος	α) $Q < 100.000$ t/έτος β) $Q < 50.000$ t/έτος	
12^α	Εγκαταστάσεις παραγωγής εδαφοβελτιωτικών ή και οργανοχημικών λιπασμάτων (εργασία R3) από στερεά μη επικίνδυνα απόβλητα (εκτός των αστικών στερεών αποβλήτων ή βιομάζα)		$Q \geq 50$ t/ημ.	$0.5 \leq Q < 50$ t/ημ.

12 ^β	Εγκαταστάσεις παραγωγής εδαφοβελτιωτικών ή και οργανοχουμικών λιπασμάτων (εργασία R3) από υγρά μη επικίνδυνα απόβλητα	$Q \geq 20$ t/ημ.	$Q < 20$ t/ημ.	
-----------------	---	-------------------	----------------	--

Πίνακας 7: Κατηγορία δραστηριότητας εγκατάστασης βιομάζας

Πηγή: Υ.Α. ΔΙΠΑ/οικ. 37674/2016

Ομάδα 10η – Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας				
a/a	Είδος έργου	Υποκατηγορία Α₁	Υποκατηγορία Α₂	Κατηγορία Β
1	Ηλεκτροπαραγωγή με αιολική ενέργεια	$P \geq 60$ MW ή $P > 30$ MW και εντός περιοχών δικτύου Natura 2000 ή $L \geq 20$ Km	$5 \leq P < 60$ MW και $L < 20$ Km	$0.02 \leq P < 5$ MW ή $P < 0.02$ και ισχύει η Ξ
2	Ηλεκτροπαραγωγή από φωτοβολταϊκούς σταθμούς		$P \geq 2$ MW	$0.5 \leq P < 2$ MW ή $P < 0.5$ και ισχύει η Ξ
3	Ηλεκτροπαραγωγή από ηλιοθερμικούς σταθμούς	$P \geq 10$ MW	$0.5 \leq P < 10$ MW ή $P < 0.5$ και ισχύει η Ξ	
4	Ηλεκτροπαραγωγή από γεωθερμικούς σταθμούς	$P \geq 5$ MW	$0.5 \leq P < 5$ MW	
5	Ηλεκτροπαραγωγή από σταθμούς βιορευστών και βιοκαυσίμων	$P \geq 10$ MW	$P < 10$ MW	
6	α) Ηλεκτροπαραγωγή με καύση βιοαερίου	$P \geq 3$ MW	$P < 3$ MW	
	β) Εγκαταστάσεις παραγωγής βιοαερίου από μη επικίνδυνα απόβλητα (εργασία R3), προς παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας	Κατατάσσονται σύμφωνα με το Παράρτημα IV		
	γ) Εγκαταστάσεις παραγωγής βιοαερίου προς παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιούν ως πρώτη ύλη ενεργειακά φυτά και ενσπρώματα	$Q \geq 150.000$ t/έτος	$Q < 150.000$ t/έτος	
7	Ηλεκτροπαραγωγή από σταθμούς καύσης βιομάζας	$P \geq 10$ MW	$P < 10$ MW	

Με βάση την υπουργική απόφαση Υ.Α. οικ. 3137/191/Φ. 15/2012, όπως τροποποιήθηκε και συμπληρώθηκε με την Υ.Α. οικ. 10432/1115/Φ.15/2014, (ΦΕΚ 2604/Β/30.9.2014), γίνεται η αντιστοίχιση των δραστηριοτήτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τους βαθμούς όχλησης που αναφέρονται στην πολεοδομική

νομοθεσία για την ορθή και νόμιμη χωροθέτησή τους. Η εικόνα που ακολουθεί δείχνει για τους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής με χρήση βιομάζας ή αγροτικών παραπροϊόντων, το βαθμό όχλησης ανάλογα με την εγκατεστημένη ισχύ τους, χαμηλή για αυτούς με $0.5\text{MW} < P \leq 5\text{MW}$ και μέση για αυτούς με $P > 5\text{MW}$. (Υ.Α. οικ. 3137/191/Φ. 15/2012)

Πίνακας 8 : Βαθμοί όχλησης μονάδων ηλεκτροπαραγωγής

Πηγή: Υ.Α. οικ. 3137/191/Φ. 15/2012

a/a	Είδος έργου ή δραστηριότητας	Βαθμός όχλησης		
		Υψηλή	Μέση	Χαμηλή
	Με αέρια καύσιμα (χωρίς συμπαραγωγή)	$\geq 300\text{MW}$	$< 300\text{MW}$	
	Με υγρά καύσιμα	$\geq 200\text{MW}$	$< 200\text{MW}$	
	Με συμπαραγωγή θερμικής ενέργειας από αέρια καύσιμα	$\geq 300\text{MW}$	300-5 MW	$> 2\text{MW}$ $\geq 5\text{MW}$
	Εφεδρικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής που λειτουργούν σε περιπτώσεις διακοπής της παροχής ηλεκτρικού ρεύματος λόγω βλάβης ή αδυναμίας του δικτύου			
303	Σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ			
	Σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής ενέργειας από γεωθερμική ενέργεια		$> 5\text{ MW}$	$> 0.5\text{ MW}$ $\leq 5\text{ MW}$
	Σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής με χρήση βιομάζας ή αγροτικών παραπροϊόντων		$> 5\text{ MW}$	$> 500\text{ KW}$ $\leq 5\text{ MW}$
	Σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής με χρήση βιοαερίου		$> 0.5\text{ MW}$	$\leq 0.5\text{ MW}$
	Σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής από φωτοβολταϊκά συστήματα			$> 0.5\text{ MW}$

Για την διαδικασία της περιβαλλοντικής αδειοδότησης, ανάλογα με την κατάταξη του έργου βιομάζας στις κατηγορίες Α1, Α2 και Β όπως ορίστηκαν στην Υ.Α. 1958/2012 και Υ.Α. ΔΙΠΑ/οικ. 37674/2016, υφίσταται ο Ν.4014/2011 (Φ.Ε.Κ. 209/Α/21-09-2011) που περιγράφει τι ενέργειες απαιτούνται και ποια υπηρεσία είναι αρμόδια για τον σκοπό αυτό. Ο ακόλουθος πίνακας αναφέρει συνοπτικά τα βασικά απαιτούμενα και την αρμόδια δημόσια υπηρεσία. (Ν.4014/2011)

Πίνακας 9: Διαδικασία περιβαλλοντικής αδειοδότησης έργων και δραστηριοτήτων

Πηγή: Ν.4014/2011 (Φ.Ε.Κ. 209/Α/21-09-2011)

Έργα και δραστηριότητες κατηγορίας	Διαδικασία περιβαλλοντικής αδειοδότησης έργων και δραστηριοτήτων
A	<p>Περιβαλλοντική αδειοδότηση με τη διεξαγωγή ΜΠΕ (Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων) και έκδοση Απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΑΕΠΟ). Ο φορέας του έργου ή της δραστηριότητας της κατηγορίας Α δύναται να ζητήσει γνωμοδότηση της αρμόδιας περιβαλλοντικής αρχής με την υποβολή φακέλου Προκαταρκτικού Προσδιορισμού Περιβαλλοντικών Απαιτήσεων (ΠΠΠΑ), πριν την υποβολή ΜΠΕ. Στο πλαίσιο της ΠΠΠΑ, ο φορέας του έργου ή της δραστηριότητας δύναται να διενεργήσει δημόσιο διάλογο αναφορικά με τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά του έργου ή της δραστηριότητας και τις ενδεχόμενες κύριες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.</p>
A1	<p>Αρμόδια περιβαλλοντική αρχή είναι το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής. Η έγκριση των περιβαλλοντικών όρων γίνεται με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.</p>
A2	<p>Αρμόδια περιβαλλοντική αρχή είναι η οικεία Αποκεντρωμένη Διοίκηση. Η έγκριση των περιβαλλοντικών όρων γίνεται με απόφαση του Γενικού Γραμματέα της. Δεν απαιτείται γνώμη της αρχαιολογικής υπηρεσίας για τα έργα τα οποία χωροθετούνται στο σύνολό τους σε περιοχές εντός σχεδίου πόλεως ή εντός ορίων οικισμών πλην των περιπτώσεων που προβλέπεται ρητά από τη σχετική νομοθεσία.</p>
B	<p>Δεν ακολουθούν τη διαδικασία εκπόνησης ΜΠΕ αλλά υπόκεινται σε Πρότυπες Περιβαλλοντικές Δεσμεύσεις (ΠΠΔ). Τα ανωτέρω έργα ή δραστηριότητες, αναλόγως του είδους τους, υπάγονται αυτοδικαίως σε ΠΠΔ, με ευθύνη της αρμόδιας υπηρεσίας που χορηγεί την άδεια λειτουργίας και κατόπιν σχετικής δήλωσης του μελετητή ή του φορέα του έργου ή της δραστηριότητας. Αν το έργο ή η δραστηριότητα δεν λαμβάνει άδεια λειτουργίας, τότε υπάγεται σε ΠΠΔ με ευθύνη της αρμόδιας υπηρεσίας περιβάλλοντος της Περιφέρειας</p>

Στην σύνταξη των φακέλων περιβαλλοντικής αδειοδότησης και στο περιεχόμενο μιας ΜΠΕ αναφέρεται η Υ.Α. οικ. 170225/2014 για κάθε μία από τις παραπάνω κατηγορίες με σαφείς κατευθύνσεις και μεγαλύτερη τεχνική και επιστημονική αρτιότητα. (Υ.Α. οικ. 170225/2014)

Παράλληλα με την περιβαλλοντική αδειοδότηση μιας μονάδας βιομάζας, γίνεται κατάθεση φακέλου στον ΔΕΔΔΗΕ (Διαχειριστής του Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας) για έκδοση όρων σύνδεσης με το ηλεκτρικό δίκτυο εφόσον η εγκατεστημένη ισχύ είναι $< 1 \text{ MW}$, αλλιώς για εγκατεστημένη ισχύ $\geq 1 \text{ MW}$ και στην ΡΑΕ για έκδοση εκτός των όρων σύνδεσης και άδειας παραγωγής. Μετά την σύνδεση και την δοκιμαστική λειτουργία του έργου η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια πωλείται στον ΛΑΓΗΕ (Λειτουργός της Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας). Η τιμολόγηση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα/βιοαέριο διαμορφώνεται σύμφωνα με το Νόμο 4414/2016 και συγκεκριμένα στον πίνακα 1 του Άρθρου 4, παράγραφος 1β «Τιμές Αναφοράς ανά κατηγορία σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α...». (Ν. 4414/2016)

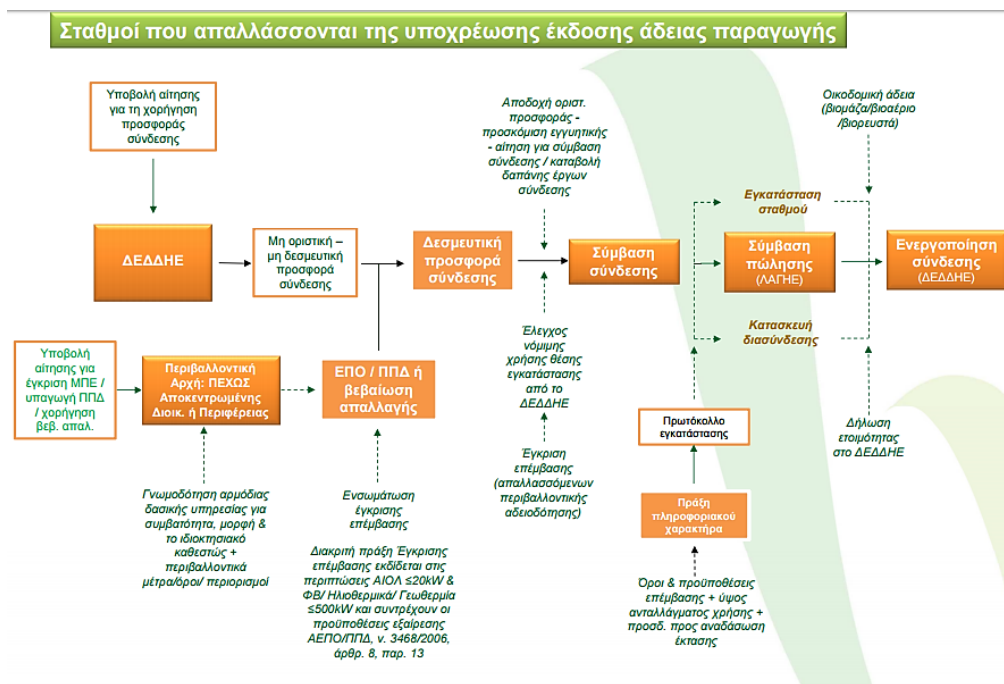
Πίνακας 10: Τιμολόγηση μονάδων αξιοποίησης βιομάζας προς παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

Πηγή: Ν. 4414/2016 (ΦΕΚ Α' 149/9-8-2016)

Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας		T. A. (€/ MWh)
1	Βιομάζα ή βιορευστά που αξιοποιείται μέσω θερμικών διαδικασιών (καύση, πυρόλυση), εκτός αεριοποίησης από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ $\leq 1\text{MW}$ (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)	184
2	Βιομάζα ή βιορευστά που αξιοποιείται μέσω διεργασίας αεριοποίησης από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ $\leq 1\text{MW}$ (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)	193
3	Βιομάζα ή βιορευστά που αξιοποιείται μέσω θερμικών διαδικασιών (καύση, αεριοποίηση, πυρόλυση), από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ από 1MW έως και $\leq 5\text{MW}$ (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)	162
4	Βιομάζα ή βιορευστά που αξιοποιείται μέσω θερμικών διαδικασιών (καύση, αεριοποίηση, πυρόλυση), από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ $> 5\text{MW}$ (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)	140

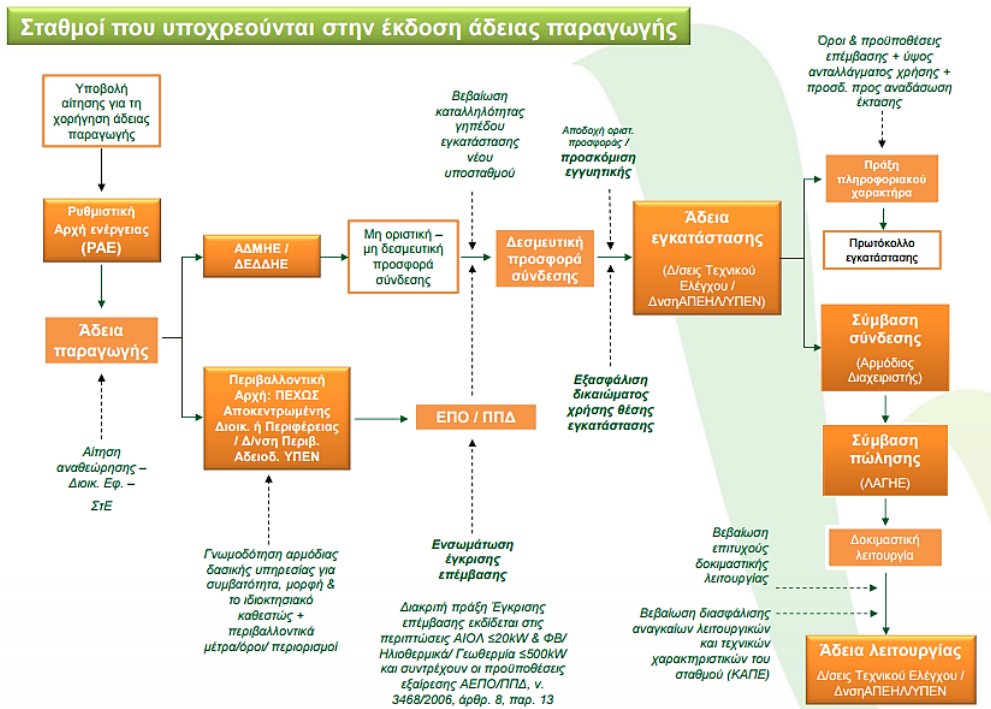
5	Βιοαέριο που προέρχεται από την αναερόβια χώνευση βιομάζας (ενεργειακών καλλιιεργειών, ενσιρωμάτων χλωρής νομής γεωργικών καλλιιεργειών, κτηνοτροφικών και αγροτοβιομηχανικών οργανικών υπολειμμάτων και αποβλήτων, αποβλήτων βρώσιμων ελαίων και λιπών, ληγμένων τροφίμων) και αξιοποιείται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ $\leq 3\text{MW}$	225
6	Βιοαέριο που προέρχεται από την αναερόβια χώνευση βιομάζας (ενεργειακών καλλιιεργειών, ενσιρωμάτων χλωρής νομής γεωργικών καλλιιεργειών, κτηνοτροφικών και αγροτοβιομηχανικών οργανικών υπολειμμάτων και αποβλήτων, αποβλήτων βρώσιμων ελαίων και λιπών, ληγμένων τροφίμων) και αξιοποιείται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ $> 3\text{MW}$	204

Στις εικόνες που ακολουθούν παρουσιάζεται αναλυτικά η αδειοδοτική διαδικασία που πρέπει να ακολουθηθεί μέχρι την λειτουργία ενός σταθμού ΑΠΕ ή ΣΗΘΥΑ για τους σταθμούς που απαλλάσσονται της άδεια παραγωγής και για αυτούς που δεν απαλλάσσονται αντίστοιχα



Εικόνα 14: Αδειοδοτική διαδικασία ΑΠΕ&ΣΗΘΥΑ

Πηγή: http://www.cres.gr/kape/publications/pdf/B4B_Programme/02_NTZOURAS.pdf



Εικόνα 15: Αδειοδοτική διαδικασία ΑΠΕ&ΣΗΘΥΑ

Πηγή: http://www.cres.gr/kape/publications/pdf/B4B_Programme/02_NTZOURAS.pdf

Το θεσμικό πλαίσιο στην Ελλάδα για την βιομάζα χρίζει βελτίωσης και αποσαφήνισης μιας και στην πραγματικότητα η αδειοδότηση μιας μονάδας βιομάζας προς παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι μία εξαιρετικά χρονοβόρος και πολύπλοκη διαδικασία, η οποία ενώ μπορεί να καταλήξει σε εξασφάλιση άδειας, όμως η εγκατάσταση και η λειτουργία της δεν υλοποιούνται στο τέλος. Οι λόγοι είναι κυρίως οι αντιδράσεις των κατοίκων (τις περισσότερες φορές λόγω παραπληροφόρησης ή ελλιπούς πληροφόρησης), η έλλειψη ελεγκτικών μηχανισμών για την εφαρμογή της κείμενης περιβαλλοντικής νομοθεσίας και επιβολής ποινών στους παραβάτες των νόμων περί ανεξέλεγκτης διάθεσης της βιομάζας στο περιβάλλον, οι γραφειοκρατικές δυσκολίες και η διαρκής αναξιοπιστία του δημοσίου με τις συνεχείς μεταβολές στο φορολογικό και επενδυτικό περιβάλλον. (Energypress, Σε εξέλιξη σημαντικά έργα βιομάζας και επεξεργασίας αποβλήτων)

Τα προβλήματα αυτά ευελπιστεί να διορθώσει μέσα στο 2016 η ομάδα εργασίας που δημιούργησε το αρμόδιο Υπουργείο και στόχο έχει τη μεγιστοποίηση του κοινωνικού οφέλους, την προστασία του περιβάλλοντος, και την βελτίωση της αδειοδοτικής διαδικασίας εγκαταστάσεων ηλεκτροπαραγωγής από βιομάζα και βιοαέριο, προκειμένου να επιταχυνθούν οι επενδύσεις αυτού του είδους. Οι τελευταίοι αναγνωρίζονται ως σταθμοί βάσης, σημαντικοί για την ευστάθεια του ηλεκτρικού συστήματος και ο βέλτιστος τρόπος ασφαλούς διάθεσης των «μη επικινδύνων αποβλήτων». Συνοπτικά:

- 1) Θα καταγραφούν ασάφειες και αντιφάσεις στα νομοθετικά κείμενα.

- 2) Θα γίνει επισκόπηση των διαθέσιμων πρώτων υλών βιομάζας και των εμπορικών τεχνολογιών ηλεκτροπαραγωγής.
- 3) Σύνταξη εισήγησης σχετικά:
 - ✓ με την διαδικασία αδειοδότησης, ώστε να λαμβάνεται υπόψη ο Εθνικός Περιφερειακός σχεδιασμός και οι απαιτήσεις της περιβαλλοντικής νομοθεσίας διαχείρισης οργανικών αποβλήτων.
 - ✓ με την εξειδίκευση του ειδικού χωροταξικού πλαισίου για τις ΑΠΕ, για τις εγκρίσεις από βιομάζα/βιοαέριο.
 - ✓ με την αναθεώρηση της περιβαλλοντικής αδειοδότησης αυτών των έργων και δραστηριοτήτων.
 - ✓ με την αναθεώρηση της κατάταξης σταθμών βιομάζας/βιοαερίου σε κατηγορίες όχλησης. (Insider, 2016 Αναμορφώνεται το θεσμικό πλαίσιο για βιομάζα και βιοαέριο)

2.2 Καλές πρακτικές αεριοποίησης στον Ευρωπαϊκό Χώρο και υφιστάμενες μονάδες στην Ελλάδα

Αεριοποίηση στο Νότιο Τιρόλο – Gast Project



Εικόνα 16: Νότιο Τιρόλο

Το Τιρόλο ανήκει στην Κεντρική Ευρώπη και από το 1918 είναι χωρισμένο σε δυο γεωγραφικά ανεξάρτητα διαμερίσματα: το νότιο, που ανήκει στην Ιταλία (Νότιο Τιρόλο ή Bolzano – Alto Adige) και το βόρειο, αποτελώντας το Κρατίδιο της Αυστρίας (Δυτικό και Ανατολικό Τιρόλο). (Βικιπαίδεια, Τιρόλο (ιστορική περιοχή))

Πηγή: <https://el.wikipedia.org/wiki>

Η ανάπτυξη της αεριοποίησης στο Νότιο Τιρόλο έρχεται ως επακόλουθο της θέσπισης αντίστοιχης νομοθεσίας από την Ιταλική Βουλή, η οποία ευνοεί την ανάπτυξη των ΑΠΕ και φυσικά και τα έργα της αεριοποίησης της βιομάζας, και του υψηλού δυναμικού βιομάζας της περιοχής. Το 48% του Νότιου Τιρόλο καλύπτεται από δάση και μόνο το 50% -60% της φυσικής δασικής ανάπτυξης χρησιμοποιείται, με τα περισσότερα αποθέματα να βρίσκονται σε μεγάλα υψόμετρα (το 78% σε ύψη μεγαλύτερα από 1,2 Km) (Vakalis S., Baratieri M., Athens2014 biowaste)

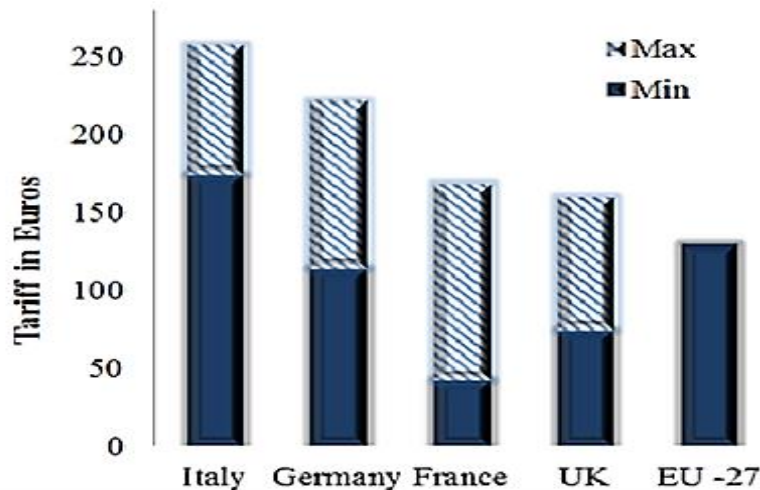
Η εικόνα που ακολουθεί μας δείχνει την ανάπτυξη της διασποράς των έργων αεριοποίησης με το πέρασμα των τελευταίων ετών.



Εικόνα 17: Αδειοδοτημένα έργα αεριοποίησης στο νότιο Τυρόλο

Πηγή: Technological advancements in small scale biomass gasification: case study of South Tyrol

Η υψηλή ταρίφα που ορίστηκε από την ρυθμιστική αρχή ενέργειας της Ιταλίας για πώληση της παραγόμενης ενέργειας στο δημόσιο δίκτυο, σε συνδυασμό με τις ευνοϊκές φορολογικές ρυθμίσεις που έχουν αναπτυχθεί κατά τα τελευταία έτη έθεσαν τα κίνητρα για την ανάπτυξη μικρής κλίμακας εφαρμογές, οι οποίες κρίνονται οικονομικά αποδοτικότερες από ότι οι μεγάλης κλίμακας. Παρατηρείται λοιπόν μία υψηλή συγκέντρωση τεχνολογιών που είναι μικρότερες από 200 KWp και μάλιστα κάποιες που είναι σκόπιμα μικρότερες και από 50 KWp. Ο μηχανισμός στήριξης διαφέρει ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη τεχνολογία. Η βιομάζα και το βιοαέριο έχουν τιμή πώλησης 0,28 €/ KWh. Τα κίνητρα αυτά διαρκούν για 20 χρόνια και τα κανονικοποιημένα δεδομένα για ολόκληρη την Ευρώπη παρουσιάζονται στο παρακάτω διάγραμμα (Vakalis S., Baratieri M., 2015)



Εικόνα 18: Feed – in ταρίφα για την παραγωγή 1 MW ηλεκτρισμού από στερεά βιομάζα στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Πηγή: Vakalis and Baratieria, 2014

Στο Νότιο Τιρόλο έχει αναπτυχθεί ένας μεγάλος αριθμός εγκαταστάσεων ΣΗΘ (Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας) μικρής κλίμακας με βάση την αεριοποίηση βιομάζας και το GAST project, που σημαίνει «Εμπειρίες αεριοποίησης στο Νότιο Τιρόλο: ενεργειακή και περιβαλλοντική αξιολόγηση» στοχεύει να παρακολουθεί και να αξιολογεί ορισμένες αντιπροσωπευτικές μονάδες αεριοποίησης. Στόχος του είναι η κατανόηση της χρησιμοποίησης της τεχνολογίας της αεριοποίησης στο Νότιο Τιρόλο, για να δώσει μια γενική εικόνα των αποδόσεων των τοπικών εγκαταστάσεων και να εντοπίσει πιθανούς τρόπους βελτίωσης, μέσω της:

1. Ανάλυσης της τοπικής κατάστασης και της επιλογής των εγκαταστάσεων που πρέπει να παρακολουθούνται
2. Επιτήρησης των εγκαταστάσεων
3. Ανάλυσης του ενεργειακού ισοζυγίου και της βελτιστοποίησης των εγκαταστάσεων
4. Διαχείρισης των προϊόντων της αντίδρασης και των παραπροϊόντων. (Marco Baratieri et all, 2013)

Στο Νότιο Τιρόλο 31 έργα αεριοποίησης μικρής κλίμακας βρίσκονται σε λειτουργία. Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται τα συνοπτικά αποτελέσματα της λειτουργίας τους:

Πίνακας 11: Αποτελέσματα ενέργειας και κόστους της αεριοποίησης στο Νότιο Τιρόλο

Πηγή: <http://datatellers.info/Projects/UniBz/Gast/index.html?ln=en>

Ενεργειακά αποτελέσματα	
Συνολική παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια	34.620 MWh
Συνολική παραγόμενη θερμική ενέργεια	65.325 MWh
Συνολική κατανάλωση βιομάζας	34.624 τόνοι/έτος
Συνολική παραγόμενη πίσσα	1.763 τόνοι/έτος
Μέση Κατανάλωση βιομάζας για την αεριοποίηση	638 τόνοι/έτος
Μέση παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια	637.7 MWh
Μέση παραγόμενη θερμική ενέργεια	1.207.3 MWh
Μέσος όρος κόστους για την περιοχή	
Συλλογής βιομάζας	83.688 €/έτος
Δημιουργίας εγκαταστάσεων αεριοποίησης	425.161 €/έτος
Ανακύκλωσης υπολειμμάτων	4.464 €/έτος

Η παρακολούθηση του προγράμματος «GAST» αφορά 3 τύπους εγκαταστάσεων (Α, Β και Γ) όπως αυτοί έχουν οριστεί από τους ερευνητές και είναι οι ακόλουθοι:

Πίνακας 12: Χαρακτηριστικά υπό μελέτη αεριοποιητών στο Gast Project

Πηγή: http://athens2014.biowaste.gr/pdf/vakalis_pr.pdf

Αεριοποιητής	Καύσιμο	Μέγεθος	Τύπος
A	Τσιπς ξύλου	45 KWe 120 KWth	Joos
B	Τσιπς ξύλου	135 KWe 230 KWth	Char Bed
Γ	Πελλετ	180 KWe 270 KWth	Rising CC

Η ανάλυσή τους εμπεριέχει τις τεχνικές προδιαγραφές, τη ροή των υλικών, του ισοζυγίου ενέργειας και της εξέργειας. Για το στάδιο των τεχνικών προδιαγραφών, πραγματοποιούνται μετρήσεις και αναλύσεις αναφορικά με την τήρηση των

προτύπων και των κατευθυντήριων γραμμών της Ιταλικής Επιτροπής για τη Θερμική Μηχανική (Italian Committee of Thermal Engineering). Η Ανάλυση Ροής Υλικών είναι η μέθοδος μέσω της οποίας εξετάζονται σε κάθε στάδιο της αεριοποίησης τα υλικά και τα ενεργειακά ισοζύγια, βοηθώντας στο να λαμβάνονται τα απαραίτητα μέτρα προφύλαξης αλλά και λήψης αποφάσεων, αφού συνδέεται και με τα οικονομικά αποτελέσματα των επιμέρους διαδικασιών. Η εξέταση των ισοζυγίων ενέργειας μας επιτρέπει να γνωρίζουμε τις διάφορες ενεργειακές ροές κατά την είσοδο και την έξοδο των υλικών ανά διαδικασία αλλά και την τελική καθαρή παραγωγή ενέργειας του συστήματος.

Συμπερασματικά στο Νότιο Τιρόλο κατάφεραν τα εξής:

- ✓ Ταχεία ανάπτυξη των μικρής κλίμακας αεριοποιητών βιομάζας.
- ✓ Χρήση βελτιστοποιημένων αεριοποιητών για συγκεκριμένες εισόδους πρώτης ύλης-καλύτερης ποιότητας παραγόμενο αέριο.
- ✓ Ενσωμάτωση στις τεχνολογίες καινοτόμων ιδεών.
- ✓ Συνδυασμό αποδοτικότερων κινητήρων με πιο εξελιγμένους αντιδραστήρες. (Vakalis S., Baratieri M., Athens2014 biowaste)

Μπορούμε να ισχυριστούμε πως το έργο «GAST» μπορεί να αποτελέσει παράδειγμα για την ανάπτυξη μονάδων αεριοποίησης μικρής κλίμακας στον ευρωπαϊκό χώρο αλλά και σε παγκόσμιο επίπεδο. Από τη συγκεκριμένη εφαρμογή, συμπεραίνουμε πως αν και ο οικονομικός παράγοντας είναι καθοριστικός για την πραγματοποίηση επενδύσεων, οι καινοτόμες πρακτικές στην αεριοποίηση [π.χ. συνδυασμός κύκλων Brayton-Otto και χρήση δευτέρου καυσίμου μαζί με Diesel, δηλ. Κύκλος Seilinger (ή Sabathe)], οι αυτοματοποιημένοι έλεγχοι των διαδικασιών και η συμβολή των τεχνολογικών εξελίξεων στο σχεδιασμό αποδοτικότερων κινητήρων, επιφέρουν ιδιαίτερος θετικά αποτελέσματα. Αρκεί να αναφερθεί πως λόγω της υψηλής ποιότητας του αερίου και των πρόσθετων καινοτομικών επεμβάσεων μπορεί επιτευχθεί έως και 25% περαιτέρω ενεργειακή απόδοση. (Vakalis S., Baratieri M., 2015)

Small scale CHP Life⁺ (Project Emå Dairy, Hultsfred Σουηδία)

Η Emå Dairy είναι μία τοπική εταιρία παραγωγής γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων στο Hultsfred της Σουηδίας. Το εργοστάσιο ανήκει και λειτουργεί από τους ίδιους τους αγρότες. Έχει ένα ισχυρό περιβαλλοντικό προφίλ και πριν από ένα χρόνο εγκατέστησε μια μονάδα αεριοποίησης, ξυλώδους βιομάζας για «πράσινη» παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας. (Small scale CHP Life+)

Η επιλογή της μετάβασης από ένα σύστημα θέρμανσης με βάση το πετρέλαιο σε μία εγκατάσταση αεριοποίησης είναι στρατηγικής σημασίας για μία εταιρία όπως η Emå Dairy καθώς:

- ✓ Το υπάρχον δίκτυο θέρμανσής της, χρειάζεται αναβάθμιση.
- ✓ Θα πετύχει φοροελαφρύνσεις από την Σουηδική νομοθεσία.

- ✓ Θα παράγει «πράσινη» ηλεκτρική ενέργεια που θα καλύπτει το 20% της κατανάλωσής της.
- ✓ Θα καταστεί αυτάρκης σε θερμότητα.
- ✓ Θα παράγει ενέργεια από τοπικά παραγόμενη πρώτη ύλη με μειωμένο λειτουργικό κόστος για την μονάδα ΣΗΘ.



Εικόνα 19: Πριονίδι- Hultsfred Σουηδία

Πηγή: https://energiforskmedia.blob.core.windows.net/media/21789/energikontor-sydost_-_small-scale-chp_isg_.pdf

- ✓ Θα αναβαθμίσει την τοπική αγροτική οικονομία.
- ✓ Θα πετύχει την ευαισθητοποίηση των καταναλωτών της σε περιβαλλοντικά ζητήματα. (Alvånger K., Energikontorsydost)

Στόχοι του έργου

Αυτό το έργο θα παρουσιάσει μία μικρής κλίμακας τεχνολογία συμπαραγωγής με βιομάζα και στόχος του είναι να προετοιμάσει το έδαφος για μια ευρύτερη εφαρμογή της. Η γνώση που θα αποκτηθεί θα πρέπει να διαδοθεί σε περιφερειακό, εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο.

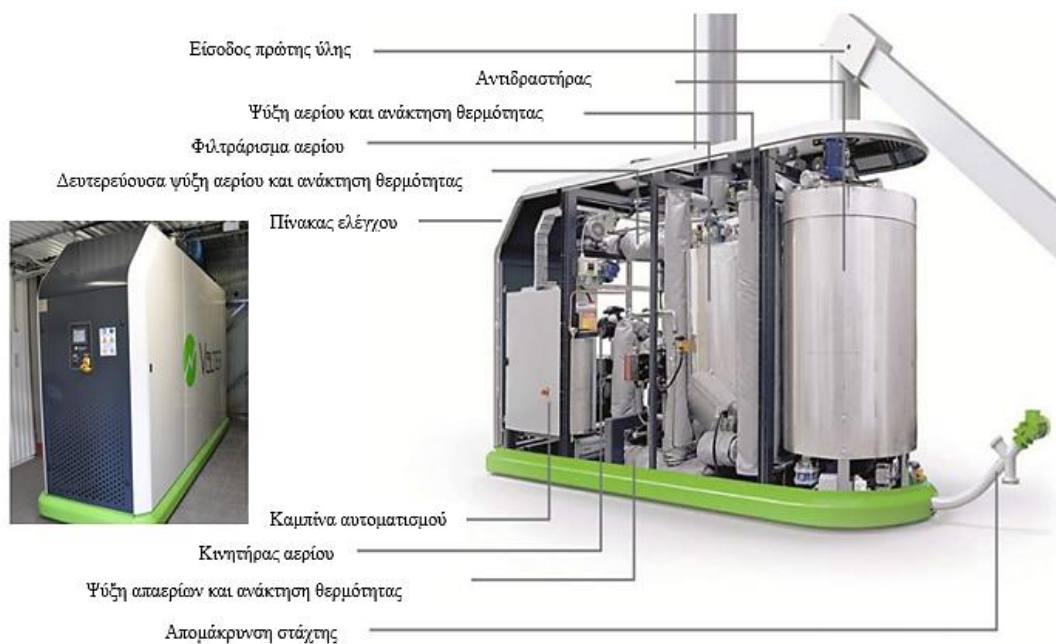
Οι κύριοι στόχοι του έργου είναι να:

- Καταδείξει τις τεχνολογία μικρής κλίμακας ΣΗΘ με βάση τη βιομάζα που θα κατασκευαστεί στη Νοτιοανατολική Σουηδία.
- Προωθήσει την χρήση της, καθώς και ένα νέο «πράσινο» επιχειρηματικό μοντέλο στην παραγωγή της ενέργειας.
- Να αυξήσει την παραγωγή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. (Small scale CHP Life+)

Ο αεριοποιητής στην γαλακτοβιομηχανία λειτουργεί από το 2015 και ο κύριος εξοπλισμός του αποτελείται από:

1. Τον αντιδραστήρα.
2. Τη μονάδα αποθήκευσης πρώτη ύλης.
3. Το σύστημα ξήρανσης.

Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα βασικά λειτουργικά του μέρη



Εικόνα 20: Volter 40 indoor

Πηγή: https://energiforskmedia.blob.core.windows.net/media/21789/energikontor-sydst.-small-scale-chp_isg_.pdf

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης φαίνονται στο ακόλουθο πίνακα

Πίνακας 13: Δεδομένα εγκατάστασης αεριοποιητή Volter 40 indoor

Πηγή: https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/static.wm3.se/sites/2/media/96947_Faktablad_f%C3%B6rgasare_eng_160705.pdf?1467727851

Απόδοση	40 Kw ηλεκτρική 100 Kw θερμική
Ετήσιες ώρες λειτουργίας	7.800
Ετήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια	312 MWh
Κόστος επένδυσης	€3.000.000
Απόσβεση επένδυσης	9 χρόνια
Πρώτη ύλη	Κατακερματισμένη ξυλώδης πρώτη ύλη
Περιεκτικότητα υγρασίας πρώτης ύλης	15-18%
Μοντέλο	Volter 40 indoor

Διαστάσεις	4,8m x 1,3m x 2,5m
Βάρος	4,5 τόνοι
Ποσότητα στάχτης	500 λίτρα/εβδομάδα (αυτόματη διαχείριση)
Σύνθεση αερίου	CO 25% H ₂ 17% CO ₂ 8% CH ₄ 2,5% N ₂ 47,5%
Θερμογόνος δύναμη αερίου	5,75 MJ/ m ³

Για την διαθεσιμότητα της πρώτης ύλης, η οποία σχετίζεται με την βέλτιστη λειτουργία του αντιδραστήρα και την σχετικά περιορισμένη προσφορά στην περιοχή, μια πολύ σημαντική παράμετρος είναι η κατασκευή μίας συνδυασμένης μονάδας ξήρανσης και αποθήκευσης με αποσυναρμολογούμενα κομμάτια για ευελιξία και επεκτασιμότητα. Ένας παράγοντας που έκανε το ξηραντήριο μία συμφέρουσα προσθήκη στην εγκατάσταση είναι ότι το μοντέλο Volter™ έχει μια σύνδεση αερισμού για θερμότητα εξόδου χαμηλής θερμοκρασίας, η οποία το καθιστά μία οικονομική λύση για την ξήρανση της πρώτης ύλης. Το εν λόγω σύστημα φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί (Demonstration plant gasifier in Hultsfred - Emå Dairy)



Εικόνα 21: Σύστημα ξήρανσης και αποθήκευσης της πρώτης ύλης στον αεριοποιητή Volter 40

Πηγή: <http://www.energikontorsydost.se/hultsfred>

Μελλοντικές προκλήσεις

- Παρακολούθηση και αξιολόγηση των δεδομένων.
- Αύξηση αποδοτικότητας.
- Προσβασιμότητα.
- Λειτουργικές δαπάνες.

- Κόστος συντήρησης.
- Κατανάλωση καυσίμου (ροκανίδια). (Alvånger K., Energikontorsyndost)

Τυπικά πεδία εφαρμογής για σταθμούς ΣΗΘ βιομάζας είναι οι βιομηχανίες επεξεργασίας ξύλου, τα πριονιστήρια, τα συστήματα τηλεθέρμανσης και βιομηχανίες με διαδικασίες που απαιτούν υψηλά ποσά θερμότητας ψύξης. Για να λειτουργήσουν οι σταθμοί ΣΗΘ με βέλτιστο τρόπο (οικονομικά και οικολογικά επωφελή) πρέπει να χρησιμοποιούν τόσο την ηλεκτρική όσο και την θερμική ενέργεια που παράγεται. Η τεχνολογία ΣΗΘ με βιομάζα είναι ήδη διαθέσιμη στις Σουηδικές και Ευρωπαϊκές αγορές. Λόγω του υψηλού κόστους εγκατάστασης και την έλλειψη πληροφοριών σχετικά με την αποτελεσματικότητά της, η τεχνολογία επί του παρόντος δεν χρησιμοποιείται ευρέως σε εγκαταστάσεις μικρής κλίμακας. Εκτεταμένη έρευνα ωστόσο διενεργείται για να απεικονιστεί το τεράστιο περιβαλλοντικό δυναμικό της τεχνολογίας ΣΗΘ με βιομάζα, αλλά χρειάζεται και μια μεγαλύτερη πρωτοβουλία με στόχο την αύξηση του ποσοστού της εφαρμογής στην αγορά της παραγωγής ενέργειας. (Small scale CHP Life+)

Μακεδονία - SMART-CHP biomass energy

Στην Ελλάδα υφίστανται αρκετές αδειοδοτημένες μονάδες αεριοποίησης καμία όμως μέχρι στιγμής δεν είναι εν λειτουργία. Οι πιο ενδιαφέρουσες εφαρμογές συμπαραγωγής που θα μπορούσαν να αποτελέσουν διέξοδο στην περιπλοκότητα της αδειοδότησης έργων βιομάζας στην χώρα μας είναι οι μικρής κλίμακας εγκαταστάσεις για αποκεντρωμένη παραγωγή ενέργειας στις πηγές παραγωγής της βιομάζας για μείωση του κόστους μεταφοράς της. Αξιοσημείωτη προσπάθεια προς αυτήν την κατεύθυνση και για την γενικότερη αξιοποίηση της τεχνολογίας της αεριοποίησης βιομάζας στην χώρα μας έκανε η καθηγήτρια του Τμήματος Χημικών Μηχανικών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης κα. Ζαμπανιώτου Αναστασία με το πιλοτικό σύστημα «SMART-CHP biomass energy», την πρώτη εν λειτουργία Κινητή Μονάδα Αεριοποίησης Αγροτικών Υπολειμμάτων για Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας. Το SMART-CHP είναι μία μονάδα αεριοποίησης μέσα σε κοντέινερ με δυνατότητα μεταφοράς με γερανό, που αποτελείται από έναν αντιδραστήρα αεριοποίησης και μία μηχανή εσωτερικής καύσης για την καύση του παραγόμενου αερίου, προς παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας. (Energypress, Φθηνή ενέργεια και θέρμανση υπόσχεται το καινοτόμο smart-chp-biomass-energy)



Εικόνα 22: SMART – CHP

Πηγή: <http://www.smart-chp.com/>

Μερικά από τα πλεονεκτήματα αυτής της φορητής μονάδας παραγωγής ενέργειας είναι τα εξής:

- ✓ Επιπλέον εισόδημα για τους αγρότες και τους διαχειριστές της βιομάζας.
- ✓ Μείωση της χρήσης των ορυκτών καυσίμων και την αντικατάσταση των εισαγόμενων καυσίμων.
- ✓ Μείωση των οικολογικών επιπτώσεων στο περιβάλλον.
- ✓ Μείωση του κόστους μεταφοράς της βιομάζας εφόσον η προσωρινή της εγκατάσταση «ακολουθεί» την παραγωγή (Layman’s report, demonstration of a Small scale Mobile Agricultural Residue gasification unit for decentralized Combined Heat and Power production)

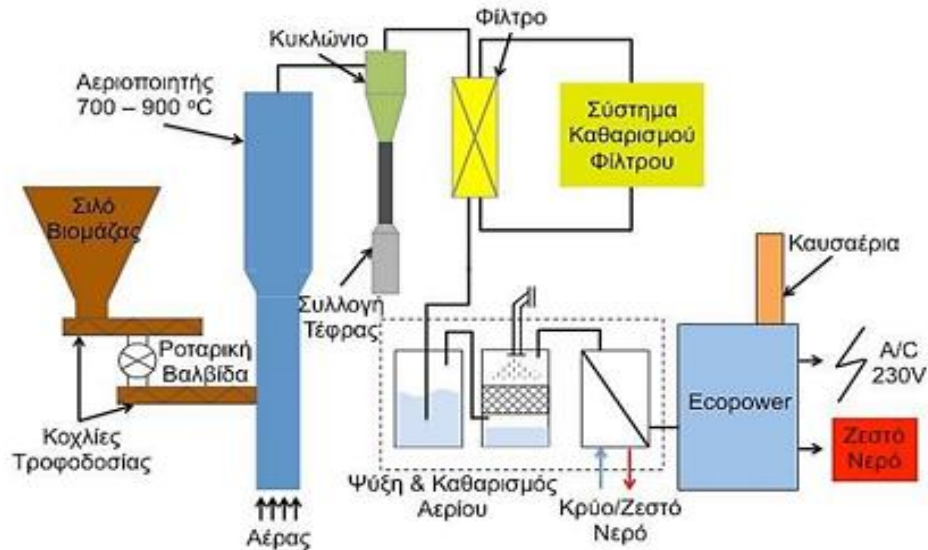
Πίνακας 14: Χαρακτηριστικά SMART – CHP

Πηγή: http://library.tee.gr/digital/m2598/m2598_mertzis.pdf , <http://energyexpress.gr/news/fthini-energeia-kai-thermans-i-yposhetai-kainotomo-smart-chp-biomass-energy>

Γενικά χαρακτηριστικά	
Προϋπολογισμός	947,287 € (συνεισφορά ΕΕ: 47.52%)
Τοποθεσία	Θεσ/νίκη & Δ. Μακεδονία
Τεχνικά χαρακτηριστικά	
Τεχνολογία	-Αντιδραστήρας ρευστοποιημένης κλίνης -MEK -Κινητήρας αερίου με δυνατότητα συμπαραγωγής
Ηλεκτρική ισχύς	4.7kWel
Θερμική ισχύς	12.5kWth
Θερμική απόδοση	85%
Κατανάλωση βιομάζας την ώρα	5-5.5 Kg/h

Κατανάλωση βιομάζας το έτος	35 tn
Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια	33 MWh
Παραγόμενη θερμική ενέργεια	86 MWh
Ολική απόδοση	89%.

Λειτουργία



Εικόνα 23: Η μονάδα αεριοποίησης SMART – CHP

Πηγή: http://library.tee.gr/digital/m2598/m2598_mertzis.pdf

Η βιομάζα που αποθηκεύεται προσωρινά σε σιλό, τροφοδοτείται στον αεριοποιητή μέσω τροφοδοτών κοχλίας. Μέσα στον αεριοποιητή έρχεται σε επαφή με θερμό αέρα (~ 800°C) και διασπάται σε αέρια, σωματίδια και πίσσα. Στη συνέχεια, το παραγόμενο αέριο ρέει διαμέσου ενός κυκλώνα και ενός κεραμικού φίλτρου σε υψηλή θερμοκρασία (400°C) για την απομάκρυνση του στερεού υλικού. Στη συνέχεια ψύχεται στο σύστημα μείωσης της πίσσας και με δεδομένο το ότι είναι τώρα "καθαρό", τροφοδοτείται σε συνδυασμένη μονάδα παραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού. Ο αεριοποιητής χρησιμοποιεί την τεχνολογία ρευστοποιημένης κλίνης, η οποία έχει τα πλεονεκτήματα της καλύτερης μετάδοσης θερμότητας και μάζας μεταξύ του αέρα και της βιομάζας, πολύ καλό θερμοκρασιακό προφίλ, υψηλή ειδική θερμοχωρητικότητα και γρήγορη θέρμανση. Το παραγόμενο αέριο τροφοδοτείται σε μία Μ.Ε.Κ. (Μηχανή Εσωτερικής Καύσης) χωρητικότητας 272 cc, ανάφλεξης με σπινθήρα, που λειτουργεί σε εύρος στροφών από 1.200 έως 3.600 rpm. Η ΜΕΚ, η οποία είναι ένα εμπορικό μοντέλο για φυσικό αέριο και καύση προπάνιου, τροποποιήθηκε καταλλήλως για να καλύψει τις ανάγκες του έργου, έτσι ώστε να χρησιμοποιήσει το παραγόμενο αέριο, χωρίς να μειωθεί η αποτελεσματικότητά της. (Layman's report, demonstration of a Small scale Mobile Agricultural Residue gasification unit for decentralized Combined Heat and Power production)

Κεφάλαιο 3: Η βιομάζα στον Ελλαδικό χώρο

3.1 Διαθέσιμη ποσότητα βιομάζας στην Ελληνική Επικράτεια

Η βιομάζα είναι το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων και καταλοίπων βιολογικής προέλευσης από τη γεωργία (συμπεριλαμβανομένων των φυτικών και των ζωικών ουσιών), τη δασοκομία και τους συναφείς κλάδους, συμπεριλαμβανομένης της αλιείας και της υδατοκαλλιέργειας, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των βιομηχανικών αποβλήτων και των οικιακών απορριμμάτων. Όταν καίγεται η βιομάζα προς παραγωγή ενέργειας δεν επιβαρύνει την ατμόσφαιρα με CO₂, διότι στη διάρκεια του κύκλου ζωής της έχει ήδη απορροφήσει περίπου την ίδια ή και μεγαλύτερη ποσότητα CO₂. Άλλωστε η Ελληνική πολιτεία, με το ΚΕΝΑΚ ορίζει μηδενικούς εκλυόμενους ρύπους για τη Βιομάζα ανά μονάδα ενέργειας (0Kg CO₂/ KWh). (Γερασίμου Α., 2013)

Με τον όρο «γεωργοκτηνοτροφικά απόβλητα» χαρακτηρίζονται κάθε μορφής υποπροϊόντα ή παράγωγα της γεωργικής και κτηνοτροφικής δραστηριότητας που είτε έπαψαν να έχουν οποιαδήποτε οικονομική αξία για την επιχείρηση, είτε η περαιτέρω διαχείριση ή επεξεργασία τους κρίνεται οικονομικά ασύμφορη. Σε μια τέτοια περίπτωση θεωρούνται «άχρηστα» για τη δραστηριότητα που τα παράγει και μεθοδεύεται απομάκρυνσή τους, είτε σε στερεή είτε σε υγρή μορφή. (Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, ΠΕΣΔΑ Δυτικής Μακεδονίας)

Στα γεωργοκτηνοτροφικά απόβλητα περιλαμβάνονται:

- ✓ Απόβλητα κτηνοτροφικής εκμετάλλευσης
- ✓ Υπολείμματα καλλιεργειών
Αποσυρόμενα φρούτα και λαχανικά
- ✓ Πλαστικά κάλυψης θερμοκηπίων
- ✓ Απόβλητα συσκευασιών λιπασμάτων, αγροχημικών και φαρμακευτικών ουσιών
- ✓ Αποσυρόμενα υλικά άρδευσης και τμήματα γεωργικών μηχανημάτων (Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων, 2015)



Εικόνα 24: Βιομάζα

Πηγή:

https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/styles/main_image_static_page/public/biomass.jpg?itok=xMss7Na9

Στον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων (Ε.Κ.Α.) σύμφωνα με το Παράρτημα της απόφασης 2000/532/ΕΚ, όπως έχει τροποποιηθεί με τις Αποφάσεις 2001/118/ΕΚ, 2001/119/ΕΚ και 2001/573/ΕΚ της Επιτροπής Ε.Κ. έχουν τους κάτωθι κωδικούς:

2	ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟΓΕΩΡΓΙΑ, ΚΗΠΕΥΤΙΚΗ, ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ, ΔΑΣΟΚΟΜΙΑ, ΘΗΡΑ ΚΑΙ ΑΛΙΕΙΑ, ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
02 01	απόβλητα από γεωργία, κηπευτική, υδατοκαλλιέργεια, δασοκομία, θήρακαιαλιεία
02 01 03	απόβλητα ιστών φυτών
02 01 07	απόβλητα από δασοκομία
02 03	απόβλητα από την προπαρασκευή και κατεργασία φρούτων, λαχανικών,δημητριακών, θρωσίμων ελαίων, κακάο, καφέ, τσαγιού και καπνού παραγωγή κονσερβών παραγωγή ζύμης και εκχυλισμάτων ζύμης, Προπαρασκευή και ζύμωση μελάσας
02 03 01	λάσπες από την πλύση, καθαρισμό, αποφλοιώση, φυγοκέντρωση και διαχωρισμό
02 03 02	απόβλητα από υλικά συντήρησης
02 03 04	υλικά ακατάλληλα για κατανάλωση ή επεξεργασία
02 03 05	λάσπες από επιτόπου επεξεργασία υγρών εκροής
02 03 99	απόβλητα μη προδιαγραφόμενα άλλως
02 07	απόβλητα από την παραγωγή αλκοολούχων και μη αλκοολούχων ποτών(εξαιρουμένων των καφέ, κακάο και τσαγιού)
02 07 01	απόβλητα από την πλύση, τον καθορισμό και τη μηχανική αναγωγή πρώτων υλών
02 07 02	απόβλητα από την απόσταξη αλκοόλης
02 07 04	υλικά ακατάλληλα για κατανάλωση ή επεξεργασία
02 07 05	λάσπες από επιτόπου επεξεργασία υγρών εκροής
02 07 99	απόβλητα μη προδιαγραφόμενα άλλως που περιλαμβάνονται στα σημεία 17 09 01, 17 09 02 και 17 09 03

Εικόνα 25: Κατάλογος ΕΚΑ γεωργοκτηνοτροφικών αποβλήτων

Πηγή: Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων (Ε.Κ.Α.)

Για την βιομάζα σε συνάρτηση με την ενεργειακή παραγωγή προς κάλυψη αναγκών ηλεκτρισμού, θέρμανσης – ψύξης και μεταφορών έχουν θεσπιστεί με βάση την κοινοτική οδηγία 2009/28/EC στόχοι για την εγκατεστημένη ισχύ και την παραγόμενη ενέργεια με ορίζοντα το 2014 και το 2020, ενώ η εγχώρια εκτίμηση για την συνολική παραγωγή γεωργοκτηνοτροφικών αποβλήτων (μη επικίνδυνων) το 2011 ανέρχεται στους 10.781.000 τόνους με πρόβλεψη αύξησης το 2020 στους 14.083.000 τόνους.

Πίνακας 15: Εθνικοί στόχοι για την βιομάζα 2014 & 2020

Πηγή: «Εθνικό Σχέδιο Δράσης για τις ΑΠΕ» (Κοινοτική Οδηγία 2009/28/EC) όπως ενημερώθηκε βάσει της ΥΑ «Α.Υ./Φ1/οικ.19598» της 01.10.2010

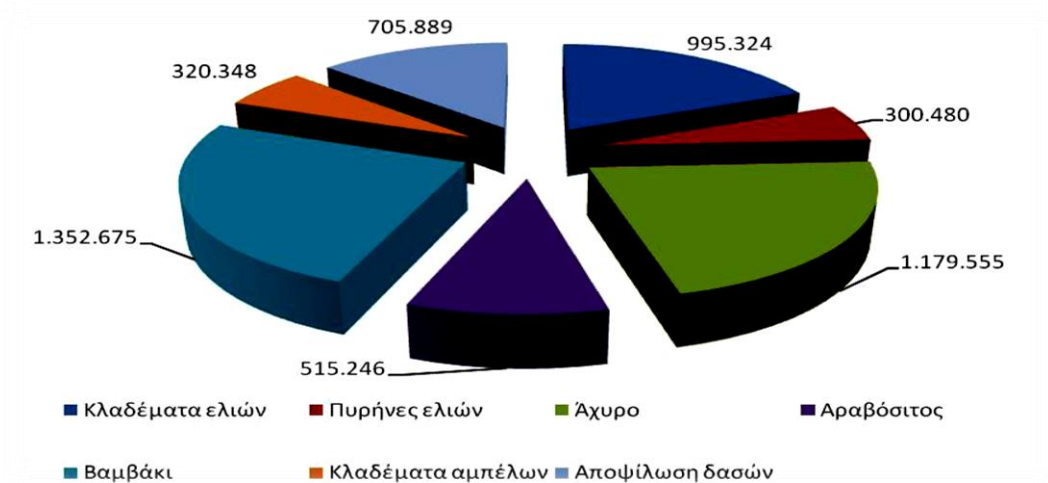
Τομέας	2014		2020	
	Ισχύς	Ενέργεια	Ισχύς	Ενέργεια
Ηλεκτροπαραγωγή	200 MW	997 GWh	350 MW	1.745 GWh
Θέρμανση - Ψύξη		1.105.000 TΠΠ		1.222.000 TΠΠ
Μεταφορές		339.000 TΠΠ		617.000 TΠΠ

Πίνακας 16: Παραγόμενες ποσότητες γεωργοκτηνοτροφικών αποβλήτων στην Ελλάδα

Πηγή: Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων, 2015

Ελληνική Επικράτεια	Υφιστάμενη παραγωγή αποβλήτων (έτος αναφοράς 2011)	Υφιστάμενη παραγωγή αποβλήτων (έτος αναφοράς 2020)
	Μη επικίνδυνα απόβλητα (τόνοι)	Μη επικίνδυνα απόβλητα (τόνοι)
Γεωργοκτηνοτροφικά απόβλητα	10.781.000	14.083.000

Σύμφωνα με εκτιμήσεις του ΥΠΑΝ (2007) το ενεργειακό ισοδύναμο των κατ' έτος διαθέσιμων γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων εκτιμάται σε 1.000.000 τόνους, ενώ από άλλες εκτιμήσεις προκύπτει ότι το σύνολο της άμεσα διαθέσιμης βιομάζας στην Ελλάδα συνίσταται σε 7.500.000 περίπου τόνους υπολειμμάτων γεωργικών καλλιεργειών και σε 2.700.000 τόνους δασικών υπολειμμάτων υλοτομίας. (ΠΕΣΔΑ Περιφέρεια Κρήτης, 2012)



Εικόνα 26: Κατανομή ετήσιας παραγωγής βιομάζας σε τόνους ανά κατηγορία αγροτικού υπολείμματος στην Ελλάδα

Πηγή:ΚΑΠΕ, 2007

Ακολούθως παρουσιάζονται οι υπολογισμοί της ΕΛΣΤΑΤ σε συνεργασία με το ΚΑΠΕ για την συνολική παραγόμενη βιομάζα ανά Περιφέρεια και πηγή καθώς και τα αντίστοιχα γραφήματα.

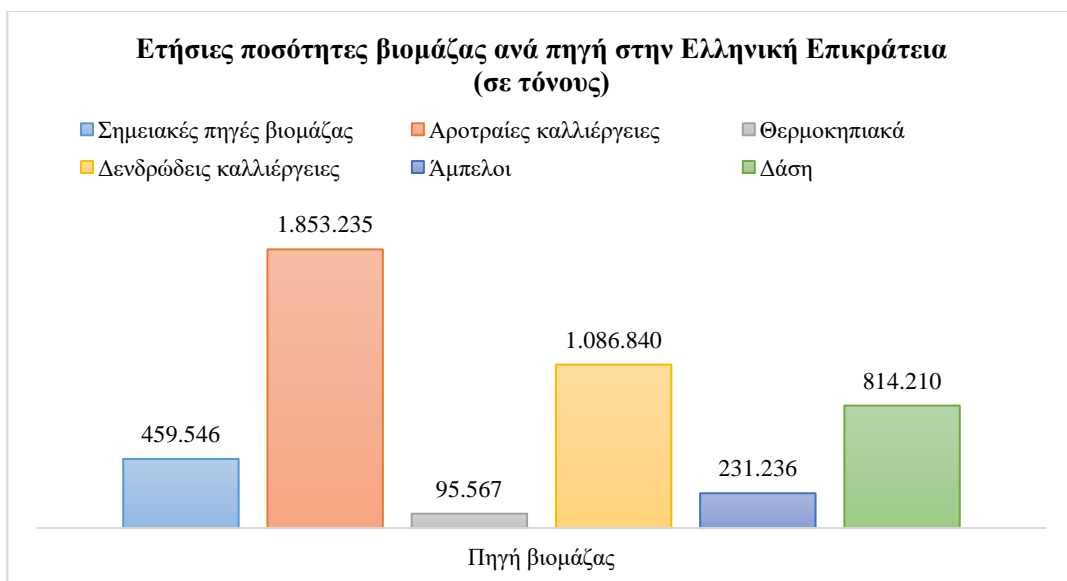
Πίνακας 17: Δυναμικό βιομάζας ανά Περιφέρεια (σε τόνους)

Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, ετήσια γεωργική στατιστική της Εθνικής Στατιστικής Αρχής, <http://geodata.gov.gr/dataset/dunamiko-biomazas-apo-sterea-upoleimmata>

Περιφέρεια	Σημειακές πηγές βιομάζας (Tn)	Αροτραίες καλλιέργειες	Θερμοκηπιακά	Δενδρώδεις καλλιέργειες	Άμπελοι	Δάση
Βορείου Αιγαίου	6.213	7.164	447	14.842	4.915	1.438
Νοτίου Αιγαίου	355	5.321	2.194	13.476	5.953	0
Αττικής	22.997	4.313	1.743	6.537	14.419	0
Δυτικής Μακεδονίας	1.966	143.717	31	25.084	4.166	100.597
Ηπείρου	53.275	22.059	2.935	40.905	1.789	36.064
Θεσσαλίας	16.711	496.093	2.555	80.823	29.696	133.776
Στερεάς Ελλάδας	97.618	199.066	380	62.765	23.829	62.750
Κρήτης	77.607	2.479	45.358	234.741	23.754	0
Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης	9.662	290.469	938	21.785	26.653	192.285
Κεντρικής Μακεδονίας	24.831	554.198	17.224	201.632	23.169	262.218
Δυτικής Ελλάδας	73.936	103.983	13.186	110.613	36.201	21.884
Ιονίων Νήσων	2.489	2.091	518	57.241	7.352	0
Πελοποννήσου	71.886	22.282	8.058	216.396	29.340	3.198

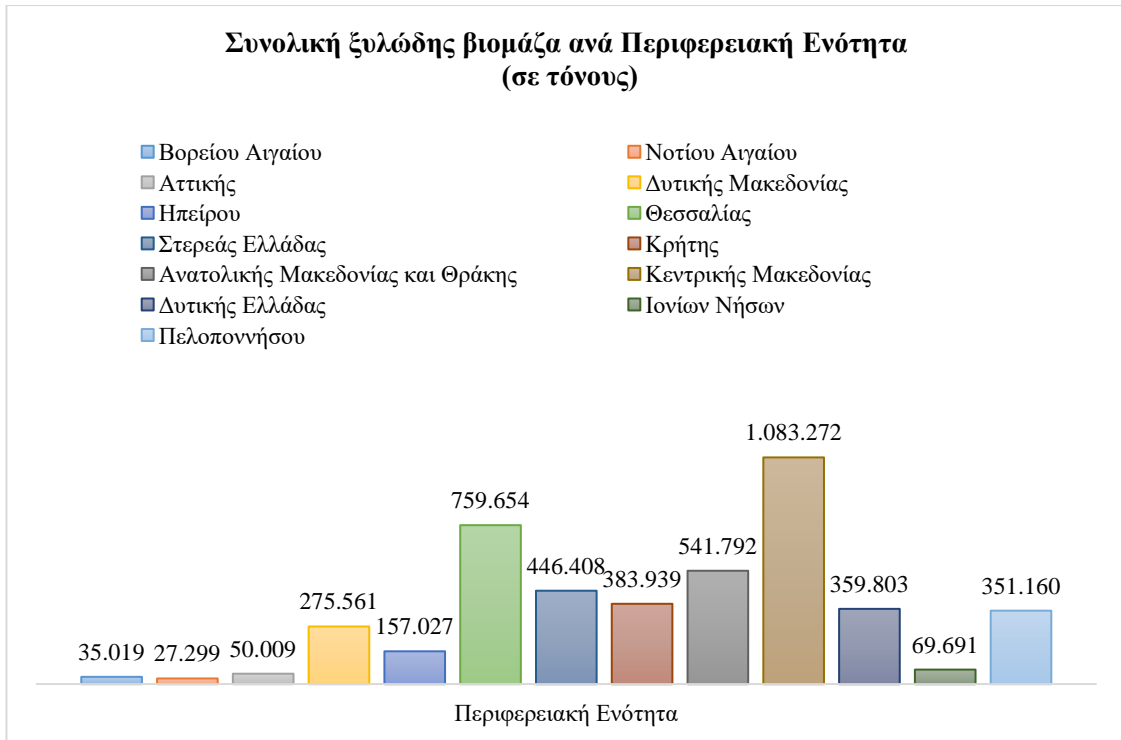
Γράφημα 2: Δυναμικό βιομάζας στην Ελλάδα ανά πηγή προέλευσης

Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, ετήσια γεωργική στατιστική της Εθνικής Στατιστικής Αρχής, <http://geodata.gov.gr/dataset/dunamiko-biomazas-apo-sterea-upoleimmata>



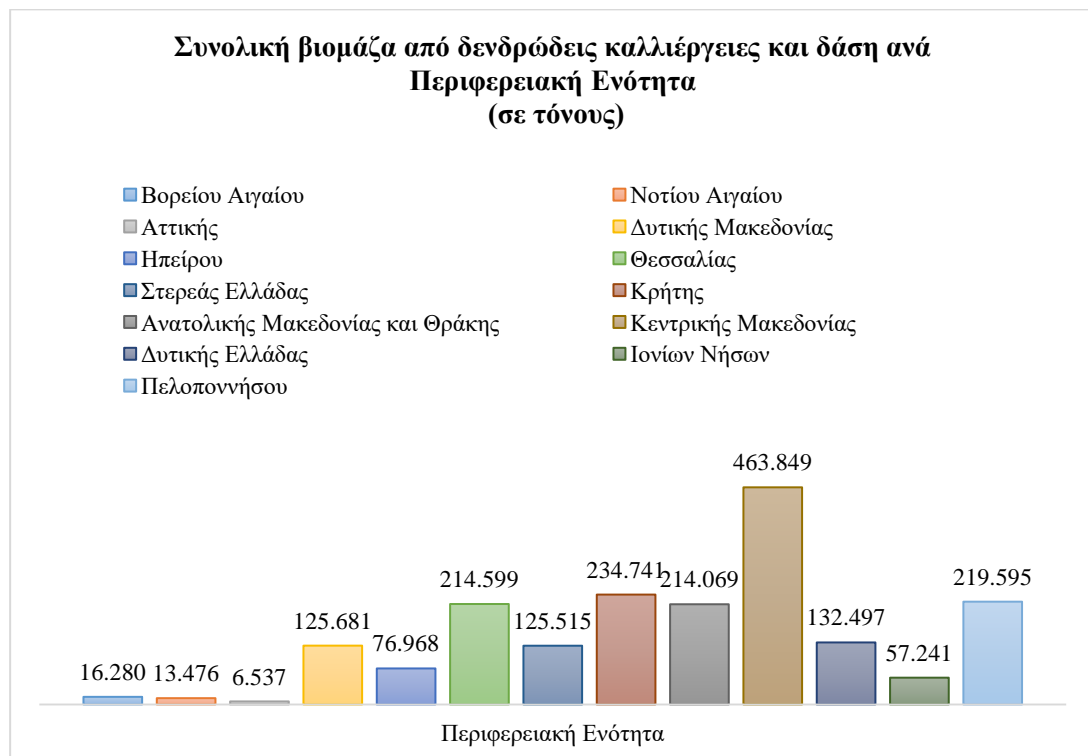
Γράφημα 3: Δυναμικό βιομάζας στην Ελλάδα ανά Περιφέρεια

Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, ετήσια γεωργική στατιστική της Εθνικής Στατιστικής Αρχής, <http://geodata.gov.gr/dataset/dunamiko-biomazas-apo-sterrea-upoleimmata>

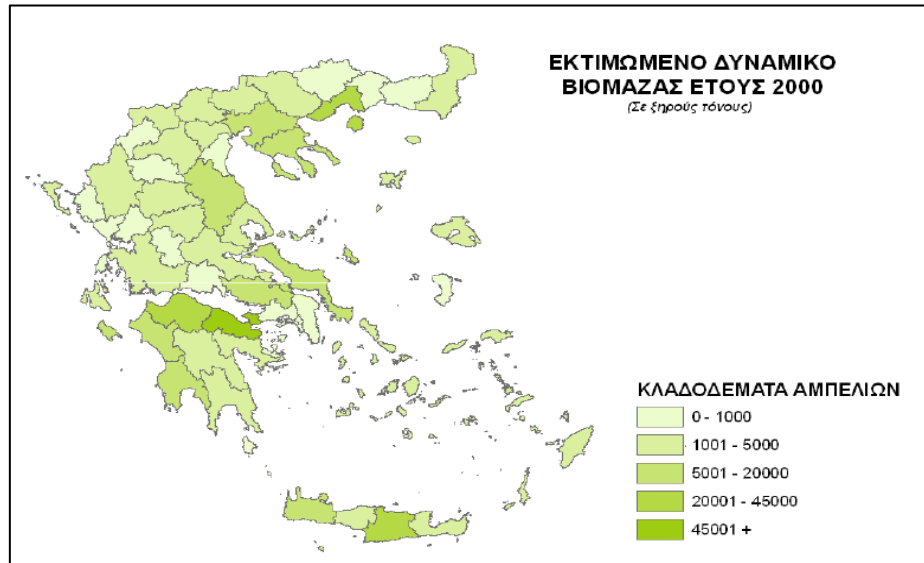


Γράφημα 4: Δυναμικό ξυλώδους βιομάζας στην Ελλάδα ανά Περιφέρεια

Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, ετήσια γεωργική στατιστική της Εθνικής Στατιστικής Αρχής, <http://geodata.gov.gr/dataset/dunamiko-biomazas-apo-sterrea-upoleimmata>

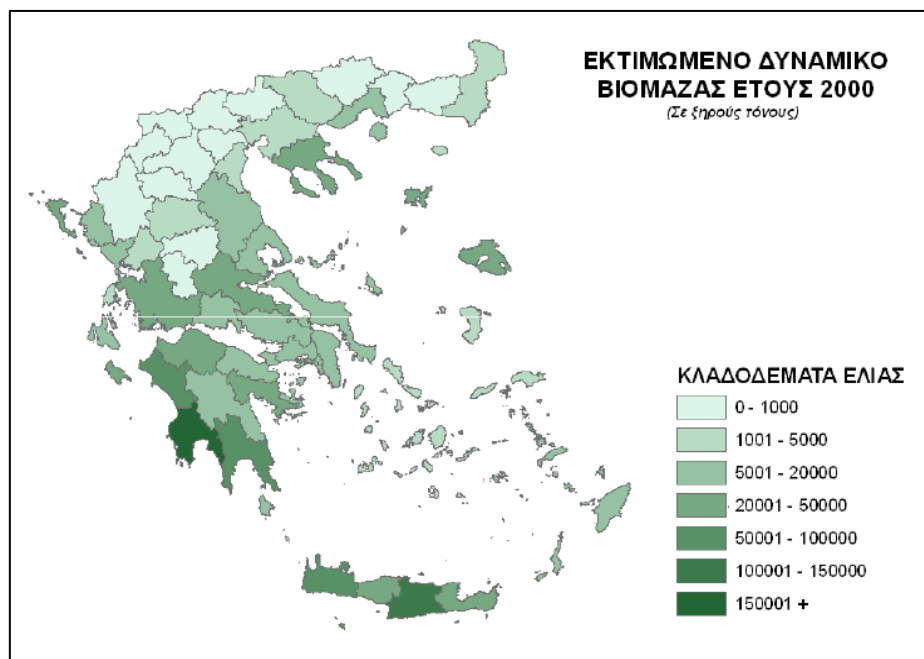


Τα παραπάνω αποτελέσματα φαίνονται και στους χάρτες που ακολουθούν με τις διαφορετικές αποχρώσεις ανάλογα με το δυναμικό σε βιομάζα κάθε Περιφέρειας.



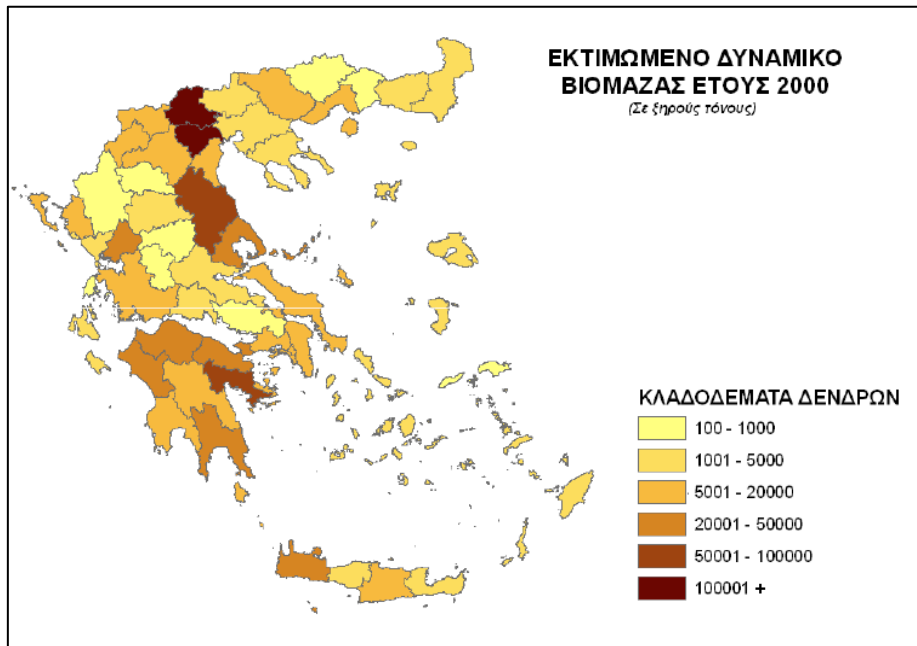
Εικόνα 27: Δυναμικό κλαδεμάτων αμπελιών

Πηγή: Δυναμικό Βιομάζας Στην Ελλάδα, Μυρσίνη Χρήστου, 2010



Εικόνα 28: Δυναμικό κλαδεμάτων ελιάς

Πηγή: Δυναμικό Βιομάζας Στην Ελλάδα, Μυρσίνη Χρήστου, 2010



Εικόνα 29: Δυναμικό κλαδεμάτων δένδρων

Πηγή: Δυναμικό Βιομάζας Στην Ελλάδα, Μυρσίνη Χρήστου, 2010

Παρατηρούμε από τα διαγράμματα και τους χάρτες ότι πρώτη σε παραγωγή ξυλώδους βιομάζας είναι η Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας με 1.083.272 τόνους ετησίως, ακολουθεί η Θεσσαλία με 759.654 τόνους, η Ανατολική Μακεδονία και Θράκη με 541.792 τόνους, η Στερεά Ελλάδα 446.408 τόνους και στην πέμπτη θέση η Κρήτη με 383.939 τόνους. Για τις ποσότητες της βιομάζας από δενδρώδεις καλλιέργειες και δάση η Κεντρική Μακεδονία είναι πάλι πρώτη σε παραγωγή με 463.849 τόνους ενώ ακολουθούν η Κρήτη με 234.741, η Πελοπόννησος με 219.595, η Θεσσαλία με 214.599 και η Ανατολική Μακεδονία και Θράκη με 214.069 τόνους.

Σύμφωνα με το Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων η διαχείριση των γεωργοκτηνοτροφικών αποβλήτων αποτελεί ευθύνη των παραγωγών και πραγματοποιείται σύμφωνα με τους Κώδικες Ορθής Γεωργικής Πρακτικής.

Πιο συγκεκριμένα:

- ✓ Για τα γεωργικά και δασικά υπολείμματα κυρίως επί τόπου (in situ) με τεμαχισμό και διάθεση στο έδαφος ή καύση.
- ✓ Για τα απόβλητα της κτηνοτροφικής εκμετάλλευσης με διάθεση στο έδαφος για λίπανση ή μέσω μονάδων κομποστοποίησης (περιπτώσεις μεγάλων παραγωγών).
- ✓ Πλήρης ανάπτυξη δικτύου συλλογής βιοαποδομήσιμων αποβλήτων γεωργοκτηνοτροφικής προέλευσης για την ανάκτηση επ' ωφέλεια της γεωργίας, την παραγωγή προϊόντων (π.χ. ζωοτροφών, κ.λπ.) ή την παραγωγή ενέργειας από βιοαέριο/ βιομάζα.

- ✓ Χωριστή συλλογή και ανάκτηση των πλαστικών γεωργοκτηνοτροφικής προέλευσης με έμφαση στα πλαστικά θερμοκηπίου και τα απόβλητα συσκευασίας.
- ✓ Χωριστή συλλογή και κατάλληλη διαχείριση των αποβλήτων συσκευασίας γεωργικών δραστηριοτήτων. (Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων, 2015)

3.2 Δυναμικό βιομάζας ανά Περιφέρεια

Περιφέρεια Αττικής



Εικόνα 30: Περιφέρεια Αττικής

Η Περιφέρεια Αττικής βρίσκεται στο ανατολικό άκρο της Στερεάς Ελλάδας και καλύπτει περίπου 3.808 Km² με πληθυσμό 3.812.330 (απογραφή 2011). Έχει έδρα την Αθήνα την πρωτεύουσα και μεγαλύτερη πόλη της Ελλάδας. Στον οικονομικό τομέα, παράγει το 38% του ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος και το 3,2% του προϊόντος του αγροτικού τομέα της χώρας. (Βικιπαίδεια, Περιφέρεια Αττικής)

Πηγή: <https://el.wikipedia.org/wiki/>

Στον τομέα της παραγωγής στερεών αποβλήτων συμμετέχει ενεργά σε σύνολο χώρας, ωστόσο υστερεί στην κατηγορία των μη επικίνδυνων βιομηχανικών αποβλήτων και πιο συγκεκριμένα τα αγροτικά και κτηνοτροφικά, λόγω της γεωμορφολογίας και του είδους των οικονομικών δραστηριοτήτων. Ο παρακάτω πίνακας μας δίνει τις ποσότητες της παραγόμενης βιομάζας σε τόνους ανά έτος. Στα γεωργικά υπολείμματα και άχρηστα γεωργικά προϊόντα, συμπεριλαμβάνονται και τα αποσυρόμενα.

Πίνακας 18: Κατηγορίες και ποσότητες αποβλήτων

Πηγή: Περιφέρεια Αττικής, Αναθεώρησή του Περιφερειακού Σχεδίου Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ), 2002

Κατηγορία Αποβλήτου	Tn/ έτος
Γεωργικά υπολείμματα και άχρηστα γεωργικά προϊόντα	18.000
Κτηνοτροφικά απόβλητα	26.000

Σύμφωνα με το ΠΕΣΔΑ που έχει συνταχθεί για την περιοχή μελέτης, επιδιώκεται η αξιοποίηση των αγροκτηνοτροφικών αποβλήτων ως πηγή οργανικής ουσίας και ενέργειας χωρίς όμως να αναφέρει συγκεκριμένους στόχους ή δράσεις για τα γεωργικά και κτηνοτροφικά υπολείμματα. Η διαχείρισή τους τονίζεται ότι πρέπει να πραγματοποιείται με ευθύνη του παραγωγού και ανάλογα με τη χωροθέτηση και το είδος των εγκαταστάσεων Διαχείρισης των ΑΣΑ, είναι πολύ πιθανό (και χρήσιμο) να

επιδιώκεται συνεπεξεργασία μέρους των γεωργικών και κτηνοτροφικών αποβλήτων με τα ΑΣΑ.

Το παραγόμενο χωνεμένο υπόλειμμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εδαφοβελτιωτικό σε αγροτικές καλλιέργειες, καθώς και για την αναβίωση του φυσικού περιβάλλοντος ή και σε άλλες εφαρμογές, σύμφωνα με τους ειδικούς όρους και προϋποθέσεις που τίθενται από την κείμενη νομοθεσία. (ΠΕ.Σ.Δ.Α. ΑΤΤΙΚΗΣ, 2016)

Ο πίνακας που ακολουθεί δίνει τις γεωργικές εκμεταλλεύσεις και πιο συγκεκριμένα στο είδος της βιομάζας που ενδιαφέρει πιο πολύ την τεχνολογία της αεριοποίησης, της λιγνοκυτταρίνης. Οι δενδρώδεις εκμεταλλεύσεις μέσω της ετήσιας διαδικασίας του κλαδέματος, μπορούν να παρέχουν μία αξιόπιστη σε ποιότητα και ποσότητα βιομάζας για εκμετάλλευση.

Πίνακας 19: Γεωργικές εκμεταλλεύσεις στην Περιφέρεια Αττικής (οι εκτάσεις σε χιλιάδες στρέμματα)

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, κατανομή της χρησιμοποιούμενης γεωργικής έκτασης των εκμεταλλεύσεων, κατά βασικές κατηγορίες χρήσης, περιφέρεια και νομό, Έρευνα Διάρθρωσης Γεωργικών και Κτηνοτροφικών Εκμεταλλεύσεων, έτους 2013

Περιφέρεια Αττικής	Δενδρώδεις Καλλιέργειες		Ελιές		Δενδρώδεις καλλιέργειες εκτός από ελιές	
	Εκμεταλ.	Εκτάσεις	Εκμεταλ.	Εκτάσεις	Εκμεταλ.	Εκτάσεις
Π.Ε. Αθηνών	6.289	72	6.083	67	895	5
Π.Ε. Ανατολικής Αττικής	9.440	93	9.154	85	1.400	9
Π.Ε. Δυτικής Αττικής	3.055	37	2.981	32	727	5
Π.Ε. Πειραιώς	5.934	89	5.012	76	2.437	13
Σύνολο	24.719	291	23.230	260	5.459	32

Πίνακας 20: Δυναμικό βιομάζας στην Περιφέρεια Αττικής (σε τόνους), 2010

Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, ετήσια γεωργική στατιστική της Εθνικής Στατιστικής Αρχής, <http://geodata.gov.gr/dataset/dunamiko-biomazas-apo-sterrea-upoleimmata>

Περιφέρεια Αττικής	Σημειακές πηγές	Αροτραίες καλλιέργειες	Θερμοκήπια	Δενδρώδεις καλλιέργειες	Άμπελοι	Δάση
Σύνολο	22.997	4.313	1.743	6.537	14.419	0

Πίνακας 21: Διαθέσιμη ενέργεια βιομάζας στην Περιφέρεια Αττικής (σε GJ), 2010

Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, ετήσια γεωργική στατιστική της Εθνικής Στατιστικής Αρχής, <http://geodata.gov.gr/dataset/dunamiko-biomazas-apo-sterrea-upoleimmata>

Περιφέρεια Αττικής	Σημειακές πηγές	Αροτραίες καλλιέργειες	Θερμοκήπια	Λενδρόδεις καλλιέργειες	Αμπελοι	Δάση
Σύνολο	261.553	77.142	16.735	114.214	273.247	0

Περιφέρεια Θεσσαλίας



Εικόνα 31: Περιφέρεια Θεσσαλίας

Η Θεσσαλία είναι μία περιφέρεια της κεντρικής Ελλάδας με συνολική έκταση 14.036 Km² και πληθυσμό 732.762 κατοίκους σύμφωνα με την απογραφή του 2011. Η πρωτεύουσά της είναι η Λάρισα και το έδαφος, ως προς τη διαμόρφωσή του, είναι 50% ορεινό-ημιορεινό και 50% πεδινό και περιλαμβάνει την πεδιάδα της Θεσσαλίας, που είναι η μεγαλύτερη στην επικράτεια και σημαντικός σιτοβολώνας. (Βικιπαίδεια, Περιφέρεια Θεσσαλίας)

Πηγή: <https://el.wikipedia.org/wiki/>

Η Περιφέρεια Θεσσαλίας με πληθώρα γεωργικών δραστηριοτήτων κατατάσσεται στις περιοχές με υψηλό δυναμικό βιομάζας. Στο τελευταίο περιλαμβάνονται κυρίως προϊόντα κλαδέματος και γενικότερα δασοκομίας, μιας και έχουν παρεμφερή σύσταση, και άλλα γεωργικά υπολείμματα φυτικής προέλευσης, όπως π.χ. υπολείμματα σοδειάς και αποσυρόμενα φρούτα και λαχανικά. Το ΠΕΣΔΑ Θεσσαλίας, θέτει σαν στόχο την αξιοποίηση των γεωργικών αποβλήτων και των αποβλήτων δασοκομίας μέσω της παραγωγής ενέργειας και της συνεπεξεργασίας τους με άλλα είδη αποβλήτων. Για την διαχείριση-αξιοποίησή τους προτείνονται συνοπτικά τα εξής:

- Η δημιουργία ενός δικτύου Πράσινων Σημείων για την ενίσχυση της διαλογής στην πηγή από τους πολίτες για όλα σχεδόν τα ρεύματα αποβλήτων.
- Μονάδες βιολογικής επεξεργασίας (κομποστοποίηση ή/ και αναερόβια χώνευση).
- Μονάδες επεξεργασίας βιομάζας με χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία για την παραγωγή τυποποιημένης βιομάζας υψηλής ποιότητας (pellets).

Σημαντική παράμετρος είναι ότι αναφορικά με την καύση των υπολειμμάτων τίθενται ορθώς, πολύ αυστηροί περιορισμοί. (Σ.Μ.Π.Ε, ΠΕΣΔΑ Περιφέρειας Θεσσαλίας, 2016)

Στους πίνακες που ακολουθούν συγκεντρώνονται οι ποσότητες της αξιοποιήσιμης βιομάζας καθώς και ο αριθμός των δενδρωδών εκμεταλλεύσεων στην εν λόγω περιφέρεια.

Πίνακας 22: Κατηγορίες και ποσότητες αποβλήτων

Πηγή: Περιφέρεια Θεσσαλίας, Έγκριση Περιφερειακού Σχεδιασμού Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ) 2006, Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Σ.Μ.Π.Ε.) για την Επικαιροποίηση του Περιφερειακού Σχεδίου Διαχείρισης Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ) Περιφέρειας Θεσσαλίας, 2016

Κατηγορία Αποβλήτου	Tn/ έτος
Γεωργικά υπολείμματα	1.759.457
Ξηρά γεωργικά υπολείμματα	523.197
Τελικά παραγόμενα γεωργικά υπολείμματα	299.197
Κτηνοτροφικά υπολείμματα (κόπρος, σφάγια)	1.286.799

Πίνακας 23: Γεωργικές εκμεταλλεύσεις στην Περιφέρεια Θεσσαλίας (οι εκτάσεις σε χιλιάδες στρέμματα)

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, κατανομή της χρησιμοποιούμενης γεωργικής έκτασης των εκμεταλλεύσεων, κατά βασικές κατηγορίες χρήσης, περιφέρεια και νομό, Έρευνα Διάρθρωσης Γεωργικών και Κτηνοτροφικών Εκμεταλλεύσεων, έτους 2013

Περιφέρεια Θεσσαλίας	Δενδρώδεις Καλλιέργειες		Ελιές		Δενδρώδεις καλλιέργειες εκτός από ελιές	
	Εκμεταλ.	Εκτάσεις	Εκμεταλ.	Εκτάσεις	Εκμεταλ.	Εκτάσεις
Π.Ε. Καρδίτσας	576	5	356	2	240	3
Π.Ε. Λαρίσης	8.461	168	5.338	63	4.788	105
Π.Ε. Μαγνησίας	12.050	243	10.780	196	3.556	47
Π.Ε. Τρικάλων	2.539	17	1.726	10	905	7
Σύνολο	23.626	433	18.200	271	9.489	163

Πίνακας 24: Δυναμικό βιομάζας στην Περιφέρεια Θεσσαλίας (σε τόνους), 2010

Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, ετήσια γεωργική στατιστική της Εθνικής Στατιστικής Αρχής, <http://geodata.gov.gr/dataset/dunamiko-biomazas-apo-sterrea-upoleimmata>

Περιφέρεια Θεσσαλίας	Σημειακές πηγές	Αροτραίες καλλιέργειες	Θερμοκήπια	Λενδρώδεις καλλιέργειες	Άμπελοι	Δάση
Π.Ε. Καρδίτσας	1.491	130.372	115	752	1.767	40.674
Π.Ε. Λαρίσης	7.756	268.070	324	56.527	24.987	26.727
Π.Ε. Μαγνησίας	5.654	39.099	700	20.426	1.834	21.152
Π.Ε. Τρικάλων	1.810	58.552	1.417	3.119	1.108	45.223
Σύνολο	16.711	496.093	2.555	80.823	29.696	133.776

Πίνακας 25: Διαθέσιμη ενέργεια βιομάζας στην Περιφέρεια Θεσσαλίας (σε GJ), 2010

Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, ετήσια γεωργική στατιστική της Εθνικής Στατιστικής Αρχής, <http://geodata.gov.gr/dataset/dunamiko-biomazas-apo-sterrea-upoleimmata>

Περιφέρεια Θεσσαλίας	Σημειακές πηγές	Αροτραίες καλλιέργειες	Θερμοκήπια	Λενδρώδεις καλλιέργειες	Άμπελοι	Δάση
Π.Ε. Καρδίτσας	29.652	2.332.260	1.102	12.645	33.484	792.066
Π.Ε. Λαρίσης	135.506	4.767.020	3.115	954.254	473.508	518.894
Π.Ε. Μαγνησίας	102.404	695.622	6.717	351.331	34.756	410.571
Π.Ε. Τρικάλων	31.376	1.056.336	13.599	52.994	20.991	884.659
Σύνολο	298.938	8.851.238	24.532	1.371.224	562.739	2.606.191

Περιφέρεια Κρήτης



Εικόνα 32: Περιφέρεια Κρήτης

Πηγή: <https://el.wikipedia.org/wiki/>

Η Κρήτη είναι το μεγαλύτερο νησί στην Ελλάδα και το δεύτερο μεγαλύτερο της Ανατολικής Μεσογείου μετά την Κύπρο. Η έκτασή της είναι 8.336 Km² με πληθυσμό 623.065 κατοίκους (απογραφή 2011), περίπου 160 Km νότια της ελληνικής ηπειρωτικής χώρας. Αποτελεί σημαντικό κομμάτι της οικονομίας και της πολιτισμικής κληρονομιάς της Ελλάδας, διατηρώντας τα δικά της πολιτισμικά στοιχεία. (Βικιπαίδεια, Περιφέρεια Κρήτης)

Λόγω του ιδιαίτερου κλίματος και της γεωμορφολογίας της παρουσιάζει πληθώρα δραστηριοτήτων σχεδόν σε όλους τους κλάδους της οικονομίας. Πηγή προέλευσης των γεωργικών αποβλήτων είναι οι γεωργικές δραστηριότητες από αγροτικούς συνεταιρισμούς και μεμονωμένους αγρότες. Τα απόβλητα περιλαμβάνουν κυρίως προϊόντα κλαδέματος και υπολείμματα από την επεξεργασία τροφίμων (κυρίως παρασκευή τυριού και ελαιολάδου). Τα παραγόμενα κτηνοτροφικά απόβλητα αφορούν κυρίως την εκτροφή βοοειδών, χοίρων και αιγοπροβάτων, τα οποία όμως χαρακτηρίζονται από υψηλό οργανικό φορτίο και μεγάλη περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά, όπως άζωτο, φώσφορο και κάλιο.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι δενδρώδεις καλλιέργειες και οι καλλιέργειες αμπελιών από όπου προκύπτουν σημαντικές ποσότητες κλαδεμάτων με το ΠΕΣΔΑ να δίνει την κατεύθυνση για ορθολογική διάθεση τους στο μέλλον. (ΠΕΣΔΑ Περιφέρεια Κρήτης, 2012)

Στους πίνακες που ακολουθούν αναφέρονται οι συνολικές ποσότητες κλαδεμάτων ανά καλλιέργεια αλλά και ανά περιφερειακή ενότητα, όπως επίσης και οι γεωργικές εκμεταλλεύσεις στο νησί που παρουσιάζουν ενδιαφέρον σαν εν δυνάμει πηγές ξυλώδους βιομάζας.

Πίνακας 26: Ποσότητες προϊόντων κλαδέματος

Πηγή: Περιφέρεια Κρήτης, Μελέτη για την Αναθεώρησή – Επικαιροποίηση του Περιφερειακού Σχεδιασμού Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ)

Περιφερειακή Ενότητα	Tn/ έτος
Δενδρώδεις καλλιέργειες	14.647
Αμπελώνες	44.800
Γεωργικές καλλιέργειες	59.447
Σύνολο	118.894

Πίνακας 27: Ποσότητες προϊόντων κλαδέματος ανά περιφερειακή ενότητα (Τπ/έτος, 2000)

Πηγή: Περιφέρεια Κρήτης, Μελέτη για την Αναθεώρησή – Επικαιροποίηση του Περιφερειακού Σχεδιασμού Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ)

Περιφερειακή Ενότητα	Δενδρώδεις καλλιέργειες	Αμπελώνες	Γεωργικές καλλιέργειες
Ηρακλείου	1.117	34.200	35.317
Λασιθίου	3.375	3.000	6.375
Ρεθύμνης	4.275	4.400	8.675
Χανίων	5.880	3.200	9.080
Σύνολο Περιφέρειας	14.647	44.800	59.447

Πίνακας 28: Γεωργικές εκμεταλλεύσεις στην Περιφέρεια Κρήτης (οι εκτάσεις σε χιλιάδες στρέμματα)

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, κατανομή της χρησιμοποιούμενης γεωργικής έκτασης των εκμεταλλεύσεων, κατά βασικές κατηγορίες χρήσης, περιφέρεια και νομό, Έρευνα Διάρθρωσης Γεωργικών και Κτηνοτροφικών Εκμεταλλεύσεων, έτους 2013

Περιφέρεια Κρήτης	Δενδρώδεις Καλλιέργειες		Ελιές		Δενδρώδεις καλλιέργειες εκτός από ελιές	
	Εκμεταλ.	Εκτάσεις	Εκμεταλ.	Εκτάσεις	Εκμεταλ.	Εκτάσεις
Π.Ε. Ηρακλείου	41.409	691	41.236	680	3.777	11
Π.Ε. Λασιθίου	12.344	195	12.341	192	1.987	3
Π.Ε. Ρεθύμνης	12.520	253	12.489	241	2.449	12
Π.Ε. Χανίων	20.165	334	19.622	302	5.266	32
Σύνολο	86.439	1.474	85.688	1.416	13.479	57

Ξεχωριστό ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα απόβλητα των ελαιοτριβείων λόγω της μεγάλης ποσότητας παραγωγής ελαιολάδου στο νησί. Το κύριο μέρος της βιομάζας προκύπτει ως υποπροϊόν της πρωτογενούς επεξεργασίας του ελαιόκαρπου. Η εκτίμηση της υπολειπόμενης βιομάζας των ελαιοτριβείων γίνεται με την θεώρηση ότι τα ελαιοτριβεία δύο φάσεων στο άμεσο μέλλον θα εξαλείψουν αυτά των τριών φάσεων. Το κυριότερο είδος αποβλήτου είναι το ελαιοπυρηνόλυμα, το οποίο περιέχει τον ελαιοπυρήνα και το σύνολο των υπόλοιπων φυτικών υγρών του καρπού. Μπορεί από τα ελαιοτριβεία των τριών φάσεων να απουσιάζουν τελείως τα υγρά απόβλητα, χαρακτηρίζονται όμως από υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία (62-65%). Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται οι εκτιμώμενες ποσότητες στερεών αποβλήτων των διφασικών ελαιοτριβείων ανά περιφερειακή ενότητα της Κρήτης. (ΠΕΣΔΑ Περιφέρεια Κρήτης, 2012)

Πίνακας 29: Ποσότητες αποβλήτων διαφασικών ελαιοτριβείων

Πηγή: Περιφέρεια Κρήτης, Μελέτη για την Αναθεώρησή – Επικαιροποίηση του Περιφερειακού Σχεδιασμού Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ)

Περιφερειακή Ενότητα	Τν/ έτος
Ηράκλειο	261.234
Λασιίθι	78.200
Ρέθυμνο	25.880
Χανιά	130.262
Σύνολο Περιφέρειας	495.576

Για το συνολικό δυναμικό βιομάζας ανά πηγή και Περιφερειακή Ενότητα ενδιαφέροντα στοιχεία μας παραθέτουν οι ακόλουθοι πίνακες.

Πίνακας 30: Δυναμικό βιομάζας στην Περιφέρεια Κρήτης (σε τόνους), 2010

Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, ετήσια γεωργική στατιστική της Εθνικής Στατιστικής Αρχής, <http://geodata.gov.gr/dataset/dunamiko-biomazas-apo-sterrea-upoleimmata>

Περιφέρεια Κρήτης	Σημειακές πηγές	Αροτραίες καλλιέργειες	Θερμοκήπια	Δενδρώδεις καλλιέργειες	Άμπελοι	Δάση
Π.Ε. Ηρακλείου	35.086	1.556	19.715	108.853	15.736	0
Π.Ε. Αγ. Νικολάου	14.757	404	22.767	31.208	1.966	0
Π.Ε. Ρεθύμνου	6.834	391	1.577	21.897	1.818	0
Π.Ε. Χανίων	20.930	128	1.300	72.783	4.234	0
Σύνολο	77.607	2.479	45.358	234.741	23.754	0

Πίνακας 31: Διαθέσιμη ενέργεια βιομάζας στην Περιφέρεια Κρήτης (σε GJ), 2010

Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, ετήσια γεωργική στατιστική της Εθνικής Στατιστικής Αρχής, <http://geodata.gov.gr/dataset/dunamiko-biomazas-apo-sterrea-upoleimmata>

Περιφέρεια Κρήτης	Σημειακές πηγές	Αροτραίες καλλιέργειες	Θερμοκήπια	Δενδρώδεις καλλιέργειες	Άμπελοι	Δάση
Π.Ε. Ηρακλείου	673.990	27.809	189.262	1.950.124	298.189	0
Π.Ε. Αγ. Νικολάου	256.131	7.202	218.565	557.625	37.264	0
Π.Ε. Ρεθύμνου	121.953	6.936	15.135	392.016	34.447	0
Π.Ε. Χανίων	367.138	2.348	12.478	1.282.510	80.242	0
Σύνολο	1.419.211	44.295	435.440	4.182.276	450.142	0

Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας – Θράκης



Εικόνα 33: Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας – Θράκης

Πηγή: <https://el.wikipedia.org/wiki/>

Η Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας – Θράκης καταλαμβάνει έκταση στον νότιο ορεινό όγκο της οροσειράς της Ροδόπης και στις πεδιάδες κοντά στις παραθαλάσσιες περιοχές και στις εκβολές των σημαντικών ποταμών της, του Νέστου, του Έβρου και του Άρδα. Έχει συνολική έκταση 14.157 Km² και περιλαμβάνει επίσης δύο μεγάλα νησιά του Θρακικού Πελάγους, την Θάσο και την Σαμοθράκη. Πρωτεύουσά της είναι η Κομοτηνή και αριθμεί 608.182 κατοίκους. (Ελληνική απογραφή 2011). (Βικιπαίδεια, Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης)

Στον οικονομικό τομέα κυρίαρχος είναι ο τριτογενής τομέας, τόσο στο επίπεδο του ΑΕΠ (72,1% το 2009) όσο και στην απασχόληση (55,3% το 2008). Ο πρωτογενής και ο δευτερογενής τομέας συμμετέχουν στην απασχόληση με ποσοστά 24,2% και 20,5% αντίστοιχα. Ο πρωτογενής τομέας χαρακτηρίζεται από σημαντική μείωση της απασχόλησης, περιορισμένη παραγωγικότητα και χαμηλές αποδόσεις της μέσης αγροτικής εκμετάλλευσης (Αξιολόγηση, Αναθεώρηση και Εξειδίκευση του Περιφερειακού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης Περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, 2013)

Στην διαχείριση των αποβλήτων το ΠΕΣΔΑ δίνει προτεραιότητα στην πρόληψη, την επαναχρησιμοποίηση, την μείωση και την ανακύκλωση.

Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά την διαχείριση της υπολειπόμενης βιομάζας από τους τομείς της γεωργίας και της κτηνοτροφίας θέτει ως στόχους την δημιουργία:

- Ενός δικτύου σημείων συγκέντρωσης - συλλογής γεωργοκτηνοτροφικών αποβλήτων
- Δύο μονάδων επεξεργασίας αποβλήτων (μία μονάδα στον Ανατολικό Τομέα και μία στον Δυτικό Τομέα της Περιφέρειας) (ΠΕΣΔΑ Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας - Θράκης, 2016)

Στον ακόλουθο πίνακα καταγράφονται οι συνολικές ποσότητες γεωργοκτηνοτροφικών αποβλήτων στην Περιφέρεια κατ' έτος.

Πίνακας 32: Ποσότητες γεωργοκτηνοτροφικών αποβλήτων

Πηγή: Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας - Θράκης, Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ)

Κατηγορία Αποβλήτου	Τη/ έτος
Γεωργικά	7.900
Κτηνοτροφικά	65.041
Σύνολο Περιφέρειας	72.941

Μία ροή με ιδιαίτερη σημασία για την υπολειμματική βιομάζα και το ενεργειακό της περιεχόμενο αποτελούν από τα δημοτικά απόβλητα, τα κλαδέματα (από πάρκα, κήπους, πλατείες). Τα τελευταία καταλήγουν με φορτηγά από τους δήμους Κομοτηνής, Δράμας Καβάλας, Ξάνθης και Αλεξανδρούπολης σε ΧΥΤΑ και ΧΑΔΑ. Ο πίνακας που ακολουθεί παρουσιάζει τις ποσότητες των κλαδεμάτων και τον τόπο διάθεσής τους στην Περιφέρεια.

Πίνακας 33: Ποσότητες κλαδεμάτων στην Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας – Θράκης

Πηγή: Καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης διαχείρισης και σύνθεσης των απορριμμάτων της Περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης]

Τόπος διάθεσης κλαδεμάτων Περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας-Θράκης	Ποσότητα κλαδεμάτων/ ημέρα (σε Kg)	Ποσότητα κλαδεμάτων/ έτος (σε Kg)
ΧΥΤΑ Ξάνθης	2.385	870.525
ΧΥΤΑ Καβάλας	2.126	775.990
ΧΑΔΑ Αλεξανδρούπολης	1.940	708.100
Σύνολο	6.451	2.354.615

Στην συνέχεια παρουσιάζονται οι συνολικές γεωργικές εκμεταλλεύσεις, όσων αφορά τις δενδρώδεις καλλιέργειες καθώς και το συνολικό δυναμικό της βιομάζας και το εν δυνάμει ενεργειακό της περιεχόμενο ανά πηγή και Περιφερειακή Ενότητα.

Πίνακας 34: Γεωργικές εκμεταλλεύσεις στην Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας – Θράκης (οι εκτάσεις σε χιλιάδες στρέμματα)

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, κατανομή της χρησιμοποιούμενης γεωργικής έκτασης των εκμεταλλεύσεων, κατά βασικές κατηγορίες χρήσης, περιφέρεια και νομό, Έρευνα Διάρθρωσης Γεωργικών και Κτηνοτροφικών Εκμεταλλεύσεων, έτους 2013

Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας – Θράκης	Δενδρώδεις Καλλιέργειες		Ελιές		Δενδρώδεις καλλιέργειες εκτός από ελιές	
	Εκμεταλ.	Εκτάσεις	Εκμεταλ.	Εκτάσεις	Εκμεταλ.	Εκτάσεις
Π.Ε. Δράμας	943	9	800	7	243	3

Π.Ε. Καβάλας	7.083	100	6.381	77	1.625	23
Π.Ε. Έβρου	1.672	30	1.331	25	386	5
Π.Ε. Ξάνθης	1.117	11	833	5	366	5
Π.Ε. Ροδόπης	2.977	16	1.878	8	1.319	9
Σύνολο	13.793	166	11.223	122	3.939	45

Πίνακας 35: Δυναμικό βιομάζας στην Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας - Θράκης (σε τόνους), 2010

Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, ετήσια γεωργική στατιστική της Εθνικής Στατιστικής Αρχής, <http://geodata.gov.gr/dataset/dunamiko-biomazas-apo-sterea-upoleimmata>

Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας - Θράκης	Σημειακές πηγές	Αροτραίες καλλιέργειες	Θερμοκήπια	Λευκώδεις καλλιέργειες	Άμπελοι	Δάση
Π.Ε. Έβρου	162	109.569	200	2.711	856	44.007
Π.Ε. Καβάλας	7.004	37.480	349	14.471	23.463	9.197
Π.Ε. Ροδόπης	87	53.361	142	3.101	345	48.468
Π.Ε. Δράμας	2.408	50.930	206	1.140	1.863	66.290
Π.Ε. Ξάνθης	1	39.128	42	362	126	24.323
Σύνολο	9.662	290.469	938	21.785	26.653	192.285

Πίνακας 36: Διαθέσιμη ενέργεια βιομάζας στην Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας - Θράκης (σε GJ), 2010

Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, ετήσια γεωργική στατιστική της Εθνικής Στατιστικής Αρχής, <http://geodata.gov.gr/dataset/dunamiko-biomazas-apo-sterea-upoleimmata>

Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας - Θράκης	Σημειακές πηγές	Αροτραίες καλλιέργειες	Θερμοκήπια	Λευκώδεις καλλιέργειες	Άμπελοι	Δάση
Π.Ε. Έβρου	2.980	1.922.927	1.916	47.474	16.213	857.763
Π.Ε. Καβάλας	141.118	675.644	3.351	249.022	444.630	178.438
Π.Ε. Ροδόπης	1.560	948.507	1.358	53.183	6.542	940.270
Π.Ε. Δράμας	38.889	914.048	1.973	19.464	35.298	1.287.685
Π.Ε. Ξάνθης	9	708.678	402	6.293	2.387	472.181
Σύνολο	184.555	5.169.804	9.001	375.436	505.070	3.736.338

Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας



Εικόνα 34: Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας

Πηγή: <https://el.wikipedia.org/wiki/>

Η Στερεά Ελλάδα βρίσκεται στο νότιο τμήμα της ηπειρωτικής Ελλάδας και καταλαμβάνει έκταση 15.549 Km² με 230 Km μήκος και 95 Km πλάτος. Ο συνολικός πληθυσμός φτάνει τις 547.390 (απογραφή 2011). (Βικιπαίδεια, Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας)

Σε σχέση με την περιφερειακή κατανομή του ΑΕΠ στην Ελλάδα η περιφέρεια κατατάσσεται στην έκτη θέση με σταδιακή μείωση της συμμετοχής της στη συνολική οικονομική δραστηριότητα της χώρας, αποτέλεσμα κυρίως των χαμηλότερων ρυθμών αύξησης του περιφερειακού ΑΕΠ. Ο πρωτογενής τομέας της οικονομίας έχει πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλες περιοχές της Ελλάδας εξ 'αιτίας των αξιόλογων πεδινών εκτάσεων και της καθετοποιημένης παραγωγής και έτσι καταφέρνει να αποτελεί βασική πηγή εισοδήματος και απασχόλησης για μεγάλο μέρος του πληθυσμού της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας και καθοριστικό παράγοντα για τη διατήρηση της κοινωνικής και οικονομικής συνοχής των περιοχών της υπαίθρου. (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας 2015-2019)

Οι συνολικές ποσότητες βιομάζας που παράγονται στην Περιφέρεια από τις γεωργικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες ανέρχονται στους 1,4 εκ. τόνους όπως φαίνεται και στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 37: Ποσότητες γεωργοκτηνοτροφικών αποβλήτων στην Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας

Πηγή: Περιφερειακό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ) Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας, 2016

Κατηγορία Αποβλήτου	Τη/ έτος
Γεωργοκτηνοτροφικά (μη επικίνδυνα)	1.339.200
Σύνολο Περιφέρειας	1.339.200

Πέραν από την συνολική ποσότητα βιομάζας παρουσιάζονται στη συνέχεια οι συνολικές δενδρώδεις καλλιέργειες, το δυναμικό βιομάζας και η διαθέσιμη ενέργεια που προκύπτει ανά πηγή παραγωγής της και ανά Περιφερειακή Ενότητα.

Πίνακας 38: Γεωργικές εκμεταλλεύσεις στην Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας (οι εκτάσεις σε χιλιάδες στρέμματα)

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, κατανομή της χρησιμοποιούμενης γεωργικής έκτασης των εκμεταλλεύσεων, κατά βασικές κατηγορίες χρήσης, περιφέρεια και νομό, Έρευνα Διάρθρωσης Γεωργικών και Κτηνοτροφικών Εκμεταλλεύσεων, έτους 2013

Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας	Δενδρώδεις Καλλιέργειες		Ελιές		Δενδρώδεις καλλιέργειες εκτός από ελιές	
	Εκμεταλ.	Εκτάσεις	Εκμεταλ.	Εκτάσεις	Εκμεταλ.	Εκτάσεις
Π.Ε. Βοιωτίας	12.516	136	12.468	133	526	4
Π.Ε. Ευβοίας	20.895	281	20.516	257	3.490	25
Π.Ε. Ευρυτανίας	1.193	9	646	6	645	2
Π.Ε. Φθιώτιδος	13.445	277	12.546	250	1.832	27
Π.Ε. Φωκίδος	5.498	55	5.128	51	1.451	4
Σύνολο	53.547	758	51.305	697	7.944	62

Πίνακας 39: Δυναμικό βιομάζας στην Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας (σε τόνους), 2010

Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, ετήσια γεωργική στατιστική της Εθνικής Στατιστικής Αρχής, <http://geodata.gov.gr/dataset/dunamiko-biomazas-apo-sterea-upoleimmata>

Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας	Σημειακές πηγές	Αροτραίες καλλιέργειες	Θερμοκήπια	Δενδρώδεις καλλιέργειες	Άμπελοι	Δάση
Π.Ε. Εύβοιας	39.822	13.492	265	13.425	8.240	22.256
Π.Ε. Βοιωτίας	42.898	80.775	36	7.689	12.228	19
Π.Ε. Ευρυτανίας	0	156	0	1.503	70	12.705
Π.Ε. Φωκίδας	557	1.456	1	3.498	438	6.423
Π.Ε. Φθιώτιδας	14.340	103.188	77	36.649	2.853	21.346
Σύνολο	97.618	199.066	380	62.765	23.829	62.750

Πίνακας 40: Διαθέσιμη ενέργεια βιομάζας στην Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας (σε GJ), 2010

Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, ετήσια γεωργική στατιστική της Εθνικής Στατιστικής Αρχής, <http://geodata.gov.gr/dataset/dunamiko-biomazas-apo-sterrea-upoleimmata>

Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας	Σημειακές πηγές	Αροτραίες καλλιέργειες	Θερμοκίπια	Δενδρόδεις καλλιέργειες	Αμπελοι	Δάση
Π.Ε. Εύβοιας	482.617	241.805	2.544	236.753	156.154	441.482
Π.Ε. Βοιωτίας	537.821	1.447.919	347	137.824	231.715	386
Π.Ε. Ευρυτανίας	3	2.803	0	25.475	1.319	251.834
Π.Ε. Φωκίδας	8.370	26.181	12	62.015	8.305	126.805
Π.Ε. Φθιώτιδας	243.267	1.841.578	743	654.840	54.061	416.944
Σύνολο	1.272.078	3.560.286	3.646	1.116.908	451.555	1.237.452

Περιφέρεια Πελοποννήσου



Εικόνα 35: Περιφέρεια Πελοποννήσου

Πηγή: <https://el.wikipedia.org/wiki/>

Η Περιφέρεια Πελοποννήσου αποτελεί το νοτιότερο χερσαίο άκρο της Ευρώπης και καλύπτει το 11,7% της συνολικής έκτασης της χώρας. Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της Περιφέρειας Πελοποννήσου αποτελεί το έντονο ανάγλυφο του εδάφους της, όπου κυριαρχούν οι ορεινοί όγκοι (50,1% της συνολικής της έκτασης). Το 19,9% της έκτασης της είναι πεδινό και το 30% ημιορεινό ενώ ο πληθυσμός της είναι 581.980 κάτοικοι (5,4% του συνολικού πληθυσμού της χώρας, Απογραφή 2011). (Βικιπαίδεια, Περιφέρεια Πελοποννήσου)

Στην συνολική οικονομική δραστηριότητα της Περιφέρειας Πελοποννήσου σημαντική είναι η συνεισφορά του τριτογενή τομέα (67%) και με ιδιαίτερα υψηλό ποσοστό συμμετέχει ο πρωτογενής τομέας με 6,3%, καθώς και ο δευτερογενής τομέας με 26,8%. (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Περιφέρειας Πελοποννήσου στρατηγικός σχεδιασμός, 2012)

Οι κύριες πηγές προέλευσης των γεωργικών αποβλήτων είναι οι αγροτικοί συνεταιρισμοί και οι μεμονωμένοι αγρότες με τις σημαντικότερες κατηγορίες και ποσότητες να φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί. Ιδιαίτερα για τα απόβλητα

ελαιοτριβείων η Περιφέρεια έχει σοβαρό πρόβλημα λόγω της μεγάλης παραγωγής σε ελαιόλαδο.

Πίνακας 41: Ποσότητες αποβλήτων γεωργίας στην Περιφέρεια Πελοποννήσου (σε Tn/ έτος, 2007)

Πηγή: Πλαίσιο Κατευθύνσεων για την Επικαιροποίηση του Π.Ε.Σ.Δ.Α Πελοποννήσου, Ιούλιος 2010

Περιφέρεια Πελοποννήσου	Ποσότητες κλαδεμάτων	Αποσυρόμενα φρούτα	Απόβλητα οινοποιίας	Απόβλητα ελαιοτριβείων 2 φάσεων
Π.Ε. Αργολίδας	117.392	10.895	1.168	35.646
Π.Ε. Αρκαδίας	62.768	249	1.366	17.660
Π.Ε. Κορινθίας	110.309	1.156	5.921	40.563
Π.Ε. Λακωνίας	159.936	9.209	638	91.225
Π.Ε. Μεσσηνίας	401.130	658	1.726	194.072
Σύνολο	851.535	22.167	10.819	379.165

Συνολικός στόχος για τα γεωργικά υπολείμματα και άχρηστα γεωργικά προϊόντα είναι η μεγιστοποίηση της αξιοποίησής τους, η μείωση της ποσότητας τελικής διάθεσής τους με πρακτικές που αποβλέπουν στην προστασία του περιβάλλοντος με παράλληλο επενδυτικό ενδιαφέρον.

Οι εθνικοί στόχοι που έχουν τεθεί για τα γεωργικά απόβλητα αφορούν και την Περιφέρεια Πελοποννήσου και περιλαμβάνουν δύο εναλλακτικές διαχειρίσις:

- Αξιοποίηση ως πηγή οργανικής ουσίας για την παραγωγή εδαφοβελτιωτικού.
- Ενεργειακή αξιοποίηση είτε ως βιοκαυσίμου είτε για την παραγωγή ενέργειας.

Οι συνολικές δενδρώδεις καλλιέργειες, το δυναμικό βιομάζας και η διαθέσιμη ενέργεια που προκύπτει ανά πηγή παραγωγής της και ανά Περιφερειακή Ενότητα παρουσιάζονται στους ακόλουθους πίνακες

Πίνακας 42: Γεωργικές εκμεταλλεύσεις στην Περιφέρεια Πελοποννήσου (οι εκτάσεις σε χιλιάδες στρέμματα)

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, κατανομή της χρησιμοποιούμενης γεωργικής έκτασης των εκμεταλλεύσεων, κατά βασικές κατηγορίες χρήσης, περιφέρεια και νομό, Έρευνα Διάρθρωσης Γεωργικών και Κτηνοτροφικών Εκμεταλλεύσεων, έτους 2013

Περιφέρεια Πελοποννήσου	Δενδρώδεις Καλλιέργειες		Ελιές		Δενδρώδεις καλλιέργειες εκτός από ελιές	
	Εκμεταλ.	Εκτάσεις	Εκμεταλ.	Εκτάσεις	Εκμεταλ.	Εκτάσεις
Π.Ε. Αργολίδος	15.012	376	11.355	244	8.442	131
Π.Ε. Αρκαδίας	9.279	158	7.176	120	3.913	39
Π.Ε. Κορινθίας	16.045	250	14.558	204	6.365	47
Π.Ε. Λακωνίας	19.572	680	18.106	582	6.634	98

Π.Ε. Μεσσηνίας	27.566	599	27.455	581	2.913	18
Σύνολο	87.475	2.064	78.650	1.731	28.267	333

Πίνακας 43: Δυναμικό βιομάζας στην Περιφέρεια Πελοποννήσου (σε τόνους), 2010

Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, ετήσια γεωργική στατιστική της Εθνικής Στατιστικής Αρχής, <http://geodata.gov.gr/dataset/dunamiko-biomazas-apo-sterea-upoleimmata>

Περιφέρεια Πελοποννήσου	Σημειακές πηγές	Αροτραίες καλλιέργειες	Θερμοκήπια	Δενδρώδεις καλλιέργειες	Άμπελοι	Λάση
Π.Ε. Αργολίδας	15.863	2.714	766	47.398	2.595	744
Π.Ε. Αρκαδίας	4.540	9.121	356	16.043	3.539	0
Π.Ε. Λακωνίας	22.445	1.896	515	37.214	1.630	15
Π.Ε. Κορινθίας	7.416	6.001	178	17.659	14.597	1.141
Π.Ε. Μεσσηνίας	21.623	2.551	6.244	98.082	6.979	1.299
Σύνολο	71.886	22.282	8.058	216.396	29.340	3.198

Πίνακας 44: Διαθέσιμη ενέργεια βιομάζας στην Περιφέρεια Πελοποννήσου (σε GJ), 2010

Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, ετήσια γεωργική στατιστική της Εθνικής Στατιστικής Αρχής, <http://geodata.gov.gr/dataset/dunamiko-biomazas-apo-sterea-upoleimmata>

Περιφέρεια Πελοποννήσου	Σημειακές πηγές	Αροτραίες καλλιέργειες	Θερμοκήπια	Δενδρώδεις καλλιέργειες	Άμπελοι	Λάση
Π.Ε. Αργολίδας	276.174	48.352	7.355	800.084	0	0
Π.Ε. Αρκαδίας	79.363	162.766	3.419	275.341	67.066	0
Π.Ε. Λακωνίας	392.051	34.201	4.940	643.250	30.888	296
Π.Ε. Κορινθίας	143.130	107.520	1.704	308.298	276.611	22.818
Π.Ε. Μεσσηνίας	386.195	46.063	59.939	1.758.327	132.253	25.195
Σύνολο	1.276.912	398.902	77.358	3.785.300	506.819	48.309

Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας



Εικόνα 36: Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας

Πηγή: <https://el.wikipedia.org/wiki/>

Η Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας γεωγραφικά καλύπτει το δυτικό κομμάτι της Μακεδονίας με έκταση 9.451 Km² και πληθυσμό που ανέρχεται σε 283.689 κατοίκους (απογραφή της ΕΣΥΕ, 2011). Μεγαλύτερη πόλη και πρωτεύουσά της είναι η Κοζάνη και είναι το ενεργειακό παραγωγικό κέντρο της Ελλάδας μιας και στο έδαφός της παράγονται περίπου τα 2/3 της ηλεκτρικής ενέργειας όλης της χώρας. (Βικιπαίδεια, Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας)

Τα γεωργικά απόβλητα της Περιφέρειας προκύπτουν από τις γεωργικές δραστηριότητες της περιοχής και περιλαμβάνουν τα γεωργικά υπολείμματα ετήσιων, πολυετών και δενδρωδών καλλιεργειών καθώς και τα κτηνοτροφικά απόβλητα, τα οποία περιλαμβάνουν κυρίως την κόπρο με ή χωρίς στρωμνή (βουστάσια, χοιροστάσια, αιγοπροβατοστάσια, ιπποφορβεία, ορνιθοτροφεία, εκτροφεία και πτηνοτροφεία). Οι ποσότητες και των δύο κατηγοριών φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα (σε συνολική οργανική ύλη και ξηρό βάρος).

Πίνακας 45: Ποσότητες γεωργοκτηνοτροφικών αποβλήτων

Πηγή: Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΣΜΠΕ) για το ΠΕΣΔΑ Δυτικής Μακεδονίας, 2014

Κατηγορία Αποβλήτου	Tn/ έτος, 2011
Γεωργικά υπολείμματα (συνολική παραγόμενη οργανική ύλη)	1.052.074
Γεωργικά υπολείμματα (ξηρό βάρος)	361.089
Κτηνοτροφικά υπολείμματα (ξηρό βάρος)	407.354

Λυπηρό ωστόσο είναι το γεγονός ότι το μεγαλύτερο μέρος των προαναφερθέντων ποσοτήτων είναι ανεκμετάλλευτο με τα ανάλογα περιβαλλοντικά και οικονομικά προβλήματα. Στόχοι του ΠΕΣΔΑ για την υπολειπόμενη βιομάζα είναι η συλλογή των βιοαποδομήσιμων αποβλήτων γεωργοκτηνοτροφικής προέλευσης προς ωφέλεια της γεωργίας και παραγωγή ενέργειας. (Σ.Μ.Π.Ε, ΠΕΣΔΑ Περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας, 2014)

Οι πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζουν την υπολειπόμενη βιομάζα καθώς και το δυναμικό βιομάζας για τις πιο σημαντικές πηγές στην Περιφέρεια, συνολικά και ανά Περιφερειακή Ενότητα.

Πίνακας 46: Υπολείμματα βιομάζας στην Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας (σε τόνους)

Πηγή: Δυνατότητα ενεργειακής αξιοποίησης βιομάζας στην Περιφέρεια Δυτ. Μακεδονίας, Βασιλική Κ. Σκουλού

Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας	Σιτάρι (σκληρό)	Λοιπά σιτηρά	Εσπεριδ.	Αραβόσιτος ποτιστικός	Ροδάκινα & αγγούρια (ξ. β)	Κεράσια (ξ. β)	Καλαμπόκι	Όσπρια
Π.Ε. Γρεβενών	1.391	7.179	85	-	-	-	45.982	808
Π.Ε. Καστοριάς	6.773	213	-	-	-	-	44.845	-
Π.Ε. Κοζάνης	9.566	2.065	-	204.503	43	2.773	-	-
Π.Ε. Φλωρίνης	2.604	6.108	-	-	16.027	-	330.896	-
Σύνολο	20.334	15.565	85	204.503	16.070	2.773	421.723	808

Πίνακας 47: Υπολείμματα βιομάζας στην Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας (σε τόνους)

Πηγή: Δυνατότητα ενεργειακής αξιοποίησης βιομάζας στην Περιφέρεια Δυτ. Μακεδονίας, Βασιλική Κ. Σκουλού

Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας	Δενδρώδεις καλλιέργειες	Ελαιώνες	Ξύλα	Νεκρά κλαδιά και φλοιοί	Καρποί με κέλυφος (ξ. β)	Καπνός	Αμπέλια (ξ. β)	Ζαχαρότευλα (ξ. β)
Π.Ε. Γρεβενών	2.331	85	17.525	1.101.456	13.086	187	1.296	11
Π.Ε. Καστοριάς	14.910	-	5.372	988.053	2.751	-	927	-
Π.Ε. Κοζάνης	22.651	-	7.091	3.400	13.238	-	821	7.791
Π.Ε. Φλωρίνης	21.229	-	8.361	671.389	8.571	-	7.696	-
Σύνολο	61.121	85	38.349	2.764.298	37.646	187	10.740	7.802

Πίνακας 48: Γεωργικές εκμεταλλεύσεις στην Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας (οι εκτάσεις σε χιλιάδες στρέμματα)

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, κατανομή της χρησιμοποιούμενης γεωργικής έκτασης των εκμεταλλεύσεων, κατά βασικές κατηγορίες χρήσης, περιφέρεια και νομό, Έρευνα Διάρθρωσης Γεωργικών και Κτηνοτροφικών Εκμεταλλεύσεων, έτους 2013

Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας	Δενδρώδεις Καλλιέργειες		Ελιές		Δενδρώδεις καλλιέργειες εκτός από ελιές	
	Εκμεταλ.	Εκτάσεις	Εκμεταλ.	Εκτάσεις	Εκμεταλ.	Εκτάσεις
Π.Ε. Γρεβενών	521	3	9	0	519	3

Π.Ε. Καστοριάς	624	12	10	0	619	12
Π.Ε. Κοζάνης	2.063	28	273	2	1.847	27
Π.Ε. Φλώρινης	1.029	20	5	0	1.023	20
Σύνολο	4.237	64	297	2	4.008	62

Πίνακας 49: Δυναμικό βιομάζας στην Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας (σε τόνους), 2010

Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, ετήσια γεωργική στατιστική της Εθνικής Στατιστικής Αρχής, <http://geodata.gov.gr/dataset/dunamiko-biomazas-apo-sterea-upoleimmata>

Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας	Σημειακές πηγές	Αροτραίες καλλιέργειες	Θερμοκήπια	Δενδρώδεις καλλιέργειες	Άμπελοι	Δάση
Π.Ε. Γρεβενών	418	30.658	7	597	552	13.578
Π.Ε. Καστοριάς	0	17.546	15	12.372	316	29.619
Π.Ε. Κοζάνης	998	66.047	6	7.227	1.622	14.135
Π.Ε. Φλώρινας	551	29.466	4	4.888	1.676	43.265
Σύνολο	1.966	143.717	31	25.084	4.166	100.597

Πίνακας 50: Διαθέσιμη ενέργεια βιομάζας στην Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας (σε GJ), 2010

Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, ετήσια γεωργική στατιστική της Εθνικής Στατιστικής Αρχής, <http://geodata.gov.gr/dataset/dunamiko-biomazas-apo-sterea-upoleimmata>

Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας	Σημειακές πηγές	Αροτραίες καλλιέργειες	Θερμοκήπια	Δενδρώδεις καλλιέργειες	Άμπελοι	Δάση
Π.Ε. Γρεβενών	6.270	549.950	64	10.023	10.457	265.289
Π.Ε. Καστοριάς	0	314.938	142	207.843	5.983	578.436
Π.Ε. Κοζάνης	17.126	1.180.141	54	121.354	30.743	274.791
Π.Ε. Φλώρινας	10.712	533.531	34	79.267	31.756	839.411
Σύνολο	34.108	2.578.560	293	418.486	78.940	1.957.926

Περιφέρεια Ηπείρου



Εικόνα 37: Περιφέρεια Ηπείρου

Πηγή: <https://el.wikipedia.org/wiki/>

Η Ήπειρος είναι μια ιστορική περιφέρεια στην νοτιοανατολική Ευρώπη και βρίσκεται μεταξύ της οροσειράς Πίνδου και του Ιονίου Πελάγους, εκτεινόμενη από τα Κεραύνια όρη στον βορρά, μέχρι τα ερείπια της ρωμαϊκής πόλης Νικόπολη στον νότο με έκταση 9.203 km², πρωτεύουσα τα Ιωάννινα και πληθυσμό 336.856 (2011) (Βικιπαίδεια, Περιφέρεια Ηπείρου)

Ο πρωτογενής τομέας δίνει δυναμικό παρόν στην Περιφέρεια στην απασχόληση και την οικονομία με μεγαλύτερη ένταση στις πεδιάδες της Άρτας και της Πρέβεζας και σε κτηνοτροφικές περιοχές της Περιφέρειας (π.χ. Δωδώνης, Σουλίου, Φιλιατών). Οι τύποι καλλιεργειών περιλαμβάνουν λιβάδια και βοσκότοπους, οπωροκηπευτικά, δενδρώδεις καλλιέργειες, αμπέλια, σταφιδάμπελα, οικογενειακοί λαχανόκηποι ενώ αρκετά συχνά συναντώνται και περιοχές οι οποίες βρίσκονται σε αγρανάπαυση. Στην Π.Ε. Ιωαννίνων ανήκουν οι μεγαλύτερες εκμεταλλεύσιμες δασικές εκτάσεις, με σαφείς περιορισμούς όμως στις δραστηριότητες υλοτόμησης. Τα απόβλητα του γεωργικού τομέα περιλαμβάνουν κυρίως προϊόντα κλαδέματος και άλλα γεωργικά υπολείμματα φυτικής προέλευσης, όπως υπολείμματα σοδειάς, αποσυρόμενα φρούτα και λαχανικά.

Στόχος του ΠΕΣΔΑ Ηπείρου, είναι η αξιοποίηση των γεωργικών αποβλήτων και των αποβλήτων δασοκομίας μέσω της παραγωγής ενέργειας και της συνεπεξεργασίας τους με άλλα είδη αποβλήτων.

Τα προτεινόμενα μέτρα περιλαμβάνουν:

- ✓ Συνεπεξεργασία των γεωργικών αποβλήτων στις αποκεντρωμένες μονάδες κομποστοποίησης οργανικού.
- ✓ Αξιοποίηση γεωργικών αποβλήτων για την παραγωγή ενέργειας μέσω ιδιωτικής χρηματοδότησης. (δημιουργία pellets από ξηρή βιομάζα και καύση σε σόμπες, ενεργειακά τζάκια, λέβητες σε δημοτικές εγκαταστάσεις). (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Θεσσαλίας – Στερεάς Ελλάδας – Ηπείρου 2007-2013), (Αναθεώρηση του Περιφερειακού Σχεδίου Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ) Περιφέρειας Ηπείρου)

Οι πίνακες που παρουσιάζονται στην συνέχεια δείχνουν αναλυτικά τόσο την υπολειπόμενη βιομάζα όσο και το δυναμικό της ανά πηγή προέλευσης, το ενεργειακό της περιεχόμενο καθώς και πληροφορίες σχετικά με τις δενδρώδεις καλλιέργειες τόσο στο σύνολο όσο και ανά Περιφερειακή Ενότητα.

Πίνακας 51: Ποσότητες γεωργικών αποβλήτων στην Περιφέρεια Ηπείρου

Πηγή: <http://mitagro.angelfire.com/biomasse.htm>

Κατηγορία Αποβλήτου	Τη/ έτος
Καυσόξυλο (αγροτικό περιεχόμενο)	51.829
Καυσόξυλο (δασικό περιεχόμενο)	98.341
Άχυρο	13.987
Κλαδέματα δέντρων και θάμνων	16.836
Υπολείμματα Δασοκομίας	72.995
Φύλλα/ Κλαδιά (καλλιέργειες καπνού, καλαμποκιού)	80.564
Υπολείμματα ελαιοπαραγωγής (πυρηνέλαιο)	4.331
Σύνολο Περιφέρειας	287.054

Πίνακας 52: Γεωργικές εκμεταλλεύσεις στην Περιφέρεια Ηπείρου (οι εκτάσεις σε χιλιάδες στρέμματα)

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, κατανομή της χρησιμοποιούμενης γεωργικής έκτασης των εκμεταλλεύσεων, κατά βασικές κατηγορίες χρήσης, περιφέρεια και νομό, Έρευνα Διάρθρωσης Γεωργικών και Κτηνοτροφικών Εκμεταλλεύσεων, έτους 2013

Περιφέρεια Ηπείρου	Δενδρώδεις Καλλιέργειες		Ελιές		Δενδρώδεις καλλιέργειες εκτός από ελιές	
	Εκμεταλ.	Εκτάσεις	Εκμεταλ.	Εκτάσεις	Εκμεταλ.	Εκτάσεις
Π.Ε. Άρτης	8.182	91	4.712	41	5.137	50
Π.Ε. Θεσπρωτίας	5.184	75	4.795	58	956	17
Π.Ε. Ιωαννίνων	404	2	180	1	228	1
Π.Ε. Πρεβέζης	5.633	75	5.218	68	1.017	7
Σύνολο	19.403	243	14.905	168	7.337	75

Πίνακας 53: Δυναμικό βιομάζας στην Περιφέρεια Ηπείρου (σε τόνους), 2010

Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, ετήσια γεωργική στατιστική της Εθνικής Στατιστικής Αρχής, <http://geodata.gov.gr/dataset/dunamiko-biomazas-apo-sterea-upoleimmata>

Περιφέρεια Ηπείρου	Σημειακές πηγές	Αροτραίες καλλιέργειες	Θερμοκήπια	Δενδρώδεις καλλιέργειες	Άμπελοι	Δάση
Π.Ε. Άρτας	1.231	3.937	366	21.012	104	2.885
Π.Ε. Ιωαννίνων	52.000	7.379	388	1.550	1.460	32.207

Π.Ε. Πρέβεζας	37	7.773	2.119	5.109	191	0
Π.Ε. Θεσπρωτίας	7	2.970	62	13.234	34	972
Σύνολο	53.275	22.059	2.935	40.905	1.789	36.064

Πίνακας 54: Διαθέσιμη ενέργεια βιομάζας στην Περιφέρεια Ηπείρου (σε GJ), 2010

Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, ετήσια γεωργική στατιστική της Εθνικής Στατιστικής Αρχής, <http://geodata.gov.gr/dataset/dunamiko-biomazas-apo-sterea-upoleimmata>

Περιφέρεια Ηπείρου	Σημειακές πηγές	Αροτραίες καλλιέργειες	Θερμοκήπια	Δενδρώδεις καλλιέργειες	Άμπελοι	Δάση
Π.Ε. Άρτας	12.941	71.575	3.511	354.228	1.971	56.116
Π.Ε. Ιωαννίνων	556.461	135.495	3.727	26.074	27.669	629.270
Π.Ε. Πρέβεζας	565	142.328	20.340	89.303	3.623	0
Π.Ε. Θεσπρωτίας	124	53.260	595	225.040	644	18.898
Σύνολο	570.091	402.658	28.174	694.646	33.907	704.283

Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας



Εικόνα 38: Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας

Η Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας καλύπτει το βορειοδυτικό τμήμα της Πελοποννήσου και το δυτικό της Στερεάς Ελλάδας με έκταση 11.350 km², πληθυσμό 679.796 (2011) και πρωτεύουσα την Πάτρα (Βικιπαίδεια, Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας)

Πηγή: <https://el.wikipedia.org/wiki/>

Η γεωργία, η κτηνοτροφία και η αλιεία αποτελούν παραδοσιακούς κλάδους οικονομικής δραστηριότητας για την Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας. Ειδικά για την πρώτη σημαντικές περιοχές για την παραγωγικότητα είναι ο κάμπος, οι πεδινές περιοχές της Π.Ε. Ηλείας και του Αγρινίου – Μεσολογίου. Κυριαρχούν οι αροτραίες καλλιέργειες (αραβόσιτος, βαμβάκι, μηδική), οι δενδρώδεις καλλιέργειες (ελιές, εσπεριδοειδή), η αμπελοκαλλιέργεια και η καλλιέργεια κηπευτικών. Τα γεωργικά

υπολείμματα χρησιμοποιούνται ως τροφή των ζώων ελευθέρως βοσκής ή διατίθενται στη γη για τη βελτίωση του εδάφους. Η βιομάζα δασικής προέλευσης αφορά τα προϊόντα καλλιέργειας (αραιώσεων) και καθαρισμού των δασών, τα υπολείμματα των υλοτομιών και τα υπολείμματα επεξεργασίας του ξύλου στο δάσος.

Ο κατευθυντήριο στόχος για τα γεωργοκτηνοτροφικά απόβλητα που τίθεται στον ΕΣΔΑ με χρονικό ορίζοντα το 2020 είναι η ανάπτυξη δικτύου συλλογής τους για χρήση ως εδαφοβελτιωτικό ή για παραγωγή ενέργειας από βιοαέριο/ βιομάζα. (Σ.Μ.Π.Ε , ΠΕΣΔΑ Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας, 2016)

Οι ακόλουθοι πίνακες δίνουν μία σαφή εικόνα για την ποσότητα της βιομάζας, το δυναμικό και το ενεργειακό της περιεχόμενο καθώς και για τις δενδρώδεις καλλιέργειες τόσο στο σύνολο τους, όσο και ανά Περιφερειακή Ενότητα και πηγή προέλευσης.

Πίνακας 55: Ποσότητες γεωργοκτηνοτροφικών αποβλήτων στην Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας

Πηγή: Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας, Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΣΜΠΕ) για την τροποποίηση του Περιφερειακού Σχεδίου Διαχείρισης Αποβλήτων (Π.Ε.Σ.Δ.Α.), 2016

Κατηγορία Αποβλήτου	Tn/ έτος
Γεωργικά υπολείμματα (συνολική παραγόμενη οργανική ύλη)	867.106
Γεωργικά υπολείμματα (ξηρό βάρος)	289.987
Κτηνοτροφικά υπολείμματα (ξηρό βάρος)	622.847

Πίνακας 56: Γεωργικές εκμεταλλεύσεις στην Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας (οι εκτάσεις σε χιλιάδες στρέμματα)

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, κατανομή της χρησιμοποιούμενης γεωργικής έκτασης των εκμεταλλεύσεων, κατά βασικές κατηγορίες χρήσης, περιφέρεια και νομό, Έρευνα Διάρθρωσης Γεωργικών και Κτηνοτροφικών Εκμεταλλεύσεων, έτους 2013

Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας	Δενδρώδεις Καλλιέργειες		Ελιές		Δενδρώδεις καλλιέργειες εκτός από ελιές	
	Εκμεταλ.	Εκτάσεις	Εκμεταλ.	Εκτάσεις	Εκμεταλ.	Εκτάσεις
Π.Ε. Αιτωλίας και Ακαρνανίας	24.942	346	23.889	298	4.442	48
Π.Ε. Αχαΐας	19.469	231	18.504	208	4.432	24
Π.Ε. Ηλείας	25.379	375	24.566	341	3.714	34
Σύνολο	69.790	952	66.959	846	12.587	106

Πίνακας 57: Δυναμικό βιομάζας στην Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας (σε τόνους), 2010

Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, ετήσια γεωργική στατιστική της Εθνικής Στατιστικής Αρχής, <http://geodata.gov.gr/dataset/dunamiko-biomazas-apo-sterea-upoleimmata>

Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας	Σημειακές πηγές	Αροτραίες καλλιέργειες	Θερμοκήπια	Δενδρώδεις καλλιέργειες	Άμπελοι	Δάση
Π.Ε. Αιτωλίας και Ακαρνανίας	5.406	43.153	671	30.365	1.082	11.942
Π.Ε. Ηλείας	12.696	44.602	12.421	60.534	10.963	4.974
Π.Ε. Αχαΐας	55.834	16.228	93	19.713	24.156	4.967
Σύνολο	73.936	103.983	13.186	110.613	36.201	21.884

Πίνακας 58: Διαθέσιμη ενέργεια βιομάζας στην Περιφέρεια Ηπείρου (σε GJ), 2010

Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, ετήσια γεωργική στατιστική της Εθνικής Στατιστικής Αρχής, <http://geodata.gov.gr/dataset/dunamiko-biomazas-apo-sterea-upoleimmata>

Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας	Σημειακές πηγές	Αροτραίες καλλιέργειες	Θερμοκήπια	Δενδρώδεις καλλιέργειες	Άμπελοι	Δάση
Π.Ε. Αιτωλίας και Ακαρνανίας	87.685	775.254	6.444	534.268	20.496	233.497
Π.Ε. Ηλείας	225.081	809.787	119.242	1.064.120	207.742	97.032
Π.Ε. Αχαΐας	1.001.747	290.963	895	348.262	457.763	97.917
Σύνολο	1.314.514	1.876.004	126.581	1.946.651	686.001	428.445

Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας



Εικόνα 39: Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας

Πηγή: <https://el.wikipedia.org/wiki/>

Η Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας είναι η μεγαλύτερη σε έκταση (18.811 Km²) και δεύτερη σε πληθυσμό περιφέρεια της Ελλάδας με 1.874.590 κατοίκους (απογραφή 2011). Διοικητικά και γεωγραφικά καλύπτει το κεντρικό κομμάτι της Μακεδονίας, με εξαίρεση τη χερσόνησο του Αγίου Όρους που διέπεται από ειδικό καθεστώς. Πρωτεύουσα και μεγαλύτερη πόλη είναι η Θεσσαλονίκη. Γεωμορφολογικά είναι πεδινή με πολλούς ποταμούς και ιδιαίτερα αναπτυγμένη, τόσο στον πρωτογενή όσο και στον δευτερογενή τομέα. (Βικιπαίδεια, Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας)

Όσον αφορά την παραγωγή γεωργοκτηνοτροφικών αποβλήτων, το μεγαλύτερο μέρος από τις παραγόμενες ποσότητες τους παραμένει ανεκμετάλλευτο, προκαλώντας ρύπανση στο περιβάλλον, παρά τους αυστηρούς όρους που περιλαμβάνονται στις περιβαλλοντικές άδειες και τον κώδικα ορθής γεωργικής πρακτικής. Υπόχρεοι για τη διαχείριση των γεωργοκτηνοτροφικών αποβλήτων είναι οι παραγωγοί γεωργικών προϊόντων και οι υπεύθυνοι κτηνοτροφικών μονάδων.

Οι στόχοι για την διαχείρισή τους δεν διαφέρουν από αυτούς των άλλων Περιφερειών και είναι:

- ✓ Η αξιοποίηση ως πηγή οργανικής ουσίας και ενέργειας (βιοαέριο).
- ✓ Η δυνατότητα χρήσης του παραγόμενου compost σε αγροτικές καλλιέργειες.

Για την εκτίμηση των παραγόμενων υπολειμμάτων του παρακάτω πίνακα χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία φυτικής παραγωγής του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων (ΥΠΑΑΤ) και οι βιβλιογραφικοί δείκτες που εκφράζουν το λόγο του παραγόμενου προϊόντος προς το παραγόμενο απόβλητο καλλιέργειας. (Σ.Μ.Π.Ε , ΠΕΣΔΑ Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας, 2016)

Πίνακας 59: Ποσότητες γεωργοκτηνοτροφικών αποβλήτων στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας

Πηγή: Αναθεώρηση Περιφερειακού Σχεδίου Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ) Κεντρικής Μακεδονίας & Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΣΜΠΕ), 2016

Κατηγορία Αποβλήτου	Tn/ έτος
Γεωργικά υπολείμματα (συνολική παραγόμενη οργανική ύλη)	2.524.154
Γεωργικά υπολείμματα (ξηρό βάρος)	706.624

Κτηνοτροφικά υπολείμματα (ξηρό βάρος)	1.330.511
---------------------------------------	-----------

Οι ακόλουθοι πίνακες, με χρησιμοποιούμενα στοιχεία από την ΕΛΣΤΑΤ και το ΚΑΠΕ, παρουσιάζουν το δυναμικό της βιομάζας, το ενεργειακό της περιεχόμενο καθώς και τις δεινρώδεις καλλιέργειες τόσο στο σύνολο τους όσο και ανά Περιφερειακή Ενότητα και πηγή προέλευσης στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας.

Πίνακας 60: Γεωργικές εκμεταλλεύσεις στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας (οι εκτάσεις σε χιλιάδες στρέμματα)

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, κατανομή της χρησιμοποιούμενης γεωργικής έκτασης των εκμεταλλεύσεων, κατά βασικές κατηγορίες χρήσης, περιφέρεια και νομό, Έρευνα Διάρθρωσης Γεωργικών και Κτηνοτροφικών Εκμεταλλεύσεων, έτος 2013

Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας	Δεινρώδεις Καλλιέργειες		Ελιές		Δεινρώδεις καλλιέργειες εκτός από ελιές	
	Εκμεταλ.	Εκτάσεις	Εκμεταλ.	Εκτάσεις	Εκμεταλ.	Εκτάσεις
Π.Ε. Ημαθίας	9.117	208	379	2	8.939	206
Π.Ε. Θεσσαλονίκης	3.368	30	2.847	23	648	7
Π.Ε. Κιλκίς	1.306	20	555	5	883	15
Π.Ε. Πέλλης	12.416	314	1.141	7	12.208	308
Π.Ε. Πιερίας	5.951	60	4.516	29	2.990	32
Π.Ε. Σερρών	5.692	55	5.099	35	1.515	20
Π.Ε. Χαλκιδικής	9.877	258	9.725	244	1.045	13
Σύνολο	47.726	946	24.262	343	28.227	601

Πίνακας 61: Δυναμικό βιομάζας στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας (σε τόνους), 2010

Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, ετήσια γεωργική στατιστική της Εθνικής Στατιστικής Αρχής, <http://geodata.gov.gr/dataset/dunamiko-biomazas-apo-sterea-upoleimmata>

Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας	Σημειακές πηγές	Αροτραίες καλλιέργειες	Θερμοκήπια	Δεινρώδεις καλλιέργειες	Άμπελοι	Δάση
Π.Ε. Χαλκιδικής	1.011	33.347	1.480	31.243	8.285	49.192
Π.Ε. Πέλλας	9.711	65.757	5.218	66.250	2.105	20.990
Π.Ε. Πιερίας	12	40.686	96	10.057	716	29.207
Π.Ε. Σερρών	1.295	143.727	415	9.390	2.462	39.496
Π.Ε. Θεσσαλονίκης	6.702	144.117	8.279	5.736	5.991	29.601
Π.Ε. Ημαθίας	5.627	51.465	1.716	76.704	2.565	39.549

Π.Ε. Κιλκίς	473	75.100	21	2.252	1.045	54.182
Σύνολο	24.831	554.198	17.224	201.632	23.169	262.218

Πίνακας 62: Διαθέσιμη ενέργεια βιομάζας στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας (σε GJ), 2010

Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, ετήσια γεωργική στατιστική της Εθνικής Στατιστικής Αρχής, <http://geodata.gov.gr/dataset/dunamiko-biomazas-apo-sterea-upoleimmata>

Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας	Σημειακές πηγές	Αροτραίες καλλιέργειες	Θερμοκήπια	Δενδρώδεις καλλιέργειες	Άμπελοι	Δάση
Π.Ε. Χαλκιδικής	19.160	597.002	14.208	557.789	156.995	955.031
Π.Ε. Πέλλας	172.977	1.169.316	50.089	0	0	0
Π.Ε. Πιερίας	181	722.743	923	169.882	13.573	569.267
Π.Ε. Σερρών	22.735	2.550.151	3.982	160.182	46.661	767.262
Π.Ε. Θεσσαλονίκης	118.098	2.542.706	79.474	99.381	113.530	575.018
Π.Ε. Ημαθίας	102.124	900.582	16.470	1.243.854	48.602	0
Π.Ε. Κιλκίς	8.681	1.346.309	205	37.907	19.794	1.051.401
Σύνολο	443.956	9.828.809	165.352	2.268.995	399.155	3.917.978

Περιφέρεια Ιονίων Νήσων



Εικόνα 40: Περιφέρεια Ιονίων Νήσων

Πηγή: <https://el.wikipedia.org/wiki/>

Η Περιφέρεια Ιονίων Νήσων εκτείνεται κατά μήκος της δυτικής ηπειρωτικής ακτής της Ελλάδας και περιλαμβάνει τα περισσότερα από τα νησιά των Επτανήσων, εκτός από τα Κύθηρα και Αντικύθηρα. Η έκτασή της είναι 2.307 Km² και συνολικός πληθυσμός 206.470 (απογραφή 2011) με πρωτεύουσα την Κέρκυρα. (Βικιπαίδεια, Περιφέρεια Ιονίων Νήσων)

Λόγω της ιδιαίτερης γεωμορφολογίας του εδάφους της Περιφέρειας Ιονίων Νήσων αναπτύχθηκαν οι αγροτικές δραστηριότητες και η γεωργία μαζί με την κτηνοτροφία αποτέλεσαν τον κύριο τροφοδότη της οικονομικής ανάπτυξης, όμως την τελευταία δεκαετία ο πρωτογενής τομέας κατέχει την τελευταία θέση μεταξύ των τομέων οικονομικής δραστηριότητας. Η γεωργική δραστηριότητα στην Περιφέρεια περιλαμβάνει τις μονοκαλλιέργειες (ελαιώνες και σταφίδα), τις δενδρώδεις

καλλιέργειες, τους οικογενειακούς λαχανόκηπους, τα μόνιμα λιβάδια, τους βοσκότοπους και τα φυτώρια.

Οι περισσότερες ετήσιες καλλιέργειες ανήκουν στην Π.Ε. Κεφαλονιάς - Ιθάκης, οι δενδρώδεις στην Π.Ε. Κέρκυρας και τα αμπέλια στην Π.Ε. Ζακύνθου. (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Περιφέρειας Ιόνιων νήσων 2014-2019)

Τα υπολείμματα των καλλιεργειών σύμφωνα με το ΠΕΣΔΑ παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 63: Ποσότητες γεωργοκτηνοτροφικών αποβλήτων στην Περιφέρεια Ιονίων Νήσων (Τη, έτος αναφοράς 2020)

Πηγή: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Περιφέρειας Ιόνιων νήσων 2014-2019

Κατηγορία Αποβλήτου	Τη/ έτος
Υπολείμματα καλλιεργειών	22.385
Αποσυρόμενα φρούτα και λαχανικά	1.806
Απόβλητα κτηνοτροφικής εκμετάλλευσης	112.557
Σύνολο Περιφέρειας	136.748

Για την Περιφέρεια Ιονίων Νήσων έχουν υιοθετηθεί οι στόχοι που έχουν τεθεί σε εθνικό επίπεδο για το ρεύμα των γεωργοκτηνοτροφικών αποβλήτων:

- ✓ Εφαρμογή των Κωδίκων Ορθής Γεωργικής Πρακτικής.
- ✓ Συλλογή του συνόλου των παραγόμενων γεωργοκτηνοτροφικών αποβλήτων και συνεπεξεργασία με το οργανικό κλάσμα των ΑΣΑ και ΒΑΑ.
- ✓ Ανακύκλωση ή άλλου είδους ανάκτηση, κατά προτεραιότητα επ'ωφελείας της γεωργίας ως οργανική ουσία για ενσωμάτωση στο έδαφος ως εδαφοβελτιωτικό έπειτα από κομποστοποίηση ή ζύμωση κτηνοτροφικών αποβλήτων, ή χώνευση του υπολείμματος των μονάδων βιοαερίου.
- ✓ Χρήση ως δευτερογενές καύσιμο (ανάκτηση σε μονάδες παραγωγής βιοαερίου. (Μελέτη Αναθεώρησης του Περιφερειακού Σχεδιασμού Διαχείρισης Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ) Ιονίων Νήσων, 2016)

Ακολουθεί το δυναμικό της βιομάζας στην Περιφέρεια Ιονίων Νήσων, το ενεργειακό της περιεχόμενο καθώς και οι συνολικές δενδρώδεις καλλιέργειες.

Πίνακας 64: Γεωργικές εκμεταλλεύσεις στην Περιφέρεια Ιόνιων Νήσων (οι εκτάσεις σε χιλιάδες στρέμματα)

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, κατανομή της χρησιμοποιούμενης γεωργικής έκτασης των εκμεταλλεύσεων, κατά βασικές κατηγορίες χρήσης, περιφέρεια και νομό, Έρευνα Διάρθρωσης Γεωργικών και Κτηνοτροφικών Εκμεταλλεύσεων, έτους 2013

Περιφέρεια Ιόνιων Νήσων	Δενδρώδεις Καλλιέργειες		Ελιές		Δενδρώδεις καλλιέργειες εκτός από ελιές	
	Εκμεταλ.	Εκτάσεις	Εκμεταλ.	Εκτάσεις	Εκμεταλ.	Εκτάσεις
Π.Ε. Ζακύνθου	5.977	81	5.941	78	959	2
Π.Ε. Κέρκυρας	13.713	153	13.634	152	1.034	2
Π.Ε. Κεφαλληνίας	4.278	34	4.252	32	734	1
Π.Ε. Λευκάδος	3.590	42	3.581	41	685	1
Σύνολο	27.558	310	27.407	304	3.411	7

Πίνακας 65: Δυναμικό βιομάζας στην Περιφέρεια Ιόνιων Νήσων (σε τόνους), 2010

Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, ετήσια γεωργική στατιστική της Εθνικής Στατιστικής Αρχής, <http://geodata.gov.gr/dataset/dunamiko-biomazas-apo-sterea-upoleimmata>

Περιφέρεια Ιόνιων Νήσων	Σημειακές πηγές	Αροτραίες καλλιέργειες	Θερμοκήπια	Δενδρώδεις καλλιέργειες	Αμπελοι	Λύση
Π.Ε. Κέρκυρας	346	400	270	25.272	1.939	0
Π.Ε. Λευκάδας	109	74	4	949	275	0
Π.Ε. Κεφαλληνία ς	984	712	25	2.823	1.638	0
Π.Ε. Ζακύνθου	1.050	905	219	28.197	3.501	0
Σύνολο	2.489	2.091	518	57.241	7.352	0

Πίνακας 66: Διαθέσιμη ενέργεια βιομάζας στην Περιφέρεια Ιόνιων Νήσων (σε GJ), 2010

Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, ετήσια γεωργική στατιστική της Εθνικής Στατιστικής Αρχής, <http://geodata.gov.gr/dataset/dunamiko-biomazas-apo-sterrea-upoleimmata>

Περιφέρεια Ιόνιων Νήσων	Σημειακές πηγές	Αροτραίες καλλιέργειες	Θερμοκήπια	Δενδρώδεις καλλιέργειες	Αμπελοι	Δάση
Π.Ε. Κέρκυρας	6.886	7.365	2.594	449.423	36.745	0
Π.Ε. Λευκάδας	2.187	1.338	43	16.756	5.210	0
Π.Ε. Κεφαλληνίας	19.813	12.577	236	49.856	31.031	0
Π.Ε. Ζακύνθου	20.301	16.177	2.103	506.042	66.338	0
Σύνολο	49.187	37.456	4.976	1.022.075	139.324	0

Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου



Εικόνα 41: Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου

Η Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου είναι μία νησιωτική Περιφέρεια με 9 κατοικημένα νησιά (Λέσβος, Χίος, Σάμος, Λήμνος, Ικαρία, Άγιος Ευστράτιος, Οινούσες, Ψαρά, Φούρνοι), συνολική έκταση 3.836 Km² και πληθυσμό 199.231 (2011) με πρωτεύουσα την Μυτιλήνη. (Βικιπαίδεια, Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου)

Πηγή: <https://el.wikipedia.org/wiki/>

Παράγει το 1,3% του συνολικού Α.Ε.Π. της χώρας (2008). Ο πρωτογενής τομέας διαδραματίζει σημαντικότερο ρόλο στην οικονομία της Περιφέρειας, από εκείνο που διαδραματίζει στο σύνολο της Χώρας. Η διάρθρωση του πρωτογενή τομέα ανά κλάδο μας κάνει να καταλάβουμε ότι κυριαρχούν οι κλάδοι της φυτικής και ζωικής παραγωγής. (Επικαιροποίηση–Τροποποίηση του Περιφερειακού Σχεδιασμού Διαχείρισης Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ) της Περιφέρειας βορείου Αιγαίου, 2015)

Στην Περιφέρεια παράγονται κυρίως εσπεριδοειδή, ελιές και ανθίζει και η αμπελουργία. Οι πίνακες που ακολουθούν δείχνουν τις συνολικές γεωργικές εκμεταλλεύσεις όσων αφορά τις δενδρώδεις καλλιέργειες αλλά και το δυναμικό

βιομάζας και την αντίστοιχο εν δυνάμει ενεργειακό περιεχόμενο ανά πηγή βιομάζας και ανά Περιφερειακή Ενότητα.

Πίνακας 67: Γεωργικές εκμεταλλεύσεις στην Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου (οι εκτάσεις σε χιλιάδες στρέμματα)

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, κατανομή της χρησιμοποιούμενης γεωργικής έκτασης των εκμεταλλεύσεων, κατά βασικές κατηγορίες χρήσης, περιφέρεια και νομό, Έρευνα Διάρθρωσης Γεωργικών και Κτηνοτροφικών Εκμεταλλεύσεων, έτους 2013

Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου	Δενδρώδεις Καλλιέργειες		Ελιές		Δενδρώδεις καλλιέργειες εκτός από ελιές	
	Εκμεταλ.	Εκτάσεις	Εκμεταλ.	Εκτάσεις	Εκμεταλ.	Εκτάσεις
Π.Ε. Λέσβου	15.555	460	15.473	453	1.260	7
Π.Ε. Σάμου	6.549	71	6.452	69	861	2
Π.Ε. Χίου	4.982	63	4.741	38	3.165	24
Σύνολο	27.086	594	26.666	560	5.286	33

Πίνακας 68: Δυναμικό βιομάζας στην Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου (σε τόνους), 2010

Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, ετήσια γεωργική στατιστική της Εθνικής Στατιστικής Αρχής, <http://geodata.gov.gr/dataset/dunamiko-biomazas-apo-sterea-upoleimmata>

Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου	Σημειακές πηγές	Αροτραίες καλλιέργειες	Θερμοκήπια	Δενδρώδεις καλλιέργειες	Αμπελοι	Δάση
Π.Ε. Λέσβου	3.152	6.700	305	7.332	1.565	1.438
Π.Ε. Σάμου	3.058	325	106	5.079	3.168	0
Π.Ε. Χίου	3	139	36	2.430	182	0
Σύνολο	6.213	7.164	447	14.842	4.915	1.438

Πίνακας 69: Διαθέσιμη ενέργεια βιομάζας στην Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου (σε GJ), 2010

Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, ετήσια γεωργική στατιστική της Εθνικής Στατιστικής Αρχής, <http://geodata.gov.gr/dataset/dunamiko-biomazas-apo-sterea-upoleimmata>

Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου	Σημειακές πηγές	Αροτραίες καλλιέργειες	Θερμοκήπια	Δενδρώδεις καλλιέργειες	Αμπελοι	Δάση
Π.Ε. Λέσβου	56.818	119.748	2.929	128.621	29.666	28.454
Π.Ε. Σάμου	58.568	5.792	1.021	90.062	60.034	0

Π.Ε. Χίου	45	2.484	341	42.081	3.448	0
Σύνολο	115.431	128.024	4.291	260.763	93.148	28.454

Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου



Η Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου έχει έκταση 5.286 Km² (4% της έκτασης της χώρας), πληθυσμό 309.015 (2011) και σε αυτήν ανήκουν τα νησιωτικά συμπλέγματα των Κυκλάδων και της Δωδεκανήσου. Βρίσκεται στο νοτιοανατολικό άκρο της Ελλάδας με πρωτεύουσα την Ερμούπολη της Σύρου και μεγαλύτερη πόλη την Ρόδο. (Βικιπαίδεια, Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου)

Εικόνα 42: Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου

Πηγή: <https://el.wikipedia.org/wiki/>

Η ΠΝΑ κατατάσσεται στις πλέον εύπορες Περιφέρειες της χώρας και η διάρθρωση στην απασχόληση είναι η εξής:

- Πρωτογενής τομέας 5,16%
- Δευτερογενής τομέας 17,03%
- Τριτογενής τομέας 77,80%

Η γεωργία, η κτηνοτροφία και η αλιεία είναι βασικοί πυλώνες της οικονομικής δραστηριότητας για την Περιφέρεια. Αν εξαιρεθούν ορισμένες πεδινές περιοχές των μεγάλων νησιών (Ρόδος, Κως, Νάξος), η γονιμότητα της γεωργικής γης θεωρείται χαμηλή. Από το σύνολο των καλλιεργουμένων εκτάσεων οι ετήσιες καλλιέργειες καταλαμβάνουν το 57%., οι δενδρώδεις καλλιέργειες το 36% και η αμπελοκαλλιέργεια το 7%.

Πίνακας 70: Ποσότητες γεωργικών αποβλήτων της Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου

Πηγή: Στρατηγική περιβαλλοντική εκτίμηση (ΣΠΕ), στο πλαίσιο Επικαιροποίησης του Περιφερειακού Σχεδίου Διαχείρισης Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ), της Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου, ενόψει της προγραμματικής περιόδου 2014 - 2020

Κατηγορία Αποβλήτου	Τη/ έτος
Υπολείμματα καλλιεργειών	10.511
Αποσυρόμενα Φρούτα και Λαχανικά	2.752

Για την διαχείριση των γεωργικών αποβλήτων το ΠΕΣΔΑ θέτει σαν στόχους:

- Την ανάπτυξη δικτύου συλλογής τους
- Απορρόφηση των αποβλήτων στην γεωργία
- Διάθεσή τους προς παραγωγή βιοαερίου
- Αξιοποίηση προς παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού

Για τους ανωτέρω στόχους υπόχρεοι είναι οι εκάστοτε παραγωγοί ή κάτοχοι αποβλήτων. (Στρατηγική Περιβαλλοντική Εκτίμηση (ΣΠΕ) για το ΠΕΣΔΑ της Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου, 2016)

Οι πίνακες που ακολουθούν, αφορούν και για την εν λόγω Περιφέρεια τις εκτάσεις σε δενδρώδεις καλλιέργειες καθώς και το ποσοτικό και το ενεργειακό δυναμικό της βιομάζας ανά πηγή και Περιφερειακή Ενότητα.

Πίνακας 71: Γεωργικές εκμεταλλεύσεις στην Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου (οι εκτάσεις σε χιλιάδες στρέμματα)

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, κατανομή της χρησιμοποιούμενης γεωργικής έκτασης των εκμεταλλεύσεων, κατά βασικές κατηγορίες χρήσης, περιφέρεια και νομό, Έρευνα Διάρθρωσης Γεωργικών και Κτηνοτροφικών Εκμεταλλεύσεων, έτους 2013

Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου	Δενδρώδεις Καλλιέργειες		Ελιές		Δενδρώδεις καλλιέργειες εκτός από ελιές	
	Εκμεταλ.	Εκτάσεις	Εκμεταλ.	Εκτάσεις	Εκμεταλ.	Εκτάσεις
Π.Ε. Δωδεκανήσου	12.147	131	11.906	123	3.080	8
Π.Ε. Κυκλάδων	5.364	36	5.195	33	1.611	3
Σύνολο	17.511	167	17.101	156	4.692	11

Πίνακας 72: Δυναμικό βιομάζας στην Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου (σε τόνους), 2010

Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, ετήσια γεωργική στατιστική της Εθνικής Στατιστικής Αρχής, <http://geodata.gov.gr/dataset/dunamiko-biomazas-apo-sterea-upoleimmata>

Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου	Σημειακές πηγές	Αροτραίες καλλιέργειες	Θερμοκήπια	Δενδρώδεις καλλιέργειες	Άμπελοι	Δάση
Π.Ε. Δωδεκανήσου	352	3.694	2.004	8.163	3.227	0
Π.Ε. Κυκλάδων	3	1.627	190	5.313	2.726	0
Σύνολο	355	5.321	2.194	13.476	5.953	0

Πίνακας 73: Διαθέσιμη ενέργεια βιομάζας στην Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου (σε GJ), 2010

Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, ετήσια γεωργική στατιστική της Εθνικής Στατιστικής Αρχής, <http://geodata.gov.gr/dataset/dunamiko-biomazas-apo-sterrea-upoleimata>

Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου	Σημειακές πηγές	Αροτραίες καλλιέργειες	Θερμοκήπια	Δενδρώδεις καλλιέργειες	Άμπελοι	Δάση
Π.Ε. Δωδεκανήσου	7.071	66.070	19.235	143.313	61.150	0
Π.Ε. Κυκλάδων	49	29.213	1.826	92.446	51.666	0
Σύνολο	7.120	95.282	21.062	235.760	112.816	0

3.3 Ποιοτικά χαρακτηριστικά βιομάζας

Ο όρος βιομάζα περιλαμβάνει οποιοδήποτε υλικό προέρχεται από ζωντανούς οργανισμούς. Όταν χρησιμοποιείται για ενεργειακούς σκοπούς, περιλαμβάνει κάθε τύπο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή στερεών, υγρών και/ ή αέριων καυσίμων. (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Βιομάζα)

Υπάρχουν δύο τύποι βιομάζας.

1. **Οι υπολειμματικές μορφές** (τα κάθε είδους φυτικά υπολείμματα και ζωικά απόβλητα και τα απορρίμματα) και τα υπολείμματα επεξεργασίας γεωργικών προϊόντων όπως στελέχη, κλαδιά, φύλλα, άχυρο, ελαιοκλαδέματα, υπολείμματα εκκοκκισμού βαμβακιού, πυρηνόξυλο, πυρήνες καρπών, υπολείμματα εκχύμωσης, φρούτων. (Παλαιολόγος 2012).

Οι υποκατηγορίες τους είναι οι εξής:

1α) Πριονίδια και άλλα αστικά υπολείμματα:

Τα υπολείμματα ξύλου από βιομηχανίες χάρτου και πολτού, ξυλουργεία (πριονίδι), που είναι πολύ καθαρά, με χαμηλή υγρασία 5%, ενώ μπορούν να χρησιμοποιηθούν επί τόπου για την κάλυψη των αναγκών της εγκατάστασης που παράγονται.

1β) Τα άχρηστα ξύλινα προϊόντα, υπολείμματα από ξυλαποθήκες και αβλαβή υπολείμματα ξύλου από οικοδομές και κατεδαφίσεις. (Κατσίρη, 2011)

1γ) Οι κυριότερες μορφές δασικής ύλης για παραγωγή ενέργειας είναι:

- ο Κανσόξυλα.

- Υπολείμματα καλλιέργειας δασών (αραιώσεων και υλοτομίας), υπολείμματα κήπων, κλαδέματα δένδρων από δρόμους, πρασιές, σιδηροδρομικές γραμμές.
- Προϊόντα καθαρισμών των δασών για την προστασία τους από τις πυρκαγιές.
- Υπολείμματα επεξεργασίας ξύλου, όπως φλούδες, πριονίδια.

1δ) Οι κυριότεροι τύποι στερεών καυσίμων βιομάζας είναι:

- Το πυρηνόξυλο
Το πυρηνόξυλο είναι το ξυλώδες υπόλειμμα που προκύπτει, λόγω της απομάκρυνσης της υγρασίας και του εναπομείναντος ελαίου (πυρηνέλαιου), από την ημι-στερεά πάστα που παρέμεινε μετά την παραγωγή ελαιόλαδου στο ελαιουργείο.
- Θρύμματα ξύλου (woodchips)
Είναι μικρά τεμάχια ξύλου, μήκους 5-50 mm. Η ποιότητα των θρυμμάτων βιομάζας εξαρτάται από την πρώτη ύλη και την τεχνολογία παραγωγής τους και συνήθως προέρχονται από δασικά υπολείμματα (κλαδιά, κορυφές, ολόκληρα δένδρα), υπολείμματα από πριονιστήρια. (Μπανδέλης Γ., Ιγγλεζάκης Π., 2013)
- Κομμάτια ξύλου – καυσόξυλα
- Τα συσσωματώματα στερεής βιομάζας (Pellets ή πελλέτες, Μπρικέτες)



Εικόνα 43: Πελλέτες

Πηγή: <http://www.ru.all.biz/img/ru/catalog/middle/4555138.jpeg>

Τα pellets αποτελούν τυποποιημένο κυλινδρικό βιολογικό καύσιμο από συμπιεσμένη αγροβιομάζα (υπολείμματα πριστηρίων, κλαδέματα) ή από υπολείμματα αγρωστωδών καλλιεργειών ή από ενεργειακές καλλιέργειες, όπως η αγριαγκινάρα. Τα pellets ανήκουν στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας από τη γεωργία και επομένως είναι ουδέτερα, ως προς την παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα κατά την καύση τους, έχουν δηλαδή θετικό ενεργειακό ισοζύγιο και κατά συνέπεια δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον. (Παλαιολόγος 2012)

2. Η βιομάζα που παράγεται από ενεργειακές καλλιέργειες.

Αυτές χωρίζονται σε:

- Δασικές ενεργειακές καλλιέργειες όπως ορισμένα είδη ευκαλύπτων (*Eucalyptus globulus* και *Eucalyptus camaldulensis*) και η Ψευδακακία (*Robinia pseudoacacia* L.)
- Πολυετείς γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες, όπως η αγριαγκινάρα (*Cynara cardunculus* L.), ο μίσχανθος (*Miscanthus*) και το καλάμι



Εικόνα 44: Αγριαγκινάρα

Πηγή: <http://energypress.gr/sites/default/files/article/images/agriagginara.jpg>

Η αγριαγκινάρα (*cynara cardunculus*, κοινώς κάρντο) είναι η πιο διάσημη πολυετής ενεργειακή καλλιέργεια λόγω των εξαιρετικών χαρακτηριστικών της. Έχει μεγάλη αντοχή στο ψύχος, σπέρνεται μία φορά ακόμα και σε άγονα και πετρώδη εδάφη και συγκομίζεται συνεχώς για 10 έως 15 χρόνια. Δεν χρειάζεται όργωμα - προετοιμασία – σπορά, ούτε ζιζανιοκτόνα ενώ έχει λίγες απαιτήσεις σε άρδευση, λίπανση, φυτοφάρμακα. Αποδίδει 1.000-1.600 κιλά όταν δεν ποτίζεται και 1.700-2.500 κιλά σε ποτιστικά εδάφη. Η θερμογόνο δύναμή της είναι 16.5 MJ/kg, ενώ τα pellets αγκινάρας 16-18 MJ/kg δηλαδή 2 κιλά pellet αγριαγκινάρας ισοδυναμούν με 1 λίτρο πετρέλαιο. (Επιμελητήριο Φλώρινας, 2010)

- Ετήσιες γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες, όπως το κενάφ (*Hibiscus cannabini* L.), το γλυκό και ινώδες σόργο (*Sorghum bicolor* L.) (Παλαιολόγος 2012)

Η αποδοτικότητα και η εύρυθμη λειτουργία των μονάδων που αξιοποιούν τις πηγές βιομάζας εξαρτάται από την κατάλληλη επιλογή του είδους της βιομάζας που ταιριάζει σε κάθε τεχνολογία. Ο σχεδιασμός, η σωστή διαστασιολόγηση και εκτίμηση των εκπομπών των αερίων ρύπων SO₂ και NO_x, εξαρτώνται από τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά της βιομάζας, τα οποία μπορούν να προσδιοριστούν από μία σειρά αναλύσεων που περιλαμβάνουν:

- ✓ Υπολογισμό της ανώτερης και κατώτερης θερμογόνου δύναμης (θερμιδομέτρηση).

- ✓ Στοιχειακή ανάλυση (προσδιορισμός % κ.β. περιεκτικότητας σε C, H, N και O).
- ✓ Προσεγγιστική ανάλυση (προσδιορισμός % κ. β περιεκτικότητας σε πτητικά, τέφρα και μόνιμο άνθρακα. (ΚΑΠΕ, ανάλυση στερεών καυσίμων βιομάζας)

Η περιεκτικότητα σε τέφρα

Είναι το υπόλειμμα που απομένει μετά την καύση της βιομάζας. Το ανόργανο αυτό κλάσμα αποτελείται κατά κύριο λόγο από: SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , Na_2O , K_2O , MgO , P_2O_5 , TiO_2 . Οι τιμές της κυμαίνονται από 0.5% (ξύλο) έως και 30–40% (φλοιός ρυζιού) και είναι μία σημαντική παράμετρος που επηρεάζει τη συμπεριφορά του βιοκαυσίμου κάτω από υψηλές θερμοκρασίες. (Αμανατίδης, Ήπιες Μορφές Ενέργειας)

Η τήξη και η επανασυσσώματωση της τέφρας προκαλεί προβλήματα (αποφράξεις, επικαθίσεις, λειτουργικές δυσχέρειες στις ρευστοποιημένες κλίνες κ.α.). Η περιεκτικότητα της τέφρας σε κάποια στοιχεία όπως το K, Na, Si είναι δυνατόν να προκαλέσει μεγάλα προβλήματα αλλά και καταστροφές στον εξοπλισμό αξιοποίησης της βιομάζας. Δημιουργούνται τήγματα που επικάθονται στον καυστήρα, στο λέβητα, στον αεριοποιητή, στους εναλλάκτες και στα συστήματα καθαρισμού των καυσαερίων.

Η ποσότητα και η ποιότητα της παραγόμενης τέφρας συμβάλει:

- Στην αύξηση του κόστους καθαρισμού του εξοπλισμού αξιοποίησης της βιομάζας.
- Στην αύξηση του κόστους καθαρισμού των καυσαερίων.
- Στη μείωση της διάρκειας ζωής του εξοπλισμού.
- Στην αύξηση του κόστους διαχείρισης αφού η τέφρα απαιτεί ασφαλή διάθεση κάτι που απαιτεί και παραπάνω κόστος.
- Στην αύξηση του κόστους κτήσης της καύσιμης πρώτης ύλης. Όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα σε τέφρα τόσο μικρότερη είναι η θερμική αξία της βιομάζας. (Βιομάζα, Χαρακτηριστικά της πρώτης ύλης για την παραγωγή βιομάζας)

Η περιεκτικότητα σε πτητικά στερεά

Η «πτητική ύλη» είναι το μέρος της βιομάζας που ελευθερώνεται όταν η βιομάζα θερμαίνεται (στους 400-500 °C). Κατά τη διάρκεια της θέρμανσης, η βιομάζα διασπάται σε πτητικά αέρια και στερεό εξανθράκωμα. Συνήθως, η βιομάζα έχει υψηλή περιεκτικότητα σε πτητικά (μέχρι και 80%), ενώ ο γαιάνθρακας έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε πτητικά (λιγότερο από 40%). Η γνώση της περιεκτικότητας σε πτητικά είναι σκόπιμη κατά τον σχεδιασμό του συστήματος καύσης, καθώς αυξημένη περιεκτικότητα δημιουργεί προβλήματα επικαθίσεων στους καυστήρες. (Μαύρου, 2006)

Η περιεκτικότητα σε αλκαλικά μέταλλα

Τα αλκαλικά μέταλλα που περιέχονται στην βιομάζα είναι το N, K, Mg, P και Ca και έχουν μεγάλη σημασία για τις θερμοχημικές διαδικασίες της. Τα αλκαλικά μέταλλα όταν αντιδρούν με το πυρίτιο που περιέχεται στην στάχτη παράγεται ένα κολλώδες υγρό το οποίο μπορεί να φράξει τους αεραγωγούς του λέβητα. (Ντογκούλης, 2008)

Η θερμογόνος δύναμη

Η θερμογόνος δύναμη μετρά την ικανότητα παραγωγής θερμικής ενέργειας ενός υλικού, το οποίο μπορεί να καεί, κατά την καύση του. Είναι η θερμική ενέργεια που εκλύεται κατά την καύση ενός κιλού στερεού ή υγρού καυσίμου ή ενός κυβικού μέτρου αερίου καυσίμου που βρίσκεται σε κανονικές συνθήκες. Διακρίνεται σε κατωτέρα και ανωτέρα θερμογόνο δύναμη. (Βικιπαίδεια, Θερμογόνος δύναμη) Η θερμογόνος δύναμη των περισσότερων ειδών βιομάζας κυμαίνεται από 17-20 MJ/Kg (Παπακωνσταντόπουλος, 2012), ωστόσο η αξιολόγηση μίας πηγής βιομάζας δεν πρέπει να γίνεται αποκλειστικά με βάση τη θερμογόνο δύναμη αλλά και με βάση την ευκολία στην μεταφορά, επεξεργασία, αποθήκευση και ασφάλεια στην χρήση της.

Η πυκνότητα

Καθώς η βιομάζα χρησιμοποιείται τεμαχισμένη πιο χρήσιμη τεχνικά είναι η «χύδην» (bulk) πυκνότητα

- Αποτελεί κλάσμα της πυκνότητας ανά τεμάχιο.
- Εξαρτάται άμεσα από το είδος, το μέγεθος, το σχήμα και την υγρασία των τεμαχίων της βιομάζας.
- Κυμαίνεται από 100-200 kg/m³ (άχυρο) έως και 700-900 kg/m³ (ξύλο).
- Η «χύδην» πυκνότητα σε συνδυασμό με τη θερμογόνο πυκνότητα της βιομάζας αποτελούν την «ενεργειακή» της πυκνότητα. Σε σύγκριση με το πετρέλαιο, η βιομάζα περιέχει περίπου το 10 % της ενεργειακής πυκνότητας. (Αμανατίδης, Ήπιες Μορφές Ενέργειας)

Η περιεκτικότητα σε υγρασία

Η περιεκτικότητα σε υγρασία είναι η ποσότητα νερού που βρίσκεται στη βιομάζα και μετράται ως ποσοστό επί του βάρους του υλικού. Είναι πολύ σημαντική κατά την ενεργειακή μετατροπή της βιομάζας, είτε πρόκειται για θερμοχημική μετατροπή, είτε για βιοχημική. Είναι γεγονός ότι αύξηση της υγρασίας από το 0 μέχρι το 40% μειώνει τη θερμογόνο δύναμή της κατά 66%. Σε ορισμένα αγροτικά υπολείμματα, όπως το άχυρο και τα τσόφλια, η υγρασία μπορεί να είναι λιγότερο του 10%, με το ξύλο να έχει κατά μέσο όρο υγρασία μεταξύ 40% με 50%, ενώ η βιομάζα που προέρχεται από κτηνοτροφικά απόβλητα έχει γενικά πολύ υψηλή υγρασία. Οι βιοχημικές διεργασίες (αναερόβια χώνευση) απαιτούν υλικά με υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία, σε αντίθεση με τις θερμοχημικές (καύση) όπου η υψηλή υγρασία έχει αρνητική επίδραση στην ενεργειακή απόδοσή τους. (Τσεπλετιδου Α., 2013)

Ο πίνακας που ακολουθεί παρουσιάζει τα κυριότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά πηγών βιομάζας που μπορεί να συναντήσουμε στον ελλαδικό χώρο.

Πίνακας 74: Μέσες τιμές ποιοτικών χαρακτηριστικών γνωστών πηγών βιομάζας (θερμογόνος δύναμη, υγρασία, τέφρα)

Πηγή: Μικρές κινούμενες μονάδες αεριοποίησης για πράσινη ενέργεια και επιχειρηματικότητα,
Ζαμπανιώτου Αναστασία, 2010/

<http://artemis.library.tuc.gr/DT2014-0011/DT2014-0011.pdf> /
<https://dspace.lib.ntua.gr/dspace2/bitstream/handle/123456789/6651/manelislgbiodiesel.pdf?sequence=3> /

Βιοκαύσιμα και Ενεργειακές Καλλιέργειες, Κ. Κίττας, κ.α./
[Πτυχιακή εργασία «Ενέργεια από Βιομάζα και Εφαρμογές» Μπαρμπετσέα, 2014]
<https://www.ecn.nl/phyllis2>

Βιομάζα	Καθαρή θερμογόνος δύναμη (MJ/Kg)	Ποσοστό υγρασίας (%)	Περιεκτικότητα σε τέφρα (%)
Switchgrass	17,4	50	4
Αγριαγκινάρα	14,5	17,5	
Απορρίμματα εκκοκκιστηρίων	14,6	0	15
Άχυρο	14,2	8	2
Άχυρο	12	10	4,4
Άχυρο μαλακού σίτου	18,8	6,66	3,22
Άχυρο σκληρού σίτου	18,5	6,57	3,98
Βαμβάκι	15	15	6
Ελαιοπυρηνόξυλο	19,02	6,86	5,17
Ευκάλυπτος	19	9	2
Ζαχαροκάλαμο	8	50	2,5
Κακάο	14,5	8	10
Καλάμι	18,6	6,5	6,9
Καλαμπόκι	14	15	4,5
Καρύδα	18	8	4
Καφές	16	10	0,6
Κλαδέματα αχλαδιάς	20,6	7,84	3,71
Κλαδέματα βερικοκιάς	20,5	8,35	4,89
Κλαδέματα ελιάς	14,85	13,83	1,92
Κλαδέματα καλαμποκιάς	18,2	6,6	2,3
Κλαδέματα κερασιάς	12,91	26	1
Κλαδέματα μηλιάς	20,2	6,79	2,6
Κληματίδες	17,9		9,13
Κοτσάνια καλαμποκιού	13,6		6
Κουκούτσι από βερίκοκο	24,1	4,26	0,31
Μίσχανθος	17,3	40	1,64
Ορυζοφλοιός	12,1	9	19
Πελλετ αγριαγκινάρας	16,7	0	10
Πελλετ ξύλου	17,1	0	1,5

Πτηνάλευρα	26,2		6,75
Πυρήνας κερασιού	23,8	5,59	2,98
Πυρήνας ροδάκινου	20,4	7,6	0,42
Πυρήνας ροδάκινου	17,5		1,1
Ρύζι	14	9	19
Σκόνη λειάνσεως ξύλου	15,9	0	0,5
Στέφυλα	14,6		8,5
Τσόφλι αμυγδάλου	17,58	7,85	2
Τσόφλι ηλιόσπορου	14,6	10	3,5
Τσόφλια αμυγδάλων	19,4	8,62	0,76
Τσόφλια καρυδιών	18,8	8,34	2,6
Υπολείμματα εκκοκκιστηρίου βάμβακα	14,6	13	16
Φλοιός βαμβακόσπορων	14,6	9	12
Φλοιός ξηρών καρπών	15,9	19	2,5
Φλούδες κορμών δέντρου	7,5	10,9	2,05
Χαρτί	14,6	6	6
Ψευδακακία	19,4	13	0,8

Κεφάλαιο 4: Αεριοποίηση

4.1 Ορισμός-Τεχνολογία



Η σύγχρονη γεωργία είναι μια εξαιρετικά ενεργοβόρος παραγωγική διαδικασία. Ωστόσο, η υψηλή γεωργική παραγωγικότητα και στη συνέχεια η ανάπτυξη της πράσινης επανάστασης έγινε πραγματικότητα μόνο με μεγάλη ποσότητα ενεργειακών εισροών, ιδιαίτερα εκείνων που προέρχονται από ορυκτά καύσιμα. Με την προοδευτική αύξηση των τιμών των καυσίμων υπήρξε μια τάση για χρήση εναλλακτικών πηγών ενέργειας, όπως η ηλιακή, η αιολική, η γεωθερμική κ.α. Αυτές οι ενεργειακές πηγές όμως δεν ήταν σε θέση να παρέχουν μια οικονομικά βιώσιμη λύση για τις γεωργικές εφαρμογές. Ένα σύστημα ενέργειας από βιομάζα, το οποίο αποδεικνύεται αξιόπιστο και είχε χρησιμοποιηθεί εκτενώς για τις μεταφορές και τα συστήματα γεωργικής εκμετάλλευσης και κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου είναι η αεριοποίηση του ξύλου ή της βιομάζας. (Rajvanshi, 1986)


Η αεριοποίηση είναι μια διαδικασία που μετατρέπει οργανικά ή ορυκτά καύσιμα με βάση τον άνθρακα σε μονοξείδιο του άνθρακα, υδρογόνο και διοξείδιο του άνθρακα. Αυτό επιτυγχάνεται με την αντίδραση του υλικού σε υψηλές θερμοκρασίες (> 700 °C), χωρίς καύση, με μία ελεγχόμενη ποσότητα οξυγόνου ή/και ατμού. Το προκύπτουν μείγμα αερίων ονομάζεται αέριο σύνθεσης ή αέριο και είναι καύσιμο. Η δύναμη που προέρχεται από την αεριοποίηση και η καύση του προκύπτοντος αερίου θεωρείται ότι είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, εφόσον οι εξαερωμένες ενώσεις λήφθηκαν από βιομάζα κατά την δημιουργία της. (Wikipedia, Gasification)

Η χημεία της αεριοποίησης είναι αρκετά πολύπλοκη και επιτυγχάνεται μέσω μιας σειράς φυσικών μετασχηματισμών και χημικές αντιδράσεις εντός του αεριοποιητή. Μερικές από τις σημαντικότερες χημικές αντιδράσεις παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 75: Αντιδράσεις αεριοποίησης

Πηγή: <https://www.netl.doe.gov/research/coal/energy-systems/gasification/gasifiedia/reaction-transformations>

Combustion (oxidation) (Οξείδωση)	$C + 0,5 O_2 \rightarrow CO$	
Oxidation of carbon (Οξείδωση άνθρακα)	$C + O_2 \rightarrow CO_2$	
Boudoard equilibrium (Ισορροπία Boudoard- Αεριοποίηση με διοξείδιο του άνθρακα)	$C + CO_2 \rightarrow 2 CO$	
Water gas reaction (steam reforming) (Αεριοποίηση με ατμό)	$C + H_2O \rightarrow CO+H_2$	
Methane production reaction	$C + 2 H_2 \rightarrow CH_4$	

(Αεριοποίηση με υδρογόνο)		
Water-gas shift (μετατροπή υδρατμού-αερίου)	$\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$	
Methanation (μεθανοποίηση)	$\text{CO} + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$	

Σε ένα αεριοποιητή, η ανθρακούχα πρώτη ύλη υποβάλλεται σε αρκετές διαφορετικές διαδικασίες ή/και αντιδράσεις:

1. Αφυδάτωση: Εξατμίζεται η υγρασία της πρώτης ύλης, αφήνοντας το υλικό ξηρό ενώ οι υδρατμοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μεταγενέστερες χημικές αντιδράσεις
2. Πυρόλυση: Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται καθώς η πρώτη ύλη εκτίθεται σε αυξανόμενη θερμοκρασία στον αεριοποιητή. Συμβαίνει έτσι η απαέρωση και το σπάσιμο των ασθενέστερων χημικών δεσμών, απελευθερώνοντας πτητικά αέρια όπως αέριο κωκ, μεθάνιο και υδρογόνο, μαζί με την παραγωγή κωκ υψηλού μοριακού βάρους το οποίο θα υποστεί τις αντιδράσεις αεριοποίησης
3. Καύση: Τα πτητικά προϊόντα και μερική ποσότητα κωκ αντιδρούν με περιορισμένο οξυγόνο για να σχηματίσουν διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και με αυτό τον τρόπο, παρέχουν την απαραίτητη θερμότητα για τις επόμενες αντιδράσεις αεριοποίησης
4. Αεριοποίηση: Το υπόλοιπο κωκ αντιδρά με το CO_2 και τον ατμό για την παραγωγή μονοξειδίου του άνθρακα (CO) και υδρογόνου (H_2)
5. Μετατροπή υδρατμών - αερίου και μεθανοποίηση: Αυτές είναι ξεχωριστές αμφίδρομες αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα ταυτόχρονα με βάση τις συνθήκες αεριοποίησης. Αυτές είναι δευτερεύουσες αντιδράσεις, οι οποίες παίζουν μικρό ρόλο μέσα στον αεριοποιητή. Ανάλογα με το επιθυμητό προϊόν, τα αέριο σύνθεσης μπορεί να υποστεί περαιτέρω μετατροπή ύδατος-αερίου και μεθανοποίησης. (NETL Gasification, reactions & transformations)

Πίνακας 76: Σύσταση παραγόμενου αερίου και υπολείμματα

Πηγή: <https://www.netl.doe.gov/research/coal/energy-systems/gasification/gasifipedia/reaction-transformations>

Στοιχείο	Vol (%)
H_2	25-30
CO	30-60
CO_2	5-15
H_2O	2-30
CH_4	0-5
H_2S	0.2-1
COS	0-0.1

N ₂	0.5-4
Ar	0.2-1
NH ₃ + HCN	0-0.3
στερεό υαλοποιημένο υπόλειμμα	
στάχτη	

Πλεονεκτήματα αεριοποίησης

I. Η αποτελεσματική χρήση της βιομάζας

Η τεχνολογία της αεριοποίησης επιτρέπει την επεξεργασία της βιομάζας, συμπεριλαμβανομένης και της ξυλείας, με ιδιαίτερα αποτελεσματικό τρόπο σε αντίθεση με την απλή καύση. Λύνει πολλά ζητήματα διαχείρισης των δασών και πολιτικής αξιοποίησης του ξύλου με την προώθηση της χρήσης του «λιγότερο πολυτιμότερου ξύλου», δημιουργώντας έτσι υψηλή προστιθέμενη αξία. Παρέχει έτσι λύσεις για την αειφόρο χρήση των τοπικών πόρων, το οποίο είναι σημαντικό για κάθε χώρα που επιδιώκει τη διατήρηση των φυσικών της πόρων. Παρέχει μια βιώσιμη εναλλακτική λύση για εξαγωγή του ξύλου ως πρώτη ύλη και αφαιρεί την αναγκαιότητα για την αναποτελεσματική μεταφορά σε μεγάλες αποστάσεις.

II. Εξελιγμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

Ενώ οι περισσότερες τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας παράγουν σχετικά μικρό ποσό ηλεκτρικής ενέργειας, σε σχέση με τους πόρους που χρησιμοποιήθηκαν και τη θερμότητα που παρήχθη, η συμπαραγωγή με την χρήση αεριοποίησης παράγει περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια με τη λιγότερη δυνατή ποσότητα πόρων. Μπορεί να εξασφαλίσει σταθερή, προκαθορισμένη ροή βασικού φορτίου ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία είναι ζωτικής σημασίας για κάθε οικονομία.

Πολλές περιοχές του κόσμου έχουν αφθονία σε πόρους που σχετίζονται με βιομάζα, αλλά οι πόροι αυτοί χρησιμοποιούνται ανεπαρκώς για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε τοπικό επίπεδο. Αντί αυτού, η ενέργεια παράγεται κυρίως σε απομακρυσμένες μονάδες και μεταφέρεται με μετασηματισμό τάσης σε πολύ μεγάλες αποστάσεις με αυξημένες δαπάνες και απώλειες ενέργειας. Τα συστήματα αεριοποίησης στον αντίποδα, μπορούν να κατασκευαστούν κοντά σε περιοχές πλούσιες σε βιομάζα.

Τα συστήματα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας έχουν αναπτυχθεί ιστορικά σε μεγάλες αποστάσεις και αναπτύσσονται για να παραδώσουν ηλεκτρική ενέργεια σε μεγάλης κλίμακας εγκαταστάσεις. Ακραία καιρικά φαινόμενα ωστόσο συμβαίνουν συχνότερα λόγω της κλιματικής αλλαγής και αυξάνουν τους κινδύνους της βλάβης σε αυτά τα απομακρυσμένα συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Μπορεί να προκληθούν, για παράδειγμα, μακράς διάρκειας διακοπές ρεύματος από δυνατή χιονόπτωση και αέρα. Μία από τις βασικές απαντήσεις σε τέτοιου είδους καταστροφές είναι η αποκεντρωμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε περιοχές, σε αντίθεση με τη συγκέντρωση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε λίγα κέντρα.

III. Πλεονεκτήματα παραγωγή θερμότητας

Η παραγωγή θερμότητας είναι κατάλληλη για περιοχές με πρόσβαση σε πόρους βιομάζας ή όταν έχει διασφαλισθεί ο βέλτιστος εφοδιασμός των πόρων αυτών. Η παραγόμενη θερμότητα προορίζεται για τις εταιρείες υπηρεσιών θέρμανσης, εργοστάσια παραγωγής με ανάγκη τεράστιων ποσοτήτων θερμότητας, θερμοκήπια, κλίβανοι ξήρανσης ξύλου, ιχθυοτροφεία.

IV. Φροντίδα για το Περιβάλλον

Η συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού από ορυκτά καύσιμα, όπως άνθρακας και φυσικό αέριο εκλύουν στο περιβάλλον CO₂ και άλλα τοξικά αέρια που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η τεχνολογία της αεριοποίησης είναι «CO₂-free» και συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών CO₂ που προκαλούνται από τη χρήση των ορυκτών καυσίμων.

Μια εγκατάσταση αεριοποίησης με παράγωγή ενέργειας και θερμότητας σε κλειστό κύκλο δεν προκαλεί αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Το παραπροϊόν της διαδικασίας είναι η τέφρα, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως οργανικό λίπασμα στη γεωργία. (Pyrox, advantages, effective use of Biomass)

4.2 Τύποι αεριοποιητών

Ο κύριος εξοπλισμός της αεριοποίησης είναι ο αεριοποιητής. Οι αεριοποιητές γενικά ταξινομούνται ως ανοδικής, καθοδικής και οριζόντιας ροής με βάση την κατεύθυνση της ροής του αέρα/ οξυγόνου. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχουν τύποι εξοπλισμού αεριοποιητή οι οποίοι είναι διαφορετικοί από τους τύπους διεργασιών της αεριοποίησης. Οι διεργασίες αεριοποίησης μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις ομάδες: εξαναγκασμένης ροής, ρευστοποιημένης κλίνης και σταθερής κλίνης.

Σε έναν αεριοποιητή, το καύσιμο αντιδρά με τον αέρα ή με το οξυγόνο και τον ατμό. Έτσι οι αεριοποιητές ταξινομούνται ανάλογα με τον τρόπο που εισάγεται ο αέρας ή το οξυγόνο σε αυτόν. Η επιλογή του κατάλληλου τύπου αεριοποιητή καθορίζεται κυρίως από την καύσιμη πρώτη ύλη, την τελική μορφή που διατίθεται, το μέγεθος, την περιεκτικότητά της σε υγρασία και σε τέφρα.
(Enggcyclopedia, Types of Gasifier)

Οι κυριότεροι τύποι αεριοποιητών και οι διαφορετικές τεχνολογίες που ακολουθούνται στον κάθε έναν παρουσιάζονται ακολούθως:

Γραφημα 5: Τύποι αεριοποιητών

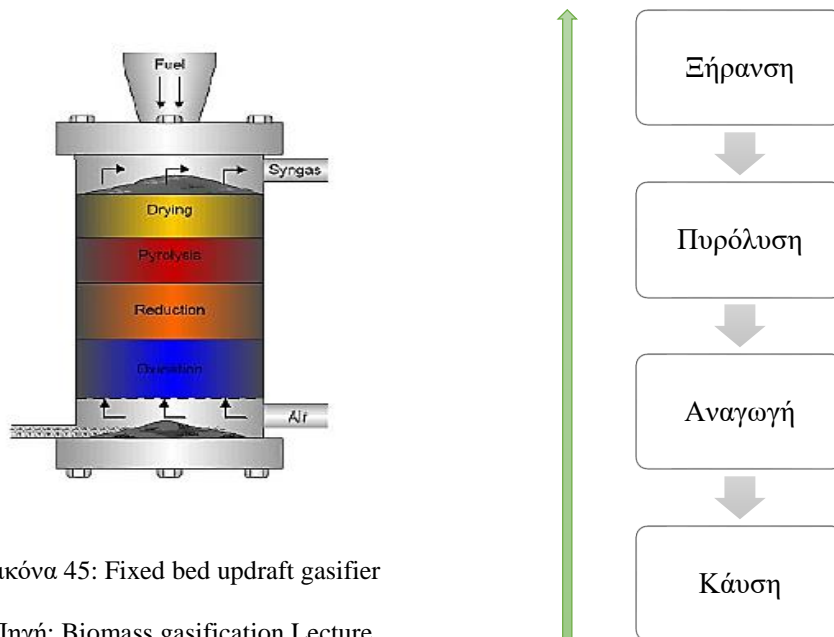
Πηγή: <http://www.bios-bioenergy.at/en/electricity-from-biomass/biomass-gasification.html>

Τύποι αεριοποιητών		
Σταθερής Κλίνης (Fixed Bed)	Ρευστοποιημένης Κλίνης (Fluidized Bed)	Εξαναγκασμένης Ροής (Entrained Flow)
Ανοδικής Ροής (Updraft)	Φυσαλίδας (Bubbling)	Άνω ροής (Upstream)
Καθοδικής Ροής (Downdraft)	Κυκλοφορίας (Circulating)	Κάτω ροής (Downstream)
Οριζόντιας Ροής (Crossdraft)	Διπλής Κλίνης (Two Bed)	

Αεριοποιητές σταθερής κλίνης (fixed bed)

Οι αεριοποιητές σταθερής κλίνης χρησιμοποιούνται συνήθως σε εφαρμογές μικρής κλίμακας. Οι πιο αντιπροσωπευτικοί της συγκεκριμένης κατηγορίας είναι οι καθοδικής ροής (downdraft) (κατά κύριο λόγο) και ανοδικής ροής (updraft) (δευτερευόντως). Η βιομάζα και στους δύο τύπους τροφοδοτείται από πάνω και ο αέρας εισέρχεται στην ζώνη καύσης. Το αέριο προϊόν έχει σχετικά χαμηλή θερμογόνο δύναμη, διότι αραιώνεται με μεγάλες ποσότητες αζώτου από τον ατμοσφαιρικό αέρα, το μέσο αεριοποίησης. Οι ζώνες αντίδρασης διανέμονται διαφορετικά. Παρόλο που δεν υπάρχουν σχάρες ή άλλα φυσικά εμπόδια να διαχωρίζουν τον αεριοποιητή σε υπο-ενότητες, ένας αντιδραστήρας κάτω ροής μπορεί να χωριστεί σε τέσσερις κύριες ζώνες, που η κάθε μία αντιπροσωπεύει μία διαφορετικού είδους διαδικασία: ξήρανση, πυρόλυση, αναγωγή, καύση. Λόγω των χαρακτηριστικών του σχεδιασμού τους και των παραμέτρων της λειτουργίας τους, οι αυτοθερμικοί αεριοποιητές σταθερής κλίνης έχουν σημαντικά πλεονεκτήματα σε μικρής κλίμακας εγκαταστάσεις. Η κλιμάκωση τους για μεγαλύτερη ισχύ περιορίζεται από την ικανότητα να διανέμουν τον αέρα ομοιογενώς σε όλο αντιδραστήρα. (Vakalis S., Baratieri M., 2015)

Σταθερής κλίνης - άνω ροής (fixed bed- updraft)



Εικόνα 45: Fixed bed updraft gasifier

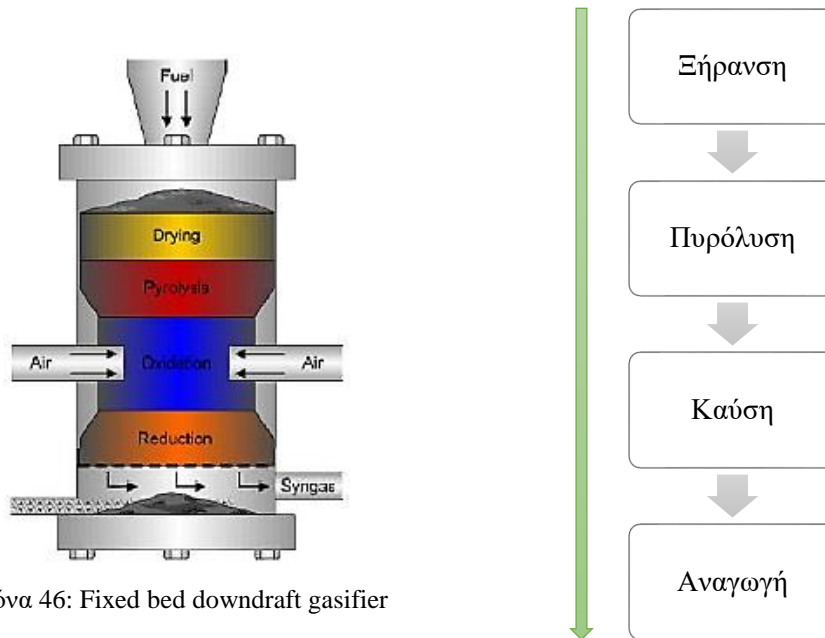
Πηγή: Biomass gasification Lecture
No. L3-2, Marek Ściażko, Prof.

Στον αεριοποιητή άνω ροής, το μέσο αεριοποίησης και η παραγόμενη ροή ξυλαερίου πραγματοποιούνται προς την αντίθετη κατεύθυνση από αυτήν της κλίνης του καυσίμου. Έτσι, αν ο αντιδραστήρας τροφοδοτείται από πάνω, τα μέσα αεριοποίησης (αέρας, οξυγόνο) εισέρχονται στον αντιδραστήρα στην περιοχή της σχάρας. Με αυτή τη μέθοδο δημιουργούνται σαφώς καθορισμένες ζώνες αντίδρασης. Η θερμότητα του παραγόμενου ακατέργαστου αερίου χρησιμοποιείται για την ξήρανση του καυσίμου και για να ξεκινήσει η πυρόλυση. Με τον τρόπο αυτό, το ακατέργαστο αέριο ψύχεται σε μεγάλο βαθμό κατά την διαδρομή του. Τα προϊόντα της αποσύνθεσης που απελευθερώνονται στη ζώνη πυρόλυσης και ο ατμός που παράγεται ως αποτέλεσμα της ξήρανσης του καυσίμου, απορρίπτονται άμεσα από τον αντιδραστήρα μαζί με το παραγόμενο αέριο. Τα προβληματικά αέρια από την πυρόλυση δεν αντιδρούν με οποιαδήποτε θερμή ζώνη και ως εκ τούτου δεν μπορούν να διασπαστούν ή να οξειδωθούν. Η περιεκτικότητα σε πίσσα στο ακάθαρτο αέριο μπορεί να φθάσει σε τιμές πάνω από 100 g/m κατά την διάρκεια της αεριοποίησης της βιομάζας. Η άμεση απαλλαγή των ατμών πυρόλυσης έξω από τον αντιδραστήρα μπορεί να αποδειχθεί ότι είναι η αιτία των προσμίξεων που εμφανίζονται στα παραγόμενα αέρια. Σε σύγκριση με τους αεριοποιητές άνω ροής, οι κάτω ροής ή οι διπλής διαδικασίας αεριοποίησης, έχουν λιγότερες προσμίξεις στο παραγόμενο αέριο.

Η συσσώρευση ατμού στην ζώνη ξήρανσης, όπως και στην εξάτμιση που πραγματοποιείται στη ζώνη πυρόλυσης, απομακρύνεται άμεσα με το ρεύμα του παραγόμενου αερίου. Η ευαισθησία της αεριοποίησης άνω ροής στα καύσιμα με υψηλή περιεκτικότητα σε νερό είναι σχετικά χαμηλή. Καθώς το καύσιμο εισέρχεται στην ζώνη οξείδωσης σε ξηρά μορφή, στην αεριοποίηση άνω ροής, σε πολλές περιπτώσεις, προστίθεται ατμός. Μέσω της αντίδρασης του ατμού με το κάρβουνο της κλίνης (ενδόθερμη αντίδραση αερίου-ύδατος) στη ζώνη οξείδωσης, η κλίνη καυσίμου ψύχεται. Το σημείο τήξης της τέφρας συνήθως δεν υπερβαίνεται και

επομένως μπορούν να προληφθούν τα προβλήματα επικαθίσεων (Lettner F. and all, 2007)

Σταθερής κλίνης - κάτω ροής (fixed bed- downdraft)



Εικόνα 46: Fixed bed downdraft gasifier

Πηγή: Biomass gasification Lecture
No. L3-2, Marek Ściażko, Prof.

Με την αεριοποίηση κάτω ροής το μέσο αεριοποίησης ρέει μέσω του αντιδραστήρα προς την κατεύθυνση της κλίνης. Η ζώνη ξήρανσης/ πυρόλυσης βρίσκεται πάνω από τη ζώνη οξείδωσης και τροφοδοτείται με την απαραίτητη θερμότητα, κυρίως μέσω θερμικής αγωγιμότητας στην κλίνη. Στην ζώνη οξείδωσης πρωτίστως, τα ατμώδη προϊόντα της πυρόλυσης αντιδρούν με το μέσο αεριοποίησης που εισάγεται. Τα αέρια (CO_2 και H_2O) διαρρέουν από τη ζώνη οξείδωσης και υποβαθμίζονται σε CO και H_2 από τον πυρωμένο άνθρακα της ζώνης αναγωγής. Μέσα από αυτές τις αντιδράσεις, ενδόθερμες αντιδράσεις Boudouard αερίου - νερού, ένα τμήμα της θερμότητας των αερίων μετατρέπεται πάλι σε χημική ενέργεια του παραγόμενου αερίου. Σε αυτό το στάδιο, οι θερμοκρασίες του αερίου βυθίζονται σε ένα τέτοιο επίπεδο, που δεν λαμβάνει χώρα καμία περαιτέρω αντίδραση του άνθρακα με το αέριο. Κατά συνέπεια, υπάρχει πάντα ένα στρώμα άνθρακα πάνω από την κλίνη με την στάχτη να πρέπει να απορρίπτεται. Ως αποτέλεσμα, με αυτόν τον τύπο αεριοποίησης μπορεί κανείς να υπολογίζει πάντοτε σε αυξημένη ποσότητα υπολείμματος άνθρακα στην τέφρα. Υπό ιδανικές συνθήκες λειτουργίας είναι δυνατόν να επιτευχθεί μετατροπή του καυσίμου (= καύσης) σε ποσοστά άνω του 95% (ξηρής μάζας).

Το αέριο αφαιρείται από τον αντιδραστήρα κοντά στη σχάρα με την τέφρα. Η συνέπεια αυτής της διαδικασίας είναι ότι τα προϊόντα που προέρχονται από την ζώνη πυρόλυσης πρέπει να περάσουν μέσα από τη ζώνη οξείδωσης «καυτή ζώνη επεξεργασίας για τις ενώσεις πίσσας» και να γίνει εκεί η μετατροπή σε μεγάλο βαθμό σε σταθερά αέρια. Αυτό οδηγεί κατά κανόνα σε σημαντικά μικρότερες συγκεντρώσεις των ενώσεων πίσσας στο αέριο από ότι στους άνω ροής αεριοποιητές.

Τα οργανικά στοιχεία, που περιέχονται στο αέριο μετά την αντίδραση των αερίων της πυρόλυσης με την ζεστή ζώνη οξείδωσης στους 1.000 με 1.200 °C, συγκαταλέγονται στα τριτογενή συστατικά της πίσσας.

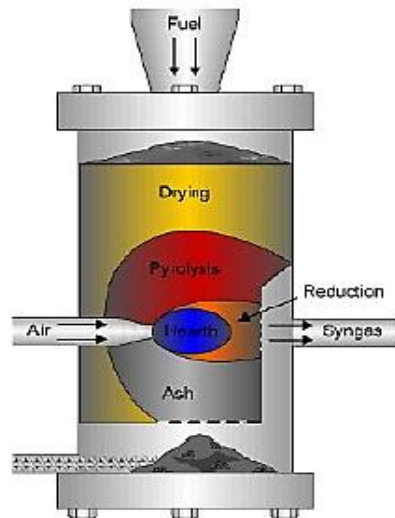
Όταν το μέσο αεριοποίησης τροφοδοτείται μέσω ακτινικά διατεταγμένων ακροφύσιων, το πρόβλημα είναι να εξασφαλισθεί επαρκές βάθος διείσδυσης του μέσου αεριοποίησης εντός της κλίνης του καυσίμου. Στην περίπτωση που ο σχηματισμός της ζώνης οξείδωσης δεν είναι ομοιόμορφος, υπάρχει ο κίνδυνος οι ατμοί της πυρόλυσης να αποβάλλονται μαζί με το αέριο.

Η πρόσθετη τροφοδότηση του μέσου μέσω ενός κεντρικού σωλήνα μπορεί να βοηθήσει στο να επιφέρει μια ομοιόμορφη κατανομή των θερμών περιοχών σε όλο τον αντιδραστήρα. Η διασφάλιση ομοιόμορφων συνθηκών αντίδρασης σε ορισμένο μέγεθος αντιδραστήρα είναι υπεύθυνη για τις περιορισμένες δυνατότητες για αναβάθμιση των κάτω ροής αεριοποιητών. Σε αυτό το πλαίσιο, υπάρχει ένα συνιστώμενο άνω όριο στη θερμική απόδοση καυσίμου, στη 1 MWth. Έρευνες έχουν δείξει ότι στην περίπτωση του αεριοποιητή κάτω ροής, μία αναβάθμιση κατά ένα συντελεστή δύο οδηγεί την ποιότητα της παροχής του αέρα να μειωθεί έως και 50%, λόγω της κακής διείσδυσης με μέσα που έχουν οξειδωθεί μερικώς, το οποίο οδηγεί σε αντίστοιχη μείωση της ποιότητας του τελικώς παραγόμενου αερίου.

Η κατασκευή και οι αρχές της μηχανικής στους κάτω ροής αεριοποιητές, τους καθιστούν ευαίσθητους στην ποιότητα της πρώτης ύλης που χρησιμοποιείται. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί κυρίως στην περιεκτικότητα σε υγρασία του καυσίμου. Το σύνολο του ατμού που απελευθερώνεται στη ζώνη ξήρανσης πρέπει να αφαιρεθεί μέσω της κλίνης, δηλαδή εκτός από τη θερμότητα εξάτμισης που πρέπει να παραχθεί, ο ατμός πρέπει να θερμαίνεται στις θερμοκρασίες της ζώνης οξείδωσης. Η θερμότητα επίσης απομακρύνεται από τη ζώνη οξείδωσης μέσω των ενδόθερμων αντιδράσεων αερίου - νερού, δηλαδή με την μετατροπή του ατμού μέσω χημικής αντίδρασης με τον πυρωμένο άνθρακα. Ως αποτέλεσμα, με υψηλές ποσότητες υγρασίας στο καύσιμο, δεν είναι δυνατόν να εξασφαλιστούν οι υψηλές θερμοκρασίες στη ζώνη οξείδωσης που είναι απαραίτητες για τη μετατροπή του ατμού της πυρόλυσης. Ενδέχεται οπότε, να μην είναι εγγυημένη η επαρκής μετατροπή των προϊόντων πυρόλυσης στη συνέχεια. Όσον αφορά το μέγεθος των κόκκων, της ποιότητάς τους και της περιεκτικότητας σε τέφρα, είναι παράμετροι που μπορεί να επηρεάσουν σε μεγάλο βαθμό την ομοιομορφία της ροής καθόλη την διαδικασία των αντιδράσεων. Επομένως, είναι αναγκαίο να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της πρώτης ύλης πριν η τελευταία εισαχθεί στον αεριοποιητή.

Οι αντιδραστήρες κάτω ροής προς το παρόν κατασκευάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε ο θάλαμος καύσης να είναι κυλινδρικός σε όλο το ύψος. Το μέσο αεριοποίησης και το καύσιμο τροφοδοτούνται μαζί από ανώτερο τμήμα του αντιδραστήρα. Αυτή η μέθοδος εγγυάται προφανώς μια ομοιόμορφη κατανομή του μέσου αεριοποίησης σε όλη την διατομή του αντιδραστήρα και έτσι σχηματίζεται μια ομοιογενής ζώνη οξείδωσης και αξιόπιστη μετατροπή των ατμών της πυρόλυσης. (Lettner F. and all, 2007)

Οριζόντιας ροής (crossdraft)



Εικόνα 47: Fixed bed crossdraft gasifier

Πηγή: Biomass gasification Lecture No. L3-2, Marek Ściążko, Prof

Στους αεριοποιητές οριζόντιας ροής η βιομάζα περνά από πάνω προς τα κάτω με τον ίδιο τρόπο όπως και σε άλλους αεριοποιητές σταθερής κλίνης. Ωστόσο, το αέριο διέρχεται από τη μία πλευρά στην άλλη, κάθετα στη ροή της βιομάζας. (Brandin J. and all, 2011)

Η αεριοποίηση του ξυλάνθρακα γίνεται σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες (1500 °C και άνω) στο κέντρο του αεριοποιητή, κάτι που μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα σχετικά με τα υλικά. Τα πλεονεκτήματα του συστήματος έγκεινται στην πολύ μικρή κλίμακα στην οποία μπορεί να λειτουργήσει. Στις αναπτυσσόμενες χώρες χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις με ισχύ κάτω από 10 kWel. Αυτό είναι εφικτό λόγω της πολύ απλής διαδικασίας καθαρισμού του αερίου (κυκλώνας και ένα φίλτρο κλίνης). Ένα μειονέκτημα είναι η ελάχιστη ικανότητα μετατροπής της πίσσας, με αποτέλεσμα την ανάγκη για υψηλής ποιότητας ξυλάνθρακα. (Kythavone S., 2007)

Πίνακας 77: Ποιοτικά χαρακτηριστικά καυσίμου σε σταθερής κλίνης, κάτω ροής, άνω ροής και οριζόντιας ροής αεριοποιητές

Πηγή: Small Scale Gasification: Gas Engine CHP for Biofuels, Jan Brandin, Martin Tunér, Ingemar Odenbrand Växjö/Lund 2011

Καύσιμο (ξύλο)	Κάτω ροής	Άνω ροής	Οριζόντιας ροής
Ποσοστό υγρασίας (% νερό)	12 (μέγιστο 25)	43 (μέγιστο 60)	10-20
Τέφρα (% ξηρό)	0.5 (μέγιστο 6)	1.4 (μέγιστο 25)	0.5-1

Μέγεθος καυσίμου (mm)	20-100	5-100	5-20
Θερμοκρασία εξόδου αερίου (°C)	700	200-400	1.250
Πίσσα (g/ Nm ³)	0.015-0.5	30-150	0.01-0.1
Αναλογία μέγιστης χωρητικότητας/ ελάχιστη χωρητικότητα	3-4	5-10	2-3
LHV (lower heating value)-ελάχιστη ποσότητα θερμότητας (MJ/Nm ³)	4.5-5	5-6	4-4.5
Ισχύς (MW _{th})	<5	<20	Μικρές εγκαταστάσεις (~10KW)

Αεριοποιητές ρευστοποιημένης κλίνης (fluidized bed)

Η αρχή της ρευστοποίησης βρίσκεται στην ανακάλυψη του αντιδραστήρα ρευστοποιημένης κλίνης. Σε ένα τέτοιο αντιδραστήρα το καύσιμο μαζί με το αδρανές υλικό της κλίνης συμπεριφέρεται σαν ρευστό. Αυτή η συμπεριφορά επιτυγχάνεται με την είσοδο ενός αερίου (μέσο ρευστοποίησης) διαμέσω του στερεού αποθέματος του αντιδραστήρα. Ως μέσα ρευστοποίησης χρησιμοποιούνται συνήθως αέρας, ατμός, μείγματα ατμού/ O₂. Το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο υλικό κλίνης είναι η πυριτική άμμος, αλλά χρησιμοποιώντας άλλα χύδη στερεά, ιδιαίτερα εκείνα που παρουσιάζουν καταλυτική δράση στην διαδικασία, μπορεί να είναι πιο ευεργετικά. Ανάλογα με την ταχύτητα του μέσου ρευστοποίησης στον αντιδραστήρα, οι αντιδραστήρες ρευστοποιημένης κλίνης διαιρούνται σε ρευστοποιημένης κλίνης φυσαλίδας (BFB) και κυκλοφορούσας ρευστοποιημένης κλίνης (CFB). Και στις δύο περιπτώσεις οι περισσότερες από τις αντιδράσεις κατά τη διάρκεια της μετατροπής του καυσίμου σε αέριο προϊόν πραγματοποιούνται εντός της πυκνής περιοχής κλίνης. Η αδρανής κλίνη ενισχύει την ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ των σωματιδίων του καυσίμου και ως εκ τούτου μια ρευστοποιημένη κλίνη μπορεί να λειτουργήσει κάτω από σχεδόν ισοθερμικές συνθήκες. Η μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας περιορίζεται από το σημείο τήξεως του υλικού της κλίνης, μεταξύ 800 και 900 °C. Σε αυτές τις σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες λειτουργίας και λόγω της σύντομης παραμονής του αερίου, εάν δεν εφαρμόζεται καταλύτης, οι αντιδράσεις αεριοποίησης δεν φθάνουν την χημική ισορροπία τους.

Αυτός είναι ο λόγος για την παρουσία των υδρογονανθράκων (πίσσα, μεθάνιο) στο αέριο προϊόν. Ο συντελεστής μετατροπής της πρώτης ύλης είναι συνήθως υψηλός. Λόγω της γεωμετρίας τους και τις εξαιρετικές ιδιότητες ανάμειξης, οι αεριοποιητές ρευστοποιημένης κλίνης είναι πολύ κατάλληλοι για κλιμάκωση της ισχύος προς τα πάνω. Η ενεργειακή απόδοση ανά μονάδα εμβαδού διατομής του αντιδραστήρα είναι υψηλότερη για ένα CFB από ότι για ένα BFB. Και οι δύο διαμορφώσεις μπορούν να λειτουργούν υπό συνθήκες πίεσης, πράγμα που αυξάνει περαιτέρω την απόδοση και θα είναι επίσης πλεονέκτημα όταν σε μεταγενέστερη διαδικασία απαιτηθεί ένα

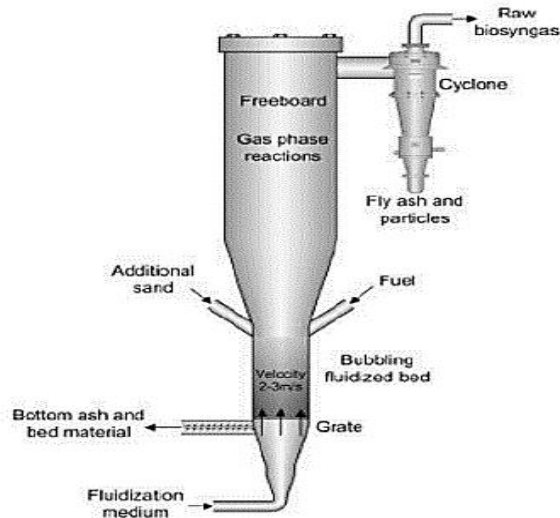
πεπιεσμένο ρεύμα εισόδου. Η έντονη ανάμιξη επιτρέπει επίσης στον αντιδραστήρα να δεχτεί μια ευρύτερη κατανομή μεγέθους σωματιδίων πρώτης ύλης. Επιπλέον, σε αντίθεση με άλλα συστήματα αντιδραστήρων, η ρευστοποιημένη κλίνη δίνει τη δυνατότητα για τη χρήση προσθέτων, π.χ. για την αφαίρεση ρύπων (όπως θείο) ή την εφαρμογή πρωτογενών μέτρων για την αύξηση της μετατροπής της πίσσας.

Το πιο αδύνατο σημείο της τεχνολογίας ρευστοποιημένης κλίνης προκύπτει όταν χρησιμοποιείται καύσιμο με υψηλή περιεκτικότητα σε τέφρα και αλκαλικά μέταλλα. Όταν το κλάσμα αλκαλίων στο καύσιμο είναι υψηλό, αυτές οι ενώσεις μπορούν να σχηματίσουν ευτηκτικά με παρουσία πυριτίου, είτε στο υλικό της κλίνης, είτε στην ίδια την τέφρα του καυσίμου. Η παρουσία χλωρίου ενισχύει αυτό το αποτέλεσμα. Τα εν λόγω ευτηκτικά έχουν σημεία τήξεως που είναι σημαντικά χαμηλότερα από το καθαρό πυρίτιο. Ως εκ τούτου, θα αρχίσουν να λιώνουν στη θερμοκρασία της διαδικασίας της αεριοποίησης, πιθανόν προκαλώντας κολλώδεις ιδιότητες στα σωματίδια, οδηγώντας τελικά στον σχηματισμό μεγαλύτερων συσσωματωμάτων. Η παρουσία τους θα αλλάξει δραματικά την υδροδυναμική του αντιδραστήρα και τελικά θα οδηγήσει σε «απορευστοποίηση» και αναγκαία διακοπή της λειτουργίας του. Παρ' όλα αυτά, εφαρμόζοντας τα κατάλληλα αντίμετρα, η ρευστοποιημένη κλίνη θα εξακολουθεί να είναι σε θέση να αποδεχθεί καύσιμα με περιεκτικότητα τέφρας υψηλότερη από εκείνη που επιτρέπεται σε σχέση με ένα αντιδραστήρα σταθερής κλίνης. (Siedlecki and all, 2011)

Συνοπτικά οι αεριοποιητές ρευστοποιημένης κλίνης:

- ✓ Έχουν ευελιξία φορτίου και υψηλά ποσοστά μεταφοράς θερμότητας.
- ✓ Έχουν ευελιξία καυσίμου, και μπορούν να αεριοποιήσουν ένα ευρύ φάσμα πρώτων υλών.
- ✓ Έχουν μέτριες απαιτήσεις σε οξειδωτικά και ατμό.
- ✓ Εμφανίζουν ενιαίες, μετρίως υψηλές θερμοκρασίες.
- ✓ Απαιτούν εκτεταμένη ανακύκλωση του παραγόμενου κωκ. (NETL Gasification, fluidized bed gasifiers)

Ρευστοποιημένης κλίνης φυσαλίδας (bubbling fluidized bed)

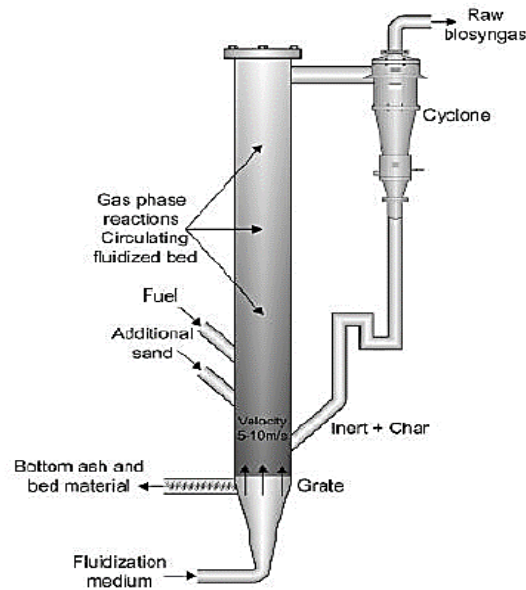


Εικόνα 48: Fluidized bubbling bed gasifier

Πηγή: Biomass gasification Lecture
No. L3-2, Marek Ściażko, Prof.

Σε έναν αεριοποιητή ρευστοποιημένης κλίνης φυσαλίδας, το ανθρακούχο στερεό καύσιμο, αφού συνθλίβεται σε σωματίδια μικρότερα από 10 mm, τροφοδοτείται μέσα στον αεριοποιητή και ρευστοποιείται από τα μέσα αεριοποίησης που εισέρχονται από τον πυθμένα. Μερικές φυσαλίδες εμφανίζονται όταν το αέριο οδεύει μέσα από την κλίνη. Μια μικρή ποσότητα σωματιδίων σηκώνονται λίγο πάνω από την κλίνη και στη συνέχεια τα περισσότερα από αυτά θα πέσουν πάλι σε αυτήν. Μερικά ελαφρά σωματίδια (σκόνη) απομακρύνονται από τον αεριοποιητή, συλλέγονται σε έναν κυκλώνα και στη συνέχεια επιστρέφουν πάλι στον αεριοποιητή. Εκτός από τα μέσα αεριοποίησης που τροφοδοτούνται από τον πυθμένα, ένα συμπληρωματικό μέσο αεριοποίησης μπορεί να εισαχθεί από την κάτω πλευρά του αεριοποιητή. Ο σκοπός αυτού είναι να αντιδράσει με τα σωματίδια που δεν αντέδρασαν και παραμένουν στο χώρο πάνω από την κλίνη για να επιτευχθεί έτσι υψηλότερη μετατροπή του ανθρακούχου καυσίμου. Η διαδικασία ροής σε ένα αεριοποιητή ρευστοποιημένης κλίνης φυσαλίδας παρουσιάζει πολύ καλύτερη ανάμειξη του αερίου και των σωματιδίων από ότι στους αεριοποιητές σταθερής κλίνης. Ένας τέτοιος αεριοποιητής είναι κατάλληλος για εγκαταστάσεις μεσαίας κλίμακας. (Liu, H., 2014)

Ρευστοποιημένης κλίνης κυκλοφορίας (circulating fluidized bed)



Εικόνα 49: Circulated fluidized bed gasifier

Πηγή: Biomass gasification Lecture
No. L3-2, Marek Ściażko, Prof.

Ένας αεριοποιητής ρευστοποιημένης κλίνης κυκλοφορίας συνήθως περιλαμβάνει έναν αντιδραστήρα, έναν εξωτερικό κυκλώνα ανακύκλωσης, και μια βαλβίδα σφράγισης. Δεδομένου ότι η ταχύτητα του αερίου σε ένα αεριοποιητή CFB κυμαίνεται γενικά από 3,5- 5 m/s και είναι μεγαλύτερη από αυτήν ενός ρευστοποιημένης κλίνης φυσαλίδας (0.5-1.0 m/s) η υδροδυναμική του θα είναι επίσης διαφορετική. Σε αντίθεση με έναν αεριοποιητή ρευστοποιημένης κλίνης φυσαλίδας, όπου τα σωματίδια παραμένουν ως επί το πλείστον στην κλίνη, όλα τα σωματίδια σε ένα κυκλοφορούσας ρευστοποιημένης κλίνης ανυψώνονται και αναμιγνύονται πολύ καλά με τα αέρια λόγω της κατάστασης της ροής στροβιλισμού και της ισχυρής δύναμης ροής που προκαλείται από την υψηλή ταχύτητα ολίσθησης μεταξύ των σωματιδίων και των αερίων. Έτσι, σε ένα αεριοποιητή CFB μπορεί να επιτευχθεί μια καλύτερη ανάμιξη μεταξύ του αερίου και των σωματιδίων και έτσι παρέχει μεγαλύτερη μεταφορά ενέργειας και μάζας για τις αντιδράσεις αεριοποίησης. (Liu, H., 2014)

Σύγκριση αεριοποιητή ρευστοποιημένης κλίνης κυκλοφορίας με ρευστοποιημένης κλίνης φυσαλίδας

Ο αεριοποιητής ρευστοποιημένης κλίνης κυκλοφορίας έχει κύρια θετικά χαρακτηριστικά την εξαιρετική μεταφορά θερμότητας και ενέργειας καθώς και τον μεγαλύτερο χρόνο παραμονής, ενώ συνολικά επιτυγχάνει καλύτερη μετατροπή καυσίμου σε αέριο.

Τα πλεονεκτήματα ενός αεριοποιητή ρευστοποιημένης κλίνης κυκλοφορίας έναντι εκείνου της ρευστοποιημένης κλίνης φυσαλίδας είναι συνοπτικά τα εξής:

1. Υψηλή ταχύτητα ολίσθησης- καλύτερη ανάμιξη αερίου, σωματιδίων
2. Μπορεί να επεξεργαστεί μεγαλύτερη γκάμα σωματιδίων πρώτης ύλης
3. Υψηλά ποσοστά επανακυκλοφορίας στερεών - υψηλό ποσοστό θερμότητας στερεού - μειωμένη παραγωγή τέφρας
4. Μικρότερο περιορισμό στο μέγεθος και σχήμα της πρώτης ύλης (επεξεργασία ευρέως φάσματος βιομάζας και απορριμμάτων)
5. Άριστη επαφή αερίου και στερεού σε μεγάλη επιφάνεια και μεγάλος χρόνος παραμονής – αποδοτικότερη αεριοποίηση
6. Μεγαλύτερες ταχύτητες λειτουργίας - μεγαλύτερη παραγωγή ενέργειας ανά m^2/h
7. Η συνεχής δημιουργία και διάσπαση του σωρού της βιομάζας στην ταχύτερα κινούμενη κλίνη ενισχύει την αντίδραση στερεού-αερίου και ως εκ τούτου την μεγαλύτερη μετατροπή του άνθρακα.
8. Οι αεριοποιητές ρευστοποιημένης κλίνης κυκλοφορίας είναι εύκολο να διαστασιολογηθούν για μεγαλύτερες ισχύεις και γκάμα πρώτης ύλης (Basu P., 2006)

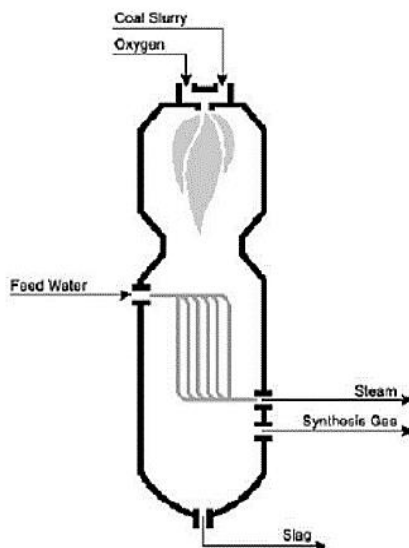
Εξαναγκασμένη ροής (Entrained flow)

Ο αεριοποιητής εξαναγκασμένης ροής (EFR) είναι επίσης γνωστός σε διεργασίες καύσης άνθρακα. Σε αυτόν τον τύπο δεν προστίθεται αδρανές στερεό υλικό, όπως στην περίπτωση της ρευστοποιημένης κλίνης. Η πρώτη ύλη τροφοδοτείται ταυτόχρονα με το οξειδωτικό μέσο με τη βοήθεια ενός καυστήρα και η ταχύτητα ροής είναι αρκετά υψηλή για να δημιουργήσει ένα πνευματικό σύστημα μεταφοράς. Οι EFR αεριοποιητές λειτουργούν σε πολύ υψηλότερες θερμοκρασίες από αυτούς που έχουν περιγραφεί (1200-1500 °C). Αυτό επιτρέπει τη θερμική μετατροπή της πίσσας και του μεθανίου, έτσι ώστε η σύνθεση του αερίου προϊόντος να είναι πολύ κοντά στην σύνθεση που επιτυγχάνεται η χημική ισορροπία, και ως εκ τούτου κοντά στην ποιότητα του αερίου σύνθεσης. Ωστόσο, όταν ο άνθρακας χρησιμοποιείται ως καύσιμο, χρειάζεται αρχικά να συνθλιβεί σε μέγεθος σκόνης (διάμετρος 50 μm) πριν εισαχθεί στον αεριοποιητή. Αυτό είναι το μεγαλύτερο μειονέκτημα του σε εφαρμογή του για βιομάζα, καθώς η μείωση του μεγέθους της βιομάζας είναι μια πολύ δαπανηρή διαδικασία από την άποψη της κατανάλωσης της ενέργειας.

Επιπλέον, λόγω του μεγέθους των σωματιδίων, η κατανομή τους έχει μεγάλη εξάπλωση και μπορεί να αναμένεται παραγωγή μεθανίου κατά την διαδικασία αεριοποίησης της βιομάζας. Αυτό το μειονέκτημα μπορεί να ξεπεραστεί εν μέρει με προ-κατεργασία της βιομάζας στη διαδικασία της φρύξης. Ωστόσο, αυτή είναι μια σχετικά νέα τεχνολογία και μόλις τα τελευταία χρόνια άρχισε να εφαρμόζεται σε πιλοτική κλίμακα. Επιπλέον, προκειμένου να επιτευχθεί υψηλή θερμοκρασία αεριοποίησης θα πρέπει να οξειδωθεί περισσότερο αέριο προϊόν, το οποίο θα μειώσει την αποδοτικότητα σε κρύο αέριο. Τέλος, οι ακραίες συνθήκες αντίδρασης δημιουργούν προβλήματα στην επιλογή των υλικών. Μεγάλες ποσότητες τηγμένης τέφρας (υαλοποιημένο υπόλειμμα) θα σχηματίζεται κατά την αεριοποίηση όλων των ειδών βιομάζας, εκτός από τις περιπτώσεις που χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη σχετικά καθαρό ξύλο, ενώ η παρουσία υψηλών ποσοτήτων καλίου θέτει σε αμφιβολία την διάρκεια ζωής της πυρίμαχης επενδύσεως. (Siedlecki and all, 2011)

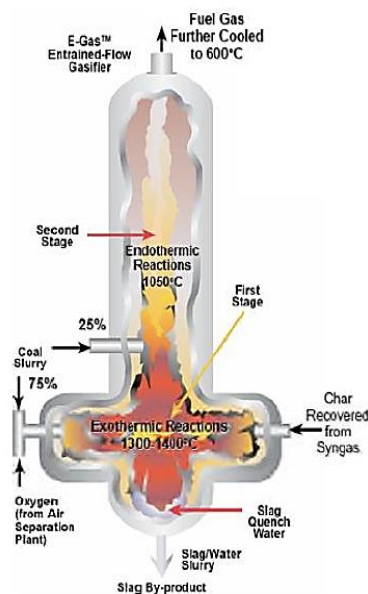
Το πλεονέκτημα του αεριοποιητή εξαναγκασμένης ροής είναι η ικανότητα να επεξεργάζεται κάθε είδους καυσίμου (άνθρακα) και να παράγει καθαρό αέριο χωρίς πίσσα. Επιπρόσθετα, η παραγόμενη στάχτη είναι σε μορφή αδρανούς υαλοποιημένου υπολείμματος. Η πλειοψηφία των διαδικασιών αεριοποίησης άνθρακα που έχουν αναπτυχθεί από το 1950 και μετά είναι βασισμένες στην εξαναγκασμένη ροή, στους αεριοποιητές υαλοποιημένου υπολείμματος με λειτουργία από 20 έως 70 bar και σε υψηλή θερμοκρασία. (≥ 1400 °C). Οι εξαναγκασμένης ροής αεριοποιητές είναι η συνήθης επιλογή για βαρέα καύσιμα. (Subba D.V., Gouricharan T., 2016)

Εξαναγκασμένης κάτω και άνω ροής (Entrained flow downstream and upstream)



Εικόνα 50: Entrained flow downstream gasifier

Πηγή: Biomass gasification Lecture No. L3-2, Marek Ściążko, Prof.



Εικόνα 51: Entrained flow upstream gasifier

Πηγή: Biomass gasification Lecture No. L3-2, Marek Ściążko, Prof.

Υπάρχουν δύο τύποι αεριοποιητών εξαναγκασμένης ροής, οι κάτω ροής και οι άνω ροής. Στον εξαναγκασμένης κάτω ροής αεριοποιητή η πρώτη ύλη εισάγεται ξηρή ή με υγρασία από το πάνω μέρος. Η αεριοποίηση πραγματοποιείται σε υψηλές θερμοκρασίες και μέτριες πιέσεις. Το αέριο κινείται προς τα κάτω και ψήχεται στον πάτο του αεριοποιητή. Το υαλοποιημένο υπόλειμμα πέφτει σε μία λίμνη νερού. Σε έναν εξαναγκασμένης άνω ροής αεριοποιητή η πρώτη ύλη εισάγεται από το κάτω μέρος του αεριοποιητή. Το αέριο κινείται προς τα επάνω, από όπου και εξέρχεται ενώ το υαλοποιημένο υπόλειμμα κινείται προς τα κάτω και αποσβένεται με νερό. Αυτός ο τύπος αεριοποίησης μπορεί να πραγματοποιηθεί σε δύο στάδια. Όταν χρησιμοποιείται αεριοποιητής δύο σταδίων, το 75% της πρώτης ύλης εισάγεται από την βάση του αεριοποιητή και το υπόλοιπο εισάγεται απευθείας στο ζεστό αέριο για να εκμεταλλευτεί την υψηλή θερμοκρασία. Σε αυτό το δεύτερο στάδιο παράγεται μερική

ποσότητα υαλοποιημένου υπολείμματος μαζί με υδρογονάνθρακες. (Subba D.V., Gouricharan T., 2016)

Πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα τεχνολογιών αεριοποιητών/ παράμετροι λειτουργίας

Ο πίνακας που ακολουθεί παρουσιάζει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα κατά την λειτουργία των διαφορετικών τεχνολογιών αεριοποίησης που περιεγράφηκαν στην προηγούμενη ενότητα όπως επίσης και την κλίμακα ως προς την εξερχόμενη ενέργεια.

Πίνακας 78: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα στην χρήση σταθερής κλίνης αεριοποιητές, κάτω ροής, άνω ροής και οριζόντιας ροής

Πηγή: BIOMASS GASIFICATION By Anil K. Rajvanshi Director, Nimbkar Agricultural Research Institute, PHALTAN-415523, Maharashtra, India, 2014,
<http://biomasspower.gov.in/document/download-lef-tside/Biomass%20gasification.pdf>

Τύπος αεριοποιητή	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα	Παραγωγή Ενέργειας
Σταθερής κλίνης Άνω ροής	Χαμηλή πτώση πίεσης	Μεγάλη ποσότητα πίσσας και υποπροϊόντων πυρόλυσης	Μικρή έως μεσαία κλίμακα
	Υψηλή απόδοση καυσίμου προς παραγόμενο αέριο	Σχετικά μεγάλος χρόνος για την εκκίνηση της μηχανής εσωτερικής καύσης	
	Μικρή τάση προς τον σχηματισμό στερεού υαλοποιημένου υπολείμματος	Απαιτείται εκτεταμένος καθαρισμός αερίου πριν την καύση του	
	Απλός σχεδιασμός		
	Δέχεται καύσιμο με περισσότερη υγρασία		
Σταθερής κλίνης Κάτω ροής	Εύκολη προσαρμογή του παραγόμενου αερίου στο φορτίο	Η εγκατάσταση έχει συνήθως μεγάλο ύψος	Μικρή έως μεσαία κλίμακα
	Χαμηλή περιεκτικότητα του καυσίμου σε πίσσα	Όχι κατάλληλος για μικρού μεγέθους πρώτη ύλη	

	Καλή επιλογή για χρήση σε μηχανές εσωτερικής καύσης	Περιορισμός στην υπερδιαστασιολόγηση	
	Σε χαμηλά φορτία, λιγότερα σωματίδια στο αέριο	Μεγάλες ποσότητες στάχτης και σκόνης	
		Περιορισμός στα χαρακτηριστικά της πρώτης ύλης	
Σταθερής κλίνης Οριζόντιας ροής	Μικρό ύψος εγκατάστασης	Αυξημένη παραγωγή πίσσας	Μικρή έως μεσαία κλίμακα
	Άμεση απόκριση στο φορτίο		
	Ευέλικτη παραγωγή αερίου		
	Εφαρμόσιμος για εγκαταστάσεις μικρής κλίμακας		
	Εξαιτίας της χαμηλής θερμοκρασίας, οι απαιτήσεις σε καθαρισμό του αερίου είναι λίγες		
Ρευστοποιημένης κλίνης	Συμπυκνωμένη κατασκευή	Το ρεύμα αερίου περιέχει σωματίδια σκόνης	Μεσαία κλίμακα
	Προφίλ με ομοιόμορφη θερμοκρασία	Περίπλοκο σύστημα λόγω της σύντομης παραμονής της βιομάζας στην κλίνη	
	Δέχεται πολλαπλά μεγέθη πρώτης ύλης	Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ποικιλία πρώτης ύλης αλλά ευελιξία καυσίμου επιτυγχάνεται μόνο για βιομάζα μεγέθους από 0.1 cm έως 1 cm	
	Το υψηλό σημείο τήξης της βιομάζας σε στάχτη δεν οδηγεί εξαυλωμένου άνθρακα		
Εξαναγκασμένης	Μικρός χρόνος	Υψηλό κόστος επένδυσης	Μεγάλη

ροής	παραμονής της βιομάζας	Αυστηρές προδιαγραφές πρώτης ύλης	κλίμακα
------	------------------------	-----------------------------------	---------

Ο επόμενος πίνακας αναφέρεται στις παραμέτρους λειτουργίας των τριών βασικών τεχνολογιών αεριοποίησης της σταθερής, της ρευστοποιημένης κλίνης και της εξαναγκασμένης ροής.

Πίνακας 79: Παράμετροι λειτουργίας αεριοποιητών σταθερής, ρευστοποιημένης κλίνης και εξαναγκασμένης ροής

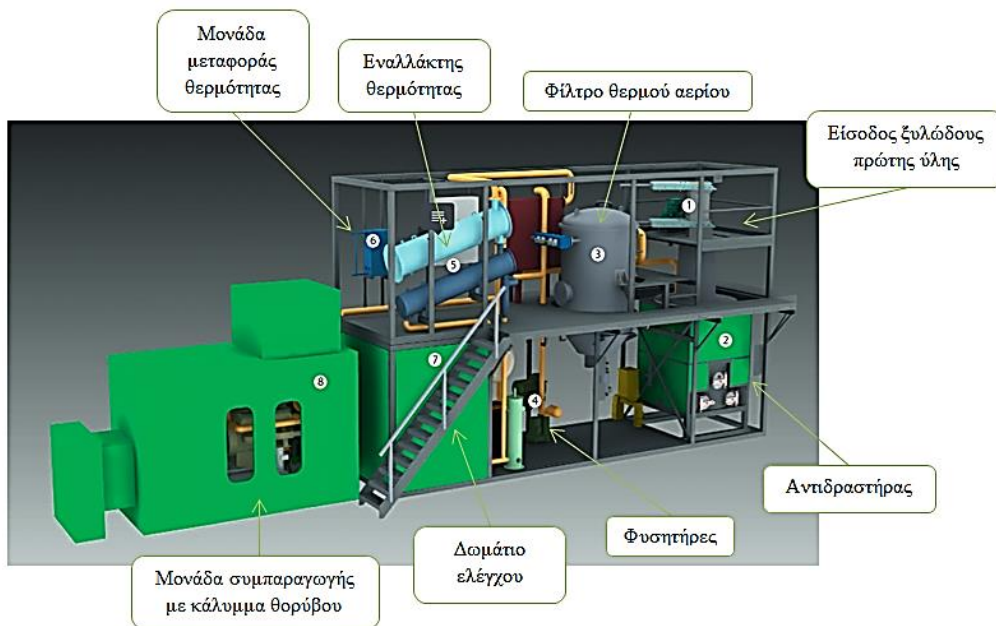
Πηγή: Combustion and gasification in fluidized beds, Prabir Basu, Halifax, Nova Scotia

Παράμετροι	Σταθερής κλίνης αεριοποιητές	Ρευστοποιημένης κλίνης	Εξαναγκασμένης ροής
Μέγεθος καυσίμου	<51mm	< 6 mm	<0.15 mm
Ανεκτικότητα σε λεπτόκοκκα υλικά	Περιορισμένη	Καλή	Άριστη
Ανεκτικότητα σε τραχιά υλικά	Πολύ καλή	Καλή	Φτωχή
Θερμοκρασία εξόδου αερίου	450-650 °C	800-1.000 °C	>1.260 °C
Ανεκτικότητα σε πρώτη ύλη	Άνθρακας χαμηλής θερμογόνου δύναμης	Άνθρακας χαμηλής θερμογόνου δύναμης και άριστο για βιομάζα	Άνθρακας κάθε θερμογόνου δύναμης, συμπεριλαμβανομένων και συσσωματωμάτων αλλά ακατάλληλος για βιομάζα
Απαιτήσεις σε οξειδωτικά μέσα	Χαμηλές	Μέτριες	Υψηλές
Θερμοκρασία ζώνης αντιδραστήρα	1.090 °C	800-1.000 °C	>1.990 °C
Απαιτήσεις σε ατμό	Υψηλές	Μέτριες	Χαμηλές
Φύση της στάχτης που παράγεται	Ξηρή	Ξηρή	Υαλοποιημένη
Αποδοτικότητα κρύου αερίου	80%	89.2%	80%

4.3 Τεχνολογίες

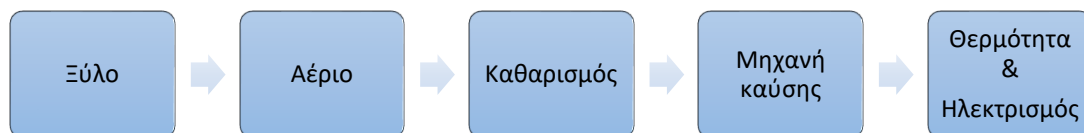
Urbas

Η μηχανή συμπαραγωγής της URBAS χρησιμοποιεί ως καύσιμο αυτό που παράγεται στον αντιδραστήρα της, μέσω θερμοχημικών διαδικασιών. Η πρώτη ύλη που εισάγεται στον αντιδραστήρα είναι ξυλώδης βιομάζα. Η σκόνη και η πίσσα που δημιουργούνται ως υπολείμματα της παραγωγικής διαδικασίας, απομακρύνονται από το τελικό αέριο καύσης με ειδικά σχεδιασμένα φίλτρα. Το καθαρό πλέον αέριο οδηγείται στην μηχανή εσωτερικής καύσης και τελικώς στην παραγωγή ενέργειας από την γεννήτρια.



Εικόνα 52: Αεριοποιητής URBAS

Πηγή: <http://www.e-lucente.com/en/wood-gasification.html>



Εικόνα 53: Διαδικασία αεριοποίησης

Σε αντίθεση με άλλες τεχνολογίες συμπαραγωγής βιομάζας που απαιτούν ένα μέσο εργασίας (νερό για την τουρμπίνα ατμού, πτητικό οργανικό θερμικό μέσο για τον Οργανικό Κύκλο Ράνκιν (Organic Rankine Cycle – ORC) το περιγραφόμενο σύστημα δεν χρειάζεται κάποιο μέσο. Το τελευταίο έχει σαν αποτέλεσμα την αυξημένη ενεργειακή απόδοση.

Η λειτουργία της είναι αυτοματοποιημένη σε μεγάλο βαθμό. Όλες οι παράμετροι ελέγχου παρακολουθούνται συνεχώς, καταγράφονται και διαμορφώνονται. Ένα

ολοκληρωμένο σύστημα παρέχει πληροφορίες σχετικά με την τρέχουσα κατάσταση λειτουργίας, ενώ διορθωτικές παρεμβάσεις μπορούν να γίνουν ανά πάσα στιγμή μέσω απομακρυσμένης συντήρησης . Μπορεί να λειτουργήσει ως αυτόνομη μονάδα ή σε συνδυασμό με υφιστάμενες εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης σχηματίζοντας έτσι ένα αποκεντρωμένο ενεργειακό εφοδιασμό της ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας από ΑΠΕ. (E-lucente, Wood Gasification)

Ακολουθεί συνοπτική τεχνοοικονομική ανάλυση του συστήματος HVG V12TA 250 GLS

Προδιαγραφές κατασκευής

Πίνακας 80: Προδιαγραφές κατασκευής HVG V12TA 250 GLS

Πηγή: INDICATIVE PRICE OFFER URBAS WOOD GAS CHP PLANT Rated Power 250 kWel

Αεριοποιητής	
Θερμαντική ικανότητα καυσίμου	1000 Kw
Θερμοκρασία εξόδου αεριοποιητή	~ 400 ° C
Αποδοτικότητα κρύου φυσικού αερίου	~ 82 έως 86%
Φίλτρο θερμού αερίου - μέγιστη ποσότητας	1150 Bm ³ / h
Θερμοκρασία λειτουργίας	μέχρι 450 °C
Υπολειμματική φόρτωση σκόνης	2 mg/ Bm ³
Μέγιστη ισχύς εξόδου γεννήτριας	250 Kw
Συνολική παραγόμενη θερμική ισχύς	530 Kw
Ιδιότητες καυσίμων	
Περιεκτικότητα σε υγρασία	10 <w <15%
Περιεκτικότητα σε τέφρα	~ έως 1%

Βασικός εξοπλισμός:

1. Αεριοποιητής σταθερής κλίνης με υδροφράχτη

Το σύστημα αεριοποιητή λειτουργεί σύμφωνα με την αρχή του αεριοποιητή σταθερής κλίνης και αποτελεί βελτίωση του αεριοποιητή Imbert. Ο αεριοποιητής τροφοδοτείται μέσω υδροφράχτη, ο οποίος χρησιμεύει και για την προστασία από την ανάδρομη καύση. Οι κυκλικές κινήσεις της κλίνης αφαιρούν την τέφρα από την σχάρα του

αντιδραστήρα. Η κυρίως ανόργανη τέφρα καταλήγει στο δοχείο στάχτης μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας αεριοποίησης και αδειάζει αυτόματα.

2. Μονάδα συμπαραγωγής

Η μονάδα ΣΗΘ αποτελείται από έναν κινητήρα εσωτερικής καύσης της εταιρίας Mitsubishi με μια σύγχρονη γεννήτρια. Ο έλεγχος και η ρύθμισή της συνδέονται με το σύστημα ελέγχου του αεριοποιητή. Το σύστημα ελέγχου του αερίου και η διαχείριση του κινητήρα είναι προσαρμοσμένα για συγκεκριμένες ιδιότητες του ξυλαερίου.

3. Μηχανή Εσωτερικής Καύσης

Πίνακας 81: Τεχνικά χαρακτηριστικά MEK για το σύστημα URBAS

Πηγή: INDICATIVE PRICE OFFER URBAS WOOD GAS CHP PLANT Rated Power 250 kWel

Κατασκευαστής	Mitsubishi
Τύπος	S12R
Ονομαστική ταχύτητα	1500 rpm
Θερμοκρασία των καυσαερίων μετά τον κινητήρα	480 °C
Θερμοκρασία των καυσαερίων, μετά τον εναλλάκτη θερμότητας	120 °C
Ρυθμός ροής απαερίων	3000 Bm ³ / h
Τιμές απαερίων κινητήρα	-CO <1500 mg/Nm ³ -NOX <500 mg/Nm ³ -Σκόνη <20 mg/Nm ³ (5 Vol.% O ₂ στα απαέρια, 0°C, 1013 mbar)

4. Αυτορρυθμιζόμενη σύγχρονη γεννήτρια AC

Πίνακας 82: Τεχνικά χαρακτηριστικά γεννήτριας για το σύστημα URBAS

Πηγή: INDICATIVE PRICE OFFER URBAS WOOD GAS CHP PLANT Rated Power 250 kWel

Κατασκευαστής	Magnet Marelli
---------------	----------------

Τύπος	MJB 315 MB 4
Μέγιστη ισχύς	250 kW
Τάση εξόδου	3x400 V +/-5%
Συχνότητα	50 Hz
Στροφές κινητήρα	1500 rpm

5. Ηλεκτρική εγκατάσταση

Η ηλεκτρική εγκατάσταση περιλαμβάνει όλες τις απαιτούμενες καλωδιώσεις με τις οδεύσεις τους και τον αγωγό σύνδεσης με την εγκατάσταση παραγωγής ξυλαερίου. Χρησιμοποιούνται ανθεκτικά, εύκαμπτα καλώδια για την καλωδίωση μεμονωμένων κομματιών. Ο αγωγός σύνδεσης υλοποιείται με ενίσχυση από πλαστικό και χάλυβα.

6. Ρύθμιση αεριοποιητή

Μία μονάδα PLC (Programmable Logic Controller) χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση και τον έλεγχο του συνόλου της μονάδας.

7. Απομακρυσμένος έλεγχος

Το λογισμικό απομακρυσμένης πρόσβασης προστατεύεται με κωδικό και καθιστά δυνατή την παρακολούθηση και τη λειτουργία των εγκαταστάσεων από ένα απομακρυσμένο κέντρο.

8. Εγκατάσταση τροφοδοσίας της πρώτης ύλης

Αυτή η εγκατάσταση αποτελείται από ένα κάδο προκαταρκτικής αποθήκευσης και ένα μεταφορέα σφήνα για μεταφορά διαμέσου του κεκλιμένου ιμάντα μεταφοράς.

9. Εγκάρσιος μεταφορέας - Τροφοδοσία στον αεριοποιητή

Σχεδιασμένος ως ένας ηλεκτρομηχανικά οδηγούμενος μεταφορέας που μεταφέρει την πρώτη ύλη σε ελεγχόμενες ποσότητες στην κεκλιμένη μεταφορική ταινία. Ένα σύστημα ελέγχου των μικρών κομματιών της πρώτης ύλης είναι ενσωματωμένο με σκοπό την αφαίρεσή τους.

10. Σύστημα ξήρανσης

Το σύστημα ξήρανσης της πρώτης ύλης είναι σχεδιασμένο για καύσιμα με μέγιστη περιεκτικότητα σε υγρασία έως 30%. Περιλαμβάνεται κινούμενο πάτωμα που προωθεί το ξύλο στο εσωτερικό του ξηραντήρα και τον απαραίτητο εξοπλισμό ξήρανσης/ εξαερισμού.

Το κόστος της περιγραφείσας μονάδας ανέρχεται στο ποσό του € 1.149.000 (Price offer Urbas)

Pyrox

Η τεχνολογία αεριοποίησης Pyrox χρησιμοποιεί ένα συνδυασμό άνω και κάτω αεριοποιητή σταθερής κλίνης, καρπώνοντας έτσι τα πλεονεκτήματα και των δύο τεχνολογιών. Κεντρικό στοιχείο της εγκατάστασης είναι ο αεριοποιητής. Οι εγκαταστάσεις της Pyrox διατίθενται σε ισχύεις 500, 750, 850 ή 1.000 kWel. Η καθαρή παραγωγή θερμικής ενέργειας είναι περίπου 1.200 kWth ανά 1.000 kWel, ενώ η μικτή 1.700kWth ανά 1.000kWel.



Εικόνα 54: Γενική όψη αεριοποιητή PYROX

Πηγή: <http://pyroxnord.com/gallery>



Εικόνα 55: Μέρη εγκατάστασης αεριοποιητή PYROX

Πηγή: <http://pyroxnord.com/gallery>

Διαδικασία αεριοποίησης

Η κατανάλωση «υγρής» πρώτης ύλης (υγρασία 40%) είναι περίπου 1.1 kg/ h/ kWel. Στη διαδικασία αεριοποίησης της PYROX μπορούν να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε είδος ροκανιδιού με περιεκτικότητα σε υγρασία να κυμαίνεται από 10% - 60% (W10-W60). Το μέγεθος του κάθε τσιπ ξύλου είναι 20 – 100 mm με την ποσότητα των μικρών σωματιδίων με μέγεθος λιγότερο από 10mm να μην υπερβαίνει το 5% της συνολικής περιεκτικότητας. Η περιεκτικότητα σε υγρασία στο φρέσκο ροκανίδι (40-60%) με την διαδικασία της ξήρανσης μειώνεται σε 10-15%. Το ολοκληρωμένο σύστημα ξήρανσης της Pyrox χρησιμοποιεί την θερμότητα που αποκτάται από την διαδικασία ψύξης του syngas από τους 750°C στους 30°C. (Pyrox, Cogeneration Plants)

Τα στάδια της ψύξης και καθαρισμού του αερίου είναι τα ακόλουθα:

1. Μείωση θερμοκρασίας από 750°C έως 450°C σε ειδικά σχεδιασμένο εναλλάκτη θερμότητας
2. Καθαρισμός από στερεά σωματίδια σε κυκλώνα υψηλής θερμοκρασίας
3. Καθαρισμός και ψύξη (από 450°C έως 30°C) με απόσβεση σε σύστημα ψεκαστήρα δύο σταδίων
4. Το υπολειπόμενο νερό και συμπυκνώματα προωθούνται στη μονάδα υγροποίησης και ανακυκλώνονται στην διαδικασία
5. Τελικός καθαρισμός σε ηλεκτροστατικό φίλτρο με τις ακαθαρσίες να ανακυκλώνονται πίσω στον αεριοποιητή

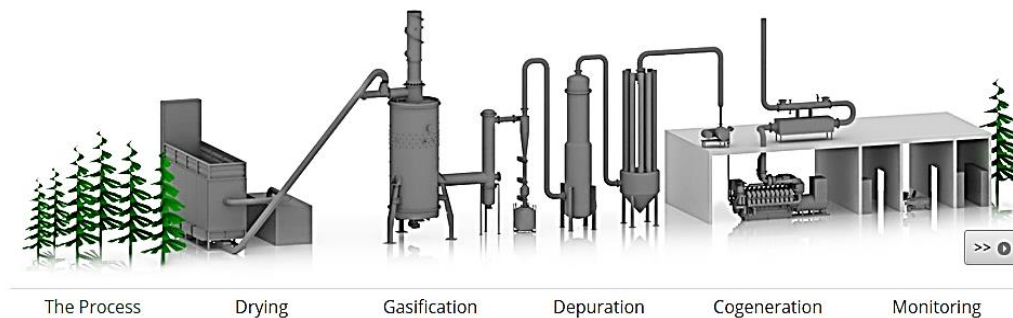
Το αποτέλεσμα είναι ένα ψυχρό απαλλαγμένο από προσμίξεις και πίσσα, αέριο σύνθεσης με θερμοϊδική αξία 1,5 - 1,8 kWh/ Nm. Στη συνέχεια το αέριο σύνθεσης καίγεται στη μηχανή εσωτερικής καύσης, η οποία έχει τροποποιηθεί και βελτιστοποιηθεί για χρήση αυτού του είδους καυσίμου. Ο κινητήρας λειτουργεί σε κατάσταση λειτουργίας συμπαραγωγής. (Pyrox, Cogeneration Plants)

Αμέσως μόλις εισάγονται τα ροκανίδια στο πάνω μέρος του αεριοποιητή ξεκινά η διαδικασία ξήρανσης χρησιμοποιώντας την εσωτερική θερμότητα του αεριοποιητή. Μετά την ξήρανση ξεκινά το στάδιο της πυρόλυσης. Κατά τη διαδικασία της αεριοποίησης του ξύλου με την παρουσία οξυγόνου, σχηματίζονται προϊόντα οξειδωσης - CO₂ και H₂O, τα οποία δρομολογούνται μέσω του στρώματος του άνθρακα με πίσσα, υποβαθμιζόμενα σε υδρογόνο (H₂) και μονοξείδιο του άνθρακα (CO). Η περαιτέρω αντίδραση αυτών των δύο στοιχείων έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή μεθανίου (CH₄). Το αέριο σύνθεσης με πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε πίσσα δημιουργείται εν τέλει με την χρησιμοποίηση οξυγόνου ως συστατικό της αεριοποίησης, υψηλή θερμοκρασία (1000 °C στη ζώνη οξειδωσης) και έναν ειδικό σχεδιασμό «ουράς» για τη ροή του αερίου μέσα από τα διάφορα στάδια. Οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες μακράς αλυσίδας που παράγονται κατά τη διάρκεια των διεργασιών της αντίδρασης μετατρέπονται σε αέριο σύνθεσης σε ποσοστό 100% λόγω της υψηλής θερμοκρασίας και του ειδικού ρεύματος ροής αερίου. Το νερό που εισάγεται με το ξύλο στη διαδικασία διασπάται σε υδρογόνο (H₂) και οξυγόνο (O₂).

Το οξυγόνο (O_2) αντιδρά με τον άνθρακα (C) από το κάρβουνο και δημιουργεί το μονοξείδιο του άνθρακα (CO). Η τεχνολογία αεριοποίησης της Pyrox δεν παράγει λύματα. Το παραπροϊόν (τέφρα) αντιστοιχεί σε περίπου 1% της μάζας της πρώτης ύλης.

Μετά την παραγωγή του, το ξυλαέριο ψύχεται και καθαρίζεται. Το σύστημα καθαρισμού είναι ένα πολύ σημαντικό μέρος της τεχνολογίας. Πρωταγωνιστικό ρόλο στον καθαρισμό δεν έχουν μόνο ο κυκλώνας, η σβέση και το ηλεκτροστατικό φίλτρο, αλλά και το γεγονός ότι κάθε μονάδα της εγκατάστασης είναι ελεγχόμενη από σύστημα διαχείρισης.

Το καθαρό πλέον αέριο καίγεται σε ειδικές μηχανές προς παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας σύμφωνα με τις αρχές της συμπαραγωγής. Ο συνδυασμός με κινητήρες GE Jenbacher εξασφαλίζουν μεγαλύτερη απόδοση στο σύστημα. (Pyrox, Pyrox Technology)



Εικόνα 56: Διαδικασία αεριοποίησης PYROX

Πηγή: <http://www.pyroxitalia.com/en/pyrox-gasification-technology/woody-biomass-gasification-process>

Ankur

Οι αεριοποιητές της Ankur είναι δύο διαφορετικών τύπων. Η σειρά WBG και η σειρά FBG. Η πρώτη έχει κατασκευαστεί για ξύλο ως καύσιμη ύλη, υπολείμματα ξύλων ή άλλα ξυλώδη υλικά, ενώ η δεύτερη για λεπτόκοκκα υλικά όπως αποφλοιωμένο ρύζι. Χρειάζεται να γίνεται ειδικός τεμαχισμός της βιομάζας πριν την είσοδό της και το ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας να μην ξεπερνάει το 20% για την ξυλώδη και το 10% για το αποφλοιωμένο ρύζι. Τα μικτά συστήματα (COMBO) μπορούν να διαχειριστούν και τους δύο τύπους βιομάζας που προαναφέρθηκαν αλλά όχι ταυτόχρονα. Ο επόμενος πίνακας αναφέρεται στους αεριοποιητές και την πρώτη ύλη που μπορούν να επεξεργαστούν. (Ankur Scientific Energy Technologies, Ankur Gasifier, Range)

Πίνακας 83: Τύποι αεριοποιητών ANKUR και πρώτη ύλη

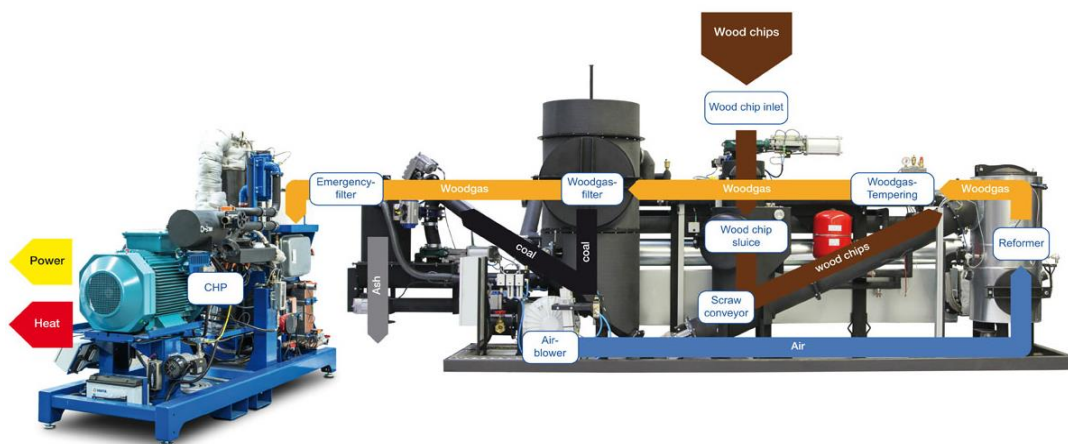
Πηγή: <http://www.ankurscientific.com/range.htm>

	WBG	FBG	COMBO
Τύπος βιομάζας	Καυσόξυλα	Αποφλοιωμένο ρύζι	Όλοι οι αναφερόμενοι τύποι βιομάζας
	Υπολείμματα ξύλων	Κοπανισμένα κοτσάνια μουστάρδας	
	Κλαδιά	Ευτρεπισμός φορτίου σόγιας	
	Κελύφη καρύδας		

Για όλες όμως τις περιπτώσεις αεριοποιητών, για κάθε 3.5 με 4 κιλά χρησιμοποιούμενης ξυλόδου βιομάζας ή 5.5 κιλά αποφλοιωμένου ρυζιού εξοικονομείται ένα λίτρο πετρελαίου. (Ankur Scientific Energy Technologies, Ankur Gasifier, Savings)

Spanner

Το σύστημα αεριοποίησης Spanner λειτουργεί βάση των αρχών της συμπαραγωγής μετατρέποντας τα ροκανίδια ξύλου σε ηλεκτρική ενέργεια από βιομάζα και θερμότητα με υψηλή απόδοση. Τα πρόσφατα ανεπτυγμένα compact συστήματα συμπαραγωγής HV30-V1.1 και HV45-V1.1 καθιστούν δυνατή την εγκατάστασή τους σε χώρους με ανώτατο ύψος τα 2.50 m. Περιλαμβάνουν ένα συμπαγή μεταρρυθμιστή, ένα σύστημα καθαρισμού του αερίου χωρίς συμπυκνώματα καθαρισμού αερίου και μία πλήρως αυτοματοποιημένη διαδικασία αεριοποίησης. Τα μεγέθη των ισχύων είναι 30 kWel ή 45 kWel ιδιαίτερα ικανοποιητικές στην κάλυψη των φορτίων βάσης για δίκτυα θέρμανσης. Εάν είναι απαραίτητο, πολλά συστήματα μπορούν να συνδυαστούν αρμονικά



Εικόνα 57: Αεριοποιητής SPANNER

Πηγή: <http://www.holz-kraft.de/en/products/wood-cogeneration-unit>

Ανάλογα με το σύστημα αεριοποίησης του ξύλου, η εγκατάσταση παράγει ηλεκτρική ενέργεια από βιομάζα μεταξύ 30 και 45 kWel και συνολική θερμική ισχύ από 80 έως 120 kWth. Η κατανάλωση βιομάζας είναι μεταξύ 30 και 45 kg/ h και ισούται με περίπου 1kg/ h πριονίδια ανά kWel ηλεκτρικής παραγωγής. (Spanner Re², Wood cogeneration unit)

Πίνακας 84: Τεχνικές προδιαγραφές αεριοποιητών SPANNER

Πηγή: <http://www.holz-kraft.de/en/products/wood-cogeneration-unit>

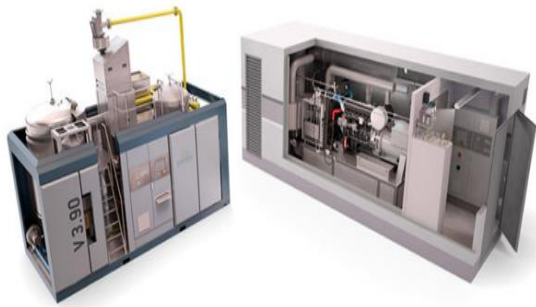
Ονομαστική ηλεκτρική ισχύ	30 kWel	45 kWel
Ηλεκτρική τάση εξόδου	400V/ 50 Hz	
Θερμική ισχύς εξόδου	73 kWth	108 kWth
Κατανάλωση pellet (7000h λειτουργίας)	180 tATRO	110 tATRO
Ποιότητα βιομάζας	Κορμούς δέντρων, ολόκληρα δέντρα χωρίς ρίζες / μέγεθος σωματιδίων P16S σύμφωνα με το DIN EN ISO 17225-4 / κατηγορία ποιότητας B2 κατά DIN EN ISO 17225-4 / περιεκτικότητα σε υγρασία max. 13% / λεπτόκοκκα σωματίδια max. 30% (<4 mm) / τέφρα max. 3%	

Burkhardt

Οι αεριοποιητές ξύλου Burkhardt είναι αυτοθερμικοί αεριοποιητές κάτω ροής με μια σταθερή ρευστοποιημένη κλίνη για την μετατροπή του καυσίμου σε αέριο. Δεν απαιτείται εξωτερική πηγή θερμότητας. Χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας και φημίζονται για την παραγωγή καθαρού καυσίμου. Οι ουσίες που περιέχουν πίσσα απομακρύνονται από τις ομοιόμορφες συνθήκες καυσίμου και την μεγάλη παραμονή σε συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών, κάτι που ευνοεί την καύση μέσα στην μηχανή. Ως αποτέλεσμα οι ετήσιες ώρες λειτουργίας του μπορούν να φτάσουν τις 7.500. Ακολούθως αναλύονται συνοπτικά οι 2 τύποι αεριοποιητών του συγκεκριμένου κατασκευαστή. (Burkhardt, Energy and Building Technology, Technology)

Τύπος V 3.90

Εξοπλισμένος με την μηχανή εσωτερικής καύσης ECO 180HG παράγει ηλεκτρισμό και θερμότητα χρησιμοποιώντας ως καύσιμο pellets ξύλου. Η κλιμάκωση στην ισχύ είναι 260-270 W θερμότητα και 165-180 W ηλεκτρισμό με ηλεκτρική απόδοση έως 30% και ολική 75%. Η εισροή καυσίμου είναι 110 kg/h.



Εικόνα 58: Burkhardt V 3.90

Πηγή: <http://burkhardt-energy.com/hp604/Wood-Gasifier-V-3-90.htm>



Εικόνα 59: Λειτουργία αεριοποιητή Burkhardt

Πηγή: <http://burkhardt-energy.com/hp604/Wood-Gasifier-V-3-90.htm>

Το καύσιμο και ο αέρας εισέρχονται στον αντιδραστήρα από κάτω με εξαιρετική ακρίβεια ενώ η ρευστοποιημένη κλίνη ανάλογα με το μέγεθος της πρώτης ύλης σταθεροποιείται από μόνη της.

Πίνακας 85: Στοιχεία απόδοσης της ECO 180HG και ECO 165HG μηχανής εσωτερικής καύσης

Πηγή: <http://burkhardt-energy.com/hp604/Wood-Gasifier-V-3-90.htm>

Αποδοτικότητα	ECO 180HG	ECO 165HG
Ηλεκτρική ισχύς εξόδου	180 kW	165 kW
Θερμική ισχύς εξόδου	270 kW	260 kW
Κατανάλωση pellet	110 kg/h	110 kg/h
Ηλεκτρική απόδοση	30%	30%
Ολική απόδοση	75%	75%
Υπολείμματα	Στάχτη / ξυλάνθρακας	Στάχτη / ξυλάνθρακας

Τύπος V 4.50

Ο τύπος V 4.50 λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο όπως ο V 3.90. Ο αεριοποιητής, ο εναλλάκτης θερμότητας αερίου, του φίλτρο αερίου και όλα τα άλλα μέρη είναι εγκατεστημένα στην βάση του εξοικονομώντας έτσι χώρο. Καταναλώνοντας περίπου

40 kg/ h πρώτης ύλης το σύστημα παράγει 50 kW ηλεκτρισμού και περίπου 110 kW θερμότητας. Αυτό σημαίνει ότι από ένα kg pellets παράγει 1.25 kW ηλεκτρισμού και 2.75 kW θερμότητα.

Πίνακας 86: Τεχνικά χαρακτηριστικά Burkhardt V 4.50

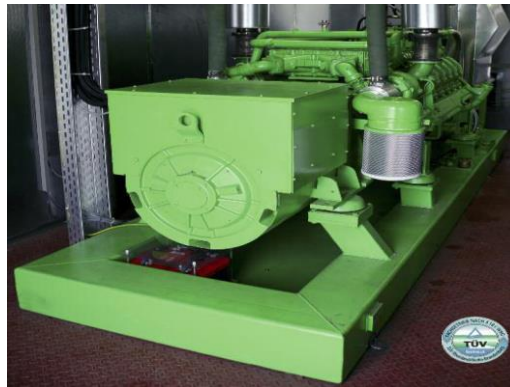
Πηγή: <http://burkhardt-energy.com/hp766/Wood-Gasifier-V-4-50.htm>

 <p>Εικόνα 60: Burkhardt V 4.50</p> <p>Πηγή: http://burkhardt-energy.com/hp766/Wood-Gasifier-V-4-50.htm</p>	Αποδοτικότητα	50 T CHP
	Ηλεκτρική ισχύς εξόδου	50 kW
	Θερμική ισχύς εξόδου	110 kW
	Κατανάλωση pellet	0.8 kg/kWhel (40kg/h για 50 kWel)
	Ηλεκτρική απόδοση	25%
	Θερμική απόδοση	55%
	Ολική απόδοση	80%
	Διαστάσεις Π*Υ*Μ	5.400*1485*3742 mm
	Βάρος	2.5 tn

(Burkhardt, Energy and Building Technology, Wood gasifier v 4.50)

Mothermik

Ο αεριοποιητής Mothermik χρησιμοποιεί ως καύσιμο ανεπεξέργαστα ξυλώδη υπολείμματα. Πριν εισαχθούν ξηραίνονται ώστε το ποσοστό υγρασίας να πέσει στο κάτω από 15%. Η απαιτούμενη θερμική ενέργεια παρέχεται από τη διαδικασία. Μετά την τροφοδοσία προστίθεται αέρας ως μέσο αεριοποίησης και παράγεται το ξυλαέριο. Το τελευταίο αποβάλλεται από τον αντιδραστήρα και έπειτα από επεξεργασία διαφόρων σταδίων τροφοδοτείται στον κινητήρα εσωτερικής καύσης. Εκεί, με συνεχή τροφοδοσία με μια μικρή ποσότητα πετρελαίου ανάφλεξης (βιοντίζελ) καίγεται στον κινητήρα. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια τροφοδοτείται στο δημόσιο ηλεκτρικό δίκτυο και πρέπει να γίνει αποδεκτή από την τοπικό διαχειριστή του δικτύου σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις. Ακολούθως περιγράφονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του τύπου MOTHERMIK MTHG.CNm.250.



Εικόνα 61: MOTHERMIK MTHG.CNm.250

Πηγή: Holzverstr_Engl_72dpi_29.2.12

MTHG.CNm.250

Αποτελείται από:

- Αντιδραστήρα αεριοποίησης με επεξεργασία φυσικού αερίου και νερού.
- Αυτόματο γερανό για την μεταφορά της πρώτης ύλης συμπεριλαμβανομένου και του συστήματος ελέγχου του.
- Ξηραντήρα.
- Μονάδα συμπαραγωγής με περιστροφική γεννήτρια ρεύματος, ελέγχου SPS, εναλλάκτη θερμότητας καυσαερίων, καταλύτη οξειδωσης, καμινάδα καυσαερίων.

Πίνακας 87: Τεχνικά χαρακτηριστικά MOTHERMIK MTHG.CNm.250

Πηγή: Holzverstr_Engl_72dpi_29.2.12

Είσοδος	Την ώρα	Το χρόνο
Ποσότητα πετρελαίου εκκίνησης	7 l	56.000 l
Κατανάλωση pellet (7000h λειτουργίας)	189 kg	1.323 tn
Έξοδος	Την ώρα	Το χρόνο
Απόρριψη ξυλάνθρακα	12-18 kg	105 tn
Ηλεκτρική απόδοση	250 kW	1.750.000 kWh
Θερμική απόδοση	240 kW	1.680.000 kWh

(Mothermik, Wood electrification installations)

Kuntschar

Η τεχνολογία της συγκεκριμένης εταιρίας έχει δίπλωμα ευρεσιτεχνίας και έχει πιστοποιηθεί από το γερμανικό Τεχνικό Γραφείο Ελέγχου (TÜV).



Εικόνα 62: Kuntschar system

Πηγή: 22_KuntscharEnergieerzeugungENweb_010412

Πλεονεκτήματα:

- ✓ Οι αεριοποιητές προστατεύονται μέσω καταχωρημένων σχεδίων στην γερμανική TÜV.
- ✓ Σύστημα σταθερής κλίνης (υψηλές θερμοκρασίες αεριοποίησης).
- ✓ Στεγνό καθαρίσμα - δεν απαιτείται σύστημα καθαρισμού του φυσικού αερίου
- ✓ Καθόλου υπολείμματα από την διαδικασία της πυρόλυσης.

Μειονεκτήματα:

- Απαιτεί καύσιμα με χαμηλή υγρασία.
- Είναι βελτιστοποιημένος για είσοδο της πρώτης ύλης για βασικό φορτίο. (Short Presentation of Kuntschar Energieerzeugung)

Το σύστημα αποτελείται από τα ακόλουθα μέρη:



Εικόνα 63: Kuntschar system (είσοδος)

1. Συσκευή εισόδου ροκανιδιών
2. Αεριοποιητής με φίλτρο θερμού αερίου
3. Ψύκτης αερίου
4. Απαλλαγή τέφρας
5. Πίνακας διακοπών

Πηγή:

22_KuntscharEnergieerzeugungENweb_010412



Εικόνα 64: Kuntschar system (μηχανή συμπαραγωγής)

1. Κινητήρας
2. Γεννήτρια
3. Εναλλάκτης θερμότητας ψύξης νερού και καυσαερίων
4. Όχι καταλυτικός μετατροπέας
5. Ηχομόνωση
6. Πίνακας διακοπών για τη παράλληλη λειτουργία του δικτύου

Πηγή:
22_KuntscharEnergieerzeugungENweb_010412

Πίνακας 88: Τεχνικά χαρακτηριστικά Kuntschar System

Πηγή: 22_KuntscharEnergieerzeugungENweb_010412

Τεχνικά χαρακτηριστικά	
Ηλεκτρική απόδοση	100-150 kW
Θερμική απόδοση	230 kW
Κατανάλωση pellet	150 kg/ h
Μέγεθος pellet	30-70 mm Ποσοστό λεπτόκοκκων <2%
Ποσοστό υγρασίας βιομάζας	<15%
Απαιτούμενος χώρος για την εγκατάσταση	80m ²
Απαιτούμενο ύψος για την εγκατάσταση	5 m

Κεφάλαιο 5: Τεχνοοικονομική μελέτη μονάδας αεριοποίησης στον Ελλαδικό χώρο

5.1 Προτεινόμενη περιοχή για μονάδα ή μονάδες αεριοποίησης σε επιλεγμένη περιοχή στον Ελλαδικό χώρο

Η επιλεγείσα περιοχή για την εγκατάσταση της μονάδας αεριοποίησης είναι η Περιφερειακή Ενότητα της Μεσσηνίας και πιο συγκεκριμένα η πόλη της Καλαμάτας.



Εικόνα 65: Π.Ε. Μεσσηνίας

Πηγή: <https://www.google.gr/maps>

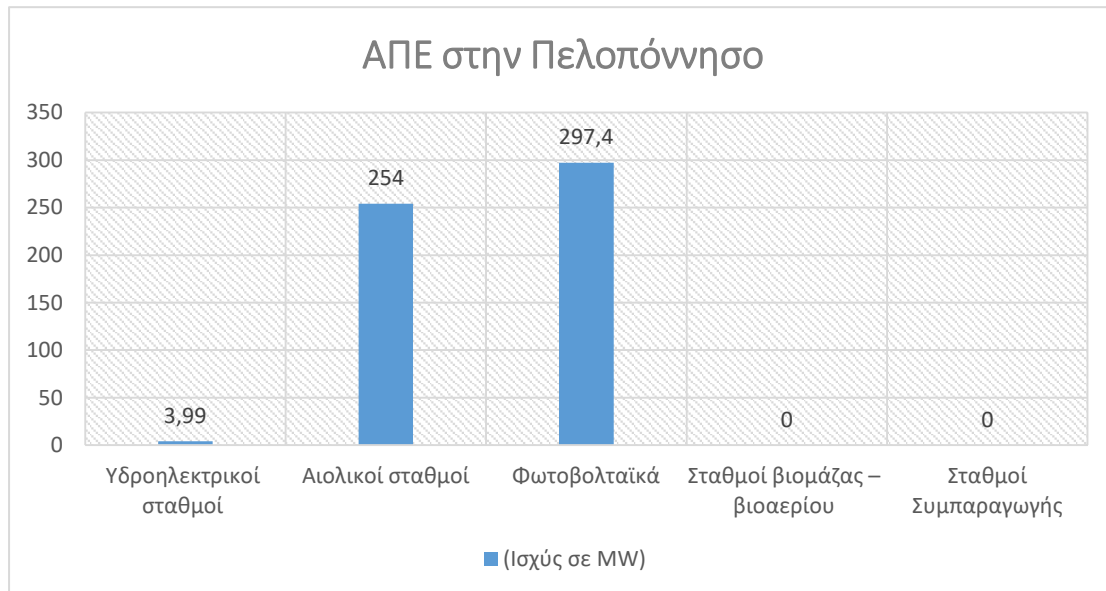
Η Π.Ε. Μεσσηνίας κατέχει το 28,02% του συνολικού πληθυσμού της Περιφέρειας Πελοποννήσου (163.110 κάτοικοι) με σταθερά δυναμική αύξηση του οικονομικά ενεργού πληθυσμού της και χαμηλά επίπεδο ανεργίας.

Στον τομέα των στερεών αποβλήτων υπάρχει η κατεύθυνση από το 2012 μέσω του επιχειρησιακού προγράμματος Πελοποννήσου για δημιουργία υποδομών που σχετίζονται με την οργανωμένη διαχείρισή τους (χώροι διάθεσης και επεξεργασίας απορριμμάτων, βιολογικοί καθαρισμοί, ανακύκλωση) ενώ παράλληλα τονίζεται η ανάγκη για περαιτέρω ανάπτυξη των Α.Π.Ε. μέσω της εκμετάλλευσης των φυσικών πόρων. Στην Περιφέρεια Πελοποννήσου παράγεται περίπου το 8% της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας της Δ.Ε.Η. πανελλαδικά με τη συμβολή των θερμοηλεκτρικών και υδροηλεκτρικών σταθμών στη Μεγαλόπολη και τον Λάδωνα, με τον πρώτο να επιβαρύνει το περιβάλλον με διάφορους τρόπους, όπως εκπομπές αερίων, απόβλητα, αλλοίωση των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών. Η αρχή για την σταδιακή ανεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα δόθηκε τα τελευταία χρόνια με την ανάπτυξη των ΑΠΕ αποκλειστικά για τις τεχνολογίες των αιολικών και φωτοβολταϊκών εκμεταλλεζόμενες το πλούσιο αιολικό και ηλιακό δυναμικό της Περιφέρειας. Μηδενική συμμετοχή στην προσπάθεια αυτή, που έμεινε ούτως ή άλλως ημιτελής λόγω της μεταβολής του θεσμικού πλαισίου για τις ΑΠΕ σε εθνικό επίπεδο, έχει η

βιομάζα όπως παρατηρούμε και στο ακόλουθο διάγραμμα. (Επιχειρησιακό πρόγραμμα Περιφέρειας Πελοποννήσου, 2012)

Γράφημα 6: Εγκατεστημένα έργα ΑΠΕ ανά ισχύ και τεχνολογία στην Πελοπόννησο

Πηγή: http://www.lagie.gr/fileadmin/groups/EDRETH/RES/2016_10_RES.pdf



Στην Π.Ε. Μεσσηνίας ειδικότερα, οι εγκατεστημένοι σταθμοί φωτοβολταϊκών και αιολικών (εγκατεστημένη ισχύς και θέση) παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 89: Εγκατεστημένα έργα ΑΠΕ στην Π.Ε. Μεσσηνίας

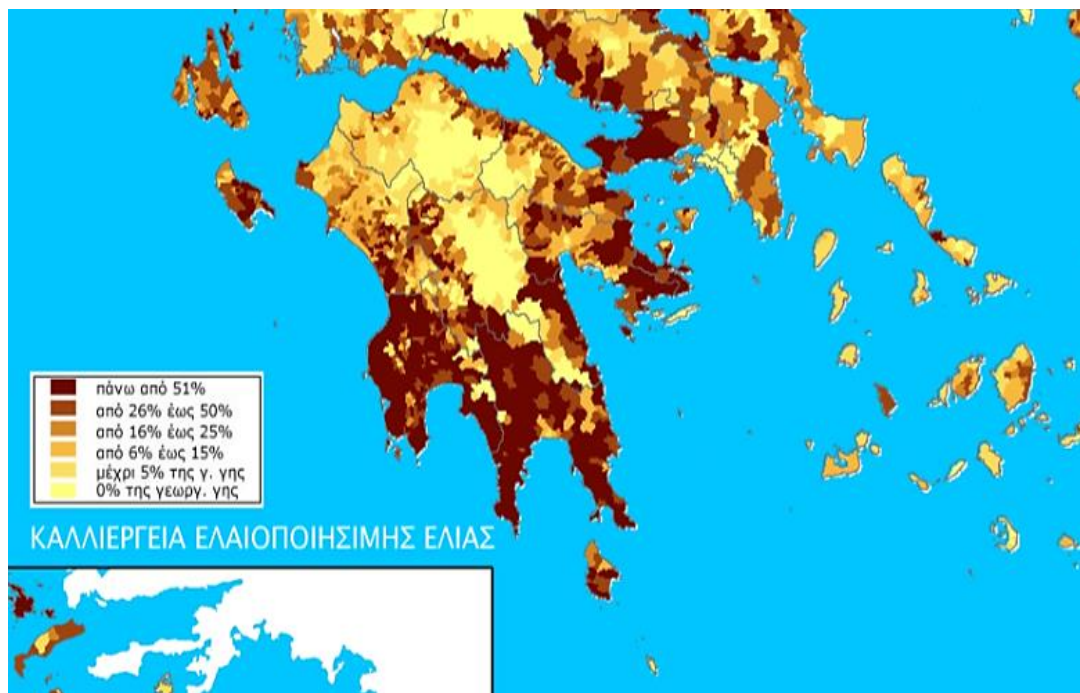
Πηγή: ΑΠΕ & ΣΗΘΥΑ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ (Μάιος 2016), ΑΔΜΗΕ

Τεχνολογία ΑΠΕ	Ισχύς σε λειτουργία στο διασυνδεδεμένο Σύστημα (MW)	Θέση εγκατάστασης
Α/Γ	6,8	Άγιος Αθανάσιος Δ. Πύλου & Μεθόνης
Φ/Β	0,2	Πέντε δρόμοι - Δήμου Γαργαλιάνων
Φ/Β	0,2	Κουμαριά - Δήμου Γαργαλιάνων
Φ/Β	1,999	Μελιγαλά I - ΒΙ.ΠΕ. Μελιγαλά - Δήμου Μελιγαλά
Φ/Β	1,999	Μελιγαλά II - ΒΙ.ΠΕ. Μελιγαλά - Δήμου Μελιγαλά
Φ/Β	1,971	ΒΙ.ΠΕ Καλαμάτας Β (Μελιγαλάς) - Δήμου Μελιγαλά
Φ/Β	0,704	ΒΙ.ΠΕ Καλαμάτας Β (Μελιγαλάς)(Ο.Τ. 12) - Δήμου Μελιγαλά
Φ/Β	1,971	ΒΙ.ΠΕ Μελιγαλά - Ο.Τ.8
Φ/Β	0,399	Κάτω Γονάτσα - Δήμου Λευκτρου
Φ/Β	4,9	Αγριλιά Μπάκα - Δήμου Γαργαλιάνων

Φ/Β	0,876	Καλό Νερό - Δ.Δ. Καλό Νερό - Δήμου Αυλώνα
Φ/Β	2,131	αγροτική περιοχή του Δ.Δ Ασπροχώματος - δ. Καλαμάτας
Φ/Β	11,963	Σκοπελάκια - Δ.Δ. Κυνηγού - δ. Πύλου
Φ/Β	1,575	αγροτική περιοχή του Δ.Δ Ασπροχώματος - Δ. Καλαμάτας

Το δυναμικό της βιομάζας στην περιοχή είναι όπως είδαμε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, υψηλό και οφείλεται και στις γεωργικές εκτάσεις της Περιφέρειας που κυριαρχούν οι δενδρώδεις καλλιέργειες σε ποσοστό 62,6% ενώ ακολουθεί η κατηγορία των λοιπών εκτάσεων με 18,9%. Σημαντικό μέρος όμως των γεωργικών εκτάσεων της Περιφέρειας καταλαμβάνεται και από ετήσιες καλλιέργειες με ποσοστό 12,5% .[Επιχειρησιακό πρόγραμμα Περιφέρειας Πελοποννήσου, Στρατηγικός Σχεδιασμός, Σεπτέμβριος 2012]. Κυρίαρχη καλλιέργεια στην Πελοπόννησο και στην Μεσσηνή πολύ περισσότερο, είναι η ελιά. Ο αριθμός των ελαιόδεντρων στην Μεσσηνία φτάνει τα 16 εκ. με την ετήσια παραγωγή ελαιολάδου να ξεπερνά τους 50.000 τόνους αποτελώντας την ατμομηχανή της ανάπτυξης στην περιοχή. (Μπακόπουλος Β., eleftheria online)

Στον χάρτη που ακολουθεί παρουσιάζονται τα ποσοστά των περιοχών με καλλιέργεια ελαιοποιήσιμης ελιάς στο σύνολο της γεωργικής γης με την περιοχή της Μεσσηνίας να ανήκει σχεδόν ολόκληρη σε ποσοστό ελαιοκάλυψης άνω του 51%.



Εικόνα 66: Ελαιοκάλυψη στην Π.Ε. Μεσσηνίας

Πηγή: <http://www.minagric.gr/index.php/el/the-ministry-2/agricultural-policy/tomeisanapt/maps>

Φυσικό επακόλουθο της εκμετάλλευσης της καλλιέργειας της ελιάς είναι και τα απόβλητα που προκύπτουν από αυτήν, με σημαντικότερο στον τομέα μελέτης μας,

που είναι η βιομάζα, τα απόβλητα των κλαδεμάτων. Το μισό ή και μεγαλύτερο ίσως μέρος από τις καθημερινά παραγόμενες τεράστιες ποσότητες παραμένει ανεκμετάλλευτο και προκαλεί σημαντικές τοπικές ρυπάνσεις στο περιβάλλον, εφόσον κανένας περιορισμός δεν υφίσταται και κανένας νόμος δεν επιβάλλει την επεξεργασία τους. (Πλαίσιο Κατευθύνσεων για την Επικαιροποίηση του Π.Ε.Σ.Δ.Α Πελοποννήσου, 2010)

Η συνηθισμένη πρακτική διαχείρισης των κλαδεμάτων των ελαιόδεντρων είναι η καύση τους στο χωράφι. Η πρακτική αυτή έχει πολλά μειονεκτήματα τα κυριότερα των οποίων είναι η απελευθέρωση στην ατμόσφαιρα αερίων θερμοκηπίου, η καταστροφή οργανικής ουσίας και ο κίνδυνος πυρκαγιάς με ανυπολόγιστες κοινωνικές, περιβαλλοντικές και οικονομικές συνέπειες. (Αγροσελίδα, blogspot)

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται οι εκτιμώμενες ετήσιες ποσότητες κλαδεμάτων τόσο για τις ελιές όσο και για άλλες δενδρώδεις καλλιέργειες και των διαφασικών ελαιοτριβείων στην Π.Ε. Μεσσηνίας, μέρος των οποίων θα χρησιμοποιηθεί ως πρώτη ύλη για την εγκατάσταση του αεριοποιητή.

Πίνακας 90: Ποσότητες αποβλήτων γεωργίας (σε Tn/ έτος, 2007)

Πηγή: Πλαίσιο Κατευθύνσεων για την Επικαιροποίηση του Π.Ε.Σ.Δ.Α Πελοποννήσου, Ιούλιος 2010

Π.Ε Μεσσηνίας	Ποσότητες κλαδεμάτων (tn/ έτος)				
	Ελιές	Αμπέλια	Πορτοκαλιές	Μανταρινιές	Λεμονιές
	382.589	14.324	3.335	781	101
Απόβλητα ελαιοτριβείων 2 φάσεων (tn/ έτος)					
194.072					

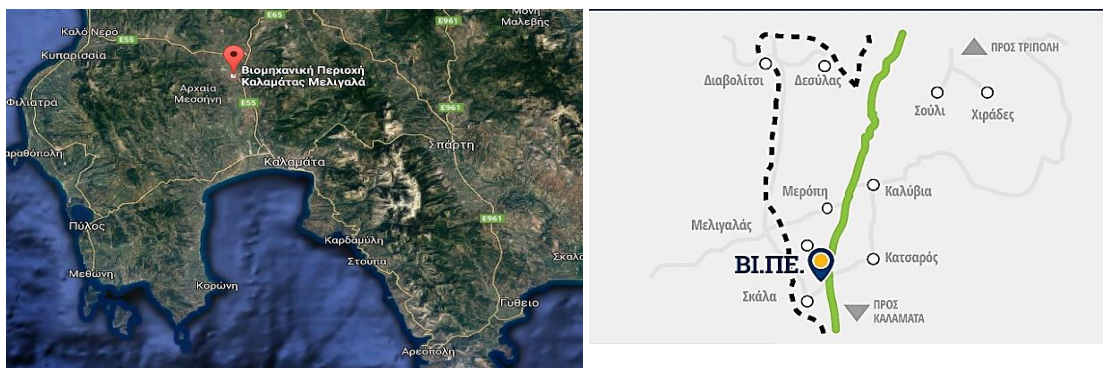
Για την διαχείρισή των αποβλήτων συμπεριλαμβανομένων και των γεωργικών, που ανήκουν τα κλαδέματα, στόχος για την Περιφέρεια Πελοποννήσου είναι η βιώσιμη διαχείρισή τους (επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση, ανάκτηση ενέργειας, ασφαλής τελική διάθεση) με ουσιαστική συμμετοχή του ιδιωτικού τομέα στους τομείς που παρουσιάζουν επιχειρηματικό ενδιαφέρον. Επιπρόσθετα, όπου καθίσταται δυνατόν, χρησιμοποίηση βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών, οι οποίες να λαμβάνουν υπόψη την τεχνολογική εφαρμοσιμότητα και την οικονομική βιωσιμότητα. (Επιχειρησιακό πρόγραμμα Περιφέρειας Πελοποννήσου, Στρατηγικός Σχεδιασμός, 2012)

Συγκεκριμένα για τα γεωργικά υπολείμματα και άχρηστα γεωργικά προϊόντα, στόχος είναι η μεγιστοποίηση της αξιοποίησής τους και η συνεχής μείωση του ποσοστού

τελικής διάθεσής τους με πρακτικές και τεχνικές που αποβλέπουν στην υψηλή κατά το δυνατόν προστασία του περιβάλλοντος, αλλά και στο οικονομικό και επενδυτικό ενδιαφέρον, όπως είναι η παραγωγή εδαφοβελτιωτικού και η ενεργειακή αξιοποίηση ως βιοκαύσιμο για την παραγωγή ενέργειας. (Πλαίσιο Κατευθύνσεων για την Επικαιροποίηση του Π.Ε.Σ.Δ.Α Πελοποννήσου, 2010)

Η επιλογή της συγκεκριμένης περιοχής για εγκαταστάσεις αεριοποίησης είναι η πλέον ενδεδειγμένη επειδή εκτός του υψηλού δυναμικού, η εγγύτητα της μονάδας με τις πηγές βιομάζας εξασφαλίζει το περιορισμένο κόστος μεταφοράς της.

Η θέση εγκατάστασης προτείνεται να είναι η ΒΙ.ΠΕ. (Βιομηχανική Περιοχή) στο Μελιγαλά Καλαμάτας. Η ΒΙ. ΠΕ. είναι ένας χώρος, ο οποίος καθορίζεται, οριοθετείται, πολεοδομείται και οργανώνεται σύμφωνα με τις διατάξεις του νόμου 2545/1997 προκειμένου να λειτουργήσει ως χώρος υποδοχής κάθε βιομηχανικής και βιοτεχνικής δραστηριότητας. (Kireas, blogspot, Τι είναι μια Βιομηχανική Περιοχή (ΒΙ.ΠΕ.)). Μια βιομηχανική περιοχή εξασφαλίζει την απρόσκοπτη και ποιοτική λειτουργία μιας βιομηχανίας σε ένα ορθολογικά οργανωμένο περιβάλλον και μειώνεται αρκετά η πιθανότητα αντιδράσεων της τοπικής κοινωνίας, εφόσον η όποια όχληση προκαλείται, περιορίζεται τοπικά και είναι απόλυτα υπό έλεγχο. Τα οικοπέδα τους έχουν καθαρούς τίτλους ιδιοκτησίας και προσφέρουν ευνοϊκούς όρους δόμησης όπως, μέγιστο ποσοστό κάλυψης 60% της επιφάνειας του οικοπέδου, συντελεστή δόμησης 1,6 και μέγιστο ύψος κτηρίων τα 24m. Οι ΒΙ. ΠΕ. μπορούν να «φιλοξενήσουν» δραστηριότητες χαμηλής, μέσης ή υψηλής όχλησης οπότε η σχεδιαζόμενη μονάδα αεριοποίησης είναι απόλυτα συμβατή με τις χρήσεις γης. Η ΒΙ.ΠΕ. στον Μελιγαλά Καλαμάτας απέχει από τον αυτοκινητόδρομο Ε-65 3 km, από το λιμάνι της Καλαμάτας 27 km και από το σιδηροδρομικό σταθμό 6 km, δεδομένα που τον καθιστούν ιδανικό για την εύρυθμη λειτουργία μιας βιομηχανίας και στην περίπτωση της αεριοποίησης για την μεταφορά ανθρώπων, πρώτων υλών και εξοπλισμού. Επιπρόσθετα, εντός της είναι εγκατεστημένοι, όπως αναφέρθηκε και φαίνεται και στην εικόνα που ακολουθεί φωτοβολταϊκοί σταθμοί οπότε η μονάδα αεριοποίησης έρχεται να προσθέσει ακόμη περισσότερο στον «πράσινο» χαρακτήρα της με τις ήδη εγκατεστημένες μονάδες ΑΠΕ. (Βιομηχανική Περιοχή Καλαμάτας Β, Μελιγαλάς)



Εικόνα 67: Θέση Βιομηχανικής Περιοχής Καλαμάτας Μελιγαλά

Πηγή: <https://www.google.gr/maps>,
<https://www.etvavipe.gr/el/IndustrialAreas/MeligalasIndustrialArea.aspx>



Εικόνα 68: Βιομηχανική Περιοχή Καλαμάτας Μεγισαλά

Πηγή: <https://www.google.gr/maps>

Είναι γνωστό ότι κάθε καινούρια τεχνολογία έρχεται αντιμέτωπη με την δυσπιστία και την αντίδραση κυρίως από την τοπική κοινωνία της θέσης εγκατάστασης και μία τέτοια είναι και η περίπτωση της βιομάζας στην Ελλάδα. Αυτή η αρνητική στάση προκύπτει με το σκεπτικό ότι θα επέλθουν δραματικές αρνητικές αλλαγές στην ποιότητα ζωής, στο φυσικό περιβάλλον, στην αγροτική και κτηνοτροφική παραγωγή. Κύρια αιτία αυτού, τις περισσότερες φορές είναι η άγνοια, τα συγκρουόμενα επιχειρηματικά συμφέροντα και τα μικροπολιτικά συμφέροντα. Επιπρόσθετα χαρακτηριστικό των τοπικών κοινωνιών είναι το σύνδρομο NIMBY (Not In My Back Yard) σύμφωνα με το οποίο τάσσεται υπέρ των έργων ΑΠΕ γενικότερα, αλλά όχι όταν αυτά εγκαθίστανται στην «γειτονιά» της. Από την άλλη μεριά όμως στην χώρα μας έχουν παρατηρηθεί αρκετές φορές αυθαιρεσίες, ανακολουθίες ανάμεσα στις αρχικές μελέτες και στην υλοποίηση ενός έργου αλλά και παρανομίες κατά την λειτουργία του. Η επαγγελματικότητα των μελετητών, οι ορθές πρακτικές των επιχειρηματιών, το σαφές θεσμικό πλαίσιο και ο αμερόληπτος κρατικός έλεγχος πρέπει να είναι πυλώνες κάθε έργου πόσο μάλλον μιας εγκατάστασης βιομάζας που είναι πρωτόγνωρη στην Ελλάδα.

5.2 Διαστασιολόγηση μονάδας αεριοποίησης

Η προτεινόμενη τεχνολογία αεριοποίησης είναι ο αεριοποιητής Ryrox TYPE P850 CHP, ο οποίος χαρακτηρίζεται ως μία μικρής κλίμακας μονάδας συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας, ξεκινώντας από ροκανίδια, που ύστερα από θερμοχημική επεξεργασία, μετατρέπονται σε καύσιμο αέριο, το οποίο, αφού υποστεί τον απαραίτητο καθαρισμό και ψύξη, τροφοδοτείται σε μια μηχανή εσωτερικής καύσης.



Εικόνα 69: Εργοστάσιο αεριοποίησης βιομάζας Pyrox

Πηγή: <http://www.pyroxitalia.com/en/pyrox-gasification-technology>

Ο ανωτέρω σταθμός θα εγκατασταθεί σε οικόπεδο εντός της βιομηχανικής περιοχής του Μελιγαλά Μεσσηνίας σε έκταση 26.680 m². Η θέση του φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 70: Θέση εγκατάστασης εργοστασίου αεριοποίησης

Πηγή: Google Earth

Το έργο κατατάσσεται στην Ομάδα 4 & Ομάδα 10 και ανήκει στην υποκατηγορία Α2, σύμφωνα με την 'Υ.Α. ΔΙΠΑ/οικ. 37674/2016 - Τροποποίηση και κωδικοποίηση της υπουργικής απόφασης 1958/2012 - Κατάταξη δημοσίων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες και υποκατηγορίες σύμφωνα με το άρθρο 1 παράγραφος 4 του Ν. 4014/21.9.2011 (ΦΕΚ 209/Α/2011) όπως αυτή έχει

τροποποιηθεί και ισχύει''. Επιπρόσθετα το έργο ανήκει στην κατηγορία 303β «Σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής με χρήση βιομάζας ή αγροτικών παραπροϊόντων» για ισχύ $0.5\text{MW} < P \leq 5\text{MW}$ και κατατάσσεται σε δραστηριότητα χαμηλής όχλησης (Υ.Α. οικ. 13234/800/Φ.15/2012)

Η σχεδιαζόμενη μονάδα αναμένεται να συνδεθεί στο δημόσιο δίκτυο ηλεκτρισμού και να εξασφαλίσει συμβόλαιο πώλησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας με τον ΔΕΣΜΗΕ για 20 έτη με «feed in tariff» σύμφωνα με τον Ν. 4414/2016 (ΦΕΚ Α' 149/9-8-2016) για μονάδα βιομάζας ή βιορευστών που αξιοποιείται μέσω διεργασίας αεριοποίησης από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ $\leq 1\text{MW}$ (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων), τα 193 €/ MWh.

Με τη χρήση πρώτης ύλης σύμφωνα με τις προδιαγραφές (ξηρή ύλη $\geq 60\%$, μέγιστη περιεκτικότητα σε υγρασία 40% και ποσοστό κανονικού μεγέθους σωματιδίων 20-100mm $> 90\%$.) ισχύει ο ακόλουθος πίνακας με τις τιμές λειτουργίας της μονάδας αεριοποίησης.

Πίνακας 91: Τεχνικά χαρακτηριστικά μονάδας αεριοποίησης Pyrox

Πηγή: Preliminary offer for the realization of a Pyrox TYPE P850 CHP plant fueled by wood biomass gasification, ίδια επεξεργασία

Χρησιμοποιούμενη τεχνολογία	Αεριοποιητής κάτω ροής
Είδος πρώτης ύλης προς καύση	Υπολείμματα καλλιεργειών/γεωργικών εργασιών/ κλαδέματα ελαιόδεντρων
Ηλεκτρική απόδοση	20%
Θερμική απόδοση	24%
Ηλεκτρική ισχύς	850 KW
Θερμική ισχύς	1.100 KW
Κατανάλωση βιομάζας	1.020 kg / h
Ετήσιες ώρες λειτουργίας	7.800
Ετήσια κατανάλωση βιομάζας	7.956 tn
Ετήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια	6.630 MWh
Καταναλισκόμενη ηλεκτρική ισχύς αεριοποιητή	75 kW
Καταναλισκόμενη ηλεκτρική ισχύς τεμαχιστή βιομάζας	37 kW
Ετήσια καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια	873.6 MWh
Ετήσια παραγόμενη θερμική ενέργεια	8.580 MWh


Ετήσια καταναλισκόμενη θερμική ενέργεια	4.773,6 MWh
Κατανάλωση υγρού καθαρισμού (RME) για ηλεκτροστατικό φίλτρο	7.500 λίτρα / έτος
Παραγωγή αερίου σύνθεσης	1.575 Nm ³ / (ενεργειακή ικανότητα 1.5 KWh / Nm ³). Σύνθεση: 2% CH ₄ , 12% CO ₂ , 21% CO, 43% N ₂ και περίπου 20% H ₂

Η ετήσια καταναλισκόμενη θερμική ενέργεια στον ανωτέρω πίνακα είναι 4.773,6 MWh για το ετήσιο σύνολο των 7.956 tn της πρώτης ύλης της μονάδας, εφόσον το σύστημα ξήρανσης απαιτεί για μείωση της υγρασίας κατά 10%, 0,6 KWh/kg (2,16 MJ/kg) περίπου. Η υπολειπόμενη συμπαραγόμενη θερμική ενέργεια θα αξιοποιείται σε άλλες χρήσεις, ώστε να ελαχιστοποιείται κατά το δυνατόν η απόρριψή της στο περιβάλλον, όπως παραδείγματος χάριν σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Όσον αφορά την υπολειμματική τέφρα της καύσης θα συλλέγεται από τον πυθμένα της κλίνης, θα απομακρύνεται με τη βοήθεια κοχλίας μεταφοράς και θα αποθηκεύεται. Εκτός των ανόργανων συστατικών, στην τέφρα παραμένει επίσης άκαυστος άνθρακας σε ποσοστό περίπου 10-20% επί του συνολικού βάρους της τέφρας.

Η πρώτη ύλη που θα χρησιμοποιηθεί είναι υπολείμματα κλαδεμάτων ελαιόδεντρων που βρίσκονται σε αφθονία στην εγγύτερη περιοχή. Η εγκατάσταση θα προμηθεύεται σε τακτά χρονικά διαστήματα με φορτηγά τη βιομάζα όπως αυτή παράγεται στην πηγή, στην συνέχεια θα αποθηκεύεται σε κατάλληλο χώρο και θα υφίσταται τεμαχισμό και ξήρανση σε ρυθμό ανάλογο με τις ανάγκες του εργοστασίου. Σημαντικό είναι να ληφθεί μέριμνα ώστε η πρώτη ύλη να είναι κατάλληλης ποιότητας και μεγέθους, να είναι γνωστά τα στοιχεία που αφορούν την προέλευσή της ενώ η διαλογή τυχόν ακατάλληλων τεμαχίων θα γίνεται σε χώρο πριν την είσοδο στον τεμαχιστή. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της εν λόγω βιομάζας περιγράφονται στον ακόλουθο πίνακα

Πίνακας 92: Ποιοτικά χαρακτηριστικά κλαδεμάτων ελιάς

Πηγή: <https://www.ecn.nl/phyllis2/Browse/Standard/ECN-Phyllis#olivetre>

	Από την πηγή χωρίς επεξεργασία	Μετά από ξήρανση	Μετά από ξήρανση και απαγωγή τέφρας
Γενικά χαρακτηριστικά	(%)	(%)	(%)
Ποσοστό υγρασίας	13.83	0	0
Πτητικές ουσίες	70.12	81.37	83.23
Περιεκτικότητα σε τέφρα στους 750°C	1.92	2.23	0

Περιεκτικότητα σε άνθρακα	14.13	16.4	16.77
Στοιχειομετρική Ανάλυση	(%)	(%)	(%)
C	41.09	47.68	48.77
H	5.04	5.85	5.98
N	0.5	0.58	0.59
S	<0.05		
O	37.54	43.56	44.55
Σύνολο (με αλογονίδια)	103.95	104.58	104.68
Ενεργειακή Ανάλυση	MJ/Kg	MJ/Kg	MJ/Kg
Καθαρή θερμογόνος δύναμη (LHV)	14.85	17.63	18.03
Ακαθάριστη θερμογόνος δύναμη (HHV)	16.3	18.92	19.35

Η μονάδα αεριοποίησης που προτείνεται να εγκατασταθεί στην Μεσσηνία αποτελείται από τα ακόλουθα κύρια μέρη:

1. Αποθήκευση, τεμαχισμός, ξήρανση και είσοδος της πρώτης ύλης στον αεριοποιητή

Το ξύλο που είναι αποθηκευμένο, ξηραίνεται με την χρησιμοποίηση της θερμικής ενέργειας που ανακτάται από την διαδικασία της ψύξης του αερίου. Το ξηρό ξύλο ($\leq 10\%$ υγρασία) τροφοδοτείται στον αεριοποιητή μέσω ενός μηχανικού συστήματος μεταφοράς.

1Α. Το σύστημα τεμαχισμού της βιομάζας είναι το YPX15-80 και αποτελείται από κυλινδρικά μαχαίρια τα οποία μπορούν να προσαρμοστούν πάνω και κάτω με βάση το πάχος που απαιτείται να έχουν τα ροκανίδια. (Shandong Rotex Machinery Co., rotexmaster ypx15-80)



Εικόνα 71: Τεμαχιστής βιομάζας

Πηγή: https://www.alibaba.com/product-detail/Poplar-wood-chipper-price-pallet-chipping_60525748254.html

Το υδραυλικό σύστημά του αποτελείται από μία αντλία λαδιού και ένα υδροηλεκτρικό κύλινδρο. Συνοπτικά τα τεχνικά του χαρακτηριστικά είναι τα ακόλουθα:

- ✚ Ισχύς: 37 KW
- ✚ Χωρητικότητα: 1.5 tn /h
- ✚ Μέγεθος πρώτης ύλης: 15*15 cm
- ✚ Μέγεθος chips ξύλου: 30*30 mm (Shandong Rotex Machinery Co., rotexmaster ypx15-80)

1B. Το σύστημα ξήρανσης αποτελείται από:

- ✓ Το κεντρικό σύστημα ξήρανσης αποτελείται από την βασική δομή με έναν κεντρικό μεταφορέα εξόδου, υδραυλικούς κυλίνδρους, υδραυλικό σύστημα, βαλβίδες ελέγχου και ασφάλειας και δύο διαμερίσματα εξάτμισης αέρα.
Διαστάσεις: m 5,4 x 2.8 x 8 και όγκος 15m³
- ✓ Θάλαμος αέρα καυσαερίων.
Διαστάσεις: m 6,8 x 2.8 x 1
- ✓ 3 επιπλέον μονάδες ξήρανσης που αποτελούνται από την βασική δομή, με τον κεντρικό μεταφορέα εκφόρτωσης, υδραυλικούς κυλίνδρους, εξάτμιση ασφαλείας, υδραυλικό σύστημα, βαλβίδες ελέγχου και ασφαλείας, δύο διαμερίσματα εξάτμισης αέρα.
Διαστάσεις: m 5,4 x 2.8 x 2 και όγκος 15m³
- ✓ Σύστημα ελέγχου για τη διαχείριση της ενέργειας του στεγνωτηρίου.
- ✓ Παροχή θερμού αέρα από το σύστημα ανταλλαγής θερμότητας.
- ✓ Σφράγιση του σιλό με ειδικά διαφράγματα που αποτρέπουν τη διαφυγή σκόνης.
- ✓ Σύστημα εξαγωγής αέρα.

1Γ. Το σύστημα εισόδου της πρώτης ύλης αποτελείται από:



Εικόνα 72: Σύστημα εισόδου πρώτης ύλης

Πηγή: <https://www.flickr.com/photos/pyroxitaly/with/9277002024/>

- ✓ Μία χοάνη στην έξοδο του συστήματος ξήρανσης
- ✓ Ένας μάντας ανέλκυσης από τη χοάνη στον αεριοποιητή (οριζόντια και κεκλιμένη) σε κλειστή κατασκευή με κοιλοτήτες, που χρησιμεύει για την εκχύλιση της σκόνης και τη συντήρηση.
- ✓ Μία χοάνη συλλογής ξύλου στην κορυφή του αεριοποιητή.
- ✓ Ένα ξύλινο υδραυλικό έμβολο στην κορυφή του αεριοποιητή.
- ✓ Ένας απαγωγέας τέφρας από τον αεριοποιητή.
- ✓ Τα ηλεκτρικά συστήματα, το σύστημα ελέγχου και τα υδραυλικά συστήματα.

1. Παραγωγή αερίου

Η παραγωγή του αερίου λαμβάνει χώρα σε έναν αεριοποιητή κάτω ροής. Με ογκομετρική έγχυση αέρα και με μια συγκεκριμένη αγωγιμότητα της ροής του αερίου μέσω των διαφόρων σταδίων της διαδικασίας σύνθεσης, παράγεται τελικά ένα αέριο με χαμηλή περιεκτικότητα σε πίσσα. Αποτελείται από:

- ✓ Αεριοποιητή, που αποτελείται από ένα κυλινδρικό αντιδραστήρα με εσωτερική επένδυση από πυρίμαχο υλικό, διαχύτες αέρα, μηχανοκίνητο περιστρεφόμενο πλέγμα για τη συλλογή της στάχτης, έξοδο αερίου και το κάλυμμα που συνδέεται με την είσοδο της πρώτης ύλης καθώς και πυρσό έκτακτης ανάγκης.



Εικόνα 73: Αεριοποιητής Pyroox

Πηγή: <https://www.flickr.com/photos/pyroxitaly/with/9277002024/>

- ✓ Μονάδα ψύξης θερμού αερίου.
- ✓ Διαχωριστή τύπου κυκλώνα για σωματίδια με συλλέκτη.

- ✓ Σύστημα καθαρισμού με ακροφύσια για την ψύξη και τον καθαρισμό του αερίου.
- ✓ Διαχωριστή πτώσης.
- ✓ Υγρό ηλεκτροστατικό φίλτρο.
- ✓ Κύριο ανεμιστήρα για τη μεταφορά του αερίου από τον αντιδραστήρα προς τη μονάδα συμπαραγωγής.
- ✓ Θάλαμος ανάλυσης αερίου - ανάλυση αποτελεσμάτων και έλεγχος έκτακτης ανάγκης για το O₂.
- ✓ Μονάδα για την διαδικασία ψύξης του νερού, διαχωρισμό του συμπυκνώματος με δοχείο αδράνειας, εναλλάκτη θερμότητας και διπλά αυτορρυθμιζόμενο σύστημα φιλτραρίσματος. Αντλίες και τις δεξαμενές.
- ✓ Εναλλάκτη θερμότητας για προθέρμανση του αέρα, φυσητήρες και αντλίες.
- ✓ Σωλήνες, εξαρτήματα και όργανα μέτρησης της διαδικασίας.
- ✓ Καλωδίωση των γραμμών ηλεκτρικής ενέργειας, ηλεκτρομηχανολογικό υλικό και την εγκατάσταση ελέγχου.

2. Καθαρισμός του αερίου



Εικόνα 74: Μονάδα καθαρισμού αερίου

Πηγή: <https://www.flickr.com/photos/pyroxitaly/with/9277002024/>

Το αέριο καθαρίζεται μέσω διαφόρων σταδίων, κατά τα οποία το αέριο πρώτα ψύχεται και στη συνέχεια απαλλάσσεται από την σκόνη, στην αρχή με αδρό τρόπο, και στο τέλος πιο λεπτομερώς. Το τελικό αποτέλεσμα είναι ένα ψυχρό αέριο, ανθεκτικό στη σκόνη και χωρίς πίσσα, έτοιμο να τροφοδοτήσει τους κινητήρες αερίου.

3. Χρήση του φυσικού αερίου (παραγωγή ενέργειας) και της παραγόμενης θερμότητας

Η μετατροπή του αερίου σε ενέργεια λαμβάνει χώρα σε μία μονάδα συμπαραγωγής, η οποία είναι συνδεδεμένη με ένα 4-χρονο κινητήρα.



Εικόνα 75: Μονάδα συμπαραγωγής Pyrox

Πηγή: <http://pyroxnord.com/gallery>

Το σύστημα συμπαραγωγής αποτελείται από:

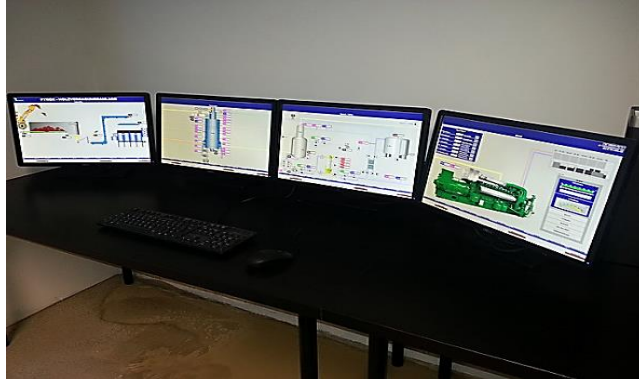
- ✓ Κινητήρας αερίου Jenbacher τύπου JMS-420GS SL με εναλλάκτη τριών φάσεων για τα 850kW της ονομαστικής ισχύος (400V AC) και 1,1MW ονομαστικής θερμικής ισχύος, εξοπλισμένος με καταλύτη οξείδωσης και κανονικοποίησης αερίου.
- ✓ Μπορούν να υιοθετηθούν συστήματα περαιτέρω μείωσης των εκπομπών με καταλύτες οξείδωσης ή / και De-NOx.
- ✓ Εναλλάκτες θερμότητας για τη χρήση της θερμότητας που απάγεται και σιαστήρα καυσαερίων.
- ✓ Σύστημα ανάκτησης της θερμότητας από τον κινητήρα.
- ✓ Σύστημα επείγουσας ψύξης για τον κινητήρα.

Το σύστημα αποσύνδεσης της παραγόμενης θερμότητας αποτελείται από:

- ✓ Εναλλάκτη θερμότητας νερού/ αέρα με την σύνδεση όλων των κυκλωμάτων ψύξης του αερίου με τους αντίστοιχους φυσητήρες και τη μονάδα ξήρανσης.
- ✓ Συνδέσεις για την προμήθεια και την επιστροφή της αποβαλλόμενης θερμικής ενέργειας από την μονάδα συμπαραγωγής.

- ✓ Σωλήνες, εξαρτήματα και όργανα μέτρησης.

4. Μονάδα ελέγχου



Εικόνα 76: Μονάδα ελέγχου

Πηγή: <https://www.flickr.com/photos/pyroxitaly/with/9277002024/>

- ✓ Πίνακες διανομής για την πλήρη διαχείριση του συστήματος.
- ✓ Πλαίσια για κάθε χωριστή μονάδα.
- ✓ Έλεγχος μέσω εφαρμογής σε Η/Υ για την διαχείριση και τη λειτουργία του σταθμού στο χώρο εγκατάστασης
- ✓ Ανεξάρτητη παροχή ηλεκτρικού ρεύματος για περίπτωση έκτακτης ανάγκης του συνόλου των εγκαταστάσεων.
- ✓ Απομακρυσμένη εποπτεία και τηλεχειρισμός.
- ✓ Προγραμματισμός των ελέγχων για πλήρως αυτοματοποίηση της εγκατάστασης. (Price offer Pyrox)

Πριν την έναρξη των κυρίως εργασιών εγκατάστασης του εργοστασίου θα πραγματοποιηθεί η διαμόρφωση του εδάφους με κατάλληλες κλίσεις για την υποδοχή των εγκαταστάσεων και περίφραξη με τοίχειο από σκυρόδεμα κατάλληλου ύψους και διατομής, επί του οποίου θα τοποθετηθούν μεταλλικοί πάσσαλοι τετράγωνης διατομής και μεταλλική περίφραξη ύψους 1,80 m για την ασφάλεια του εξοπλισμού. Πριν την έναρξη των εργασιών για την βασική εγκατάσταση, θα πραγματοποιηθούν ηλεκτρολογικές μελέτες για το σύστημα γείωσης, την αντικεραυνική προστασία, τους πίνακες διανομής, τις συσκευές ελέγχου και παρακολούθησης με παράλληλη υλοποίησή τους με την μονάδα αεριοποίησης. Ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός θα μεταφερθεί και θα συναρμολογηθεί επιτόπου. Απαραίτητη είναι και η κατασκευή δευτερευόντων κτιρίων και ηλεκτρομηχανολογικών μονάδων τόσο για την λειτουργία της μονάδας όσο και για την σύνδεσή της στο δημόσιο δίκτυο ηλεκτρισμού. Κατά την φάση κατασκευής του έργου θα πραγματοποιηθούν οικοδομικές εργασίες για την ανέγερση βοηθητικών κτιριακών εγκαταστάσεων έκτασης 700–800 m² για το

προσωπικό, το δωμάτιο ελέγχου, καθώς και χώροι στάθμευσης των οχημάτων, περιμετρικά των κτιριακών υποδομών. Μετά το πέρας των εργασιών θα γίνει αποκατάσταση και τελική διαμόρφωση του χώρου.

Τα έργα διασύνδεσης με το δίκτυο ηλεκτρισμού θα γίνουν σύμφωνα με τις προδιαγραφές του διαχειριστή του δικτύου και θα περιγράφονται αναλυτικά στους όρους σύνδεσης που θα εκδώσει ο ΔΕΔΔΗΕ κατά την τελική φάση αδειοδότησης του εργοστασίου βιομάζας. Θα απαιτηθεί υπόγεια Γραμμή Μέσης Τάσης και Εναέρια Γραμμή Μέσης Τάσης ενώ για την σύνδεση θα παρεμβάλλεται κατάλληλος μετασχηματιστής που θα εξασφαλίζει τις μειωμένες απώλειες κενού, χαμηλότερες εκπομπές CO₂ και θα έχει πιστοποιημένη ασφάλεια για αντοχή πλήρους εύρους βραχυκυκλωμάτων με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:



Εικόνα 77: Μετασχηματιστής
διανομής 1600kVA

- Ονομαστική ισχύς 1.600 KVA
- Ονομαστική τάση πρωτεύοντος 400 V
- Αριθμός φάσεων 3
- Συχνότητα 50 Hz
- Συνδεσμολογία τυλιγμάτων Dyn 11

Πηγή: <http://www.schneider-electric.gr/el/product-range/62108-minera-he-/?parent-category-id=3600>

5.3 Οικονομοτεχνική μελέτη

Η υπό μελέτη επένδυση έχει υψηλό κεφάλαιο 4,3 εκ. €, θα είναι μεσαίας κλίμακας και θα επηρεάσει θετικά την τοπική κοινωνία και οικονομία. Στο παρόν κεφάλαιο έγινε προσπάθεια να υπολογιστούν με όσο μεγαλύτερη ακρίβεια γίνεται, τα οικονομικά δεδομένα της επένδυσης, μιας και μέχρι στιγμής λόγω της μη υλοποίησης κανενός τέτοιου έργου στην Ελλάδα δεν διαθέτουμε πραγματικά λειτουργικά οικονομικά δεδομένα. Για την αξιολόγηση της επένδυσης σημαντικές παράμετροι είναι η τήρηση ενός εύλογου χρονοδιαγράμματος από την εκκίνηση της αδειοδοτικής διαδικασίας μέχρι και την τελική σύνδεσή του, η αποδοχή του από τοπική κοινωνία, η εύρυθμη λειτουργία στο σύνολο των 20 ετών που διαρκεί το επενδυτικό πλάνο και φυσικά η οικονομική βιωσιμότητά του. Για το τελευταίο θα υπολογιστούν δύο δείκτες, η Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) και ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (EBA). Η πρώτη καθορίζει αν η υπό μελέτη επένδυση είναι συμφέρουσα ή όχι. Η ΚΠΑ είναι το σύνολο των παρούσων αξιών των εισερχόμενων και εξερχόμενων ταμειακών ροών κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου. Υπολογίζει το πλεόνασμα ή την έλλειψη ταμειακών ροών, σε όρους παρούσας αξίας, σε σχέση με το κόστος

κεφαλαίων που χρησιμοποιήθηκαν για μια επένδυση. Αν η ΚΠΑ>0 τότε η επένδυση είναι κερδοφόρα. (Ευρετήριο Οικονομικών όρων, Καθαρή Παρούσα Αξία)

Ο ΕΒΑ ή εσωτερική αποδοτικότητα δείχνει την αποδοτικότητα της επένδυσης. Είναι ένα προεξοφλητικό επιτόκιο που καθιστά την παρούσα αξία των ταμειακών ροών ίση με την αρχική επένδυση. Με απλά λόγια είναι ένα προεξοφλητικό επιτόκιο που μηδενίζει την ΚΠΑ. Η επένδυση αξιολογείται θετικά αν ο ΕΒΑ προκύπτει μεγαλύτερος από το προεξοφλητικό επιτόκιο. Προκειμένου για δυο επενδυτικά σχέδια, προτιμάται φυσικά εκείνο με το μεγαλύτερο δείκτη απόδοσης. (Μαριάμου, 2014)

Το επιτόκιο προεξόφλησης ορίζεται στο 9%. σύμφωνα με το άρθρο 3 παράγραφο 9 του Νόμου 4414/2016 (ΦΕΚ 149/Α/9-8-2016). Το επιτόκιο προεξόφλησης υπολογίζει τη σημερινή (ή παρούσα) αξία ενός μελλοντικού ποσού. (Καλιαμπάκος Δ., Δαμίγος Δ., 2008)

Ουσιαστικά δηλώνει την ελάχιστη αποδεκτή απόδοση της επένδυσης με βάση συγκεκριμένους οικονομικούς κινδύνους και είναι το επιτόκιο που δικαιούται να πάρει ένας επενδυτής για τη χρήση του κεφαλαίου του σε μία επένδυση, την προσαύξηση του επιτοκίου λόγω ρίσκου και την προσαύξηση λόγω πληθωρισμού. (Ψύγκα, 2012)

Ακολούθως αναλύονται οι εισροές και εκροές της μονάδας αεριοποίησης ισχύος 850KW και δύο επενδυτικά σχέδια για την υλοποίησή της ανάλογα με τους διαθέσιμους οικονομικούς πόρους.

Εισροές

1. Έσοδα από παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια

Η ετήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια είναι 6.630 MWh με ένα μέρος της, που είναι 873,6 MWh να καταναλώνεται για τις ανάγκες λειτουργίας της, οπότε η ηλεκτρική ενέργεια που εγχέεται στο δίκτυο και τιμολογείται με 0.193 €/ KWh είναι 5.756,4 MWh με ετήσια έσοδα 1.110.985 €.

2. Έσοδα από παραγόμενη θερμική ενέργεια

Η ετήσια παραγόμενη θερμική ενέργεια αντίστοιχα είναι 8.580 MWh με το μεγαλύτερο μέρος της, που είναι οι 4.773,6 MWh να καταναλώνονται κυρίως για τις ανάγκες ξήρανσης της εισερχόμενης βιομάζας οπότε η θερμική ενέργεια που απομένει προς διάθεση μπορεί να κοστολογηθεί με ένα ποσό της τάξης των 0.04 €/ KWh, είναι 3.806,4 MWh με ετήσια έσοδα 152.256 €.

Κόστη

1. Κεφαλαιουχικός εξοπλισμός: 4.240.000 και αναλύεται ως εξής

- + Αεριοποιητής: 4.120.000 €
- + Σύστημα ξήρανσης: 10.000 €
- + Σύστημα προθέρμανσης αεριοποιητή: 15.000 €
- + Τεμαχιστής βιομάζας: 15.000 €
- + Κτιριακές εγκαταστάσεις: 80.000€

2. Κόστος αδειοδοτικής διαδικασίας και ηλεκτρομηχανολογικών μελετών: 10.000 €

3. Κόστος διαμόρφωσης οικοπέδου: 15.000 €

4. Εργατικό κόστος: 20.000 €

5. Κόστος διασύνδεσης στο ηλεκτρικό δίκτυο: 15.000 € (προκύπτει κατά περίπτωση από τους όρους σύνδεσης που εκδίδει ο ΔΕΔΔΗΕ, το ποσό είναι ενδεικτικό της εγκατεστημένης ισχύος)

6. Κόστος εξασφάλισης της πρώτης ύλης (προμήθεια και μεταφορά)

Η ετήσια ποσότητα της πρώτης ύλης ανέρχεται στους 7.956 τόνους κλαδεμάτων ελιάς. Η εκτιμώμενη τιμή απόκτησης είναι περίπου 40 €/tn. Άρα το συνολικό ετήσιο κόστος της πρώτης ύλης είναι περίπου 318.240 €. Η τιμή αυτή είναι ιδιαίτερα συμφέρουσα για τους παραγωγούς, οι οποίοι σε άλλη περίπτωση θα έκαιγαν τα υπολείμματα στα χωράφια τους, δίνοντας τους ένα επιπλέον κίνητρο για σωστή συγκομιδή και κατ' επέκταση για την μονάδα, την απρόσκοπτη εισροή της βιομάζας για την λειτουργία της. Το κόστος που προαναφέρθηκε δεν επηρεάζει την συνολική βιωσιμότητα του επενδυτικού σχεδίου.

7. Κόστος μίσθωσης οικοπέδου

Το οικόπεδο ανήκει στην ΒΠΠΕ του Μελιγαλά εκτάσεως 26.680 m² με δυνατότητα μακροχρόνιας μίσθωσης. Χρησιμοποιώντας μία μέση τιμή μίσθωσης βιομηχανικών οικοπέδων στην Ελλάδα στις μέρες μας, τα 0.3 €/m² το ετήσιο κόστος μίσθωσης του οικοπέδου για την περιγραφείσα μονάδα είναι 8.000 €.

8. Λειτουργικά έξοδα και έξοδα συντήρησης

Τα ετήσια έξοδα συντήρησης εκτιμώνται σε 127.500 €/ έτος συμπεριλαμβανομένου και του κόστους του υγρού καθαρισμού του ηλεκτροστατικού φίλτρου.

9. Μισθολογικό κόστος

Το μόνιμο προσωπικό της μονάδας θα αποτελείται από 5 άτομα. Έναν ηλεκτρολόγο ή μηχανολόγο μηχανικό, ένα χημικό μηχανικό, απόφοιτοι ΑΕΙ ως επιβλέποντες της λειτουργίας του εργοστασίου, με μηνιαίο μισθό 1.200 €, έναν ηλεκτρολόγο μηχανικό,

απόφοιτο TEI με μηνιαίο μισθό 950 € για τεχνική υποστήριξη και 3 ανειδίκευτους εργάτες με μηνιαίο μισθό 750 € ο καθένας. Το ετήσιο μισθολογικό κόστος ανέρχεται στις 78.400 €.

10. Κόστος ασφάλισης μηχανημάτων

Το ετήσιο κόστος αυτό ανέρχεται περίπου στο 0,3% του συνολικού κόστους της επένδυσης.

11. Δαπάνες φύλαξης της μονάδας

Οι δαπάνες φύλαξης της μονάδας εκτιμώνται σε 10.000 € ανά έτος

Μελετήθηκαν δύο επενδυτικά σχέδια για την υλοποίηση της μονάδας αεριοποίησης, ένα με εξ' ολοκλήρου ίδια συμμετοχή και ένα με τραπεζικό δανεισμό. Και για τα δύο, τα κοινά δεδομένα για τους υπολογισμούς είναι τα εξής:

- Απόσβεση κεφαλαιουχικού εξοπλισμού: 10 ετής (δεν περιλαμβάνονται σε αυτό το κόστος αδειοδοτικής διαδικασίας και ηλεκτρομηχανολογικών μελετών, το κόστος διαμόρφωσης οικοπέδου, το εργατικό κόστος και το κόστος διασύνδεσης στο ηλεκτρικό δίκτυο, στο σύνολο 60.000€)
- Παραγόμενη ενέργεια (el): 5.756,4 KWh
- Παραγόμενη ενέργεια (th): 3.806,4 KWh
- Συνολικά έσοδα (έσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας, έσοδα από πώληση θερμικής ενέργειας): 1.263.241 €
- Συνολικά έξοδα (ενοίκιο οικοπέδου, μισθολογικό κόστος, προμήθεια πρώτης ύλης, λειτουργικά έξοδα, έξοδα φύλαξης, κόστος ασφάλισης μηχανημάτων): 554.860 €
- Συντελεστής φορολόγησης: 26%
- Επιτόκιο προεξόφλησης: 9%

Επενδυτικό σχέδιο Α

Για το επενδυτικό σχέδιο Α όλο το ποσό, δηλαδή τα 4.300.000 € υπολογίστηκε ως ίδια συμμετοχή και αφορά τον κεφαλαιουχικό εξοπλισμό και τα λοιπά έξοδα εγκατάστασης. Βάση των υπολογισμών προέκυψε ο ακόλουθος οικονομοτεχνικός πίνακας.

Πίνακας 93: Οικονομικός πίνακας επενδυτικού σχεδίου Α

Πηγή: ίδια επεξεργασία

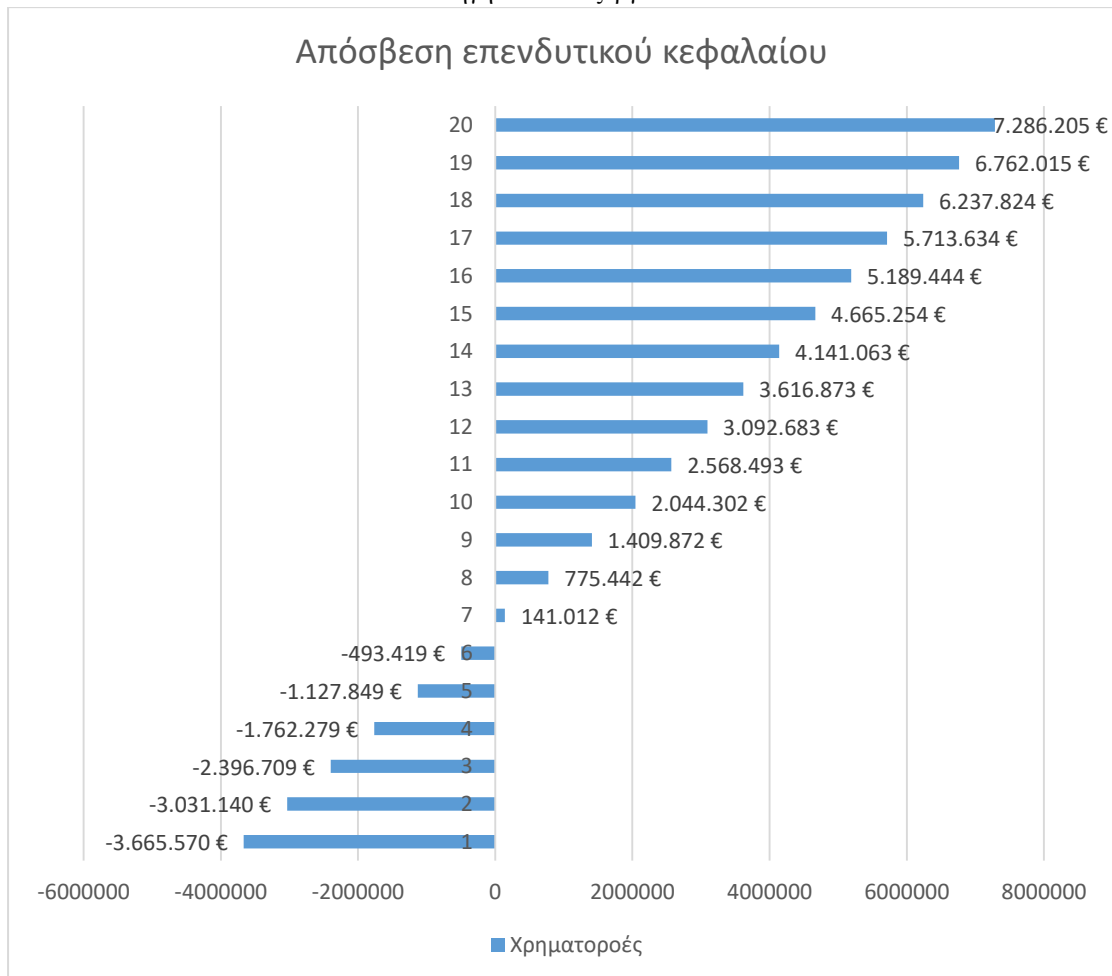
Έτη	Μεικτά κέρδη (€)	Αποσβέσεις (€)	Φορολογητέο εισόδημα (€)	Φόροι (€)	Καθαρή Ταμειακή Ροή (€)	Απόσβεση κεφαλαίου (€)
1	708.365	424.000	284.365	73.935	634.430	-3.665.570
2	708.365	424.000	284.365	73.935	634.430	-3.031.140
3	708.365	424.000	284.365	73.935	634.430	-2.396.709
4	708.365	424.000	284.365	73.935	634.430	-1.762.279

5	708.365	424.000	284.365	73.935	634.430	-1.127.849
6	708.365	424.000	284.365	73.935	634.430	-493.419
7	708.365	424.000	284.365	73.935	634.430	141.012
8	708.365	424.000	284.365	73.935	634.430	775.442
9	708.365	424.000	284.365	73.935	634.430	1.409.872
10	708.365	424.000	284.365	73.935	634.430	2.044.302
11	708.365		708.365	184.175	524.190	2.568.493
12	708.365		708.365	184.175	524.190	3.092.683
13	708.365		708.365	184.175	524.190	3.616.873
14	708.365		708.365	184.175	524.190	4.141.063
15	708.365		708.365	184.175	524.190	4.665.254
16	708.365		708.365	184.175	524.190	5.189.444
17	708.365		708.365	184.175	524.190	5.713.634
18	708.365		708.365	184.175	524.190	6.237.824
19	708.365		708.365	184.175	524.190	6.762.015
20	708.365		708.365	184.175	524.190	7.286.205

Το γράφημα που ακολουθεί δείχνει την απόσβεση του κεφαλαίου της επένδυσης που γίνεται με την συμπλήρωση των 6 χρόνων ενώ το συνολικό ποσό των εσόδων από την μονάδα αεριοποίησης φτάνει τα 7.286.205 €.

Γράφημα 7: Απόσβεση επενδυτικού κεφαλαίου επενδυτικού σχεδίου Α

Πηγή: ίδια επεξεργασία



Η καθαρή παρούσα αξία υπολογίστηκε στο 1.192.577 € ποσό πολύ μεγαλύτερο του μηδενός, ενώ ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης στο 13%, είναι επίσης μεγαλύτερος του επιτοκίου προεξόφλησης (9%) οπότε στο σύνολό της η επένδυση κρίνεται ιδιαίτερα συμφέρουσα.

Επενδυτικό σχέδιο Β

Για το επενδυτικό σχέδιο Β η ίδια συμμετοχή ανέρχεται στο 1.800.000 € ενώ το υπόλοιπο ποσό των 2.500.000 € θα καλυφθεί με δεκαετή τραπεζικό δανεισμό με επιτόκιο σταθερό 9%. Βάση αυτών και των αρχικών δεδομένων της επένδυσης προκύπτει ο ακόλουθος οικονομικός πίνακας. Ο πρώτος αναφέρεται στην ανάλυση του τραπεζικού δανεισμού ενώ ο δεύτερος στην οικονομική ανάλυση της μονάδας για τα 20 έτη λειτουργίας.

Πίνακας 94: Ανάλυση δανειοδότησης επενδυτικού σχεδίου Β

Πηγή: ίδια επεξεργασία

Έτη	Τοκοχρεολύσιο	Χρεολύσιο	Τόκοι	Υπόλοιπο Χρεολυσίου
1				2.500.000
2	372.574	172.574	200.000	2.327.426
3	372.574	186.380	186.194	2.141.047
4	372.574	201.290	171.284	1.939.757
5	372.574	217.393	155.181	1.722.363
6	372.574	234.785	137.789	1.487.579
7	372.574	253.567	119.006	1.234.011
8	372.574	273.853	98.721	960.159
9	372.574	295.761	76.813	664.398
10	372.574	319.422	53.152	344.976
11	372.574	344.976	27.598	0
Σύνολα		2.500.000		

Πίνακας 95: Οικονομικός πίνακας επενδυτικού σχεδίου Β

Πηγή: ίδια επεξεργασία

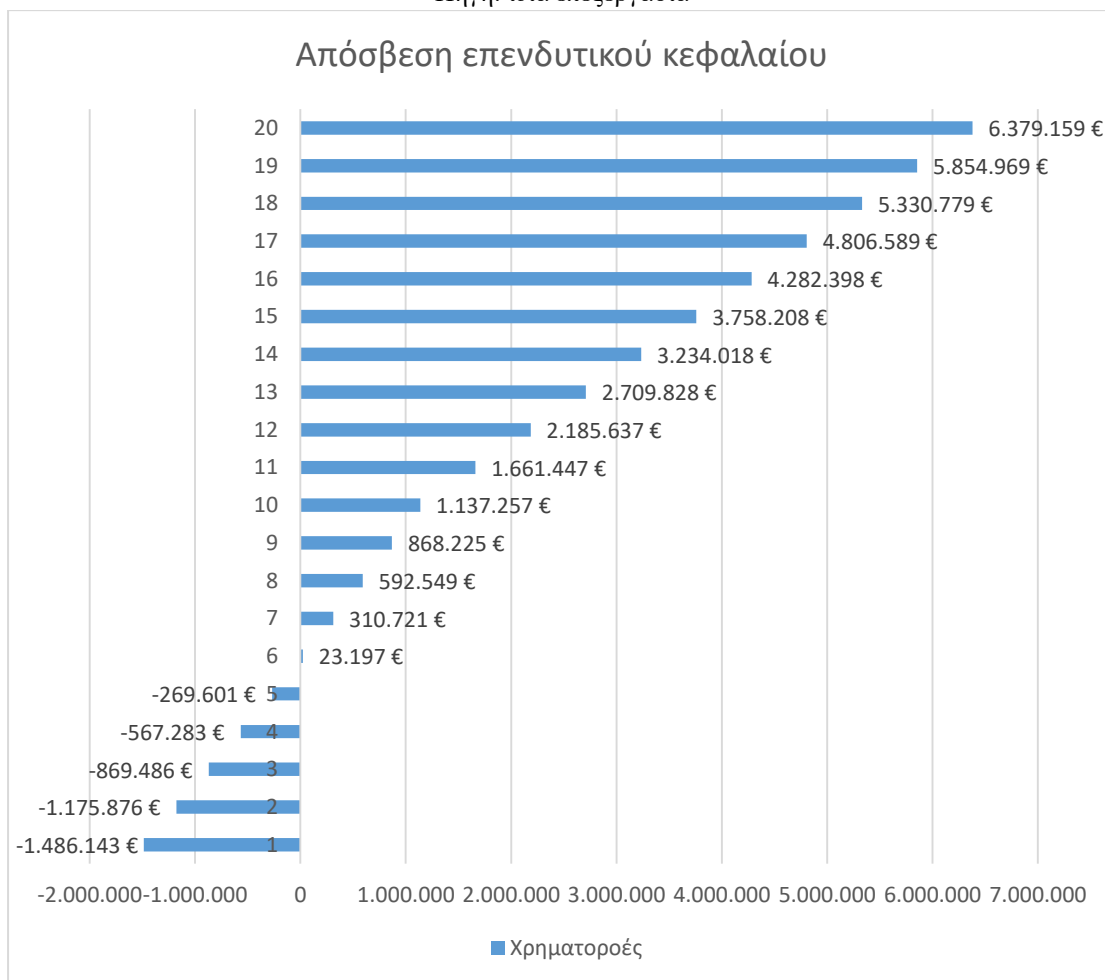
Έτη	Μεικτά κέρδη (€)	Αποσβέσεις (€)	Τόκοι (€)	Φορολογητέο εισόδημα (€)	Φόροι (€)	Χρεολύσιο (€)	Καθαρή Ταμειακή Ροή (€)	Απόσβεση κεφαλαίου (€)
1	708.365	424.000	200.000	84.365	21.935	172.574	313.857	-1.486.143
2	708.365	424.000	186.194	98.171	25.524	186.380	310.267	-1.175.876
3	708.365	424.000	171.284	113.081	29.401	201.290	306.390	-869.486
4	708.365	424.000	155.181	129.185	33.588	217.393	302.203	-567.283
5	708.365	424.000	137.789	146.576	38.110	234.785	297.682	-269.601
6	708.365	424.000	119.006	165.359	42.993	253.567	292.798	23.197
7	708.365	424.000	98.721	185.644	48.268	273.853	287.524	310.721
8	708.365	424.000	76.813	207.553	53.964	295.761	281.828	592.549
9	708.365	424.000	53.152	231.213	60.115	319.422	275.676	868.225
10	708.365	424.000	27.598	256.767	66.759	344.976	269.032	1.137.257
11	708.365			708.365	184.175		524.190	1.661.447
12	708.365			708.365	184.175		524.190	2.185.637
13	708.365			708.365	184.175		524.190	2.709.828

14	708.365			708.365	184.175		524.190	3.234.018
15	708.365			708.365	184.175		524.190	3.758.208
16	708.365			708.365	184.175		524.190	4.282.398
17	708.365			708.365	184.175		524.190	4.806.589
18	708.365			708.365	184.175		524.190	5.330.779
19	708.365			708.365	184.175		524.190	5.854.969
20	708.365			708.365	184.175		524.190	6.379.159

Το γράφημα που ακολουθεί δείχνει την απόσβεση του κεφαλαίου της επένδυσης που γίνεται με την συμπλήρωση των 5 χρόνων, ενώ το συνολικό ποσό των εσόδων από την μονάδα αεριοποίησης φτάνει τα 6.379.159 €.

Γράφημα 8: Απόσβεση επενδυτικού κεφαλαίου επενδυτικού σχεδίου Β

Πηγή: ίδια επεξεργασία



Ομοίως, και σε αυτήν την οικονομική ανάλυση η καθαρή παρούσα αξία υπολογίστηκε στο 1.528.141 € ποσό πολύ μεγαλύτερο του μηδενός, ενώ ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης στο 18%, μεγαλύτερος του επιτοκίου προεξόφλησης οπότε στο σύνολό της και αυτή η επένδυση κρίνεται συμφέρουσα.

Συγκρινόμενα τα δύο επενδυτικά σχέδια παρατηρούμε ότι το δεύτερο έχει μεγαλύτερη Καθαρή Παρούσα Αξία, μεγαλύτερο Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης,

μικρότερο χρόνο απόσβεσης του κεφαλαίου ενώ έχει περί τις 500.000 € μικρότερη καθαρή συνολική χρηματοροή, δεδομένα που μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι το επενδυτικό σχέδιο Β είναι η πιο ενδεδειγμένη επιλογή χρηματοδότησης, όπως φαίνεται άλλωστε και στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 96: Σύγκριση επενδυτικών σχεδίων Α και Β

Πηγή: ίδια επεξεργασία

	Επενδυτικό σχέδιο Α	vs	Επενδυτικό σχέδιο Β
Καθαρή Παρούσα Αξία	1.192.577 €	<	1.528.141 €
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης	13%	<	18%
Απόσβεση κεφαλαίου	6 έτη	>	5 έτη
Καθαρή συνολική χρηματοροή	7.286.205 €	>	6.379.159 €

Συμπεράσματα

Ο άνθρωπος ανέκαθεν χρησιμοποιούσε μορφές ενέργειας για να καλύπτει αρχικά τις ανάγκες επιβίωσής του και εν συνεχεία κάποιες δευτερεύουσες ανάγκες που συνδέονται με την βελτίωση του τρόπου ζωής του. Από την αξιοποίηση της ενέργειας άλλων ζωντανών οργανισμών (μυϊκή δύναμη) προχώρησε στην αξιοποίηση της ενέργειας που υπήρχε σε μεγάλες ποσότητες και σε διάφορες μορφές στο φυσικό περιβάλλον και οι δυνατότητές του επέτρεπαν να ανακαλύψει, προοδεύοντας έτσι σταδιακά σε τεχνολογικό επίπεδο φτάνοντας στην σημερινή εποχή που η έννοια της ενέργειας συμβαδίζει με την έννοια των φυσικών αγαθών σε όρους επιβίωσης. Οι μορφές ενέργειας που εκμεταλλεύεται ο άνθρωπος στην σύγχρονη εποχή μπορεί να είναι πολύ αποδοτικές, όμως επιβαρύνουν πολύ το φυσικό περιβάλλον και άρα απειλούν έμμεσα την μελλοντική ύπαρξή του στον πλανήτη. Τα λεγόμενα συμβατικά καύσιμα, που είναι επιζήμια για το περιβάλλον, αργά ή γρήγορα θα εξαντληθούν ενώ εγείρουν και άλλα ζητήματα όπως αυτά της ενεργειακής ασφάλειας, την αβεβαιότητα των τιμών και της εξάρτηση της επάρκειάς τους από πολιτικά και οικονομικά γεγονότα.

Τα ενεργειακά προβλήματα στην χώρα μας δεν διαφέρουν και πολύ από τα προαναφερόμενα. Σχετίζονται άμεσα με το λανθασμένο ενεργειακό μοντέλο που εφαρμόζεται, δηλαδή την υψηλή εξάρτηση από πετρέλαιο, φυσικό αέριο και λιγνίτη, το οποίο δεν μπορεί να ανταποκριθεί στην υψηλή ενεργειακή ένταση και άσκοπη κατανάλωση ενέργειας. Μία λύση για την αντιμετώπιση αυτών των ζητημάτων είναι η σταδιακή υποκατάσταση των συμβατικών ενεργειακών πηγών με ΑΠΕ. Μία μορφή ΑΠΕ που δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη στην Ελλάδα είναι η βιομάζα που έχει αναγνωρισθεί ως μια από τις πιο σημαντικές μορφές ΑΠΕ, κυρίως λόγω των πλεονεκτημάτων που απορρέουν τόσο από την παραγωγή αλλά και από την αξιοποίηση της. Όπως αναφέρθηκε στην παρούσα εργασία έχει μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα, δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, συμβάλλει σημαντικά στον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του θείου και η αξιοποίησή της συμβάλλει σημαντικά στη μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα και στην εξασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού. Σε τοπικό επίπεδο αυξάνεται η απασχόληση, δημιουργείται επιπλέον εισόδημα για τους αγρότες, συγκρατείται ο πληθυσμός στην επαρχία, αλλάζει η πρακτική διαχείρισης των αγροτικών αποβλήτων και προστατεύεται το περιβάλλον από φαινόμενα όπως οι ανεξέλεγκτες χωματερές, οι χώροι προσωρινής αποθήκευσης και η καύση των αγροτικών αποβλήτων. Τα τελευταία έτη, τα σχεδιαζόμενα τοπικά επιχειρησιακά σχέδια εισάγουν την ανάγκη εναρμόνισης με τις ευρωπαϊκές πρακτικές στον τομέα αυτό, με προτάσεις όπως η ελαχιστοποίηση των παραγόμενων αποβλήτων και η αξιοποίηση εκσυγχρονισμένων μεθόδων εκμετάλλευσης των οργανικών αποβλήτων.

Η παρούσα διατριβή συσχετίζοντας άμεσα την πρόοδο των ΑΠΕ σε Ευρωπαϊκό και Εθνικό επίπεδο ανέλυσε αρχικά την ενσωμάτωση των ΑΠΕ στην ενεργειακή παραγωγή καθώς και την ριζική αλλαγή της αντίστοιχης νομοθεσίας προς την κατεύθυνση αυτή. Σύμφωνα με την έκθεση προόδου της Ε.Ε., το μερίδιο της ενέργειας από ΑΠΕ ανέρχεται στο 15,3% της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης

ενέργειας για το 2014 με την Ελλάδα βρίσκεται σε ένα ικανοποιητικό ποσοστό της τάξης του 10% ενώ για το 2020 αναμένεται να το αυξήσει στο 18%. Είναι χαρακτηριστικό το γεγονός ότι το 40% της παραγόμενης «πράσινης» ενέργειας προέρχεται από το ξύλο και ακολουθεί η υδροηλεκτρική ενέργεια με 20%. Για την πρωτογενή παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ τα νούμερα είναι εξίσου ενθαρρυντικά με την Ε.Ε. να φτάνει σε 196 εκ. ΤΠΠ για το 2014 ενώ η Ελλάδα έχει αξιοσημείωτη πορεία με 2,32 εκ ΤΠΠ. Πρώτα σε εγκατεστημένη ισχύ στην χώρα μας είναι τα φωτοβολταϊκά συστήματα με 2.093MW και ακολουθούν τα αιολικά με 1.987MW. Η παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ για το περασμένο έτος έφτασε τις 10.070 GWh και με την συνολική κατανάλωση ενέργειας στις 54.951 GWh άγγιξε ποσοστό συμμετοχής το 18%. Παρόλα αυτά, οι προοπτικές της Ελλάδας στην αξιοποίηση των ΑΠΕ είναι ευοίωνες με εξαιρετικό ηλιακό δυναμικό, περίπου 1,400-1,800 [KWh/ (m².yr)], αιολικό δυναμικό σε πολλές περιοχές να ξεπερνά τα 8 m/s σε μέση ταχύτητα ανέμου κυρίως στις νησιωτικές περιοχές και ανεκμετάλλευτο πλούσιο δυναμικό βιομάζας, με ποσοστιαία ανάλυση να ακολουθεί. Οι επενδύσεις στον ενεργειακό τομέα και ειδικότερα στις ΑΠΕ επιβράδυναν άλλωστε κατά τη διάρκεια της κρίσης σε κάποιο βαθμό το ρυθμό της ύφεσης.

Η βιομάζα στον αντίποδα, τυγχάνει μηδενικής σχεδόν ανάπτυξης στην Ελλάδα παρά τις ευρωπαϊκές οδηγίες που βρίσκονται σε εντελώς διαφορετικό μήκος κύματος με εκκίνηση την Οδηγία 2001/77/EK που αναφέρει ότι η προώθηση της ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία παράγεται από ΑΠΕ, αποτελεί υψηλή προτεραιότητα για την Κοινότητα και τα οφέλη που προκύπτουν ειδικά από την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας είναι μεγάλα. Μπορεί να υπάρχει αντίστοιχη Εθνική νομοθεσία για την προώθηση της βιομάζας (Ν. 3468/2006), τις επιτρεπόμενες περιοχές χωροθέτησης (ΚΥΑ 49828/2008) και την εν γένει αδειοδοτική διαδικασία, το θεσμικό πλαίσιο στην Ελλάδα χρίζει βελτίωσης και αποσαφήνισης, μιας και στην πραγματικότητα η αδειοδότηση μιας μονάδας βιομάζας προς παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας δεν καταλήγει σε υλοποίηση εγκατάστασης και λειτουργίας. Τον δρόμο στην Ελλάδα δείχνουν ευρωπαϊκά project μεσαίας και μικρής κλίμακας με συνοπτική ανάλυση στην παρούσα εργασία να γίνεται για το Gast Project στο Νότιο Τιρόλο και το Project Emå Dairy στο Hultsfred της Σουηδίας. Στο πρώτο, από 31 έργα αεριοποίησης μικρής κλίμακας παρήχθη συνολική ηλεκτρική ενέργεια της τάξης των 34.620 MWh, θερμική 65.325 MWh, ενώ αξιοποιήθηκαν 34.624 τόνοι βιομάζας ανά έτος, κάτι που δείχνει ότι η ταχεία ανάπτυξη των μικρής κλίμακας αεριοποιητών βιομάζας είναι μια πού συμφέρουσα επιλογή. Στο Project Emå Dairy, ένα εργοστάσιο γαλακτοκομικών προϊόντων αποφάσισε να ενισχύσει το περιβαλλοντικό προφίλ με μια μονάδα αεριοποίησης ξυλώδους βιομάζας με σημαντικά οικονομικά οφέλη για το ίδιο αλλά και για την τοπική κοινωνία αφού εξασφάλισε επιπλέον εισόδημα για τους αγρότες και τους διαχειριστές της βιομάζας, μείωσε τη χρήση των ορυκτών καυσίμων και των οικολογικών επιπτώσεων στο περιβάλλον.

Ένα μεγάλο κομμάτι της διατριβής αφορά την ανάλυση και τον υπολογισμό του δυναμικού ξυλώδους βιομάζας που μπορεί να αξιοποιηθεί με την μέθοδο της αεριοποίησης σε όλες τις Περιφέρειες και Περιφερειακές Ενότητες της Ελλάδας έτσι ώστε να αναδειχθούν οι τεράστιες προοπτικές του τομέα και η μεγάλη συμβολή που

μπορεί να έχει σε ενεργειακό, οικονομικό και περιβαλλοντικό επίπεδο. Μελετώντας λοιπόν από τα γεωργοκτηνοτροφικά απόβλητα αυτά που αφορούν την λιγνοκυτταρίνη (απόβλητα από δενδρώδεις καλλιέργειες, αροτραίες καλλιέργειες) η Κεντρική Μακεδονία είναι πρώτη σε παραγωγή με 463.849 τόνους ετησίως, ακολουθούν η Κρήτη με 234.741, η Πελοπόννησος με 219.595, η Θεσσαλία με 214.599 και η Ανατολική Μακεδονία και Θράκη με 214.069 τόνους. Οι εθνικοί στόχοι για αυτά περιλαμβάνουν την αξιοποίηση τους ως πηγή οργανικής ουσίας για την παραγωγή εδαφοβελτιωτικού, ως βιοκαυσίμου για παραγωγή ενέργειας, σε μονάδες βιολογικής επεξεργασίας (κομποστοποίηση ή/ και αναερόβια χώνευση) και επεξεργασίας βιομάζας με χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία για την παραγωγή τυποποιημένης βιομάζας υψηλής ποιότητας (pellets). Στην πράξη όμως αυτό που συμβαίνει είναι ότι το μεγαλύτερο μέρος των προαναφερθέντων ποσοτήτων είναι ανεκμετάλλευτο με τα ανάλογα περιβαλλοντικά και οικονομικά προβλήματα, όπως ρύπανση στο περιβάλλον από την ανεξέλεγκτη διάθεση ή την καύση τους

Πριν αναλυθούν οι τεχνολογίες αξιοποίησης της ξυλώδους βιομάζας παρουσιάστηκαν οι σημαντικότερες πηγές της βιομάζας στον Ελλαδικό χώρο και αναλύθηκαν ως προς τα χημικά και ποιοτικά τους χαρακτηριστικά, τα οποία είναι ιδιαίτερος σημαντικά τόσο στην διαστασιολόγηση των μονάδων αεριοποίησης όσο και την λειτουργικότητα και ενεργειακή τους απόδοση. Τα χαρακτηριστικά που επιλέχθηκαν προς αξιολόγηση και παρουσίαση είναι η πυκνότητα, η περιεκτικότητα σε τέφρα, σε υγρασία, σε πτητικά στερεά, σε αλκαλικά μέταλλα και η θερμογόνος δύναμη. Η τελευταία για τα περισσότερα είδη βιομάζας κυμαίνεται από 17-20 MJ/Kg , ενώ για τα κλαδέματα των διαφόρων δενδρωδών καλλιεργειών, που υπάρχει το μεγαλύτερο ενδιαφέρον για την αεριοποίηση, οι τιμές της θερμογόνου δύναμης κυμαίνονται από 14 έως 20 με ποσοστά υγρασίας κάτω από 14% τιμές ικανοποιητικές για την ενεργειακή αξιοποίηση με την επιλογή βεβαίως των κατάλληλων μεθόδων. Η καταλληλότερη μέθοδος, η οποία αποδεικνύεται αξιόπιστη και είχε χρησιμοποιηθεί εκτενώς για τις μεταφορές και τα συστήματα γεωργικής εκμετάλλευσης παλαιότερα είναι η αεριοποίηση του ξύλου ή της βιομάζας. Η αεριοποίηση είναι αρκετά πολύπλοκη και επιτυγχάνεται μέσω μιας σειράς φυσικών μετασχηματισμών και χημικές αντιδράσεις εντός του αεριοποιητή που είναι η αφυδάτωση, η πυρόλυση, η καύση, η αεριοποίηση, η μετατροπή υδρατμών - αερίου και τέλος η μεθανοποίηση. Μερικά από τα σημαντικά πλεονεκτήματα της είναι η αποτελεσματική χρήση της βιομάζας, η εξελιγμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και το γεγονός ότι η παραγωγή θερμότητας είναι κατάλληλη για περιοχές με πρόσβαση σε πόρους βιομάζας.

Τα συστήματα που υλοποιούν τις διεργασίες της αεριοποίησης είναι οι αεριοποιητές και ταξινομούνται ως ανοδικής, καθοδικής και οριζόντιας ροής με βάση την κατεύθυνση της ροής του αέρα/ οξυγόνου. Χωρίζονται σε σταθερής κλίνης (fixed bed), ρευστοποιημένης κλίνης κυκλοφορίας (circulating fluidized bed) και εξαναγκασμένης ροής (entrained flow). Οι πρώτοι χωρίζονται σε σταθερής άνω κλίνης, κάτω ροής και οριζόντιας ροής για μικρής έως μεσαίας κλίμακας έργα, με τους πρώτους να υπερέχουν στην ποιότητα και απόδοση του καυσίμου αλλά να υστερούν λόγω της μεγάλης ποσότητας πίσσας και υποπροϊόντων πυρόλυσης ενώ οι τελευταίοι υπερτερούν στην ευελιξία παραγωγής αερίου. Στον αντίποδα οι ρευστοποιημένες

κλίνης αεριοποιητές προτιμώνται σε μεσαίας κλίμακας έργα, είναι πιο συμπτυκνωμένες κατασκευές με πλεονεκτήματα το προφίλ με ομοιόμορφη θερμοκρασία, τα πολλαπλά μεγέθη της πρώτης ύλης στην είσοδο και σημαντικά μειονεκτήματα τα σωματίδια σκόνης στο ρεύμα αερίου και την περιπλοκότητα του συστήματος λόγω της σύντομης παραμονής της βιομάζας στην κλίνη. Οι εξαναγκασμένης ροής είναι για μεγάλης κλίμακας έργα με πλεονέκτημα το μικρό χρόνο παραμονής της βιομάζας και μειονεκτήματα το υψηλό κόστος επένδυσης και τις αυστηρές προδιαγραφές πρώτης ύλης. Αναλύθηκαν επιπρόσθετα οι παράμετροι λειτουργίας για όλες τις προαναφερθείσες τεχνολογίες. Παρουσιάζοντας τις τεχνολογίες αεριοποίησης κρίθηκε σκόπιμη η τεχνοοικονομική παρουσίαση ορισμένων συστημάτων αεριοποίησης που ταιριάζουν στα εγχώρια δεδομένα. Ένα τέτοιο είναι η τεχνολογία Urbas με αυτοματοποιημένη λειτουργία, αυξημένη ενεργειακή απόδοση και με δυνατότητα λειτουργίας ως αυτόνομη μονάδα ή σε συνδυασμό με υφιστάμενες εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης σχηματίζοντας έτσι ένα αποκεντρωμένο ενεργειακό εφοδιασμό της ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας από ΑΠΕ. Άλλες ενδιαφέρουσες τεχνολογίες είναι η Pyroox που χρησιμοποιεί ένα συνδυασμό άνω και κάτω αεριοποιητή σταθερής κλίνης, καρπώνοντας έτσι τα πλεονεκτήματα και των δύο τεχνολογιών, η Burkhardt με αυτοθερμικούς αεριοποιητές κάτω ροής με μια σταθερή ρευστοποιημένη κλίνη για την μετατροπή του καυσίμου σε αέριο για εγκαταστάσεις συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας, η Mothermik που χρησιμοποιεί ως καύσιμο ανεπεξέργαστα ξυλώδη υπολείμματα και τέλος η Kuntschar με σύστημα σταθερής κλίνης (υψηλές θερμοκρασίες αεριοποίησης) και καθόλου υπολείμματα από την διαδικασία της πυρόλυσης.

Με βάση το δυναμικό της βιομάζας και τις τεχνολογίες που μελετήθηκαν στο τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας έγινε προσπάθεια εφαρμογής των παραπάνω σε μία περιοχή μελέτης στην Ελλάδα. Επιλέχθηκε η Καλαμάτα στην Μεσσηνία λόγω του υψηλού δυναμικού βιομάζας της σε δενδρώδεις καλλιέργειες (401.130 τόνους ετησίως σε κλαδέματα δένδρων και ειδικότερα 382.589 τόνους από ελαιόδεντρα), με το μισό ή και μεγαλύτερο ίσως μέρος από τις καθημερινά παραγόμενες τεράστιες ποσότητες παραμένει ανεκμετάλλευτο και προκαλεί σημαντικές τοπικές ρυπάνσεις στο περιβάλλον. Στην περιοχή της Μεσσηνίας συγκεκριμένα το ποσοστό ελαιοκάλυψης είναι άνω του 51%. Την κατεύθυνση για την αξιοποίηση της δίνει το επιχειρησιακό πρόγραμμα Πελοποννήσου για δημιουργία υποδομών που σχετίζονται με την οργανωμένη διαχείρισή τους ενώ παράλληλα τονίζεται η ανάγκη για περαιτέρω ανάπτυξη των Α.Π.Ε. μέσω της εκμετάλλευσης των φυσικών πόρων.

Η μονάδα προτείνεται να εγκατασταθεί στην βιομηχανική περιοχή της Μεσσηνίας για την απρόσκοπτη λειτουργία της, θα είναι τεχνολογίας Pyroox (αεριοποιητής κάτω ροής) και πιο συγκεκριμένα ο τύπος P850 CHP. Θα αξιοποιεί 7.956 tn βιομάζας ετησίως και θα παράγει 6.630 MWh ηλεκτρικής και 8.580 MWh θερμικής ενέργειας με συνολικό κόστος 4,3 εκ. €. Σε τελικό στάδιο μελετήθηκαν δύο διαφορετικά επενδυτικά σχέδια υλοποίησης, ένα με όλο το ποσό ως ίδια συμμετοχή και ένα άλλο με την ίδια συμμετοχή να ανέρχεται στο 1.800.000 € ενώ το υπόλοιπο ποσό των 2.500.000 € να καλυφθεί με δεκαετή τραπεζικό δανεισμό με επιτόκιο σταθερό 9% και

αξιολογήθηκαν με βάση την Καθαρή Παρούσα Αξία, τον Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης και τον χρόνο απόσβεσης του κεφαλαίου. Συγκρινόμενα τα οικονομικά αποτελέσματα εξήχθη το συμπέρασμα ότι το δεύτερο επενδυτικό πλάνο είναι η πιο ενδεδειγμένη επιλογή χρηματοδότησης.

Το υπό μελέτη έργο ενδέχεται να αντιμετωπίσει αντιδράσεις από την τοπική κοινωνία, όπως άλλωστε τα περισσότερα έργα βιομάζας στην Ελλάδα, οι οποίες χρειάζεται να αντιμετωπίζονται με παράθεση επιχειρημάτων, με βασικότερα την παραγωγή πράσινης ενέργειας, την τοπική οικονομική ανάκαμψη και τις θέσεις εργασίας, καθώς και τη μετέπειτα ορθή επιστημονική ενημέρωση για τις πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις της τελικής επενδυτικής επιλογής. Μία επένδυση στην τεχνολογία της αεριοποίησης στην περιοχή της Μεσσηνίας πέραν της αύξησης του αγροτικού εισοδήματος, την δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και αύξησης του πράσινου αποτυπώματος σε τοπικό επίπεδο, μπορεί να αποτελέσει εφαλτήριο στην ευρύτερη περιοχή της Πελοποννήσου για περαιτέρω αξιοποίηση του τεράστιου δυναμικού βιομάζας και αύξηση της τοπικής και εθνικής ανάπτυξης αν συλλογιστούμε τη δεινή οικονομική και αναπτυξιακή θέση της χώρας μας στην Ε.Ε.

Η πλήρης αξιοποίηση των δυνατοτήτων που προσφέρει ο κλάδος της βιομάζας δεν είναι περιβαλλοντική ευθύνη αλλά και μια πρώτης τάξεως ευκαιρία ανασυγκρότησης του οικονομικού μοντέλου ανάπτυξης της αγροτικής και εθνικής οικονομίας μέσω επενδύσεων, μείωσης του ενεργειακού κόστους στη βιομηχανία και βελτίωση της ανταγωνιστικότητας.

Συμπερασματικά η βιομάζα έχει μεγάλη εμβέλεια εφαρμογών σε πολλούς τομείς παραγωγικής δραστηριότητας της οικονομίας, τεράστιο ανεκμετάλλευτο δυναμικό, περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά οφέλη και μείωση της εξάρτησης της χώρας από ξένες ενεργειακές πηγές.

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση

1. 2030 Energy Strategy, διαθέσιμο από: energy and climate goals for 2030
2. Alvanger K., Energikontorsydost Small Scale CHP from biomass - a demonstration project in Southeast Sweden, διαθέσιμο από: https://energiforskmedia.blob.core.windows.net/media/21789/energikontorsydost_small-scale-chp_isg.pdf
3. Basu P., 2006, Combustion and Gasification in Fluidized Beds
4. Brandin J. and all, 2011, Small Scale Gasification: Gas Engine CHP for Biofuels
5. COM 2005/628/7-12-2005 Ανακοίνωση της Επιτροπής Σχέδιο δράσης για τη βιομάζα Βρυξέλλες, 2005
6. Demonstration plant gasifier in Hultsfred - Em? Dairy., διαθέσιμο από: <http://www.energikontorsydost.se/hultsfred>
7. Energypress, 2013, σε εξέλιξη σημαντικά έργα βιομάζας και επεξεργασίας αποβλήτων, διαθέσιμο από: <http://energypress.gr/news/se-exelixa-simantika-erga-viomazas-kai-epexergasias-apovlita>
8. Energypress, Φθηνή ενέργεια και θέρμανση υπόσχεται το καινοτόμο smart-chp-biomass-energy, διαθέσιμο από: <http://energypress.gr/news/fthini-energeia-kai-thermansi-yposhetai-kainotomo-smart-chp-biomass-energy>
9. Enggcyclopedia, Types of Gasifier, διαθέσιμο από: <http://www.enggcyclopedia.com/2012/01/types-gasifier/>
10. EU POLICY, 2015, Five charts showing the EU's surprising progress on renewable energy, διαθέσιμο από: <https://www.carbonbrief.org/five-charts-showing-the-eus-surprising-progress-on-renewable-energy>
11. European Commission, Biomass, διαθέσιμο από: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/biomass>
12. Eurostat, 2016, Renewable energy statistics, διαθέσιμο από: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Renewable_energy_statistics

13. Insider, 2016 Αναμορφώνεται το θεσμικό πλαίσιο για βιομάζα και βιοαέριο, διαθέσιμο από: <http://www.insider.gr/eidiseis/ellada/19726/anamorfonetai-thesmiko-plaisio-gia-viomaza-kai-vioaerio>
14. Kythavone S., 2007, Promotion of the Efficient Use of Renewable Energies in Developing Countries Chapter VI Gasification
15. Layman's report, demonstration of a Small scale Mobile Agricultural Residue gasification unit for decentralized Combined Heat and Power production
16. Lettner F., Timmerer H., Haselbacher P., 2007, Guideline for safe and eco-friendly biomass gasification
17. Liu, H., 2014, CFD Modeling of Biomass Gasification Using a Circulating Fluidized Bed Reactor
18. Marco Baratieri et al, 2013, GAST project "Gasification Experiences in South Tyrol: energy and environmental assessment"
19. Ministry of Environment, Energy and Climate Change (2010), National Renewable Energy Action Plan in the scope of Directive 2009/28/EC
20. NETL (U.S. Department of Energy National Energy Technology Laboratory) Gasification, fluidized bed gasifiers, διαθέσιμο από: <https://www.netl.doe.gov/research/coal/energy-systems/gasification/gasifipedia/fluidizedbed>
21. NETL (U.S. Department of Energy National Energy Technology Laboratory) Gasification, reactions & transformations, διαθέσιμο από: <https://www.netl.doe.gov/research/coal/energy-systems/gasification/gasifipedia/reaction-transformations>
22. Pyrox, advantages, effective use of Biomass, διαθέσιμο από: <http://pyroxnord.com/advantages>
23. Rajvanshi, 1986, Biomass Gasification, Nimbkar Agricultural Research Institute, PHALTAN-415523, Maharashtra, India
24. Renewable energy, Moving towards a low carbon economy, διαθέσιμο από: <http://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy>
25. Siedlecki and all, 2011, Fluidized Bed Gasification as a Mature And Reliable Technology for the Production of Bio-Syngas and Applied in the Production of Liquid Transportation Fuels

26. Small scale CHP Life+, Different techniques for small-scale combined heat and electricity production. , διαθέσιμο από:
<http://www.energikontorsydost.se/smallscaleCHPLife>
27. Subba D.V., Gouricharan T., 2016, Coal processing and utilization
28. Vakalis S., Baratieri M., 2015, State-of-the-Art of Small Scale Biomass Gasifiers in the Region of South Tyrol
29. Vakalis S., Baratieri M., Athens2014 biowaste, Technological advancements in small scale biomass gasification: case study of South Tyrol, διαθέσιμο από:
http://athens2014.biowaste.gr/pdf/vakalis_pr.pdf
30. Wikipedia, Gasification, διαθέσιμο από:
<https://en.wikipedia.org/wiki/Gasification>

Ελληνική

1. Αμανατίδης, Ήπιες Μορφές Ενέργειας: Εισαγωγή στη Βιομάζα, Πηγές - Ιδιότητες- Βιοκαύσιμα, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Χημικών Μηχανικών
2. Αναθεώρηση του Περιφερειακού Σχεδίου Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ) Περιφέρειας Ηπείρου
3. Αξιολόγηση, Αναθεώρηση και Εξειδίκευση του Περιφερειακού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης Περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, 2013
4. Βικιπαίδεια, Αιολικό πάρκο, διαθέσιμο από:
https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CF%80%CE%AC%CF%81%CE%BA%CE%BF
5. Βικιπαίδεια, Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, διαθέσιμο από:
https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BD%CE%B1%CE%BD%CE%B5%CF%8E%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%B5%CF%82_%CF%80%CE%B7%CE%B3%CE%AD%CF%82_%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82
6. Βικιπαίδεια, Θερμογόνος δύναμη, διαθέσιμο από:
https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%98%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%B3%CF%8C%CE%BD%CE%BF%CF%82_%CE%B4%CF%8D%CE%BD%CE%B1%CE%BC%CE%B7
7. Βικιπαίδεια, Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, διαθέσιμο από:
https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B5%CF%81%CE%B9%CF%86%CE%AD%CF%81%CE%B5%CE%B9%CE%B1_%CE%91%CE%BD%CE

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B5%CF%81%CE%B9%CF%86%CE%AD%CF%81%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CE%91%CF%84%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CF%82>

8. Βικιπαίδεια, Περιφέρεια Αττικής. , διαθέσιμο από:

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B5%CF%81%CE%B9%CF%86%CE%AD%CF%81%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CE%91%CF%84%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CF%82>

9. Βικιπαίδεια, Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου, διαθέσιμο από:

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B5%CF%81%CE%B9%CF%86%CE%AD%CF%81%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CE%92%CE%BF%CF%81%CE%B5%CE%AF%CE%BF%CF%85%CE%91%CE%B9%CE%B3%CE%B1%CE%AF%CE%BF%CF%85>

10. Βικιπαίδεια, Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας, διαθέσιμο από:

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B5%CF%81%CE%B9%CF%86%CE%AD%CF%81%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CE%94%CF%85%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CF%82%CE%95%CE%BB%CE%BB%CE%AC%CE%B4%CE%B1%CF%82>

11. Βικιπαίδεια, Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας, διαθέσιμο από:

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B5%CF%81%CE%B9%CF%86%CE%AD%CF%81%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CE%94%CF%85%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CF%82%CE%9C%CE%B1%CE%BA%CE%B5%CE%B4%CE%BF%CE%BD%CE%AF%CE%B1%CF%82>

12. Βικιπαίδεια, Περιφέρεια Ηπείρου, διαθέσιμο από:

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B5%CF%81%CE%B9%CF%86%CE%AD%CF%81%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CE%97%CF%80%CE%B5%CE%AF%CF%81%CE%BF%CF%85>

13. Βικιπαίδεια, Περιφέρεια Θεσσαλίας. , διαθέσιμο από:

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%98%CE%B5%CF%83%CF%83%CE%B1%CE%BB%CE%AF%CE%B1>

14. Βικιπαίδεια, Περιφέρεια Ιονίων Νήσων, διαθέσιμο από:

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B5%CF%81%CE%B9%CF%86%CE%AD%CF%81%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CE%99%CE%BF%CE%BD%CE%AF%CF%89%CE%BD%CE%9D%CE%AE%CF%83%CF%89%CE%BD>

15. Βικιπαίδεια, Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας, διαθέσιμο από:

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B5%CF%81%CE%B9%CF%86%CE%AD%CF%81%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CE%9A%CE%B5%CE>

[E%BD%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CF%82_%CE%9C%CE%B1%CE%BA%CE%B5%CE%B4%CE%BF%CE%BD%CE%AF%CE%B1%CF%82](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B5%CF%81%CE%B9%CF%86%CE%AD%CF%81%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CE%9A%CF%81%CE%AE%CF%84%CE%B7%CF%82)

16. Βικιπαίδεια, Περιφέρεια Κρήτης, , διαθέσιμο από:

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B5%CF%81%CE%B9%CF%86%CE%AD%CF%81%CE%B5%CE%B9%CE%B1_%CE%9A%CF%81%CE%AE%CF%84%CE%B7%CF%82

17. Βικιπαίδεια, Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου, διαθέσιμο από:

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B5%CF%81%CE%B9%CF%86%CE%AD%CF%81%CE%B5%CE%B9%CE%B1_%CE%9D%CE%BF%CF%84%CE%AF%CE%BF%CF%85_%CE%91%CE%B9%CE%B3%CE%B1%CE%AF%CE%BF%CF%85

18. Βικιπαίδεια, Περιφέρεια Πελοποννήσου, διαθέσιμο από:

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B5%CF%81%CE%B9%CF%86%CE%AD%CF%81%CE%B5%CE%B9%CE%B1_%CE%A0%CE%B5%CE%BB%CE%BF%CF%80%CE%BF%CE%BD%CE%BD%CE%AE%CF%83%CE%BF%CF%85

19. Βικιπαίδεια, Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας, διαθέσιμο από:

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B5%CF%81%CE%B9%CF%86%CE%AD%CF%81%CE%B5%CE%B9%CE%B1_%CE%A3%CF%84%CE%B5%CF%81%CE%B5%CE%AC%CF%82_%CE%95%CE%BB%CE%B%CE%AC%CE%B4%CE%B1%CF%82

20. Βικιπαίδεια, Τιρόλο (ιστορική περιοχή), διαθέσιμο από:

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%B9%CF%81%CF%8C%CE%B%CE%BF_\(%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%BF%CF%87%CE%AE\)](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%B9%CF%81%CF%8C%CE%B%CE%BF_(%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%BF%CF%87%CE%AE))

21. Βικιπαίδεια, Υδροηλεκτρικό εργοστάσιο, διαθέσιμο από:

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A5%CE%B4%CF%81%CE%BF%CE%B7%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%BF%CF%83%CF%84%CE%AC%CF%83%CE%B9%CE%BF

22. Βικιπαίδεια, Φωτοβολταϊκά, διαθέσιμο από:

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CE%AC>

23. Βιομάζα, Χαρακτηριστικά της πρώτης ύλης για την παραγωγή βιομάζας, διαθέσιμο από:

<http://www.biomaz.gr/EL/%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%BC%CE%AC>

[%CE%B6%CE%B1/%CE%A7%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CF%84%CE%B7%CF%82-%CF%80%CF%81%CF%8E%CF%84%CE%B7%CF%82-%CF%8D%CE%BB%CE%B7%CF%82](#)

24. Γερασίμου Α., 2013-Η αγροτική βιομάζα και δυνατότητες αξιοποίησης της στην Ελλάδα
25. ΔΕΗ Ανανεώσιμες, διαθέσιμο από: <https://www.ppcr.gr/el/#>
26. ΔΕΗ Ανανεώσιμες, Ηλιακή Ενέργεια, διαθέσιμο από: <http://members.ppcr.gr/Energy.aspx?C=27>
27. Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων, 2015
28. Έκθεση της Επιτροπής προς το Συμβούλιο και το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2010, περί απαιτήσεων αειφορίας σχετικά με τη χρήση στερεών και αέριων πηγών βιομάζας στον ηλεκτρισμό, τη θέρμανση και την ψύξη
29. Ελληνική εταιρεία περιβάλλοντος και πολιτισμού, 2014, Γεωθερμία στην Ελλάδα, Δυναμικό, Εφαρμογές, Προοπτικές, διαθέσιμο από: http://www.ellet.gr/sites/default/files/parousiasi_mfytika_s.pdf
30. Ελληνικός σύνδεσμος ηλεκτροπαραγωγών από ΑΠΕ, πλεονεκτήματα των ΑΠΕ, διαθέσιμο από: <http://www.hellasres.gr/Greek/giati-ape/giati-ape.htm>
31. επικαιροποίηση-Τροποποίηση του Περιφερειακού Σχεδιασμού Διαχείρισης Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ) της Περιφέρειας βορείου Αιγαίου, 2015
32. Επιμελητήριο Φλώρινας, 2010, "Οργάνωση Εφοδιαστικής Αλυσίδας Βιομάζας για Εφαρμογές Μικτής Καύσης σε Λιγνιτικούς ΑΗΣ ΑΗΣ- Προοπτικές για το Νομό Φλώρινας"
33. Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Θεσσαλίας - Στερεάς Ελλάδας - Ηπείρου 2007-2013
34. Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Περιφέρειας Ιόνιων νήσων 2014-2019
35. Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Περιφέρειας Πελοποννήσου στρατηγικός σχεδιασμός, 2012
36. Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας 2015-2019
37. Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Δελτίο Τύπου/ Έκθεση προόδου στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

38. Η ενέργεια γύρω μας, Πλεονεκτήματα & μειονεκτήματα, διαθέσιμο από:
<http://ienergiagiromas.weebly.com/pilambdaepsilomicronnuepsilonkappatau942mualphataualpha--muepsiloniotaomicronnuepsilonkappatau942mualphataualpha2.html>
39. Θεματολογικά δελτία για την Ευρωπαϊκή Ένωση, Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, διαθέσιμο από:
http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/el/displayFtu.html?ftuId=FTU_5.7.4.html
40. IOBE, 2012, Επενδύσεις στον τομέα ηλεκτρικής ενέργειας σε περιβάλλον οικονομικής κρίσης, Μάιος
41. IOBE-ΕΜΠ, 2011, Μακροχρόνιες ενεργειακές προοπτικές: Οι προκλήσεις του ενεργειακού τομέα με ορίζοντα το 2050
42. Κ.Υ.Α. Αριθ. ΥΑΠΕ/Φ1/14810/4.10.2011, "Κανονισμός Αδειών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας με χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και μέσω Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης." ΦΕΚ Β'/2373/25.10.2011
43. Κανιέτε Μ. Α., 2015, Ευρωπαϊκή Επιτροπή - Δελτίο Τύπου/ Έκθεση προόδου στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
44. ΚΑΠΕ, ανάλυση στερεών καυσίμων βιομάζας, διαθέσιμο από:
<http://www.cres.gr/services/istos.chtm?prnbr=24821&locale=el>
45. Κατσίρη, 2011, Εισαγωγή στην Ενεργειακή Τεχνολογία Ενέργεια από βιομάζα
46. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Βιομάζα, διαθέσιμο από:
http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_biomass.htm
47. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Αιολική ενέργεια, διαθέσιμο από:
http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_wind.htm
48. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, διαθέσιμο από:
http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis.htm
49. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, διαθέσιμο από:
http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis.htm

50. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ),
Γεωθερμία, διαθέσιμο από:
http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_geothermal.htm
51. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ),
Οδηγός Βιομάζας, διαθέσιμο από: http://www.cres.gr/energy-saving/images/pdf/biomass_guide.pdf
52. ΚΥΑ 17149/2010 "Τύπος και περιεχόμενο συμβάσεων πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται με χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και μέσω Συμπαράγωγης Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης στο Σύστημα και το Διασυνδεδεμένο Δίκτυο και στο Δίκτυο των Μη Διασυνδεδεμένων Νήσων, Σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 12 παρ. 3 του Ν. 3468/2006, όπως ισχύει, πλην ηλιοθερμικών και υβριδικών σταθμών", ΦΕΚ 1497B/6-9-2010
53. ΚΥΑ 49828/2008 ("Έγκριση ειδικού πλαισίου χωροταξικού σχεδιασμού και αιεφόρου ανάπτυξης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και της στρατηγικής μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων αυτού", ΦΕΚ 2464B/3-12-2008)
54. Λοιζίδου Μ., Βιολογική Επεξεργασία Αποβλήτων, Ρύπανση και Συστήματα Προστασίας Περιβάλλοντος
55. Λυμπεράτος Γ. Αναερόβια χώνευση – Κομποστοποίηση, Σχολή Χημικών Μηχανικών ΕΜΠ
56. Μαμάσης Ν., Στεφανάκος Ι., Υδροηλεκτρική ενέργεια, Υδατικό Περιβάλλον και Ανάπτυξη, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα 2014
57. Μαύρου, 2006, Τεχνολογίες Συμπαράγωγής με Καύση Βιομάζας στην Ευρώπη
58. Μελέτη Αναθεώρησης του Περιφερειακού Σχεδιασμού Διαχείρισης Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ) Ιονίων Νήσων, 2016
59. Μπανδέλης Γ., Ιγγλεζάκης Π., 2013, Εφαρμογές της βιομάζας, περιβαλλοντικό πρόγραμμα ΕΠΑ.Σ. ΧΑΝΙΩΝ
60. Ν. 3468/2006 ("Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαράγωγης Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις", ΦΕΚ 129A/29-6-2006)
61. Ν. 4062/2012 [Αξιοποίηση του πρώην Αεροδρομίου Ελληνικού ? Πρόγραμμα ΗΛΙΟΣ ? Προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές

(Ενσωμάτωση Οδηγίας 2009/28/ΕΚ) ? Κριτήρια Αειφορίας Βιοκαυσίμων και Βιορευστών (Ενσωμάτωση Οδηγίας 2009/30/ΕΚ)

62. Ν. 4203/2013 ("Ρυθμίσεις θεμάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και άλλες διατάξεις". ΦΕΚ Α 235/1-11-2013)
63. Ν. 4414/2016 (ΦΕΚ Α' 149/9-8-2016) Νέο καθεστώς στήριξης των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης
64. Ν.3851/2010 ("Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής" ΦΕΚ 85Α/4-6-2010)
65. Ν.4001/2011 ("Για τη λειτουργία Ενεργειακών Αγορών Ηλεκτρισμού και Φυσικού αερίου, για Έρευνα, Παραγωγή και δίκτυα μεταφοράς Υδρογονανθράκων και άλλες ρυθμίσεις", ΦΕΚ 179Α/22-8-2011)
66. Ν.4014/2011 (Φ.Ε.Κ. 209/Α/21-09-2011) (Περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων, ρύθμιση αυθαιρέτων σε συνάρτηση με δημιουργία περιβαλλοντικού ισοζυγίου και άλλες διατάξεις αρμοδιότητας Υπουργείου Περιβάλλοντος)
67. Ν.4152/2013 ("Επείγοντα μέτρα εφαρμογής των νόμων 4046/2012, 4093/2012 και 4127/2013")
68. Ντογκούλης, 2008, Αξιοποίηση των υπολειμμάτων βάμβακος του Ν. Λάρισας για Τηλεθέρμανση
69. Οδηγία 2001/77/ΕΚ (για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας)
70. Οδηγία 2003/96/ΕΚ (σχετικά με την αναδιάρθρωση του κοινοτικού πλαισίου φορολογίας των ενεργειακών προϊόντων και της ηλεκτρικής ενέργειας)
71. Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ελλάδα, Γεωθερμική Ενέργεια, διαθέσιμο από:
<http://renewablegreece.wikispaces.com/%CE%93%CE%B5%CF%89%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%AE+%CE%95%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1>
72. Παλαιολόγος 2012, Ημερίδα, νέες ιδέες και προτάσεις για την αγροτική οικονομία του τόπου μας

73. Παπακωνσταντόπουλος, 2012, σχεδιασμός και τεχνοοικονομική αξιολόγηση μονάδων αξιοποίησης βιομάζας, σύγκριση με αντίστοιχες μονάδες άλλων συμβατικών στερεών καυσίμων
74. Π.Ε.Σ.Δ.Α. Αττικής, 2016, αναθεώρηση περιφερειακού σχεδίου διαχείρισης στέρεων αποβλήτων
75. ΠΕΣΔΑ Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας - Θράκης, 2016, Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων
76. ΠΕΣΔΑ Περιφέρεια Κρήτης, 2012, Μελέτη για την Αναθεώρησή - Επικαιροποίηση του Περιφερειακού Σχεδιασμού Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων
77. ΠΕΣΔΑ Περιφέρεια Κρήτης, 2012, Μελέτη για την Αναθεώρησή - Επικαιροποίηση του Περιφερειακού Σχεδιασμού Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων
78. Πράσινη Αντίληψη, Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα φωτοβολταϊκών συστημάτων, διαθέσιμο από: <http://greenmindset.cti.gr/advantages-and-disadvantages>
79. Πυρόλυση Βιομάζας, Σχολή Χημικών Μηχανικών, διαθέσιμο από: <http://www.chemeng.ntua.gr/courses/bpy/files/pyrolysis.pdf>
80. Σ.Μ.Π.Ε , ΠΕΣΔΑ Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας, 2016, Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΣΜΠΕ) για την τροποποίηση του Περιφερειακού Σχεδίου Διαχείρισης Αποβλήτων (Π.Ε.Σ.Δ.Α.)
81. Σ.Μ.Π.Ε , ΠΕΣΔΑ Περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας, 2014, Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων για το περιφερειακό σχέδιο διαχείρισης αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ) της Δυτικής Μακεδονίας
82. Σ.Μ.Π.Ε , ΠΕΣΔΑ Περιφέρειας Θεσσαλίας, 2016, Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων για την Επικαιροποίηση του Περιφερειακού Σχεδίου Διαχείρισης Αποβλήτων
83. Σ.Μ.Π.Ε , ΠΕΣΔΑ Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας, 2016, Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΣΜΠΕ) για την τροποποίηση του Περιφερειακού Σχεδίου Διαχείρισης Αποβλήτων (Π.Ε.Σ.Δ.Α.)
84. Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, ΠΕΣΔΑ Δυτικής Μακεδονίας
85. Στρατηγική Περιβαλλοντική Εκτίμηση (ΣΠΕ) για το ΠΕΣΔΑ της Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου, 2016

86. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, κλιματικά δεδομένα Ελληνικών περιοχών
87. Τσεπλετιδου Α., 2013, "Χρήση Βιομάζας για Θέρμανση στο Αστικό Περιβάλλον: Τάσεις και Προοπτικές"
88. Υ.Α. ΔΙΠΑ/οικ. 37674/2016 - Τροποποίηση και κωδικοποίηση της υπουργικής απόφασης 1958/2012 - Κατάταξη δημοσίων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες και υποκατηγορίες σύμφωνα με το άρθρο 1 παράγραφος 4 του Ν. 4014/21.9.2011 (ΦΕΚ 209/Α/2011) όπως αυτή έχει τροποποιηθεί και ισχύει
89. Υ.Α. οικ. 170225/2014 - Εξειδίκευση των περιεχομένων των φακέλων περιβαλλοντικής αδειοδότησης έργων και δραστηριοτήτων της Κατηγορίας Α' της απόφασης του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής με αρ. 1958/2012 (21/Β) όπως ισχύει, σύμφωνα με το άρθρο 11 του ν. 4014/2011 (209/Α), καθώς και κάθε άλλης σχετικής λεπτομέρειας
90. Υ.Α. οικ. 3137/191/Φ. 15/2012 (Αντιστοίχιση των κατηγοριών των βιομηχανικών και βιοτεχνικών δραστηριοτήτων και δραστηριοτήτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τους βαθμούς όχλησης που αναφέρονται στα πολεοδομικά διατάγματα)
91. ΥΠΕΚΑ, 2012, Σχέδιο μακροχρόνιου ενεργειακού σχεδιασμού, σε δημόσια διαβούλευση
92. Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, αιολική ενέργεια, διαθέσιμο από: <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=287>
93. Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, υδροηλεκτρική ενέργεια, διαθέσιμο από: <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=484&language=el-GR>
94. ΦΕΚ 2464 Β/03.12.2008, Έγκριση ειδικού πλαισίου χωροταξικού σχεδιασμού και αιωφόρου ανάπτυξης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και της στρατηγικής μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων αυτού
95. Χρηματοοικονομική Ανάλυση και Ενημέρωση για την Ανάπτυξη της Γεωθερμίας σε Χώρες της Ευρώπης, Γεωθερμική Ενέργεια στην Ελλάδα, διαθέσιμο από: http://www.energia.gr/geofar/page.asp?p_id=55&lng=5
96. Χρηματοοικονομική Ανάλυση και Ενημέρωση για την Ανάπτυξη της Γεωθερμίας σε Χώρες της Ευρώπης, Τι είναι η Γεωθερμική Ενέργεια, διαθέσιμο από: https://www.energia.gr/geofar/page.asp?p_id=12&lng=5
97. (Ψύγκα, 2012, Συγκριτική Αξιολόγηση Μηχανισμών Υποστήριξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε Συνθήκες Αβεβαιότητας