

Η ΧΡΗΣΗ ΔΑΣΙΚΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Καμπερίδου Βασιλική, Μπαρμπούτης Ιωάννης

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος,
Εργαστήριο Δασικής Τεχνολογίας, 54124 Θεσσαλονίκη
Email: vkamperi@for.auth.gr, jbarb@for.auth.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιείται προσπάθεια εντοπισμού των ωφελειών, αλλά και των πιθανών αρνητικών συνεπειών από την χρήση ξύλινης (δασικής) βιομάζας στην παραγωγή ενέργειας, ως εναλλακτικής μορφής ανανεώσιμης πηγής ενέργειας. Έχει παρατηρηθεί πως μεγάλες ποσότητες ξύλου που προέρχονται από υπολείμματα υλοτομίας, ξυλεία που έχει κριθεί ως μη αποδεκτής ποιότητας για δομική χρήση, ξυλοκατασκευές που έχουν πάψει να προσφέρουν τις υπηρεσίες τους λόγω παλαιότητας ή φθοράς (έπιπλα), ανεπιθύμητα κορμίδια μικρής διαμέτρου κ.α., μένουν ανεκμετάλλευτες ή καταλήγουν να θάβονται σε χωματερές μαζί με τα υπόλοιπα απορρίμματα. Το υλικό αυτό, που βρίσκεται σε αφθονία μένει ανεκμετάλλευτο, ενώ θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή ενέργειας, σε μορφή καυσόξυλων, συμπιεσμένων κυλινδρικών (pellets), πλανιδίων, πριονιδιού, ξυλοτεμαχιδίων ή βιοκαυσίμων και να προσφέρει με αυτό τον τρόπο οικολογική και οικονομική λύση στο ενεργειακό πρόβλημα. Αποτελεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, με μηδενικό ισοζύγιο εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και μπορεί να αντικαταστήσει σε μεγάλο βαθμό τη χρήση ορυκτών καυσίμων, των οποίων η χρήση είναι ιδιαίτερα επιβλαβής για το περιβάλλον.

Λέξεις κλειδιά: ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, δασική βιομάζα, ενέργεια, καύση, συμπιεσμένοι κυλινδρικοί.

THE USE OF FOREST BIOMASS IN ENERGY PRODUCTION

Kamperidou Vasiliki, Barboutis Ioannis

Aristotle University of Thessaloniki, Faculty of Forestry and Natural Environment
Laboratory of Wood Technology

Abstract

This study was carried out to evaluate the benefits and also the possible negative consequences derived from the use of woody biomass combustion in energy production and also to estimate the significance of woody biomass as a renewable source of energy. Large amounts of wood coming from trimmings, wood of unacceptable quality for structural use, old and timeworn furniture and other wooden structures, trunks of small diameter etc., remain unexploited or conclude buried in scrap heaps, as all the rest wastes. This kind of wooden material, which is in abundance in most countries, can be used after its transformation into firewood, pellets, briquettes, chips, sawdust or bio-fuels, in order to solve, on some extent, the energy problem in environmentally friendly way. Woody biomass belongs to renewable sources of energy, does not add more amounts of CO₂ or other greenhouse gases in the atmosphere and can replace, on grate extent, the use of fossil fuels which strongly contributes to the air pollution.

Key words: renewable energy sources, energy, combustion, woody biomass, pellets.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι γεγονός ότι ο αριθμός του πληθυσμού του πλανήτη αυξάνεται με συνεχώς αυξανόμενους ρυθμούς. Αναμένεται στο άμεσο μέλλον ο πληθυσμός να διπλασιάζεται κάθε 20 με 30 χρόνια και η αύξηση αυτή είναι συνυφασμένη με την αύξηση των αναγκών σε ενέργεια και της μείωσης των αποθεμάτων των φυσικών πόρων και των ορυκτών καυσίμων (Cloud, 2009).

Στη σημερινή εποχή, γίνεται όλο και πιο επιτακτική η ανάγκη εύρεσης εναλλακτικών τρόπων παραγωγής ενέργειας. Τρόποι που δεν θα μολύνουν το περιβάλλον και την ατμόσφαιρα και δεν θα συμβάλλουν στην περεταίρω μείωση των φυσικών αποθεμάτων πετρελαίου, άνθρακα, αερίου κλπ. Στα πλαίσια της δέσμευσης των ευρωπαϊκών χωρών να μειώσουν τις εκπομπές αερίων ρύπων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου από το 2008 έως το 2012 (πρωτόκολλο Kyoto - 2007), κατά 5,4% περίπου, είναι ακόμη πιο αναγκαία η στροφή του ανθρώπου στην επιλογή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως η χρήση δασικής βιομάζας. Στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι η αύξηση της χρήσης βιομάζας για παραγωγή ενέργειας από 98 που ήταν περίπου το 2007, σε 220 Mtoe έως το 2020 και σχεδόν πλήρης εφαρμογή συστημάτων βιοενέργειας για κύρια θέρμανση στις οικίες, 25% για παραγωγή ηλεκτρισμού και 10% για ψύξη, έως το 2050 (Γραμμέλης κ.α., 2010). Επίσης, στρατηγικός στόχος είναι η κατά 20% διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών στην κάλυψη ενεργειακών αναγκών μέχρι το 2020 και η κατά 10% αύξηση της χρήσης υγρών βιοκαυσίμων στη χώρα μας (ΚΑΠΕ, 2009). Η ξύλινη βιομάζα αποτελεί την εκτενέστερη πηγή ανανεώσιμης πηγής ενέργειας και η χρήση της θα μπορούσε να θέσει περιορισμό στις εκπομπές CO₂ και άλλων επιβλαβών αερίων στην ατμόσφαιρα (Hakkila, 2001).

Η βιομάζα (ξύλωσης ή μη), δηλαδή υλικό από κυτταρίνη, το οποίο μπορεί να προέρχεται από δασική βιομάζα, υπολείμματα ξυλοβιομηχανιών, υπολείμματα καλλιεργειών κ.α. είναι ένας από τους οικολογικούς τρόπους παραγωγής ενέργειας. Έχει επισημανθεί πως μεγάλες ποσότητες ξύλου που προέρχονται από υπολείμματα υλοτομίας, ξυλεία που έχει κριθεί ως μη αποδεκτής ποιότητας για δομική χρήση, ξυλοκατασκευές που έχουν πάψει να προσφέρουν τις υπηρεσίες τους λόγω παλαιότητας ή φθοράς, παλιά έπιπλα, ανεπιθύμητα κορμίδια μικρής διαμέτρου κ.α., μένουν ανεκμετάλλευτες ή καταλήγουν να θάβονται σε χωματερές μαζί με τα υπόλοιπα απορρίμματα (Hakkila, 2001). Η προσφορά αυτή σε ξύλινη βιομάζα είναι συνεχής και σε επαρκείς ποσότητες, λόγω της συνεχούς συσσώρευσής της, πράγμα που σημαίνει ότι θα μπορούσε να καλύψει ενεργειακά σε μεγάλο βαθμό τις ανάγκες του κόσμου.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η προσπάθεια εντοπισμού των ωφελειών, αλλά και των πιθανών αρνητικών συνεπειών από την χρήση ξύλινης (δασικής) βιομάζας στην παραγωγή ενέργειας, καθώς και η αποσαφήνιση του ρόλου που διαδραματίζει ως εναλλακτική μορφή ανανεώσιμης πηγής ενέργειας.

2. ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑ

Βιοενέργεια καλείται η ενέργεια που παράγεται με συμμετοχή και καύση βιομάζας ή παραγώγων αυτής, όπως είναι τα βιοκαύσιμα. Η βιομάζα, μετά από επεξεργασία, μπορεί να μετατραπεί σε στερεά, υγρά ή αέρια καύσιμα, τα οποία συμμετέχουν μεταξύ άλλων, στην παροχή θέρμανσης, στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και στην παροχή καυσίμων για οχήματα. Τα κυριότερα βιοκαύσιμα που προκύπτουν από τη βιομάζα είναι η βιο-αιθανόλη, το βιοντίζελ, ο βιοδιμεθυλαιθέρας, ο βιο-ETBE, ο βιο-MTBE, έλαια πυρόλυσης, υγρό βιο-υδρογόνο, βιο-μεθανόλη, αεριοποιημένο υδρογόνο, τα καθαρά φυτικά έλαια και τα συνθετικά βιοκαύσιμα (συνθετικοί υδρογονάνθρακες ή μείγματα συνθετικών υδρογονανθράκων που έχουν παραχθεί από βιομάζα). Κατά τη διάρκεια διαδικασιών μετατροπής, όπως η καύση, η βιομάζα απελευθερώνει την ενέργειά της υπό τη μορφή θερμότητας, ενώ αποδεσμεύεται το διοξείδιο του άνθρακα που

απορροφήθηκε κατά την ανάπτυξη του φυτού. Σε γενικές γραμμές, η χρήση βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας αποτελεί την αντίστροφη διαδικασία της φωτοσύνθεσης.

Οι μέθοδοι της ενεργειακής μετατροπής της βιομάζας διακρίνονται σε α. Θερμοχημικές (ξηρές) και β. Βιοχημικές (υγρές). Οι θερμοχημικές διεργασίες που επιλέγονται με σκοπό την αποσύνθεση της ξύλινης βιομάζας και την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού (σε φούρνους, λέβητες για θερμότητα ή για παραγωγή ατμού σε ατμοστροβίλους-γεννήτριες) μπορεί να είναι:

- η απευθείας καύση,
- η αεριοποίηση, κατά την οποία παράγεται αέριο καύσιμο (H_2 , CH_4 , C_2H_6 , CO , CO_2 , H_2O , N_2 κ.α.).
- και η πυρόλυση (θέρμανση απουσία αέρα), από την οποία προκύπτει βιοέλαιο, ξυλάνθρακας (ξυλοκάρβουνο) και άλλες χημικές ουσίες.

Οι βιοχημικές διεργασίες που χρησιμοποιούνται στην απελευθέρωση ενέργειας από βιομάζα, κατά τις οποίες διάφοροι μικροοργανισμοί και ένζυμα μετατρέπουν την βιομάζα σε καύσιμα, είναι η αλκοολική ζύμωση που παράγει βιοαιθανόλη και η αναερόβια χώνευση που έχει ως καύσιμο προϊόν το βιοαέριο (μεθάνιο, CO_2 κ.α.), αλλά θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι βιοχημικές διεργασίες δεν βρίσκουν μεγάλη εφαρμογή στην περίπτωση της ξυλώδους βιομάζας.

Τα βιοκαύσιμα απετέλεσαν την πρώτη μορφή καυσίμων που χρησιμοποιήσε ο άνθρωπος για την κάλυψη βασικών αναγκών και την επιβίωσή του, ενώ μετά από πολλά χρόνια, έκαναν ξανά την εμφάνισή τους στις αρχές του 1970, όταν ξεκίνησαν τα πρώτα σημάδια κρίσης στα αποθέματα πετρελαίου. Σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες, τα βιοκαύσιμα χρησιμοποιούνται κυρίως για την κάλυψη οικιακών ενεργειακών αναγκών, ενώ σε χώρες όπως Σουηδία, Αυστρία κ.α., η χρήση βιομάζας βρίσκει εφαρμογή και σε άλλες περιπτώσεις πιο εκτεταμένες ενεργειακά, όπως η ενεργειακή κάλυψη βιομηχανικών μονάδων και εργοστασίων (Schlamadinger and Marland, 2001).

Σύμφωνα με την κοινοτική οδηγία 2003/30/EK βιοκαύσιμο θεωρείται κάθε υγρό ή αέριο καύσιμο για τις μεταφορές το οποίο παράγεται από βιομάζα, δηλαδή, το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων και καταλοίπων από γεωργικές, δασοκομικές και συναφείς βιομηχανικές δραστηριότητες, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων. Πιο συγκεκριμένα, κύριες πηγές των βιοκαυσίμων, αποτελούν τα αστικά απορρίμματα, τα υπολείμματα της βιομηχανίας τροφίμων, τα ζωικά απόβλητα (κοπριά, άχρηστα αλιεύματα), τα υπολείμματα γεωργικών καλλιεργειών (άχυρο, κέλυφος καρπών, πυρήνας ελιάς), δασικά υπολείμματα, όπως φλοιός, κλαδιά, πριονίδι κ.α. και τα λεγόμενα ενεργειακά φυτά. Ενεργειακές καλλιέργειες όπως το βαμβάκι, ο ηλιανθος, η σόγια, η ελαιοκράμβη, η αγριαγκινάρα, το σιτάρι, το ζαχαρότευτλο, το καλαμπόκι, το σόργο κ.ά. μπορούν, επίσης, να δώσουν τις πρώτες ύλες σε εργοστάσια παραγωγής βιοκαυσίμων.

Κάποια από τα βασικά μειονεκτήματα που εντοπίζονται κατά τη χρήση βιοκαυσίμων και βιομάζας είναι η μεγάλη διασπορά και η εποχιακή παραγωγή πολλών κατηγοριών βιομάζας που δυσκολεύουν τη συνεχή τροφοδοσία των μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης με πρώτη ύλη. Η διασπορά της πρώτης ύλης έχει σαν αποτέλεσμα να δημιουργούνται δυσκολίες κατά τη συλλογή, μεταφορά, αποθήκευση της βιομάζας και κατά επέκταση, να αυξάνεται το κόστος της ενεργειακής αξιοποίησης. Σε σύγκριση με τα συμβατικά καύσιμα, η βιομάζα απαιτεί σύγχρονες τεχνολογίες μετατροπής και εξοπλισμό, που ανεβάζουν κατά πολύ το κόστος και εκτός αυτού, χαρακτηρίζεται από μικρότερη θερμαντική ικανότητα σε σύγκριση με τα συμβατικά καύσιμα (ξηρή βιομάζα με 0% υγρασία δίνει ενέργεια 4000 kcal/kg, ενώ το πετρέλαιο δίνει 10.000 kcal/kg) (Cloud, 2009). Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί, ότι για την παραγωγή ενεργειακών φυτών αποψιλώνονται συχνά μεγάλες εκτάσεις παρθένων δασών ανά τον κόσμο (Ν.Α. Ασία, Αφρική, Ν.Αμερική) ή παραγκωνίζονται παραδοσιακές αγροτικές καλλιέργειες απαραίτητες για την θρέψη του

ανθρώπου, πράγμα που θα οδηγήσει αναπόφευκτα και σε τεράστια άνοδο τιμής ορισμένων βασικών τροφίμων. Επιφυλάξεις εκφράζονται, επίσης, για την καλλιέργεια και χρήση μεταλλαγμένων ενεργειακών φυτών στη διαδικασία παραγωγής ενέργειας (Νικολετόπουλος, 2007). Σε αντίθεση, η δασική βιομάζα που παράγεται με φυσικό τρόπο, μέσω της αειφορικής διαχείρισης του δασικού οικοσυστήματος, μπορεί να συμβάλει, στην κάλυψη ενός μεγάλου μέρους των ενεργειακών αναγκών του ανθρώπου.

3. ΞΥΛΙΝΗ ΒΙΟΜΑΖΑ

Ιδιαίτερης σημασίας χαρακτηριστικό του ξύλου είναι το ότι δημιουργείται και ανανεώνεται φυσικά, χωρίς να απαιτεί προσπάθεια από τον άνθρωπο. Η αειφορική διαχείριση και χρήση του, μπορεί να εξασφαλίσει σταθερή κάλυψη των ανθρώπινων αναγκών σε ξύλο, αλλά και σε παραγωγή ενέργειας, μέσω της καύσης αυτού.

Οι κύριες πηγές από τις οποίες προέρχεται η ξυλώδης βιομάζα είναι οι ακόλουθες: ξυλεία εναπομένουσα στους χώρους υλοτομίας (πρέμνο, φλοιός, κλαδιά κ.α.), υπολείμματα δασοπονικών εργασιών (καθαρισμός αντιπυρικών ζωνών, αραιώσεις κ.α.), κορμοί δέντρων μικρής διαμέτρου και αστικά απορρίμματα ξύλου. Τα ξυλώδη απορρίμματα πόλεων θα μπορούσαν να ανακτηθούν ώστε να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή ενέργειας ή έστω στην επαναχρησιμοποίησή τους ως πρώτη ύλη σε βιομηχανίες παραγωγής προϊόντων ξύλου (μοριοσανίδες, ινοσανίδες κ.α.). αντί να καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής (Hakkila, 2001).

Ένα από τα σημαντικότερα οφέλη από τη χρήση ξύλινης βιομάζας στην παραγωγή ενέργειας, είναι το γεγονός ότι μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα και στην εξασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού, διότι η βιομάζα αποτελεί εγχώρια πηγή ενέργειας. Επιπλέον, δημιουργούνται καινούργιες μορφές απασχόλησης και νέες θέσεις εργασίας για αγροτικούς και δασικούς πληθυσμούς, οι οποίοι θα έχουν τη δυνατότητα να απασχοληθούν στη συγκομιδή, συγκέντρωση, φύλαξη, μεταφορά της ξύλινης βιομάζας και συνεπώς θα αποφευχθεί η μεταφορά τους σε μεγάλα αστικά κέντρα. Επίσης, δίνεται η δυνατότητα καθαρισμού των περιοχών υλοτόμησης, προστασίας των δασικών περιοχών, καθώς και καλύτερης διαχείρισης των δασικών περιοχών με αφορμή τη σωστή αποκομιδή και εκμετάλλευση της δασικής βιομάζας. Με τη μείωση του πληθυσμού της υπαίθρου, στο πέρασμα των χρόνων, έχει σημειωθεί παράλληλη μείωση χρήσης της δασικής βιομάζας (για θέρμανση, μαγείρεμα κ.α.), πράγμα που οδηγεί αναπόφευκτα σε συσσώρευση βιομάζας, τόσο σε συνολική ποσότητα ανά μονάδα επιφανείας, όσο και σε οριζόντια και κάθετη συνέχεια στο δασικό χώρο, πράγμα που αυξάνει την πιθανότητα εκδήλωσης πυρκαγιών στο δασικό χώρο (Ξανθόπουλος, 2006). Αποτελεσματικός έλεγχος και αποφυγή της συσσώρευσης της δασικής βιομάζας θα μπορούσε να επιτευχθεί μέσω της χρήσης και εκμετάλλευσης αυτής στον τομέα παραγωγής ενέργειας.

Αξίζει να αναφερθεί επίσης, ότι με τη χρήση της ξύλινης βιομάζας στη διαδικασία παραγωγής ενέργειας, μειώνονται δραστικά οι εκπομπές αερίου (CH₄-αέριο θερμοκηπίου) που θα προέκυπταν από την υγειονομική ταφή ενός τέτοιου οργανικού υλικού όπως η βιομάζα, όπως και οι εκπομπές CO₂ λόγω της χρήσης ανανεώσιμης μορφής ενέργειας που υποκαθιστά την καύση πετρελαίου, άνθρακα κ.α. Επίσης, λόγω του ότι ο άνθρακας που περιέχεται στο ξύλο έχει δεσμευτεί κατά την δημιουργία της οργανικής ύλης από την ατμόσφαιρα, στην οποία επανέρχεται μετά την καύση, το ισοζύγιο εκπομπών σε όλο τον κύκλο ζωής του βιοκαυσίμου είναι μηδενικό, με την προϋπόθεση ότι τα δέντρα που υλοτομούνται αντικαθίστανται στη φύση. Επιπλέον, η μηδαμινή ύπαρξη θείου ή αζώτου στο ξύλο, συμβάλει σημαντικά στο περιορισμό των εκπομπών που είναι υπεύθυνες για την όξινη βροχή. Με άμεσο ή έμμεσο τρόπο, λοιπόν, συμβάλει στη μείωση της ρύπανσης της ατμόσφαιρας, της μόλυνσης εδάφους και του υδροφόρου ορίζοντα και κατά επέκταση, στη

διατήρηση της βιοποικιλότητας και των οικοσυστημάτων. Εκτός των παραπάνω, η ξύλινη βιομάζα σε αντίθεση με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, (ήλιος, αέρας), είναι διαθέσιμη όλο το 24ωρο, χωρίς να επηρεάζεται από ανεξέλεγκτους παράγοντες (Cloud, 2009). Φραγμό στην ευρεία εφαρμογή καύσης ξύλινης βιομάζας αποτελεί το κόστος των ειδικών λεβήτων καύσης ξύλου σε σύγκριση με το κόστος των αντίστοιχων λεβήτων που χρησιμοποιούνται για συμβατικά καύσιμα (Alhojärvi, 2001).

Σήμερα, η χρήση του ξύλου για παραγωγή ενέργειας, μπορεί να γίνεται παραδοσιακά στην ακατέργαστη μορφή των καυσόξυλων, αλλά συχνότερα μετατρέπεται σε επεξεργασμένη μορφή μικρών διαστάσεων, για ευκολότερη χρήση, συσκευασία, αποθήκευση και μεταφορά, όπως ξυλοτεμαχιδίων (θρυμματισμένο ξύλο, πριονίδι), πλανιδιών (chips), συμπιεσμένων κυλινδρικών, αλλά ως ονομαζόμενοι και ως συσσωματώματα/συμπυκνώματα (pellets) ή μπρικετόν (briquettes).

Η ιστορία της θέρμανσης με συμπιεσμένους κυλινδρικούς ξύλου (pellets) ξεκίνησε στις αρχές της δεκαετίας του 1980 στις ΗΠΑ και τον Καναδά και εξαπλώθηκε από τη δεκαετία του 1990 με συνεχώς αυξανόμενους ρυθμούς ιδιαίτερα στις χώρες της Σκανδιναβίας. Από το 2000, οι κυλινδρικοί ξύλου κατακτούν όλο και περισσότερους καταναλωτές στην κεντρική Ευρώπη, Γερμανία, Αυστρία, Ιταλία, Γαλλία κλπ., ενώ τα τελευταία χρόνια έχουν κάνει την εμφάνισή τους και στη χώρα μας, στην παραγωγή θερμικής ενέργειας, αλλά και ηλεκτρισμού. Οι συμπιεσμένοι κυλινδρικοί ξύλου είναι τυποποιημένο βιολογικό καύσιμο με προδιαγραφές ποιότητας (Ευρωπαϊκά πρότυπα), για την παρασκευή του οποίου δεν χρησιμοποιούνται κόλλες ή χημικά πρόσθετα, παρά μόνο υψηλή πίεση και ατμός, γεγονός που τα καθιστά απόλυτα φιλικά προς το περιβάλλον. Η μόνη ουσία που λειτουργεί ως συγκολλητική ουσία για το τελικό προϊόν, μετά από τη θερμή συμπίεση, είναι η λιγνίνη. Το σχηματιζόμενο προϊόν χαρακτηρίζεται από υψηλή συνοχή, χαμηλό ποσοστό υγρασίας (λιγότερο από 10%) και μεγάλη πυκνότητα (>650 kg/m³), γεγονός που επιτρέπει την καύση του και την υψηλή θερμαντική του απόδοση. Επιπλέον, οι μικρές του διαστάσεις και η γεωμετρικότητα του σχήματός του, επιτρέπουν την εύκολη αποθήκευση και χειρισμό του. Βασικής σημασίας παράγοντα για την αξιοποίηση της ξυλώδους βιομάζας αποτελεί η ύπαρξη κατάλληλου εξοπλισμού για την μετατροπή της μάζας του ξύλου σε chips ή pellets (σπαστήρες, πρέσες κ.α.), αλλά και κατάλληλες θερμάστρες οι οποίες δουλεύουν αποκλειστικά με την συγκεκριμένη μορφή καυσίμου. Συχνά, χρησιμοποιούνται λέβητες ξυλώδους μάζας, με δυνατότητα αυτοματοποιημένης τροφοδοσίας, όπου το υλικό που οδηγείται προς καύση μπορεί να περιλαμβάνει περισσότερες από μία μορφές ξύλου, παραδείγματος χάριν, πριονίδι, φλοιό, κάρβουνο, σε μείξη με τύρφη κ.α. (Pelkon and Hakila, 2001). Αξιοσημείωτο είναι ότι η απόδοση του ξύλου που καίγεται σε συμβατική σόμπα είναι 30-60%, σπανίως έως 80%, ενώ το ξύλο σε μορφή κυλινδρικών έχει σταθερή απόδοση 80-90% (Χρήστου, 2007).

Table 1. Thermal yield of different wood species (resource: Marchona, 2010)
Πίνακας 1. Θερμική απόδοση διαφόρων ειδών ξύλου (Πηγή: Marchona, 2010)

Είδος ξύλου	Kcal/ Kg	Είδος ξύλου	Kcal/ Kg	Είδος	Kcal/ Kg
Λεύκη	4.022	Ελάτη	4.900	Πεύκη	4.457
Δρύς	4.700	Ελιά	4.100	Σημύδα	4.800
Οξιά	4.578	Καρυδιά	4.731		

Κάθε είδος ξύλου έχει τις δικές του ιδιότητες και χαρακτηριστικά που προσδιορίζουν την απόδοσή του κατά την καύση (θερμογόνο δύναμη KJ/Kg ή Kcal/Kg) (Πίν.1). Συνήθως

επιλέγονται είδη όπως Έλατο, Σημύδα, Καρυδιά, Δρυς, Πεύκη, καθώς και Ελιά, Οξιά, Λεύκη, αλλά και σπωροφόρα δέντρα (Κερασιά, Αμυγδαλιά κ.α.). Το είδος του ξύλου και μόνο, δεν αρκεί για να προσδιορισθεί η θερμική απόδοσή του. Το ποσοστό απόδοσης κυμαίνεται ανάλογα και με την υγρασία του, την θερμοκρασία καύσης, αλλά και την πυκνότητα του ξύλου. Επιλέγεται, κυρίως, ξύλο υψηλής πυκνότητας και χαμηλής περιεχόμενης υγρασίας. Η πυκνότητα του ξύλου συμβάλει στη σταθερή και αργή καύση της ξύλινης μάζας, ενώ αποδίδει μεγαλύτερα ποσά ενέργειας. Απαιτούνται συγκεκριμένες διαστάσεις ξυλοτεμαχιδίων για να μπορούν να επεξεργαστούν σε πλανίδια (chips), συμπιεσμένους κυλινδρικούς (pellets) (όχι ίνες ή σκόνη) και ένας ακόμη παράγοντας που είναι ιδιαίτερης σημασίας για τη μετατροπή της ξύλινης μάζας σε συμπιεσμένους κυλινδρικούς, είναι το ποσοστό υπολειμμάτων που μένει μετά την καύση (ash content), που θα πρέπει να είναι ορισμένο σύμφωνα με τις προδιαγραφές. Γενικά, η ομοιομορφία στη μάζα του ξύλου εξασφαλίζει ευκολότερη κατεργασία του ξύλου, μεγαλύτερες ποσότητες ενέργειας και καλύτερο χειρισμό των εκπομπών αερίων.

Εκτός αυτού, το ξύλο μπορεί να προέρχεται από τον κορμό ενός δέντρου, αλλά και από το ριζικό σύστημα αυτού, καθώς και από το ανώτερο τμήμα ενός δέντρου, (κλαδιά, φύλλωμα) (Whittaker et al., 1974). Η ύπαρξη ουσιών, όπως συντηρητικές εμποτιστικές, συγκολλητικές ουσίες, βερνίκια που περιέχουν βαρέα μέταλλα κ.α. είναι απαγορευτικές για τη συμμετοχή της ξύλινης βιομάζας στη συμβατική διαδικασία παραγωγής ενέργειας. Ξύλο που περιέχει βαρέα μέταλλα ή αλογονοποιημένα οργανικά συστατικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή ενέργειας, μόνο σε ειδικές μονάδες υψηλών προδιαγραφών σχετικά με τον έλεγχο εκπομπών αερίων καύσης. Σήμερα γνωρίζουμε πόσο μεγάλης σημασίας είναι, η καύση του ξύλου να γίνεται με σωστό τρόπο. Η καύση του ξύλου σε κατάλληλες ενεργειακές εστίες, δε ρυπαίνει την ατμόσφαιρα, λόγω των πολύ χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), που οφείλεται στην τελειότερη καύση, δηλαδή καύση σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες, με αποτέλεσμα να μην παράγεται σχεδόν καθόλου καπνός, ενώ ταυτόχρονα λαμβάνεται και η μέγιστη θερμική απόδοση. Για την καύση της ξύλινης βιομάζας, με σκοπό την παραγωγή θερμότητας, μπορούν να χρησιμοποιηθούν:

- Τυπικό τζάκι, με απόδοση 10-20%, στο οποίο πραγματοποιείται ατελής καύση και παράγονται επιβλαβή αέρια για την υγεία όσο και για το περιβάλλον (CO, SO_x, NO_x, VOC και αιωρούμενα σωματίδια PM10).
- Ενεργειακό τζάκι, το οποίο μπορεί να θερμαίνει και άλλους χώρους ή νερό και εκμεταλλεύεται μεγαλύτερο ποσοστό της θερμότητας από την καύση του ξύλου, με περιορισμένη εκπομπή καυσαερίων (PM10<20 mg/m³), λόγω της δευτερογενούς καύσης για την καύση του CO, το οποίο μπορεί να βρίσκεται στα υποπροϊόντα της πρωτογενούς καύσης και με απόδοση 80-85%.
- Λέβητας ξύλου ή pellets, για κεντρική θέρμανση, με αυτόματη τροφοδοσία καυσίμου, λειτουργεί σε υψηλές θερμοκρασίες, με ηλεκτρονικά ελεγχόμενη παροχή αέρα και έχει απόδοση 70-90%. Παρέχει εξοικονόμηση ενέργειας, μέσω του ζεστού νερού που παράγεται, το οποίο έχει την ικανότητα να θερμαίνει τα θερμικά σώματα μέσω κυκλώματος. Οι εκπομπές που προκαλούνται είναι περιορισμένες, όσο αυτές ενός λέβητα φυσικού αερίου.
- Σόμπα ξύλου ή συσσωματωμάτων (pellets), πρόκειται για επιδαπέδια συσκευή, που φέρει τρεις θύρες, κατάλληλη για συνεχή χρήση, καθώς προσφέρει ελεγχόμενη θερμότητα, με απόδοση 90% (ΕΓΚΠ, 2010).

Βάση ερευνών που έχουν γίνει διεθνώς, 2 κιλά υλικού κυλινδρικών ισοδυναμούν σε ενεργειακό επίπεδο, περίπου με 1 λίτρο πετρελαίου. Η λειτουργία του καυστήρα pellet (νερού κ.α.) είναι παρόμοια με αυτή του λέβητα αφού ο καυστήρας, συνδέεται στο δίκτυο θέρμανσης και

λειτουργεί σαν λέβητας. Πιο αναλυτικά, η καύση pellet γίνεται αυτόματα και κατά τη διάρκεια της ζεσταίνει το νερό που στη συνέχεια με τη βοήθεια του κυκλοφορητή, διοχετεύεται στο δίκτυο της θέρμανσης (θερμαντικά σώματα) (Energon, 2010).

Σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα διασφάλισης ποιότητας, οι κυλινδρίσκοι που κυκλοφορούν στην Ευρώπη έχουν ως ποιοτικό πρότυπο την παραγωγή έως 1% τέφρας κατά την καύση του. Αυτό επιτυγχάνεται από το συνδυασμό της παραγωγικής διαδικασίας και της καθαρότητας των υλικών. Έχουν αναπτυχθεί τεχνικές προδιαγραφές και για την μέγιστη απόδοση των κυλινδρίσκων (πυκνότητα >650kg/m³, υγρασία <10%, μέγιστο ποσοστό τέφρας 1%) και επιπλέον για την αποθήκευση του υλικού, σε οποιοδήποτε χώρο, χωρίς να αλλοιώνεται, δεδομένου ότι προστατεύεται από ειδική συσκευασία. Σε κάθε συσκευασία του προϊόντος αναρτάται πίνακας με τα παρακάτω ακριβή στοιχεία: διαστάσεις κυλινδρίσκου (μήκος, διάμετρος), προέλευση, υγρασία, ποσοστό περιεχόμενης τέφρας, μηχανική αντοχή, πρόσθετες περιεχόμενες ουσίες και ποσοστό αυτών (άζωτο, θείο κ.α.), πυκνότητα υλικού και ενεργειακή αξία (Γραμμένης κ.α., 2010).

Ένας τρόπος για να εξασφαλιστεί σταθερή τροφοδότηση της βιομηχανίας με τις απαιτούμενες ποσότητες ξύλινης βιομάζας για παραγωγή κυλινδρίσκων, πλανιδίων κ.α. για παραγωγή ενέργειας, εκτός της εκμετάλλευσης αχρησιμοποίητου και ανακτημένου ξύλου ή συγκομιδής δασικών υπολειμμάτων, είναι και η δημιουργία δενδρωδών καλλιεργειών, κυρίως συστάδων από ταχυνωτή είδη, όπως ευκαλύπτων, λεύκης, ιτιάς, ψευδακακίας κ.α., οι οποίες θα συμβάλλουν στον σταθερό εφοδιασμό ποσότητας δασικής βιομάζας, με σκοπό την χρήση της στην παραγωγή ενέργειας, αλλά και στην παραγωγή προϊόντων ξύλου. Εκτός, λοιπόν, από τα οφέλη που θα προκύψουν από την ίδρυση καινούργιων συστάδων για το περιβάλλον, θα επωφεληθεί και ο άνθρωπος από τη χρήση της ξύλινης βιομάζας στην διαδικασία παραγωγής ενέργειας. Έχει παρατηρηθεί πως η βιομάζα που προέρχεται από συστάδες ευκαλύπτου έχει πολύ μεγαλύτερη ενεργειακή αξία από ίδια ποσότητα βιομάζας από άλλες πηγές, όπως καλλιέργειες ενεργειακών φυτών (π.χ. ελαιοκράμβη) (Wu, et al., 2005). Εφαρμόζοντας, όμως, τις κατάλληλες τεχνικές αειφορικής διαχείρισης του δάσους, θα υπάρξει η δυνατότητα να καλυφθεί η απαιτούμενη ποσότητα ξυλώδους βιομάζας, χωρίς τη χρήση πρόσθετων δενδρωδών ή άλλου είδους καλλιεργειών (Cloud, 2009).

4. ΠΡΟΤΥΠΑ ΓΙΑ ΤΑ ΣΤΕΡΕΑ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης (CEN), με σκοπό την εξασφάλιση της ασφαλούς και ποιοτικής χρήσης των στερεών βιοκαυσίμων, καθώς και της εξάπλωσή τους, μέσω της εξασφάλισης της αποδοχής των συγκεκριμένων καυσίμων από την Ευρωπαϊκή αγορά, με βάση τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και το πρωτόκολλο του Kyoto, δημιούργησε πριν από λίγα χρόνια την Τεχνική Επιτροπή CEN/TC 335 η οποία με τις 5 ομάδες εργασίας που την απαρτίζουν, έχει αναλάβει το έργο της εκπόνησης και έκδοσης προτύπων σχετικών με τα στερεά βιοκαύσιμα. Από το 2005 μέχρι σήμερα (10-7-2011) οι ομάδες εργασίας της επιτροπής αυτής έχουν ήδη εκδώσει 30 σχετικά πρότυπα. Τα πρότυπα αυτά αποσαφηνίζουν την ορολογία, την κατηγοριοποίηση των καυσίμων, ποιοτικά χαρακτηριστικά, τρόπους ελέγχου φυσικών, χημικών και μηχανικών ιδιοτήτων των στερεών βιοκαυσίμων, καθώς και τρόπο δειγματοληψίας (αριθμός δειγμάτων κ.α.). Ιδιαίτερης σημασίας πρότυπα είναι το EN 15297:2011, το οποίο αναφέρεται στα πρόσθετα χημικά συστατικά που επιτρέπεται να συμμετέχουν στη μάζα στερεών βιοκαυσίμων, το EN 14775:2009, που αναφέρεται στην επιτρεπόμενη ποσότητα τέφρας που απομένει μετά την καύση (ash content) και το EN 14774:2009, που αφορά στον καθορισμό υγρασίας των βιοκαυσίμων.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο λόγος για τον οποίο παρατηρούμε συνεχώς ανά τον κόσμο, σταθερά αυξανόμενες τιμές των προμηθευτών ενέργειας, είναι διότι τα ορυκτά καύσιμα, όπως ο άνθρακας και το πετρέλαιο, δεν θα είναι διαθέσιμα επ' αόριστον. Με δεδομένο ότι οι συμβατικοί ενεργειακοί πόροι μειώνονται συνεχώς, είναι αναμενόμενο πως το κόστος της ενέργειας συνεχώς θα αυξάνεται και για αυτό είναι καιρός να στραφούμε σε εναλλακτικές μορφές ενέργειας. Μάλιστα, θα πρέπει να δράσουμε άμεσα, πριν η συγκέντρωση του CO₂ στην ατμόσφαιρα προκαλέσει αμετάκλητες κλιματικές αλλαγές, που μπορούν να οδηγήσουν σε λειψυδρίες, μείωση στις αγροτικές καλλιέργειες και εξαφάνιση διαφόρων φυτικών ή ζωικών ειδών του πλανήτη.

Η ξύλινη βιομάζα αποτελεί μία από τις σημαντικότερες πηγές ανανεώσιμης ενέργειας, η οποία δίνει τη δυνατότητα να απεμπλακούμε από την χρόνια και υπερεντατική χρήση ενεργειακών πηγών που βλάπτουν το περιβάλλον. Πρόκειται για υλικό που βρίσκεται σε αφθονία και μένει ανεκμετάλλευτο, ενώ θα μπορούσε να προσφέρει οικολογική και οικονομική λύση στο ενεργειακό πρόβλημα κάθε χώρας, αλλά και του πλανήτη γενικότερα. Σίγουρα απαιτούνται συνεργατικές και συντονισμένες δράσεις σε ευρωπαϊκό, αλλά και σε εθνικό επίπεδο, ώστε να υιοθετηθούν οι υπάρχουσες προδιαγραφές, να δημιουργηθούν πρόσθετα πρότυπα για την διασφάλιση της ποιότητας των νέων καυσίμων, αλλά και επιπλέον το κράτος, οι βιομηχανίες και ο απλός κόσμος να λάβει κατάλληλη ενημέρωση και να παρθούν νέες πρωτοβουλίες, ώστε η χρήση βιομάζας να γίνει καθεστώς στην παραγωγή ενέργειας. Ιδιαίτερης σημασίας είναι σαφώς η καταγραφή των ποσοτήτων ξύλινης βιομάζας που είναι διαθέσιμες προς καύση και παραγωγή ενέργειας, ώστε να δοθεί το έναυσμα ανάπτυξης απαραίτητων εφαρμογών για την εντατική χρήση της συγκεκριμένης μορφής ανανεώσιμης πηγής ενέργειας, που πρόκειται, χωρίς αμφιβολία, να συμβάλει μακροπρόθεσμα και στην προστασία του περιβάλλοντος. Επιπρόσθετα, προτείνεται η χρηματοδότηση ερευνητικών προσπαθειών πάνω στη χρήση ξυλώδους βιομάζας, αλλά και στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών στα στάδια συγκομιδής, διαλογής, μεταφοράς, επεξεργασίας και καύσης της ξύλινης βιομάζας, με σκοπό την ευρεία εφαρμογή της στην παραγωγή ενέργειας και ανάπτυξης μίας καινούργιας αγοράς που θα στηρίζεται σε αυτήν.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alhojärvi Pekka, 2001. Some Prospects on Utilization of Wood Wastes. Woody Biomass as an Energy Source – Challenges in Europe. Joensuu 2000, Finland. EFI Proceedings No.39, 2001.
- Γραμμέλης, Π., Καραμπίνης, Ε., Αγρανιώτης, Μ., Κακαράς, Ε., 2010. Ιδιότητες Στερεών Βιοκαυσίμων και Τυποποίησή τους. Ecoforum: Θέρμανση από βιομάζα. Τάσεις και προοπτικές. 3^η Διεθνής Έκθεση ECOTECH. Αθήνα, 22 Απριλίου 2010.
- CEN//TC 335 Solid Bio-fuels
- Cloud, H.L., 2009. Developing Machinery to Harvest Small Diameter Woody Biomass Transforming a Fire Hazard into an Energy Crisis Solution. (<http://www.lib.ncsu.edu/resolver/1840.16/930>)
- ΕΓΚΠ - Ενεργειακό Γραφείο Κυπρίων Πολιτών, 2010. Χρήσεις Βιομάζας Ξυλείας – Εφαρμογές στον Οικιακό τομέα. (www.cea.org.cy).
- EN 14774:2009 Solid biofuels - Determination of moisture content - Oven dry method.
- EN 14775:2009 Solid biofuels - Determination of ash content.
- EN 15297:2011 Solid biofuels - Determination of minor elements - As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, V and Zn.
- ENERGON, 2010. (<http://www.en-ergon.com/site/el/services/heating/pellet-heating>)
- Hakkila, P., 2001. Wood Energy in the Nordic Countries. Woody Biomass as an Energy Source – Challenges in Europe. Joensuu 2000, Finland. EFI proceedings 2010 No.39, p.7-19.

- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, 2009. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις βιομάζας.
- Νικολετόπουλος, Β., 2007. Βιοκαύσιμα: Πανάκεια ή Απειλή. Ανάπτυξη του ΕΒΕΑ.
- Ξανθόπουλος, Γ., 2006. Πρόληψη δασικών πυρκαγιών και δασική καύσιμη ύλη. ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.
Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων.
- Schlamadinger, B., Marland, G., 2001. The Role of Bioenergy and Related Land Use in Global Net CO₂ Emissions. EFI Proceedings No 39, 2001. p.22-27 (Joensuu, Finland).
- Χρήστου, Μ., 2007. Ενέργεια από Βιομάζα στην Ελλάδα: Παρούσα κατάσταση και προοπτικές.
Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ, Άλιμος, Μάρτιος 2007)
- Whittaker, R. H., Bormann, F. H., Likens G. E., Siccama, T. G., 1974. The Hubbard Brook Ecosystem Study: Forest Biomass and Production. Ecological Society of America. Vol.44, No2. p.233-252.
- Wu, H., Fu, Q., Giles, R., Bartle, J., 2005. Energy Balance of Mallee Biomass Production in Western Australia. «Biomass for Energy, the Environment and Society», Melbourne.