

Παραγωγή συμπιεσμένου καυσόξυλου από υπολείμματα κατεργασίας ξύλου

Γεώργιος Ι. Μαντάνης ¹

Περίληψη

Σ' αυτή την εργασία γίνεται μία παρουσίαση των γενικών χαρακτηριστικών της παραγωγής συμπιεσμένου καυσόξυλου (ή τεχνητού καυσόξυλου) από υπολείμματα κατεργασίας ξύλου, ενώ επίσης αναλύονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της όλης διαδικασίας. Στη χώρα μας το εν λόγω προϊόν δεν είναι ευρέως διαδεδομένο. Γι' αυτό μέσω αυτής της εργασίας ενθαρρύνεται η παραγωγή μίας τέτοιας μορφής καυσόξυλου από την άποψη ότι παρουσιάζει όχι μόνο οικονομικά οφέλη για τις μικρές και μεσαίες μονάδες κατεργασίας ξύλου, αλλά και από το γεγονός ότι επιλύει ποικίλα προβλήματα διάθεσης και μόλυνσης που δημιουργούνται από τη μη αξιοποίηση τέτοιων υπολειμμάτων.

Λέξεις κλειδιά : Συμπιεσμένο ή τεχνητό καυσόξυλο, μπρικέτα, υπολείμματα ξύλου.

¹ Τεχνολόγος-Χημικός Ξύλου, Διδάκτωρ Πανεπιστημίου Wisconsin-Madison, ΗΠΑ
Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, TK 570 06 Βασιλικά, Θεσσαλονίκη, τηλ.: 031 - 461 171-3

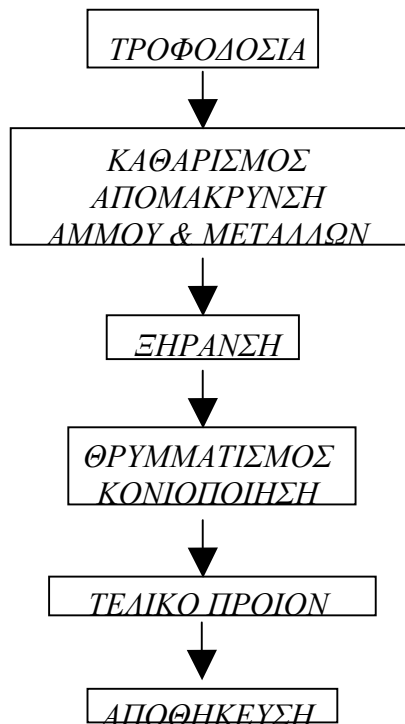
Εισαγωγή

Οι μικρές και μεσαίες μονάδες κατεργασίας ξύλου παράγουν κάθε χρόνο σημαντικές ποσότητες υπολειμμάτων (πριονίδια, ροκανίδια, εξακρίδια, ξυλοτεμαχίδια, φλοιό, ξυλόσκονη). Μερικές απ' αυτές τις μονάδες/επιχειρήσεις μετατρέπουν την ποσότητα αυτή της βιομάζας σε ατμό ή θερμική ενέργεια με σκοπό να ικανοποιήσουν σε κάποιο βαθμό τις ανάγκες τους σε ενέργεια ή θέρμανση. Βέβαια, σημαντικό ποσοστό αυτών των υπολειμμάτων κατεργασίας του ξύλου διατίθεται δωρεάν ή πωλείται σε χαμηλές τιμές από μικρότερες επιχειρήσεις (συνήθως μικρές βιοτεχνίες ή πριστήρια) σε μεγαλύτερες, οι οποίες και τα εκμεταλλεύονται για την παραγωγή μοριοπλακών ή ινοπλακών. Ένα μικρότερο ποσοστό αυτών των υπολειμμάτων διατίθεται επίσης σε εκτροφεία πουλερικών ή χοίρων κυρίως από επιχειρήσεις που αντιμετωπίζουν προβλήματα διάθεσης ή μόλυνσης από τη συσσώρευση μεγάλων ποσοτήτων υπολειμμάτων. Μονάδες ξύλου που αξιοποιούν τα υπολείμματά τους κατά τη χειμερινή περίοδο για θέρμανση συνήθως χρησιμοποιούν κοινές σόμπες (άμεση καύση).

Τα υπολείμματα της κατεργασίας ξύλου είναι βέβαια λιγνοκυτταρινικής φύσης υπολείμματα και μπορεί να αποτελούνται τόσο από υπολείμματα ξύλου όσο και φλοιού. Η περιεχομένη υγρασία τους μπορεί να ποικίλλει σημαντικά ανάλογα με το δασοπονικό είδος και τη προηγούμενη χρήση τους. Στη παρούσα εργασία εξετάζεται το ενδεχόμενο χρήσης των παραπάνω υπολειμμάτων για την παραγωγή συμπιεσμένου ξύλου (συμπιεσμένου καυσόξυλου ή τεχνητού καυσόξυλου) με μορφή κυλινδρική (densified log) ή σφαιρική (pellet). Η όλη διαδικασία συμπίεσης των υπολειμμάτων ξύλου και φλοιού απεικονίζεται στο Σχήμα 1 (TDRI 1983) και περιλαμβάνει τρία κύρια στάδια : την ξήρανση, το θρυμματισμό (ή κονιοποίηση) και τη συμπίεση. Μετά τη συμπίεση παράγονται προϊόντα που είναι γνωστά ως συμπιεσμένα καυσόξυλα (ή αλλιώς "μπρικέτες") με ξηρή πυκνότητα μεγαλύτερη του 0,65

g/cm³ (μέχρι και 1,2 g/cm³). Πλεονεκτήματα αυτής της αξιοποίησης των υπολειμμάτων αποτελούν τα παρακάτω :

- ομοιόμορφο μέγεθος του προϊόντος
- αύξηση της περιεχομένης θερμιδικής του αξίας ανά μονάδα όγκου
- καλύτερος έλεγχος του προϊόντος κατά την καύση
- χαμηλότερες απώλειες σε θερμική ενέργεια
- απαίτηση μικρότερου μεγέθους αποθηκευτικών χώρων



Σχήμα 1. Διάγραμμα ροής της παραγωγής συμπιεσμένου καυσόξυλου.

Το συμπιεσμένο καυσόξυλο είναι ευρέως διαδεδομένο στις προηγμένες χώρες της Δύσης (ΗΠΑ, Καναδάς, κ.ά.). Από το 1991 υπολογίζεται ότι περισσότερες από 100.000 οικιακές θερμάστρες ξύλου (σόμεπες) στις ΗΠΑ χρησιμοποιούν συμπιεσμένο καυσόξυλο

κάποιας μορφής, ενώ οι χρήστες αυτού του προϊόντος φαίνεται ότι εκτιμούν ιδιαίτερα την άνεση χρήσης του, τη χαμηλή εκπομπή επιβλαβών ουσιών στο περιβάλλον (CO, CO₂, κ.ά.) και τη σχετικά υψηλή ασφάλεια χρήσης του (Resch 1992). Υπολογίζεται ότι σε ολόκληρη τη Β. Αμερική λειτουργούν με οικονομική επιτυχία περισσότερες από 50 εταιρίες παραγωγής συμπιεσμένου καυσόξυλου. Συνήθως, η επιτυχία μίας τέτοιας μονάδας αξιοποίησης εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από τους παρακάτω παράγοντες (Resch 1992, Currier 1977) :

- ποιότητα και ποσότητα διαθέσιμης πρώτης ύλης (υπολείμματα κατεργασίας ξύλου και υπολείμματα δασικών υλοτομιών)
- διαθεσιμότητα κεφαλαίου επένδυσης και χώρου εγκατάστασης της μονάδας
- κατάσταση και συνθήκες αγοράς για διάθεση των τελικών προϊόντων
- προσωπικό και στελέχωση της μονάδας

Η σχετική επίδραση των παραπάνω παραγόντων και η αξιολόγηση αυτών για μία συγκεκριμένη περιοχή μπορεί να εκτιμηθεί έτσι, ώστε να δημιουργήσει μία μονάδα παραγωγής συμπιεσμένου ξύλου με οικονομική επιτυχία.

Πρώτη ύλη για την παραγωγή συμπιεσμένου καυσόξυλου

Γενικά, οι ποσότητες των υπολειμμάτων κατεργασίας ξύλου που παράγονται σε μία μονάδα (βιοτεχνία, πιστήριο, βιομηχανία) εξαρτάται από το είδος του ξύλου, το μέγεθος των κορμοτεμαχίων ή τις διαστάσεις της πριστής ξυλείας, την περιεχομένη υγρασία του ξύλου και ακόμα πιο σημαντικά από τον τύπο του μηχανικού εξοπλισμού. Τυπικά, όσο μικρότερο είναι το μέγεθος των κορμοτεμαχίων ή της πριστής ξυλείας που κατεργάζεται, τόσο μεγαλύτερες είναι οι ποσότητες των υπολειμμάτων. Η διαθεσιμότητα των υπολειμμάτων επηρεάζεται από το είδος της μονάδας κατεργασίας, λ.χ. μονάδες που παράγουν πριστή ξυλεία παράγουν επίσης ξυλοτεμαχίδια, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή

χαρτοπολτού ή ακόμα πριονίδια ή ξυλόσκονη που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από άλλες μονάδες για την παραγωγή μοριοπλακών ή ινοπλακών. Επίσης, οι ποσότητες αυτές μπορούν να αξιοποιηθούν εναλλακτικά για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή ατμού αποτελώντας ουσιαστικά ανταγωνιστικές μορφές της παραγωγής συμπιεσμένου καυσόξυλου. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των υπολειμμάτων ποικίλλουν όπως αναφέρθηκε και προηγούμενα. Το μέγεθος τους μπορεί να κυμαίνεται από ξυλόσκονη έως τεμαχίδια φλοιού ή εξακρίδια, ενώ η περιεχομένη υγρασία τους μπορεί να κυμαίνεται από σχετικά χαμηλής υγρασίας ροκανίδια έως φλοιό ή ξυλόσκονη περιεχομένης υγρασίας μεγαλύτερης του 100 % (Σημειώνεται εδώ ότι για την παραγωγή συμπιεσμένου ξύλου υψηλής θερμαντικής αξίας πρέπει οπωσδήποτε η περιεχομένη υγρασία των υπολειμμάτων ξύλου μετά το στάδιο της ξήρανσης (Σχ. 1) να είναι τουλάχιστον μικρότερη του 20 %). Η υψηλότερη θερμιδική αξία της πρώτης ύλης των υπολειμμάτων ξύλου (σε ξηρή κατάσταση) είναι συνήθως 4,0-6,0 Kcal/Kg, ενώ υπολείμματα ξύλου πλατυφύλλων μπορεί να έχουν χαμηλότερη θερμαντική αξία. Τυπικά, η παρουσία φυσικών ρητινών στο ξύλο (βλ. κωνοφόρα είδη) αυξάνει τη θερμαντική του αξία. Επίσης, η περιεχομένη υγρασία είναι μία άλλη σημαντική παράμετρος. Γι' αυτό συνήθως η πρώτη ύλη για την παραγωγή συμπιεσμένου ξύλου υποβάλλεται σε μία αρχική ξήρανση ούτως, ώστε να αυξηθεί έτσι η θερμιδική αξία του τελικού προϊόντος. Σε μερικές περιπτώσεις τα υπολείμματα κατεργασίας περιέχουν μικρές ποσότητες σκόνης ή κόκκων άμμου, οι οποίες παγιδεύονται στο φλοιό ή στο ξύλο (κυρίως κατά την υλοτομία). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την παραγωγή μεγαλύτερου ποσοστού στάχτης ή τέφρας (ανόργανων στοιχείων) μετά την πλήρη καύση του τεχνητού καυσόξυλου.

Μονάδες παραγωγής τεχνητού καυσόξυλου στο εξωτερικό εκμεταλλεύονται επίσης τα δασικά υπολείμματα που προκύπτουν μετά τις δασικές υλοτομίες, ειδικά στην περίπτωση των αποψιλωτικών υλοτομιών κατά τις οποίες απαιτείται πλήρης καθαρισμός της δασικής

επιφάνειας μετά το τέλος της υλοτομίας. Βέβαια, μία άλλη πηγή πρώτης ύλης για την παραγωγή τεχνητού καυσόξυλου αποτελούν οι τεχνητές φυτείες ταχουαξών δασικών ειδών (λ.χ. λεύκης, ευκαλύπτου, ιτιάς, κ.ά.), οι οποίες παράγουν ποσότητες ξηρής βιομάζας 5-14 ton/ha ανάλογα με το δασοπονικό είδος και τη θέση της φυτείας. Ωστόσο, το κόστος τέτοιων φυτειών παραμένει υψηλό και πιθανώς ασύμφορο για παραγωγή τεχνητού καυσόξυλου, αφού η παραγόμενη βιομάζα τέτοιων φυτειών αξιοποιείται ορθολογικότερα με άλλους τρόπους (αεριοποίηση, πυρόλυση, κ.ά.).

Συζήτηση και συμπεράσματα

Σ' αυτή την εργασία γίνεται μία σύντομη παρουσίαση των γενικών χαρακτηριστικών της παραγωγής συμπιεσμένου καυσόξυλου (ή τεχνητού καυσόξυλου) από τα υπολείμματα κατεργασίας του ξύλου. Οι πολυάριθμες μικρές και μεσαίες μονάδες κατεργασίας ξύλου ή παραγωγής διαφόρων προϊόντων ξύλου (έπιπλα, παρκέτα, παλέτες, κτλ.) της χώρας μας είναι δυνατόν να αξιοποιήσουν τις ποσότητες αυτές τουλάχιστον με αυτό τον τρόπο ούτως, ώστε να εκμεταλλεύονται το μέρος αυτό της βιομάζας για το δικό τους συμφέρον. Επίσης, αναλύονται εδώ ορισμένα από τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της όλης διαδικασίας παραγωγής τεχνητού καυσόξυλου. Στη χώρα μας το εν λόγω προϊόν δεν είναι ευρέως διαδεδομένο. Μόνο στην περιοχή της Δ. Μακεδονίας (κυρίως στην περιοχή της Κοζάνης) είναι γνωστό ότι λειτουργούν μερικές μονάδες συμπίεσης υπολειμμάτων ξύλου και φλοιού ("μπρικετομηχανές") και έτσι παράγονται κάποιες ποσότητες συμπιεσμένου καυσόξυλου, οι οποίες διακινούνται στην εν λόγω περιοχή. Στο εμπόριο υπάρχουν διάφορα παραπλήσια προϊόντα καυσόξυλου (κυρίως για τζάκια), τα οποία είναι εισαγωγής. Συμπερασματικά λοιπόν, μέσω αυτής της εργασίας ενθαρρύνεται η παραγωγή μίας τέτοιας μορφής καυσόξυλου από την άποψη ότι παρουσιάζει όχι μόνο οικονομικά οφέλη για τις μικρές και

μεσαίες μονάδες κατεργασίας ξύλου αλλά και γιατί επιλύει διάφορα προβλήματα διάθεσης και μόλυνσης που δημιουργούνται από τη μη αξιοποίηση τέτοιων υπολειμμάτων.

Ευχαριστίες

Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται στους συναδέλφους κ.κ. Ιωάννη Φιλίππου, Καθηγητή ΑΠΘ, και Παύλο Κούκο, Ερευνητή Β', ΙΔΕ Θεσσαλονίκης, για την πολύπλευρη συνεργασία τους και τις χρήσιμες παρατηρήσεις τους.

Production of compressed fire-wood from wood industry residues

by

George I. Mantanis¹

Summary

In this work, the general characteristics of the production of compressed wood (or briquetting fire-wood) from wood industry residues are discussed, while the advantages and disadvantages of the overall process are presented. In Greece, the particular product (compressed fire-wood) is not widely known. The aim of this work is to encourage the production of this kind of fire-wood from the point of view that it will bring not only some economical benefits to the small-medium size wood industries, but also it will solve many of the disposal problems caused by the accumulation of the wood residues.

Key words: Compressed or briquetting fire-wood, briquette, wood residues.

¹ Wood Technology & Chemistry Researcher, UW-Madison Forestry Ph.D.
NAGREF, Forest Research Institute, Vassilika 570 06, Thessaloniki, Greece.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Currier R. A., 1977. Manufacturing densified wood and bark fuels. Oregon State University Extension Service. Special Report No. 490: 1-5, Oregon, USA.

Μαντάνης Γ. Ι., 1996. Πειραματική μονάδα συμπιεσμένου καυσόξυλου από υπολείμματα κατεργασίας ξύλου, υπολείμματα δασικών υλοτομιών και γεωργικά υπολείμματα. Ερευνητική πρόταση. Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, Θεσσαλονίκη, (αδημοσίευτη).

Reineke L. H., 1955. Briquettes from wood waste. Forest Products Laboratory Report No. 1666 - 13: 1-7, USDA, Madison, WI, USA.

Resch H., 1992. Producing densified fuels from wood and bark. *Holzf. u. Holzv.* 3/1992: 49-53.

Tropical Development and Research Institute, 1983. A profile of the briquetting of agricultural and forestry residues. Report No. G181: 1-12, London, UK.

Τσουμής Γ., 1984. Επιστήμη και Τεχνολογία του Ξύλου. ΑΠΘ. Θεσσαλονίκη.

Φιλίππου Ι. Α., 1986. Χημεία & Χημική Τεχνολογία του Ξύλου. Κεφ. 10.8.1. Εκδόσεις Γιαχούδη - Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.

Τίτλος εργασίας :

**Παραγωγή συμπιεσμένου καυσόξυλου
από υπολείμματα κατεργασίας ξύλου**

Είδος εργασίας :

Συνθετική εργασία

Όνομα συγγραφέα, Ίδρυμα/Φορέας, Πλήρης διεύθυνση/Τηλέφωνο :

Γεώργιος Ι. Μαντάνης

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, **Diploma**

University of Wisconsin-Madison, **Ph.D.**

Τεχνολόγος-Χημικός Ξύλου, Διδάκτωρ Πανεπιστημίου Wisconsin-Madison ΗΠΑ

ΕΘΙΑΓΕ, Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, 570 06 Βασιλικά, Θεσσαλονίκη.

Τηλ. 031-461 171,2,3 (εσ. 225, 254) και 031-327 010 (οικία)

Fax : 031-461 341