

Ανακύκλωση ξύλου στην Ευρώπη *

Στέργιος Αδαμόπουλος¹, Ηλίας Βουλγαρίδης², Κων/νος Πασιαλής²

¹Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Λάρισας, Τμήμα Δασοπονίας και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος, Τέρμα Μαυρομιχάλη, 43 100 Καρδίτσα

²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Υλοχρηστικής, Πανεπιστημιούπολη ΑΠΘ, 541 24 Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Στις μέρες μας τα απορρίμματα ξύλου αποτελούν μια πολύτιμη δευτερεύουσα πρώτη ύλη που μπορεί να καλύψει μεγάλο μέρος των αναγκών της βιομηχανίας ξυλοπλακών αλλά και μια σημαντική πηγή ανανεώσιμης ενέργειας. Οι διάφορες κατηγορίες απορριμμάτων ξύλου περιγράφονται στην Ευρωπαϊκή νομοθεσία και τις προδιαγραφές αλλά στην πράξη ακολουθούνται κυρίως πρακτικές της βιομηχανίας που αφορούν στην αγορά, ταξινόμηση και χρήση του ανακτημένου ξύλου. Με βάση την Ευρωπαϊκή Ομοσπονδία Ξυλοπλακών (EPF) προτείνεται το ανακτημένο ξύλο να ταξινομείται σε τρεις κατηγορίες στις βιομηχανίες: μη εμποτισμένο ξύλο, μη επικίνδυνο εμποτισμένο ξύλο, επικίνδυνα απόβλητα. Η παραδοσιακή πρακτική ανακύκλωσης στη βιομηχανία περιελάμβανε μηχανικό χειρισμό των απορριμμάτων ξύλου ενώ νέες βελτιωμένες μέθοδοι σχετίζονται με υδροθερμικούς χειρισμούς. Από το σύνολο των περίπου 30 εκατομμυρίων κυβικών μέτρων ανακτημένου ξύλου στην Ευρώπη σήμερα το 38% ανακυκλώνεται, το 34% χρησιμοποιείται για παραγωγή ενέργειας και το 28% καταλήγει σε χωματερές, υγειονομική ταφή ή κομποστοποίηση. Δεδομένου ότι στο μέλλον το ανακτημένο ξύλο αναμένεται να παίζει ολοένα και πιο σημαντικό ρόλο τόσο στη βιωσιμότητα της βιομηχανίας ξύλου όσο και στην προστασία του περιβάλλοντος, απαιτούνται νέες τεχνολογίες για την αξιοποίηση όλων των δυνατοτήτων του.

Εισαγωγή

Η ανάκτηση υλικών και η ανανεώσιμη ενέργεια αποτελούν στρατηγικούς πολιτικούς στόχους της Ευρωπαϊκής Ένωσης στα πλαίσια της ορθολογικής διαχείρισης των απορριμμάτων. Τα απορρίμματα ξύλου αποτελούν μια πολύτιμη δευτερεύουσα πρώτη ύλη και μπορούν να υποκαταστήσουν αποτελεσματικά τις πρωτογενείς πρώτες ύλες από τα δάση ή τα ορυκτά καύσιμα. Αυτό βέβαια προϋποθέτει κατάλληλα συστήματα διαχείρισης των απορριμμάτων ξύλου, που αξιοποιούν τις ενεργειακές και υλικές ιδιότητες του ανακτημένου ξύλου που υπάρχει σε αυτά και όχι πρακτικές οι οποίες δημιουργούν σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα (υγειονομική ταφή, καύση χωρίς παραγωγή ενέργειας). Αύξηση της ανακύκλωσης ξύλου για παραγωγή μοριοπλακών και ινοπλακών δεσμεύει CO₂ σε προϊόντα ξύλου, συμβάλλει στην αντιμετώπιση του

* Η παρούσα εργασία έγινε στα πλαίσια του ευρωπαϊκού προγράμματος LIFE09 ENV/ES/000454 WOODRUB “Utilisation of recovered wood and rubber for alternative composite products” (2010-2013)

προβλήματος της έλλειψης ξύλου στη βιομηχανία και μειώνει την πίεση στα δάση. Επίσης, στην Ευρώπη σήμερα παρατηρείται μια τάση για αυξανόμενη χρήση του ανακτημένου ξύλου για παραγωγή ενέργειας, κάτι που βοηθά την Ευρωπαϊκή Ένωση να τηρήσει τις δεσμεύσεις της απέναντι στο πρωτόκολλο του Κιότο (μείωση κατά 8% των αερίων του θερμοκηπίου σε σχέση με τα επίπεδα του 1990) και να διπλασιάσει τη συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη συνολική παραγωγή ενέργειας από τα επίπεδα του 6% που ήταν το 1997. Παρ' όλα αυτά, ένα μεγάλο ποσοστό του ανακτημένου ξύλου περιέχει επικίνδυνες χημικές ουσίες που κάνουν προβληματική την πλήρη αξιοποίηση των τεχνικών ιδιοτήτων και περιβαλλοντικών πλεονεκτημάτων του.

Ταξινόμηση απορριμμάτων ξύλου με βάση την Ευρωπαϊκή νομοθεσία και προδιαγραφές

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή νομοθεσία, το παλιό ξύλο από διάφορες ξύλινες κατασκευές καλύπτεται από τις σχετικές διατάξεις που αναφέρονται στη διαχείριση των αποβλήτων. Η απόφαση των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 2000/532/ΕΚ περιλαμβάνει ένα λεπτομερή κατάλογο όλων των αποβλήτων (Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων), στον οποίο καθορίζονται με σχετικό κωδικό και οι κατηγορίες που έχουν σαν βάση το ξύλο, όπως φαίνεται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Κατηγορίες αποβλήτων ξύλου που περιλαμβάνονται στον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων (απόφαση των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 2000/532/ΕΚ) - Table 1. Classification of waste wood in European Waste Catalogue (Commission Decision 2000/532/EC)

02 ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ (ΓΕΩΡΓΙΑ, ΚΗΠΕΥΤΙΚΗ, ΘΗΡΑ, ΑΛΙΕΙΑ ΚΑΙ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ), ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

02 01 07 απόβλητα από εκμετάλλευση δασοκομικών προϊόντων

03 ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΞΥΛΟΥ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΧΑΡΤΙΩΝ, ΧΑΡΤΟΝΙΩΝ, ΠΟΛΤΟΥ, ΤΑΜΠΛΑΔΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΠΛΩΝ

03 01 απόβλητα από την κατεργασία ξύλου και την παραγωγή ταμπλάδων και επίπλων

03 01 01 απόβλητα φλοιών και φελλών - 03 01 02 πριονίδι - 03 01 03 ξέσματα, αποκομμένα τεμάχια, κατάλοιπα ξυλείας/κοντραπλακέ/καπλαμάδων - 03 01 99 απόβλητα μη προδιαγραφόμενα άλλως

03 03 απόβλητα από την παραγωγή και κατεργασία πολτού, χαρτιού και χαρτονιών

03 03 01 φλοιός - 03 03 99 απόβλητα μη προδιαγραφόμενα άλλως

15 ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΕΣ, ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ, ΥΦΑΣΜΑΤΑ ΣΚΟΥΠΙΣΜΑΤΟΣ, ΥΛΙΚΑ ΦΙΑΤΡΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΟΣ ΡΟΥΧΙΣΜΟΣ (ΜΗ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΟΜΕΝΑ ΑΛΛΩΣ)

15 01 συσκευασία

15 01 03 ξύλινη συσκευασία

17 ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΚΑΤΕΛΑΦΙΣΕΙΣ (ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΤΑΙ Η ΟΔΟΠΟΪΑ)

17 02 ξύλο, γυαλί και πλαστικό

17 02 01 ξύλο

20 ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΚΑΙ ΠΑΡΟΜΟΙΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ, ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΚΑΙ ΙΔΡΥΜΑΤΑ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΩΝ ΜΕΡΩΝ ΧΩΡΙΣΤΑ ΣΥΛΛΕΓΕΝΤΩΝ

20 01 χωριστά συλλεγόμενα μέρη

20 01 07 ξύλο

Αξίζει να σημειωθεί πως ο κατάλογος αυτός περιλαμβάνει και τα υπολείμματα υλοτομικών εργασιών. Ανάλογα με την προηγούμενη επεξεργασία του ξύλου, αυτό μπορεί να θεωρηθεί ως επικίνδυνο ή μη απόβλητο. Το απόβλητο που ταξινομείται ως επικίνδυνο σχετίζεται με τη χρησιμοποίηση συντηρητικών, όπως ορίζονται από την οδηγία 91/689/ΕΟΚ. Η ταξινόμηση δε σημαίνει απαραίτητα ότι το παλιό ξύλο χαρακτηρίζεται νομικά ως απόβλητο και ούτε είναι φυσικά στις περισσότερες των περιπτώσεων. Επίσης, ο κατάλογος αυτός δεν προσδιορίζει πιθανή περαιτέρω χρήση για κάθε κατηγορία ούτε και ποιες διαδικασίες ανάκτησης και ανακύκλωσης θα μπορούσαν να ακολουθηθούν για να την καταστήσουν αξιοποιήσιμη.

Κατηγορίες απορριμμάτων ξύλου δίνονται και από την Ευρωπαϊκή προδιαγραφή EN 14961-1 που αναφέρεται σε στερεά βιοκαύσιμα. Διακρίνονται τέσσερις κατηγορίες:

- Κατηγορία Α: παραπροϊόντα και υπολείμματα βιομηχανιών κατεργασίας ξύλου (Υπολείμματα ξύλου χωρίς ή με χημικό χειρισμό και μίγματα)
- Κατηγορία Β: χρησιμοποιημένο ξύλο (Ξύλο χωρίς ή με χημικό χειρισμό και μίγματα)
- Κατηγορία C: κατάταξη σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή προδιαγραφή EN 15359. Τα καύσιμα που εμπίπτουν στην κατηγορία αυτή θα πρέπει να αποτεφρώνονται σύμφωνα με την οδηγία για την αποτέφρωση των αποβλήτων 2000/76/ΕΚ
- Κατηγορία D: επικίνδυνα απόβλητα (Ξύλο που έχει εμποτιστεί με συντηρητικά)

Με το θέμα της ανακύκλωσης του ξύλου ασχολείται και το Συμβούλιο Διαχείρισης Δασών (FSC), ένας ανεξάρτητος, μη κερδοσκοπικός, μη κυβερνητικός οργανισμός που παρέχει θέσπιση προτύπων και υπηρεσίες εξασφάλισης και πιστοποίησης εμπορικών σημάτων για εταιρείες και οργανισμούς που ενδιαφέρονται για υπεύθυνη δασοκομία. Η προδιαγραφή FSC-STD-40-007 (2007) του Συμβουλίου δίνει τους παρακάτω ορισμούς:

- Ανακτημένο ξύλο (Reclaimed wood): ξύλο που έχει ανακτηθεί. Η προέλευση ξύλου προς ανάκτηση μπορεί να προέρχεται πριν (προ-βιομηχανική ή μετά-βιομηχανική) ή μετά την κατανάλωση
- Ανακτημένο ξύλο/ίνες μετά την κατανάλωση (Post-consumer reclaimed wood/fibre): ξύλο και/ή ίνες που ανακτώνται από ένα προϊόν, μετά τη χρησιμοποίησή του από την προβλεπόμενη τελική του χρήση από άτομα ή επιχειρήσεις, και αφού έχει φτάσει στο τέλος της ωφέλιμης ζωής του για τη συγκεκριμένη τελική χρήση
- Ανακτημένο ξύλο/ίνες πριν την κατανάλωση (Pre-consumer reclaimed wood/fibre): ξύλο και/ή ίνες που ανακτώνται από ένα προϊόν, παραπροϊόν ή υποπροϊόν κατά τη διάρκεια ή μετά την κατασκευή του, που δεν μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί επιτόπου στην ίδια διαδικασία κατασκευής και που ανακτάται πριν φτάσει το προϊόν στον τελικό καταναλωτή
- Υποπροϊόντα ξύλου (απόβλητα ξύλου από δευτερογενείς και επακόλουθες εγκαταστάσεις επεξεργασίας - Wood by-product): υλικά ξύλου σε μορφή πριονιδιού, ινών ξύλου, αποκόμματα ξύλου από μασίφ ξύλο ή ξυλοπλάκες που προκύπτουν από οποιαδήποτε μεταποίηση ή παραγωγική διαδικασία, μετά την κύρια κατεργασία

Επίσης, στην προδιαγραφή παρουσιάζεται μια ταξινόμηση των ανακτώμενων υλικών ξύλου σε δυο βασικές κατηγορίες, ξύλο πριν και μετά την κατανάλωση, με λεπτομερή περιγραφή όλων των υποκατηγοριών καθώς και της προέλευσής του (βιομηχανία,

δήμοι). Τα υπολείμματα υλοτομικών εργασιών δεν είναι αποδεκτά ως ανακτημένο ξύλο σύμφωνα με την ταξινόμηση αυτή.

Ταξινόμηση απορριφθέντος ξύλου από τη βιομηχανία ξύλου

Οι περισσότερες βιομηχανίες ξύλου στην Ευρώπη ακολουθούν τα πρότυπα της Ευρωπαϊκής Ομοσπονδίας Ξυλοπλακών (EPF) για την αγορά, ταξινόμηση και τη χρήση του ανακυκλωμένου ξύλου:

- Βιομηχανικό πρότυπο για τους όρους παράδοσης ανακυκλωμένου ξύλου
- Η χρήση ανακυκλωμένου ξύλου για παραγωγή ξυλοπλακών

Τα πρότυπα της Ομοσπονδίας δίνουν τους παρακάτω ορισμούς:

- Υποπροϊόντα από μονάδες κατεργασίας και παραγωγής (ανακυκλωμένο ξύλο πριν από την κατανάλωση - Pre-consumer recycled wood): υλικά ξύλου σε μορφή πριονιδιού, ινών ξύλου, αποκόμματα ξύλου από μασίφ ξύλο ή ξυλοπλάκες που προκύπτουν από οποιαδήποτε μεταποίηση ή παραγωγική διαδικασία, και τα οποία μπορούν να ανακτηθούν και να ανακυκλωθούν ως πρώτη ύλη για την παραγωγική διαδικασία (π.χ. από την παραγωγή ξυλοπλακών, σύνθετων προϊόντων, ξυλοκατασκευών). Η κατηγορία αυτή δεν πρέπει να συγχέεται με παραπροϊόντα πριστηρίων ή ανακυκλωμένο ξύλο μετά την κατανάλωση
- Ανακτημένο και ανακυκλωμένο ξύλο μετά την κατανάλωση (Post-consumer reclaimed and recycled wood): υλικά ξύλου (π.χ. παλέτες ή άλλα υλικά συσκευασίας από ξύλο, απόβλητα κατεδαφίσεων, χρησιμοποιημένα έπιπλα) τα οποία μετά τη χρήση τους από τους καταναλωτές ανακτώνται και ανακυκλώνονται στην αλυσίδα των εμπορικών προμηθειών και μετατρέπονται σε πρώτη ύλη
- Εμποτισμένο ξύλο (Treated wood): ξύλο που περιέχει αλογονούχες οργανικές ενώσεις ή βαρέα μέταλλα ως αποτέλεσμα επεξεργασίας με συντηρητικά ξύλου
- Μη αποδεκτά υλικά: οι ακόλουθες κατηγορίες ανακτημένου ξύλου θεωρούνται ως μη αποδεκτές για ανακύκλωση και χρήση στην παραγωγή ξυλοπλακών:
 - ξύλο που υπερβαίνει τα όρια χημικών ρύπων που αναφέρονται στην προδιαγραφή
 - εμποτισμένο ξύλο (π.χ. στύλοι, στρωτήρες, κ.λπ.)

Απόβλητα ξύλου που έρχονται στις βιομηχανίες ξύλου είναι συνήθως ένα μίγμα ξύλων που έχουν κατεργαστεί με διάφορες χημικές ουσίες σε διάφορους βαθμούς. Έτσι, ταξινομούνται περίπου ως εξής:

- Μη εμποτισμένο ξύλο - Untreated wood (που δεν περιέχει αλογονούχες οργανικές ενώσεις ή βαρέα μέταλλα)
- Μη επικίνδυνο εμποτισμένο ξύλο - Non-hazardous treated wood (που δεν υπερβαίνει τα όρια χημικής ρύπανσης ή δεν έχει χειριστεί με επικίνδυνες ουσίες, π.χ. συντηρητικά ξύλου)
- Επικίνδυνα απόβλητα - Hazardous waste wood (που έχει εμποτιστεί με συντηρητικά ξύλου)

Η χρήση ανακτημένου ξύλου για την παραγωγή ξυλοπλακών (μοριοσανίδες ή MDF) απαιτεί την παράδοση υλικού από τον προμηθευτή στη βιομηχανία ελεύθερου ξένων υλικών, όπως πέτρες, μέταλλα και πλαστικά. Σύμφωνα με τα πρότυπα, είναι επίσης επιθυμητό να ακολουθούνται πρακτικές που διασφαλίζουν ότι οι ανακτώμενες πρώτες

ύλες και τα τελικά προϊόντα (ξυλοπλάκες) ελέγχονται αυστηρά όσον αφορά τα επίπεδα χημικών ρυπαντών στο ανακυκλωμένο ξύλο.

Συγκριτική ταξινόμηση απορριφθέντος ξύλου

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζεται μια συγκριτική παρουσίαση των ορισμών και των συστημάτων ταξινόμησης του απορριφθέντος ξύλου με βάση την Ευρωπαϊκή νομοθεσία, προδιαγραφές και τις πρακτικές της βιομηχανίας που παρουσιάστηκαν προηγουμένως.

Πίνακας 2. Ορισμοί και ταξινόμηση του απορριφθέντος ξύλου σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή νομοθεσία, προδιαγραφές και βιομηχανία ξύλου - Table 2. Comparison between the classification of waste wood according to European regulation-standards and industrial supply practice

Ορισμοί και ταξινόμηση απορριφθέντος ξύλου			
Ευρωπαϊκή νομοθεσία-προδιαγραφές		Βιομηχανία ξύλου	
Ορισμοί	Ταξινόμηση	Ορισμοί	Ταξινόμηση
- Πρότυπα Συμβουλίου Διαχείρισης Δασών (FSC)	- Απόφαση 2000/532/EK (Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων) ^a - Ευρωπαϊκή προδιαγραφή EN 14961-1 ^{b, γ} - Πρότυπα Συμβουλίου Διαχείρισης Δασών (FSC) ^a	- Πρότυπα Ευρωπαϊκής Ομοσπονδίας Ξυλοπλακών (EPF)	- Πρότυπα Ευρωπαϊκής Ομοσπονδίας Ξυλοπλακών (EPF) ^{γ, δ}

^a υπάρχει μερική ταύτιση αλλά διαφορετική ταξινόμηση. Η ταξινόμηση του Συμβουλίου Διαχείρισης Δασών (FSC) είναι πιο λεπτομερής.

^b αναφέρεται σε καύσιμα και διακρίνει τέσσερις κατηγορίες.

^γ στην Ευρωπαϊκή προδιαγραφή EN 14961-1 και στα βιομηχανικά πρότυπα γίνεται διάκριση υλικών με βάση την ρύπανσή τους από χημικές ουσίες.

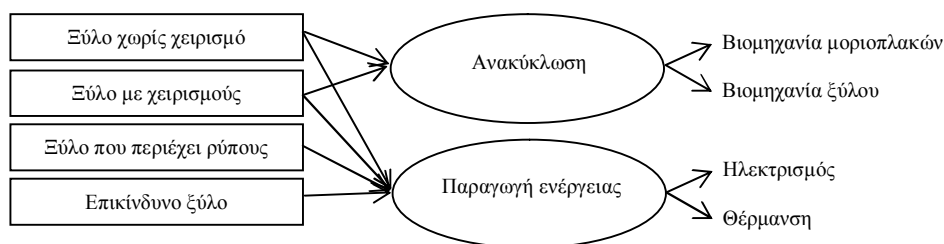
^δ διακρίνονται τρεις κατηγορίες: μη εμποτισμένο ξύλο, μη επικίνδυνο εμποτισμένο ξύλο, επικίνδυνα απόβλητα.

Διαχείριση απορριμμάτων ξύλου

Οι τρέχουσες στρατηγικές για τη διαχείριση των απορριμμάτων ξύλου περιλαμβάνουν υγειονομική ταφή, αποτέφρωση και ανακύκλωση. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει αναλύσει τις επιπτώσεις των στρατηγικών αυτών στο περιβάλλον, κάνοντας ξεκάθαρο ότι η ανακύκλωση δεν επιβαρύνει καθόλου το περιβάλλον και αποτελεί την επιθυμητή πρακτική (Ευρωπαϊκή Επιτροπή 1997). Η εναπόθεση απορριμμάτων σε χωματερές και η αποτέφρωση, κάτι που δεν είναι σπάνιο ακόμα και σήμερα σε αρκετές περιοχές στην Ευρώπη, δημιουργούν σημαντικά προβλήματα απειλώντας το περιβάλλον, την υγεία και την ποιότητα ζωής των ανθρώπων με διάφορους τρόπους, π.χ. εκπομπές CO₂, CH₄, SO₂, NO_x, HCl, διοξινών, ρύπανση υπόγειων και επιφανειακών υδάτων από τοξικές ουσίες, συσσώρευση των επικίνδυνων ουσιών στο έδαφος, κ.λ.π.

Στη βιομηχανία, η διαχείριση του ανακτημένου ξύλου καθορίζεται κυρίως από τη συγκεκριμένη κατηγορία του και τα επίπεδα ρύπανσής του (Σχήμα 1). Πέρα από τη βιομηχανία ξύλου, το ανακτημένο ξύλο βρίσκει και άλλες χρήσεις, όπως για προστασία εδάφους σε χώρους πρασίνου, για στρωμένη κτηνοτροφίας και για εδαφοβελτιωτικά μετά από κομποστοποίηση (Fourcade 2005). Η θερμική αξιοποίηση απορριμμάτων

ξύλου από συγκολλημένα προϊόντα (μοριοπλάκες, ινοπλάκες) παρουσιάζει αρκετά προβλήματα που σχετίζονται με το σχηματισμό τοξικών ουσιών και απαιτείται η λήψη μέτρων για τον περιορισμό της ρύπανσης (Risholm-Sundman και Vestin 2005).



Σχήμα 1. Επιλογές διαχείρισης ανακτημένου ξύλου (Jungmeier et al. 2007) - Figure 1. Management options of recovered wood categories (Jungmeier et al. 2007)

Χρησιμοποίηση ανακτημένου ξύλου στις βιομηχανίες ξυλοπλακών

Οι βιομηχανίες ξυλοπλακών στην προσπάθειά τους να συμβάλλουν στην αειφορική διαχείριση των δασών, να ενισχύσουν το περιβαλλοντικό τους προφίλ προς τους καταναλωτές, αλλά και να αποκτήσουν πρόσβαση σε φθηνές πρώτες ύλες, αυξάνουν τις ποσότητες ανακτημένου ξύλου που χρησιμοποιούν στην παραγωγή τους με παράλληλες επενδύσεις σε νέες τεχνολογίες ανακύκλωσης (van Riet 2004). Τα προβλήματα που συνδέονται με τη χρησιμοποίηση ανακτημένου ξύλου, είτε από τη δική τους παραγωγή είτε από άλλες πηγές, έχουν να κάνουν με την καθαρότητα του υλικού (παρουσία τοξικών ουσιών) αλλά και τις τεχνολογίες ανακύκλωσης. Η συνηθέστερη πρακτική ανακύκλωσης περιλαμβάνει μηχανικό χειρισμό των απορριμμάτων ξύλου που όμως οδηγεί σε ανακυκλωμένες ξυλοπλάκες με υποδεέστερη ποιότητα λόγω των υποβαθμισμένων γεωμετρικών χαρακτηριστικών των τεμαχιδίων που ταυτόχρονα προκαλούν φθορές στα μέσα κατεργασίας. Νέες μέθοδοι αναπτύσσονται συνεχώς προκειμένου να λύσουν τα προβλήματα αυτά και σχετίζονται με υδροθερμικούς χειρισμούς. Αρχή των μεθόδων αυτών είναι η υδρόλυση της συγκολλητικής ουσίας προκειμένου να ανακτηθούν οι ξυλώδεις πρώτες ύλες και πλεονεκτήματα, η μείωση της κατανάλωσης νέων συγκολλητικών ουσιών λόγω της επανεργοποίησης της εναπομένουσας συγκολλητικής ουσίας, η μειωμένη έκλυση φορμαλδεΐδης από τις ανακυκλωμένες ξυλοπλάκες και η εύκολη απομάκρυνση των ξένων υλικών, π.χ. μέταλλα, πλαστικό, γυαλί (Λυκίδης 2004). Ενδεικτικά αναφέρονται οι μέθοδοι Sandberg, Pfeleiderer, WKI, Roffael, Hesch, Fibersolve, και τέλος πρόσφατα στην Ελλάδα η μέθοδος των Λυκίδη και Γρηγορίου (Λυκίδης 2008).

Παρακάτω ακολουθεί η περιγραφή μιας τυπικής αλυσίδας ανακύκλωσης ξύλου σε μια βιομηχανία παραγωγής ξυλοπλακών:

1. Απορρίμματα ξύλου. Τα απορρίμματα προέρχονται κυρίως από δημοτικά απόβλητα και από τον κλάδο της συσκευασίας ξύλου (παλέτες), και αποτελούν ένα μίγμα υλικών με διαφορετικό βαθμό επιμόλυνσης από χημικές ουσίες. Η ταξινόμηση γίνεται σε τρεις βασικές κατηγορίες: (α) Ξύλο χωρίς χειρισμούς, (β) Μη επικίνδυνο ξύλο που έχει

χειριστεί, (γ) Επικίνδυνο εμποτισμένο ξύλο. Λεπτομερέστερη ταξινόμηση μπορεί να γίνει με βάση το βαθμό και το είδος επιμόλυνσης του ξύλου από συντηρητικές ουσίες. Τα χαρακτηριστικά των απορριμμάτων προκειμένου να χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να ικανοποιούν τις απαιτήσεις σχετικών προδιαγραφών (π.χ. EPF 2002, BS PAS 104:2004) και αφορούν την: (α) ποιότητα: καθαρό υλικό χωρίς σήψη και οσμές, (β) καθαρότητα: απουσία ξένων υλικών όπως πέτρες, χώμα, μπετόν, πλαστικό, λάστιχο, μέταλλα κ.λ.π., (γ) περιεχόμενη υγρασία: να μην υπερβαίνει το $20\pm 5\%$, (δ) μέγεθος: σε ποσοστό τουλάχιστον 90% με διαστάσεις 5-50 mm μετά από οπτική εκτίμηση, (ε) χρώμα: όχι πολύ σκούρο και (στ) επιμόλυνση: απαλλαγμένα από εμποτιστικές ουσίες ή όχι πάνω από 5% μετά από οπτική εκτίμηση. Ειδικότερα για την επιμόλυνση των απορριμμάτων, αυτή θα πρέπει να προκύπτει μετά από καθιερωμένες χημικές μεθόδους και να απαγορεύεται η χρήση τους όταν υπερβαίνονται τα όρια που καθορίζονται από σχετικό πρότυπο της Ευρωπαϊκής Ομοσπονδίας Ξυλοπλακών (EPF 2002) και που αφορούν τα χημικά στοιχεία/ενώσεις αρσενικό (As), κάδμιο (Cd), χρώμιο (Cr), χαλκός (Cu), μόλυβδος (Pb), υδράργυρος (Hg), φθόριο (F), χλώριο (Cl), πενταχλωροφαινόλη (PCP), κρεόζωτο (βενζο(α)πυρένιο).

2. Προ-επιλογή. Καθορίζεται μετά από συμφωνία μεταξύ του προμηθευτή των απορριμμάτων ξύλου και της βιομηχανίας. Το ξύλο που περνάει στο επόμενο στάδιο πρέπει να είναι απαλλαγμένο από επικίνδυνες χημικές ουσίες.

3. Ταξινόμηση. Παρτίδες απορριμμάτων ξύλου χωρίς ή με χειρισμούς ταξινομούνται οπτικά και απομακρύνονται ξένες ύλες, όπως πλαστικά, χαρτί, μέταλλα, κ.λ.π.

4. Μίξη. Τα απορρίμματα αναμιγνύονται με υπολείμματα της παραγωγής καθώς και με υπολείμματα υλοτομικών εργασιών. Τα ποσοστά του κάθε μέρους μπορούν να ποικίλουν σε ευρεία όρια ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες και τη βιομηχανία.

5. Τεμαχισμός/ταξινόμηση. Το μίγμα τεμαχίζεται και κατόπιν καθαρίζεται από τυχόν παρουσία μετάλλων και άλλων υλικών με μαγνήτες και με αέρα. Τα επόμενα στάδια είναι ίδια όπως σε μια κανονική γραμμή παραγωγής ξυλοπλακών, π.χ. στην περίπτωση μοριοπλακών: αποθήκευση σε σιλό, ξήρανση, ανάμιξη τεμαχιδίων-συγκολλητικής ουσίας, στρωμάτωση, πίεση, κλιματισμός – παρύφωση και άλλες κατεργασίες.

Παρούσα κατάσταση στην Ευρώπη

Τα απορρίμματα ξύλου που συμπεριλαμβάνονται στα αστικά απορρίμματα περιλαμβάνουν μια μεγάλη γκάμα υλικών, π.χ. ξύλινες συσκευασίες και παλέτες, ξύλο κατασκευών και κατεδαφίσεων (στέγες, θύρες, πλαίσια παραθύρων, πατώματα, οικοδομική ξυλεία), ογκώδη απορρίμματα (έπιπλα, παγκάκια, φράχτες), και βιομηχανικά απορρίμματα ξύλου (στρωτήρες, στύλοι, τύμπανα καλωδίων) (Jungmeier κ.α. 2007). Ποσότητες ανακτημένου ξύλου (υπολείμματα βιομηχανιών ξύλου, χρησιμοποιημένο ξύλο) στην Ευρώπη φαίνονται στον Πίνακα 3 και αφορούν το έτος 2005 (UNECE/FAO 2008).

Πίνακας 3. Ποσότητες ανακτημένου ξύλου στην Ευρώπη σε εκατομμύρια κυβικά μέτρα (UNECE/FAO 2008) - Table 3. Data for recovered wood (million cubic meters) in Europe (UNECE/FAO 2008)

	Υπολείμματα βιομηχανίας ξύλου		Χρησιμοποιημένο ξύλο	
	2005	Επιπλέον ποσότητες 2020	2005	Επιπλέον ποσότητες 2020
EE 25	111,5	1,0	28,4	37,5
EE 27	113,8	2,0	28,6	38,9
EE/EZEΣ ^a	118,3	1,8	28,9	40,5

^a Ευρωπαϊκή Ζώνη Ελευθέρων Συναλλαγών

Σύμφωνα με τον Πίνακα 3, το 2005 στην Ευρώπη των 27 το ανακτημένο ξύλο από βιομηχανίες ξύλου (κυρίως πριστήρια) ήταν περίπου 114 εκατομμύρια κυβικά μέτρα ενώ αυτό από παλιά χρησιμοποιημένα έπιπλα και κατασκευές ήταν περίπου 29 εκατομμύρια κυβικά μέτρα. Με βάση μελέτες που αφορούν την παραγωγικότητα των βιομηχανιών ξύλου, υπολογίζεται ότι ένα επιπλέον ποσό 2 εκατομμυρίων κυβικών μέτρων ανακτημένου ξύλου από υπολείμματα της βιομηχανίας θα είναι διαθέσιμο το 2020. Η αντίστοιχη επιπλέον ποσότητα από παλιό ξύλο για το 2020 υπολογίζεται σε περίπου 39 εκατομμύρια κυβικά μέτρα με βάση το 50% της κατανάλωσης πιστής ξυλείας και ξυλοπλακών ή ως εκατό κιλά ανακτημένου. Τα πλήρη δεδομένα που είναι διαθέσιμα στην έκθεση UNECE/FAO (2008) παρουσιάζουν μεγάλες διαφοροποιήσεις στις ποσότητες ανακτημένου ξύλου ανάμεσα στις Ευρωπαϊκές χώρες, γεγονός που αντανακλά τα διαφορετικά νομοθετικά πλαίσια σε κάθε κράτος μέλος και τα οποία επηρεάζουν τη συλλογή, διαχείριση και αξιοποίηση των απορριμμάτων ξύλου.

Με βάση τα αποτελέσματα της Ευρωπαϊκής Δράσης COST E31 με τίτλο «Διαχείριση Ανακτημένου Ξύλου» (2002-2007), από το σύνολο των περίπου 30 εκατομμυρίων κυβικών μέτρων ανακτημένου ξύλου στις είκοσι ευρωπαϊκές χώρες που συμμετείχαν στη δράση, το 38% ανακυκλώνεται, το 34% χρησιμοποιείται για παραγωγή ενέργειας και το 28% καταλήγει σε χωματερές, υγειονομική ταφή ή κομποστοποίηση (Merl κ.α. 2007). Στην Ελλάδα η ετήσια ποσότητα ανακτημένου ξύλου εκτιμάται ότι είναι περίπου 0,5-1 εκατομμύρια τόνοι (ξηρό βάρος) και το ποσοστό ξύλου στα αστικά απορρίμματα είναι περίπου 1-4% της συνολικής ποσότητας (Γαλλής 2010). Το σύνολο σχεδόν της ποσότητας του ανακτημένου ξύλου καταλήγει σε χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων μιας και μέχρι σήμερα δεν υπάρχει κανένα οργανωμένο σύστημα διαχείρισής του στη χώρας μας.

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Ομοσπονδία Ξυλοπλακών (EPF), η σύνθεση των πρώτων υλών στις βιομηχανίες στην Ευρώπη είναι 56% υπολείμματα της παραγωγής, 24% ξυλεία και 21% χρησιμοποιημένο ξύλο. Είναι ευνόητο ότι το ανακτημένο ξύλο (υπολείμματα παραγωγής, παλιό ξύλο από δημοτικά και άλλα απορρίμματα) παίζει πολύ σημαντικό ρόλο τόσο στην ανάπτυξη και βιωσιμότητα της βιομηχανίας ξύλου όσο και στην προστασία του περιβάλλοντος (ανακύκλωση, μείωση υλοτομιών στα δάση).

Στα πλαίσια αυτά θα πρέπει να ενταθούν οι προσπάθειες βελτίωσης των τεχνολογιών ανακύκλωσης του ανακτώμενου ξύλου αλλά και χρησιμοποίησής του σε μασίφ μορφή και όχι μόνο ως ξυλοτεμαχίδια μετά από θρυμματισμό. Παράλληλα, ολοένα και πιο σημαντικό ρόλο αναμένεται να παίζει μελλοντικά η χρήση του ανακτημένου ξύλου ως καύσιμη βιομάζα για παραγωγή ενέργειας συμβάλλοντας περαιτέρω στην επίτευξη των πολιτικών σχετικών με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και προστασίας των δασών.

Wood recycling in Europe

Stergios Adamopoulos¹, Elias Voulgaridis², Costas Passialis²

¹Technological Educational Institute of Larissa, Department of Forestry and Management of Natural Environment, 431 00 Karditsa, Greece

²Aristotle University of Thessaloniki, School of Forestry and Natural Environment, Laboratory of Forest Utilization, 541 24 Thessaloniki, Greece

Abstract

Nowadays, waste wood is a valuable secondary raw material that can cover much of the wood-based panel industry's needs and a major source of renewable energy. The various categories of waste wood are described in European legislation and standards but in practice mostly followed industry practices relating to the purchase, classification and use of recovered wood. The European Panel Federation (EPF) proposes a three category classification system: untreated wood, non-hazardous treated wood, hazardous waste wood. The traditional practice of recycling in industry included mechanical handling of waste wood while new improved methods involve hydrothermal treatments. Of the total approximately 30 million cubic meters of recovered wood in Europe 38% is recycled, 34% is used for energy production and 28% ends up in landfills or composting. In the future recovered wood is expected to play an increasingly important role in the sustainability of wood-based panel industries as well as for the protection of the environment, and therefore new technologies are needed to fully explore this valuable resource.

Βιβλιογραφία

BS PAS 104:2004. Wood recycling in the panelboard manufacturing industry. Specification for quality and guidance for good practice for the supply of post consumer wood for consumption in the manufacture of panelboard products.

Γαλλής, Χ. 2010. Ποσοτική και ποιοτική ανάλυση της ξυλώδους βιομάζας (ανακτημένο ξύλο) των αστικών απορριμμάτων του ΧΥΤΑ Νομού Θεσσαλονίκης. Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, Θεσσαλονίκη. Σελ. 41.

- Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 1991. Οδηγία 91/689/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 12ης Δεκεμβρίου 1991 για τα επικίνδυνα απόβλητα. Επίσημη Εφημερίδα αριθ. L 377 της 31/12/1991.
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2000. Απόφαση της Επιτροπής της 3ης Μαΐου 2000 για τη θέσπιση καταλόγου αποβλήτων (2000/532/ΕΚ). Επίσημη Εφημερίδα αριθ. L 226/3 της 6/9/2000.
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 1997. Caring for our future. Action for Europe's environment. Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg.
- European Panel Federation, 2002. EPF standard for delivery conditions of recycled wood.
- European standard EN 14961-1: Classification of used wood in European solid biofuel standard: Fuel specification and classes.
- European standard EN 15359: Solid recovered fuels. Specifications and classes.
- Forest Stewardship Council, 2007. FSC standard for sourcing reclaimed material for use in FSC product groups or FSC-certified projects. FSC-STD-40-007 FSC International Standard. FSC Policy and Standards Unit. Bonn, Germany.
- Fourcade, T., 2005. The waste and Resources Action Programme – Growing Wood Recycling in the U.K.. Proceedings of 2nd European COST E31 Conference, Bordeaux, France. pp. 142-149.
- Jungmeier, G., Hillring, B., Gallis, C., Humar, M., Kaltenecker, I., 2007. Management of recovered wood - Reaching a higher technical, economic and environmental standard in Europe. Proceedings of 3rd Conference of COST Action E31, 2-4 May 2007, Klagenfurt, Austria.
- Λυκίδης, X., 2004. Μελέτη της επίδρασης υδροθερμικών χειρισμών ανάκτησης ξυλοτεμαχιδίων στις ιδιότητες ανακυκλωμένων μοριοπλακών. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Α.Π.Θ., Σχολή Δασολογίας και Φ.Π.
- Λυκίδης, X., 2008. Ανακύκλωση πρώτων υλών ξυλοπλακών μετά την ανάκτησή τους από παλιές ξύλινες κατασκευές (έπιπλα) με χρήση υδροθερμικών χειρισμών. Διδακτορική Διατριβή. Α.Π.Θ., Σχολή Δασολογίας και Φ.Π.
- Merl, A., Humar, M., Okstad, T., Picardo, V., Ribeiro, A., Steierer, F. 2007. Amounts of recovered wood in COST E31 Countries and Europe. Proceedings of 3rd Conference of COST Action E31, 2-4 May 2007, Klagenfurt, Austria. pp. 79-116.
- Risholm-Sundman, M., Vestin, E., 2005. Emissions during combustion of particleboard and glued veneer. Holz Roh Werkst. 63: 179-185.
- UNECE/FAO, 2008. Potential sustainable wood supply in Europe. UNECE/FAO Timber Section, Geneva, Switzerland.
- Van Riet, C., 2004. Sustainable use of wood for products and energy: Conflict or opportunity? The situation of the European wood-based panel industry. Proceedings of European COST E31, Thessaloniki, Greece. pp. 52-66.