

Αξιολόγηση της Ποιότητας Ξυλοπλακών Τύπου OSB της Ελληνικής Αγοράς

ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ Θ. ΛΥΚΙΔΗΣ

Υποψήφιος Διδάκτορας

ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ Η. ΓΡΗΓΟΡΙΟΥ

Καθηγητής Α.Π.Θ.

Περίληψη

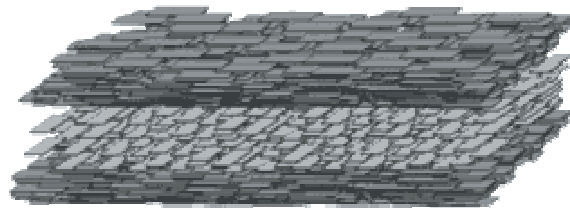
Η OSB είναι μια ξυλοπλάκα δομικών κατασκευών αποτελούμενη από ξυλοτεμαχίδια μεγάλων διαστάσεων προσανατολισμένα σε ορισμένη διεύθυνση και η τεχνολογία παραγωγής της είναι παρόμοια με εκείνης των μοριοπλακών. Η αποδοχή του προϊόντος τόσο από τη βορειοαμερικανική όσο και από την ευρωπαϊκή αγορά οφείλεται στο σχετικά χαμηλότερο κόστος παραγωγής και τις εφάμιλλες τεχνικές ιδιότητες σε συγκεκριμένες χρήσεις, όπου ανταγωνίζεται με επιτυχία άλλου τύπου ξυλοπλάκες (κυρίως αντικολλητές), αλλά και την πιστή ξυλεία. Η OSB δεν παράγεται αλλά κυκλοφορεί στην εγχώρια αγορά εισαγόμενη από διάφορες χώρες της Ευρώπης και της βορείου Αμερικής. Στην παρούσα εργασία γίνεται αξιολόγηση της ποιότητας των εισαγόμενων στην εγχώρια αγορά ξυλοπλακών OSB. Η αξιολόγηση περιελάμβανε τον προσδιορισμό των σχετικών μηχανικών και υδροσκοπικών ιδιοτήτων ξυλοπλακών OSB εισαγόμενων από οκτώ διαφορετικά εργοστάσια της αλλοδαπής και σύγκριση των τιμών τους με τις οριακές τιμές που προβλέπουν οι απαιτήσεις της σχετικής για την OSB ευρωπαϊκής προδιαγραφής EN 300/1997. Η αξιολόγηση έδειξε τα ακόλουθα αποτελέσματα: Οι τιμές των ιδιοτήτων των ξυλοπλακών που ερευνήθηκαν διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους παρ' όλο που οι περισσότερες εξ' αυτών διέφεραν ελάχιστα όσο αφορά στην πυκνότητα. Αυτές οι διαφορές οφείλονται προφανώς στις διαφορετικές ιδιότητες των πρώτων υλών και των συνθηκών τεχνολογίας παραγωγής. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα σχεδόν όλες οι ξυλοπλάκες των οκτώ εργοστασίων ικανοποιούν τις ελάχιστες απαιτήσεις που προβλέπει η προδιαγραφή EN 300 για τις ποιότητες OSB₁ (γενικής χρήσης σε ξηρούς χώρους) και OSB₂ (ανθεκτικές σε υψηλές φορτίσεις σε ξηρούς χώρους). Αντίθετα μόνο δύο ξυλοπλάκες πληρούν σχεδόν όλες τις απαιτήσεις που προβλέπει η προδιαγραφή για τις ποιότητες OSB₃ (ανθεκτικές σε χρήσεις σε υγρούς χώρους) και OSB₄ (ανθεκτικές σε υψηλές φορτίσεις σε υγρούς χώρους).

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η OSB (Oriented Strand Board) είναι μία ξυλοπλάκα δομικών κατασκευών, η οποία αποτελείται από μεγάλων διαστάσεων μακρόστενα ξυλοτεμαχίδια (πλανίδια) προσανατολισμένα σε ορισμένη διεύθυνση στο επίπεδο της πλάκας και συγκολλημένα με συνθετική συγκολλητική ουσία. Η OSB είναι απόγονος της Waferboard, μιας ξυλοπλάκας της οποίας η βιομηχανική παραγωγή άρχισε στη βόρεια Αμερική στις αρχές της δεκαετίας του 1960.

Η ολόενα και μεγαλύτερη έλλειψη κατάλληλης στρόγγυλης ξυλείας (μεγάλης διαμέτρου και καλής ποιότητας) των βορειοαμερικανικών δασών για παραγωγή πιστής ξυλείας και αντικολλητών πλακών (κόντρα πλακέ), γεγονός που αποδίδεται στις επιλογικές υλοτομίες αλλά επιπλέον και η αναγκαιότητα πληρέστερης αξιοποίησης του ξύλου των κορμοτεμαχίων, οδήγησαν στη σκέψη παραγωγής από ξυλοτεμαχίδια ενός προϊόντος ξύλου με ιδιότητες κατά το δυνατόν εφάμιλλες εκείνων της πιστής ξυλείας και των αντικολλητών. Έτσι, αναπτύχθηκαν οι ξυλοπλάκες τύπου Waferboard και OSB με τις οποίες επιτυγχάνεται η αξιοποίηση υποδεέστερων δασικών ειδών μικρής και μέσης διαμέτρου.

Οι Waferboard αποτελούνταν από τετραγωνικής μορφής ξυλοτεμαχίδια πλευράς 50-75 mm και πάχους 0,7-0,8 mm. Αργότερα οι ανάγκες της αγοράς για ένα σύνθετο προϊόν με ιδιότητες εφάμιλλες εκείνων των αντικολλητών και με ευκολότερα προβλέψιμες μηχανικές ιδιότητες οδήγησαν στην παραγωγή ξυλοπλάκας τύπου OSB της οποίας η βιομηχανική παραγωγή άρχισε στις αρχές της δεκαετίας του 1980. Η OSB παράγεται ως τρίστρωμη ή πεντάστρωμη πλάκα από ξυλοτεμαχίδια μακρόστενα ονομαζόμενα "strands", μήκους 75 mm, πλάτους 15-25 mm και πάχους 0,4-0,7 mm, τα οποία στις επιφανειακές στρώσεις είναι προσανατολισμένα παράλληλα, ενώ στη μεσαία στρώση κάθετα προς το μήκος της ξυλοπλάκας (Σχήμα 1).

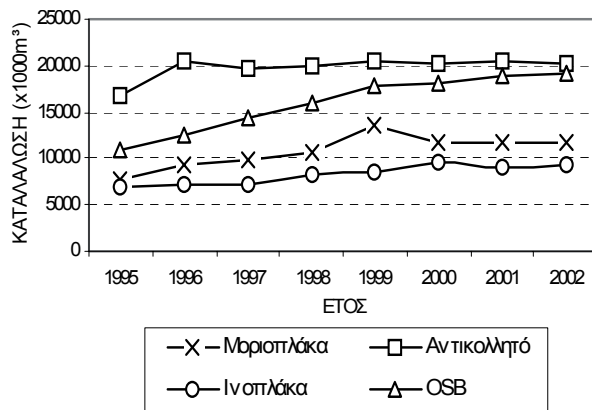


Σχήμα 1 : Τρίστρωμη ξυλοπλάκα τύπου OSB (Πηγή: www.osb-info.org, 2003).

Figure 1: Three layer OSB panel (Source: www.osb-info.org, 2003).

Δηλαδή το προϊόν έχει παρόμοια δομή με εκείνη της

αντικολλητής πλάκας (οι ίνες των διαδοχικών ξυλοφύλλων σχηματίζουν γωνία 90°) με τη διαφορά ότι αντί των ξυλοφύλλων δομείται από μεγάλα ξυλοτεμαχίδια. Οι τεχνολογικές φάσεις βιομηχανικής παραγωγής του προϊόντος ομοιάζουν με εκείνες της κοινής μοριοπλάκας (νοβοπάν). Ως πρώτη ύλη χρησιμοποιούνται μικρής ή μέσης διαμέτρου (συνήθως περί τα 35 cm προκειμένου να διευκολυνθεί η αποφλοιώση) κωνοφόρα ή διασπορόπορα πλατύφυλλα και ως συγκολλητικές ουσίες η φαινόλη – φορμαλδεΰδη (συνήθως υπό μορφή κόνεως στη βόρεια Αμερική), η μελαμίνη – ουρία – φαινόλη – φορμαλδεΰδη και ο πολυϊσοκυανικός εστέρας [4, 19, 3, 31, 27, 21, 18]. Λόγω του μικρότερου κόστους παραγωγής (μικρότερο κόστος εργασίας λόγω μεγαλύτερου βαθμού αυτοματοποίησης, μικρότερο κόστος πρώτης ύλης ξύλου) από τη μία μεριά και από την άλλη των εφάμιλλων τεχνικών ιδιοτήτων το προϊόν ανταγωνίζεται επιτυχώς την αντικολλητή πλάκα σε πολλές χρήσεις, ενώ σε ορισμένες έχει υποκαταστήσει επίσης, και την πριστή ξυλεία. Η αποδοχή του προϊόντος από τη βορειοαμερικανική αγορά αντικατοπτρίζεται στους εντυπωσιακούς ρυθμούς ανάπτυξης (Σχήμα 2). Αξιοσημείωτο είναι, επίσης, το γεγονός ότι τα περισσότερα εργοστάσια παραγωγής Waferboard της βορειοαμερικανικής αγοράς έχουν κλείσει ή έχουν τροποποιήσει τον τεχνολογικό εξοπλισμό τους και παράγουν OSB. Το προϊόν έχει ποικίλες εφαρμογές από τις οποίες οι κυριότερες είναι: κατασκευή δαπέδων και στεγών, ξυλότυποι για μορφοποίηση μπετόν, εσωτερικές επενδύσεις φορτηγών αυτοκινήτων και βαγονιών, προκατασκευασμένες οικίες, κιβώτια μεταφοράς βαρέων αντικειμένων, υπόστεγα, δομικά στοιχεία επίπλων που υποδέχονται μεγάλες φορτίσεις, βιτρίνες καταστημάτων κ.ά. [21, 18, 24, 26, 7].



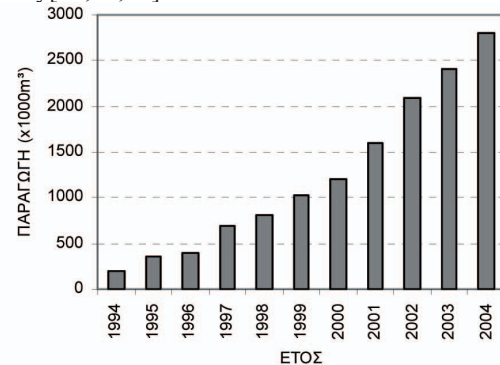
Σχήμα 2: Κατανάλωση ξυλοπλακών OSB σε σύγκριση με άλλες ξυλοπλάκες στη Β. Αμερική (Πηγή: United Nations Economic Commission for Europe, 2003).

Figure 2: Consumption of OSB compared to other wood based panels in N. America (Source: United Nations Economic Commission for Europe, 2003).

Στην Ευρώπη τα δύο πρώτα εργοστάσια παραγωγής OSB άρχισαν τη λειτουργία τους το 1985 στη Σκωτία και Γαλλία. Το 2004 εκτός των δύο ανωτέρω, εργοστάσια παραγωγής OSB λειτουργούσαν στη Γερμανία, το Βέλγιο,

Πολωνία, Λουξεμβούργο, Ιρλανδία, Τσεχία και Βουλγαρία. Συνολικά λειτουργούσαν 11 εργοστάσια με συνολική παραγωγή, η οποία έφτασε τα 2,8 εκατομμύρια κυβικά μέτρα. Η αποδοχή του προϊόντος από την ευρωπαϊκή αγορά οδήγησε σε εντυπωσιακούς ρυθμούς ανάπτυξης την τελευταία οκταετία (Σχήμα 3) [14, 2, 35].

Στην Ελλάδα η OSB δεν παράγεται αλλά κυκλοφορεί στην εγχώρια αγορά τα τελευταία χρόνια εισαγόμενη από διάφορες χώρες της Ευρώπης και τη βόρεια Αμερική. Εάν λάβει κανείς υπ' όψη την εντυπωσιακή εξέλιξη του προϊόντος τόσο στη βόρεια Αμερική όσο και στην Ευρώπη τότε αναμένεται μία παράλληλη εξέλιξη και στην ελληνική αγορά, η οποία ήδη γίνεται εμφανής, αφού το προϊόν άρχισε να εκτοπίζει τις κλασικές ξυλοπλάκες τύπου αντικολλητών και μοριοπλακών και τη συμπαγή ξυλεία σε αρκετές χρήσεις τους [38,39,36].



Σχήμα 3: Παραγωγή ξυλοπλακών OSB στην Ευρώπη (Πηγή: European Panel Federation, 2005).

Figure 3: Production of OSB panels in Europe (Source: European Panel Federation, 2005).

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η αξιολόγηση της ποιότητας των εισαγόμενων στην εγχώρια αγορά ξυλοπλακών τύπου OSB. Η αξιολόγηση περιελάμβανε τον προσδιορισμό των σχετικών μηχανικών και υγροσκοπικών ιδιοτήτων και σύγκριση των τιμών τους με τις οριακές τιμές που προβλέπουν οι απαιτήσεις της σχετικής με την OSB ευρωπαϊκής προδιαγραφής EN 300/1997 [10].

2. ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ

∥: Παράλληλα με τη διεύθυνση προσανατολισμού των ξυλοτεμαχιδίων των επιφανειακών στρώσεων των πλακών.

⊥: Κάθετα προς τη διεύθυνση προσανατολισμού των ξυλοτεμαχιδίων των επιφανειακών στρώσεων των πλακών.

3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η προμήθεια του ερευνητικού υλικού έγινε από τους έξι κυριότερους εισαγωγείς-εμπόρους ξυλοπλακών OSB που

διακινούν το προϊόν στην εγχώρια αγορά. Κατά τη δειγματοληψία δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή, ώστε το προϊόν να έχει τοποθετηθεί σχετικά πρόσφατα στην αποθήκη και οι ξυλοπλάκες που επιλέχθηκαν να προέρχονται από ενδιάμεση θέση της στοιβάδας αποθήκευσης. Οι ξυλοπλάκες του δείγματος προέρχονταν από οκτώ διαφορετικά εργοστάσια παραγωγής εκ των οποίων τα έξι ανήκουν σε ευρωπαϊκές χώρες (Γερμανία, Γαλλία, Πολωνία, Βουλγαρία) και τα δύο στη βόρεια Αμερική (ΗΠΑ, Καναδάς). Προκειμένου να είναι συγκρίσιμα τα αποτελέσματα αξιολόγησης μεταξύ των προϊόντων των διαφόρων εργοστασίων το πάχος των ξυλοπλακών της δειγματοληψίας κυμαινόταν σε στενά όρια μεταξύ 10,9 και 13,3 mm. Από κάθε ένα εκ των οκτώ εργοστασίων επιλέχθηκε με τυχαία δειγματοληψία μία ξυλοπλάκα διαστάσεων 2,44x1,22m (μήκος x πλάτος) από την οποία λήφθηκαν δοκίμια για προσδιορισμό των ιδιοτήτων τους. Ακολουθήθηκαν οι μεθοδολογίες προσδιορισμού των ιδιοτήτων που προβλέπουν για το συγκεκριμένο προϊόν οι κοινές ευρωπαϊκές προδιαγραφές EN (European Norms) της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Στη συνέχεια παρατίθενται οι ιδιότητες που προσδιορίστηκαν και οι αντίστοιχες προδιαγραφές που ακολουθήθηκαν:

- Πάχος (EN 324-1/1993).
- Πυκνότητα (EN 323/1993).
- Περιεχόμενη υγρασία (EN 322/1993).
- Αντοχή σε εγκάρσιο εφελκυσμό (EN 319/1993).
- Αντοχή σε εγκάρσιο εφελκυσμό μετά από κυκλικό χειρισμό σύμφωνα με την προδιαγραφή EN 321/1993. Κατά τον κυκλικό χειρισμό τα δοκίμια προ του ελέγχου μηχανικής αντοχής υποβλήθηκαν σε τρεις διαδοχικούς κύκλους χειρισμών ο καθένας των οποίων περιελάμβανε: εμβάπτιση σε νερό 20°C για 72 ώρες, ακολούθως ψύξη στους -20°C για 24 ώρες και μετά ξήρανση στους 70°C για 72 ώρες.
- Αντοχή σε εγκάρσιο εφελκυσμό μετά από βρασμό σε νερό για 2 ώρες (EN 1087-1/1995).
- Αντοχή σε στατική κάμψη (μέτρο θραύσης και μέτρο ελαστικότητας) (EN 310/1993).
- Αντοχή σε στατική κάμψη (μέτρο θραύσης και μέτρο ελαστικότητας) μετά από κυκλικό χειρισμό (EN 321/1993 και EN 310/1993).
- Αντοχή σε εξαγωγή βίδας (EN 320/1993).
- Κατά πάχος διόγκωση μετά από εμβάπτιση σε νερό για 24 ώρες (EN 317/1993).
- Μεταβολές των διαστάσεων κατά τις μεταβολές της σχετικής υγρασίας (EN 318/2002).
- Μέτρηση της περιεχόμενης ποσότητας φορμαλδεΐδης με τη μέθοδο Perforator (EN 120/1992) και της έκλυσης φορμαλδεΐδης με τη μέθοδο Flask (EN 717-3/1996).

Για τον προσδιορισμό των μηχανικών ιδιοτήτων χρησιμοποιήθηκε δυναμόμετρο τύπου Shimatzu UH-300KNA ιαπωνικής προέλευσης, ενώ για τον προσδιορισμό της περιεχόμενης φορμαλδεΐδης χρησιμοποιήθηκε συσκευή Perforator γερμανικής προέλευσης της εταιρείας Braunschweiger Laborbedarf (BLB) GMBH&Co.

Επιπλέον των ανωτέρω ιδιοτήτων προσδιορίστηκαν η παραμένουσα (μόνιμη) κατά πάχος διόγκωση μετά τον επανακλιματισμό των δοκιμών που είχαν εμβάπτισει σε νερό για 24 ώρες και επίσης εκείνων που υποβλήθηκαν σε κυκλικό χειρισμό (ύγρανση, ψύξη, ξήρανση). Το μέτρο θραύσης και ελαστικότητας σε στατική κάμψη προσδιορίστηκε παράλληλα και κάθετα προς τη διεύθυνση προσανατολισμού των ξυλοτεμαχιδίων των επιφανειακών στρώσεων των ξυλοπλακών.

Με δεδομένο ότι η OSB αποτελείται κατά το μεγαλύτερο μέρος της από υδρόφιλη πρώτη ύλη δηλαδή το ξύλο και επιπλέον ότι χρησιμοποιείται κυρίως σε εξωτερικές χρήσεις είναι αυτονόητο ότι η γνώση της συμπεριφοράς της έναντι της υγρασίας και των αντίστοιχων μεταβολών που προκαλούνται στις διαστάσεις της αποτελεί προϋπόθεση για κάθε ορθολογική χρήση ως δομικού στοιχείου κατασκευών. Για το λόγο αυτό, όπως ανωτέρω προαναφέρθηκε, προσδιορίστηκαν στην παρούσα εργασία η κατά πάχος διόγκωση μετά 24 ώρες εμβάπτιση σε νερό και επιπλέον οι μεταβολές υγρασίας και οι αντίστοιχες μεταβολές των διαστάσεων (μήκος και πάχος) των ξυλοπλακών OSB των οκτώ εργοστασίων σε θερμοκρασία 20°C κατά την προσρόφηση και εκρόφηση υγρασίας από αυτές, ενώ η σχετική υγρασία του περιβάλλοντος μεταβαλλόταν αντίστοιχα από 65% σε 85% και από 65% σε 30%.

Ερευνητικές εργασίες σχετικές με την έκλυση φορμαλδεΐδης από σύνθετα προϊόντα ξύλου κυρίως ξυλοπλάκες της ελληνικής αγοράς, στα οποία όμως δεν συμπεριλαμβάνονταν η OSB, έχουν δημοσιευθεί στο παρελθόν [37,40]. Ο προσδιορισμός των ποσοστών φορμαλδεΐδης στις ξυλοπλάκες OSB των οκτώ εργοστασίων κρίθηκε σκόπιμος διότι, παρ' όλο που η OSB χρησιμοποιείται κυρίως ως δομικό υλικό σε εξωτερικές χρήσεις, καταγράφεται τα τελευταία χρόνια στην Ευρώπη μια αυξανόμενη τάση χρησιμοποίησής της και σε εσωτερικούς χώρους, όπως π.χ. σε πατώματα, σε επενδύσεις τοίχων, αλλά και σε έπιπλα. Η φορμαλδεΐδη αποτελεί μια πολύτιμη χημική ένωση ως συστατικό πληθώρας χημικών συνθέσεων, όμως μπορεί να προκαλέσει δυσάρεστες συνέπειες στην υγεία του ανθρώπου, όταν η συγκέντρωσή της σε εσωτερικούς χώρους υπερβεί ορισμένες οριακές τιμές. Για τους ανωτέρω λόγους πολλές χώρες έχουν θεσπίσει με εθνικές προδιαγραφές τα ανώτατα επιτρεπτά ποσοστά συγκέντρωσης φορμαλδεΐδης στον αέρα των εσωτερικών χώρων. Μεταξύ των πηγών έκλυσης φορμαλδεΐδης περιλαμβάνονται και κατασκευές που δομούνται με ξυλοπλάκες, οι οποίες στη διαδικασία παραγωγής τους συγκολλούνται με θερμοσκληραινόμενες συγκολλητικές ουσίες περιέχουσες φορμαλδεΐδη. Για το λόγο αυτό οι εθνικές προδιαγραφές διαφόρων χωρών αλλά και οι σχετικές προδιαγραφές της Ευρωπαϊκής Ένωσης (EN) προβλέπουν ανάλογα με τα περιεχόμενα ή εκλυόμενα ποσοστά φορμαλδεΐδης διάφορες ποιοτικές κλάσεις ξυλοπλακών [5,33,6,34,7,12,8,9,10,11].

Εκ των ανωτέρω ιδιοτήτων οι τιμές της αντοχής σε κάμψη, της αντοχής σε εγκάρσιο εφελκυσμό και της κατά

πάχος διόγκωσης καθορίζουν σύμφωνα με τη σχετική προδιαγραφή EN 300/1997 την ποιότητα των ξυλοπλακών. Η προδιαγραφή αυτή προβλέπει ανάλογα με τον προορισμό χρήσης τους ακόλουθους τέσσερις τύπους ποιοτήτων OSB. OSB₁: για γενικές χρήσεις επίπλων και άλλων κατασκευών σε ξηρούς χώρους, OSB₂: για κατασκευές ανθεκτικές σε υψηλές φορτίσεις σε ξηρούς χώρους, OSB₃: για κατασκευές ανθεκτικές σε υγρούς χώρους, OSB₄: για κατασκευές ανθεκτικές σε υψηλές φορτίσεις σε υγρούς χώρους.

Οι ξυλοπλάκες των οκτώ διαφορετικών εργοστασίων παραγωγής που αποτέλεσαν το ερευνητικό υλικό της παρούσας έρευνας χαρακτηρίζονται στη συνέχεια από τα αλφαβητικά κεφαλαία γράμματα Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Η και Θ.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Ο Πίνακας 1 απεικονίζει τις τιμές των μηχανικών ιδιοτήτων που προσδιορίστηκαν στις οκτώ προελεύσεις των ξυλοπλακών τύπου OSB της ελληνικής αγοράς σύμφωνα με την ευρωπαϊκή προδιαγραφή EN 300/1997. Με εξαίρεση τις ξυλοπλάκες Δ και Η που είχαν μεγαλύτερη πυκνότητα, η πυκνότητα των λοιπών ξυλοπλακών κυμαινόταν σε στενά όρια από 0,60 ως 0,62 g/cm³. Αναφορικά με την αντοχή σε εγκάρσιο εφελκυσμό, οι ξυλοπλάκες Θ, Ε και Ζ εμφανίζουν τις υψηλότερες, ενώ οι ξυλοπλάκες Β, Α και Γ τις μικρότερες τιμές. Οι ξυλοπλάκες Ε και Θ παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες, ενώ οι ξυλοπλάκες Α, Ζ και Γ τις μικρότερες τιμές αντοχής σε εγκάρσιο εφελκυσμό μετά από βρασμό και μετά από κυκλικό χειρισμό. Όσο αφορά στη στατική κάμψη, τις υψηλότερες τιμές του μέτρου θραύσης (|| και ⊥) εμφανίζουν οι ξυλοπλάκες Θ, Ε και Η και τις μικρότερες οι ξυλοπλάκες Ζ και Α. Οι τιμές του μέτρου ελαστικότητας (||) είναι μεγαλύτερες στις ξυλοπλάκες Θ, Α και Γ και μικρότερες στις Ζ και Η, ενώ (⊥) τις υψηλότερες τιμές παρουσιάζουν οι Η και Θ και οι Β, Δ και Ε τις μικρότερες. Σχετικά με το μέτρο θραύσης μετά από κυκλικό χειρισμό τις μεγαλύτερες τιμές εμφανίζουν οι ξυλοπλάκες Θ, Ε και Η, ενώ τις μικρότερες οι Ζ και Α. Γενικά όσο αφορά την αντοχή σε στατική κάμψη, το ότι ορισμένες ξυλοπλάκες εμφανίζουν υψηλότερες τιμές (||) αλλά μικρότερες (⊥) στη διεύθυνση παραγωγής σε σύγκριση με άλλες ξυλοπλάκες και το αντίστροφο αποδίδεται κυρίως στο διαφορετικό βαθμό προσανατολισμού των ξυλοτεμαχιδίων στο επίπεδο της πλάκας. Στην αντοχή σε εξαγωγή βίδας τις μεγαλύτερες τιμές παρουσιάζουν οι ξυλοπλάκες Δ και Η πιθανόν λόγω των μεγαλύτερων πυκνοτήτων τους (0,71 και 0,68 g/cm³ αντίστοιχα) και τις μικρότερες οι Θ, Β και Ζ.

Ο Πίνακας 2 περιλαμβάνει τις υδροσκοπικές ιδιότητες των ξυλοπλακών των οκτώ εργοστασίων. Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα τη μεγαλύτερη κατά πάχος διόγκωση μετά 24h εμβάπτισης σε νερό και τις μεγαλύτερες παραμένουσες διογκώσεις μετά τον επανακλιματισμό τόσο αυτών που εμβαπτίσθηκαν στο νερό όσο και αυτών που υπέστησαν

κυκλικό χειρισμό παρουσιάζουν οι ξυλοπλάκες Δ και Α και τις μικρότερες οι ξυλοπλάκες Η, Γ και Β.

Σε θερμοκρασία 20°C και κατά τη μεταβολή της σχετικής υγρασίας (R.H.) του περιβάλλοντος οι μεταβολές του βάρους των πλακών είναι μεγαλύτερες κατά την προσρόφηση υγρασίας (από 65% R.H. σε 85% R.H.) απ'ό,τι κατά την εκρόφηση (από 65% R.H. σε 30% R.H.). Αυτό ισχύει και για τις αντίστοιχες μεταβολές του πάχους των, φαινόμενο γνωστό ως «υστέρηση υγρασίας» και ισχύει για τις λιγνινοκυτταρινικές πρώτες ύλες [15,25,41]. Όμως οι μεταβολές του μήκους των πλακών είναι μεγαλύτερες κατά την εκρόφηση απ'ό,τι κατά την προσρόφηση γεγονός το οποίο έχει αναφερθεί και σε προηγούμενες μελέτες που αφορούν τις διαστασιακές μεταβολές των ξυλοπλακών [16,20,13], ενώ σύμφωνα με άλλες σχετικές μελέτες ισχύει το αντίθετο [28,23]. Πάντως το μέγεθος των μεταβολών του βάρους και των αντίστοιχων του πάχους δεν διαφέρει σημαντικά μεταξύ των ξυλοπλακών με εξαίρεση τις ξυλοπλάκες Δ και Ε, που έχουν τις μεγαλύτερες μεταβολές και την Η, που έχει τις μικρότερες. Όσο αφορά στις κατά μήκος μεταβολές αυτές εμφανίζουν τις μεγαλύτερες τιμές στις ξυλοπλάκες Ζ, Δ και Η.

Γενικώς όπως προκύπτει από τη βιβλιογραφία, τη σχετική με τις ξυλοπλάκες στις οποίες ανήκει και η OSB, η προσρόφηση ή η εκρόφηση υγρασίας και νερού εξαρτάται από το δασικό είδος προέλευσης των ξυλοπλακών και από το είδος της συγκολλητικής ουσίας, ενώ οι αντίστοιχες διαστασιακές μεταβολές επηρεάζονται επιπλέον από τις διαστάσεις των ξυλοτεμαχιδίων και τη διεύθυνση προσανατολισμού τους στο επίπεδο της ξυλοπλάκας [28,17,32].

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 3 δεν υπάρχουν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των ξυλοπλακών των οκτώ εργοστασίων αναφορικά με τις τιμές της υγρασίας ισορροπίας μετά τον κλιματισμό τους σε τρεις διαφορετικές σχετικές υγρασίες.

Τα αποτελέσματα προσδιορισμού της φορμαλδεΐδης (Πίνακας 4) δείχνουν εξαιρετικά μικρά ποσοστά και στις οκτώ ξυλοπλάκες. Οι ξυλοπλάκες Α, Ζ, Η και Θ είχαν ποσοστά άνω των 3,5 mg (Μέθοδος Perforator), ενώ τα ποσοστά των υπολοίπων κυμαίνονταν σε τιμές ≤0,5 mg. Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 4, όλες οι ξυλοπλάκες έχουν ποσοστά ≤8 mg και συνεπώς κατατάσσονται στην 1η κλάση σύμφωνα με την ευρωπαϊκή προδιαγραφή EN 300. Αυτό σημαίνει ότι οι συγκεκριμένες οκτώ ξυλοπλάκες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανεπιφύλακτα και σε κατασκευές εσωτερικών χώρων.

Σε παρόμοια μελέτη – ποιοτικό έλεγχο ξυλοπλακών OSB της γερμανικής αγοράς βρέθηκαν παρομοίως χαμηλές τιμές έκλυσης φορμαλδεΐδης με βάση τις οποίες τα προϊόντα κατατάχθηκαν στην 1η κλάση [1].

Με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας προκύπτει ευθύγραμμη συμμεταβολή με υψηλό συντελεστή συσχέτισης (r=0,95) μεταξύ των τιμών φορμαλδεΐδης που προσδιορίστηκαν με τις δύο μεθόδους (Σχήμα 4). Παρόμοιες εξισώσεις με υψηλούς συντελεστές συσχέτισης αναφέρονται κι άλλοι ερευνητές [22,30,40].

Γενικώς οι μικρές τιμές φορμαλδεΐδης των οκτώ ξυλοπλακών μπορούν να αποδοθούν στο είδος των συγκολλητικών ουσιών που συνήθως χρησιμοποιούνται στην OSB και οι οποίες είναι η φαινόλη – φορμαλδεΐδη, ο ισοκυανικός εστέρας και τελευταία η ουρία – μελαμίνη – φαινόλη – φορ-

μαλδεΐδη. Όπως είναι γνωστό, σύνθετα προϊόντα συγκολλημένα με τις ανωτέρω συγκολλητικές ουσίες και ιδίως τις δύο πρώτες εκλύουν τα μικρότερα ποσοστά φορμαλδεΐδης σε σύγκριση με αντίστοιχα προϊόντα στα οποία χρησιμοποιείται η ουρία – φορμαλδεΐδη.

Πίνακας 1: Μηχανικές ιδιότητες ξυλοπλακών τύπου OSB εισαγομένων στην εγχώρια αγορά από οκτώ διαφορετικά εργοστάσια παραγωγής.

Table 1: Mechanical properties of OSB panels imported in the domestic market from eight various mills.

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΞΥΛΟΠΛΑΚΑ							
	A	B	Γ	Δ	E	Z	H	Θ
Πάχος (mm)	12,3 ¹⁾	13,3	12,0	11,1	11,0	11,1	10,9	11,1
	0,047 ²⁾	0,247	0,026	0,566	0,099	0,174	0,237	0,082
Πυκνότητα (g/cm ³)	0,60	0,60	0,61	0,71	0,60	0,61	0,68	0,62
	0,026	0,042	0,030	0,052	0,050	0,042	0,052	0,035
Αντοχή σε εγκάρσιο εφελκυσμό (N/mm ²)	0,41	0,36	0,41	0,47	0,53	0,50	0,47	0,66
	0,067	0,071	0,074	0,101	0,105	0,098	0,127	0,104
Αντοχή σε εγκάρσιο εφελκυσμό μετά από κυκλικό χειρισμό (N/mm ²)	0,05	0,12	0,09	0,11	0,29	0,09	0,12	0,22
	0,016	0,046	0,025	0,047	0,081	0,030	0,039	0,049
Αντοχή σε εγκάρσιο εφελκυσμό μετά από βρασμό 2 ωρών (N/mm ²)	0,05	0,12	0,08	0,11	0,28	0,00	0,10	0,15
	0,012	0,041	0,024	0,050	0,078	0,000	0,033	0,038
Αντοχή σε κάμψη (N/mm ²)								
- Μέτρο θραύσης (MOR)	26,10	30,09	27,63	28,93	33,10	25,95	32,38	36,13
	4,847	4,725	6,080	6,241	9,226	5,447	8,051	7,061
- Μέτρο θραύσης (MOR) ⊥	17,19	12,37	16,95	18,28	21,03	16,33	25,21	22,52
	2,877	2,661	2,659	2,865	5,022	3,118	4,762	3,944
- Μέτρο ελαστικότητας (MOE)	4868	4737	4804	4676	4606	3597	4443	5979
	593,6	676,6	539,2	642,8	840,1	354,1	1048,5	662,2
- Μέτρο ελαστικότητας (MOE) ⊥	2497	1552	2636	2071	2191	2257	3411	2985
	361,7	255,1	290,8	342,0	258,8	264,2	432,1	286,9
Μέτρο θραύσης (MOR) μετά από κυκλικό χειρισμό	9,24	12,38	13,48	12,89	20,94	7,64	18,98	28,51
	1,81	2,35	2,72	2,72	4,27	1,35	3,42	4,99
Αντοχή σε εξαγωγή βίδας (N/mm)	102	93	103	157	113	96	122	88
	21,5	25,2	26,8	38,9	19,3	24,2	30,3	13,9
Περιεχόμενη υγρασία (%)	6,94	6,70	6,08	6,57	6,55	6,55	6,42	6,36
	0,0009	0,0009	0,0011	0,0011	0,0026	0,0012	0,0012	0,0015

¹⁾: Μέσος όρος 20 δοκιμών.

²⁾: Τυπική απόκλιση.

||, ⊥: Παράλληλα και κάθετα προς τη διεύθυνση των ξυλοτεμαχιδίων των επιφανειακών στρώσεων των πλακών.

Πίνακας 2: Υγροσκοπικές ιδιότητες ξυλοπλακών τύπου OSB εισαγομένων στην εγχώρια αγορά από οκτώ διαφορετικά εργοστάσια παραγωγής.
Table 2: Hygroscopic properties of OSB panels imported in the domestic market from eight various mills.

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΞΥΛΟΠΛΑΚΑ							
	A	B	Γ	Δ	E	Z	H	Θ
Πάχος (mm)	12,3 ¹⁾	13,3	12,0	11,1	11,0	11,1	10,9	11,1
	0,047 ²⁾	0,247	0,026	0,566	0,099	0,174	0,237	0,082
Πυκνότητα (g/cm ³)	0,60 ¹⁾	0,60	0,61	0,71	0,60	0,61	0,68	0,62
	0,026	0,042	0,030	0,052	0,050	0,042	0,052	0,035
Κατά πάχος διόγκωση μετά απο εμφύπτιση 24 ωρών σε νερό (%)	21,68 ¹⁾	10,01	8,55	34,97	11,01	15,04	6,48	13,04
	0,031	0,023	0,028	0,057	0,029	0,028	0,013	0,027
Παραμένονσα κατά πάχος διόγκωση μετά τον επανακλιματισμό των δοκιμών που υποβλήθηκαν σε κατά πάχος διόγκωση σε νερό (%)	13,96 ¹⁾	5,11	5,09	24,76	7,33	9,56	3,66	10,03
	0,025	0,016	0,020	0,046	0,021	0,024	0,009	0,025
Παραμένονσα κατά πάχος διόγκωση μετά τον επανακλιματισμό των δοκιμών που υποβλήθηκαν σε κυκλικό χειρισμό (%)	30,80 ¹⁾	18,56	19,45	32,29	15,84	26,01	12,47	16,75
	0,053	0,041	0,040	0,090	0,047	0,038	0,017	0,023
Μεταβολή του βάρους (%) κατά τη μεταβολή της σχετικής υγρασίας στους 20°C								
	3,84 ³⁾	3,79	3,74	4,79	4,62	3,92	3,49	3,76
	0,0018	0,0023	0,0020	0,0034	0,0053	0,0005	0,0013	0,0012
από 65% R.H. σε 85% R.H.								
από 65% R.H. σε 30% R.H.	3,53 ³⁾	3,78	3,41	4,02	4,10	3,64	3,41	3,64
	0,0008	0,0008	0,0008	0,0016	0,0011	0,0007	0,0007	0,0007
Μεταβολή του πάχους (%) κατά τη μεταβολή της σχετικής υγρασίας στους 20°C								
	3,99 ³⁾	3,43	3,95	7,59	4,87	3,26	2,46	3,44
	0,0187	0,0064	0,0036	0,0157	0,0242	0,0020	0,0033	0,0033
από 65% R.H. σε 85% R.H.								
από 65% R.H. σε 30% R.H.	2,65 ³⁾	2,89	2,51	3,28	3,15	2,16	2,22	2,57
	0,0012	0,0014	0,0009	0,0022	0,0033	0,0011	0,0024	0,0028
Μεταβολή του μήκους (%) κατά τη μεταβολή της σχετικής υγρασίας στους 20°C								
	0,06 ³⁾	0,06	0,07	0,11	0,08	0,10	0,09	0,05
	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
από 65% R.H. σε 85% R.H.								
από 65% R.H. σε 30% R.H.	0,10 ³⁾	0,09	0,11	0,14	0,12	0,17	0,14	0,09
	0,0001	0,0002	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002

¹⁾: Μέσος όρος 20 δοκιμών.

²⁾: Τοπική απόκλιση.

³⁾: Μέσος όρος 8 δοκιμών (4 || και 4 ⊥ προς τη διεύθυνση προσανατολισμού των ξυλοτεμαχιδίων των επιφανειακών στρώσεων).

Πίνακας 3: Υγρασίες ισορροπίας ξυλοπλακών τύπου OSB εισαγομένων στην εγχώρια αγορά από οκτώ διαφορετικά εργοστάσια παραγωγής κατά τον κλιματισμό τους σε τρεις διαφορετικές σχετικές υγρασίες σύμφωνα με την προδιαγραφή EN 318.

Table 3: Equilibrium moisture contents of OSB panels imported in the domestic market from eight various mills after their conditioning in three different climates according to EN 318 standard.

ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (R.H.) στους 20°C	ΞΥΛΟΠΛΑΚΑ							
	A	B	Γ	Δ	E	Z	H	Θ
30%	7,07 ¹⁾	6,46	6,29	6,65	6,90	6,64	6,65	6,19
65%	9,49	8,70	8,49	8,99	9,15	9,15	9,07	9,46
85%	13,49	12,52	12,81	13,76	13,39	13,45	13,04	13,49

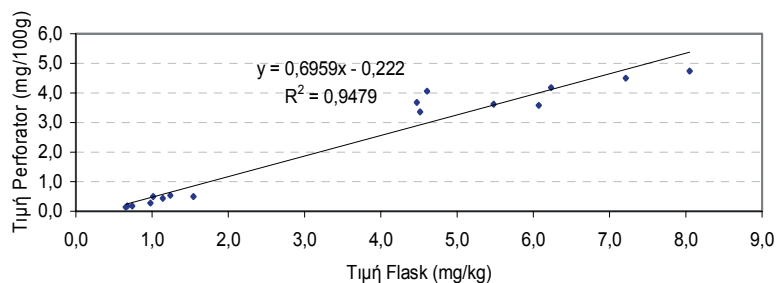
¹⁾: Μέσος όρος 8 δοκιμών

Πίνακας 4: Τιμές περιεχόμενης και εκλύομενης φορμαλδεΐδης ξυλοπλακών τύπου OSB εισαγομένων στην εγχώρια αγορά από οκτώ διαφορετικά εργοστάσια παραγωγής σύμφωνα με τις μεθόδους Perforator και Flask αντιστοίχως.

Table 4: Formaldehyde content and release values of OSB panels imported in the domestic market from eight various mills according to Perforator and Flask methods.

Τιμές Φορμαλδεΐδης	ΞΥΛΟΠΛΑΚΑ							
	A	B	Γ	Δ	E	Z	H	Θ
Μέθοδος Perforator (mg/100g απόλυτης ξηρήs μάζας OSB)	3,6 ¹⁾	0,5	0,5	0,2	0,2	4,1	3,5	4,6
Οριακές τιμές φορμαλδεΐδης (EN 300)	1 ^η κλάση ≤ 8 mg/100g OSB 2 ^η κλάση > 8 mg ≤ 30 mg/100g OSB							
Μέθοδος Flask (mg/1000g απόλυτης ξηρήs μάζας OSB)	5,0	1,2	1,3	0,7	0,8	5,4	5,3	7,6

¹⁾: Μέσος όρος δύο δοκιμών.



Σχήμα 4: Συσχέτιση των τιμών φορμαλδεΐδης ξυλοπλακών τύπου OSB εισαγομένων στην εγχώρια αγορά από οκτώ διαφορετικά εργοστάσια παραγωγής που προσδιορίστηκαν με τις μεθόδους Perforator και Flask.

Figure 4: Correlation of formaldehyde values of OSB panels imported in the domestic market from eight various mills determined with the Perforator and Flask methods.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στους Πίνακες 5 και 6 απεικονίζονται οι μέσες τιμές των ιδιοτήτων των οκτώ ξυλοπλακών σε αντιπαραβολή με τις τιμές που πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις για τις ποιότητες OSB₁, OSB₂, OSB₃ και OSB₄ σύμφωνα με την προδιαγραφή EN 300/1997. Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 5 όλες οι ξυλοπλάκες, με εξαίρεση την ξυλοπλάκα Δ, εκπληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις των προδιαγραφών της ποιότητας OSB₁. Συγκεκριμένα η ξυλοπλάκα Δ κατά την εμβάπτισή της σε νερό επί 24 ώρες διογκούται περισσότερο από ό,τι προβλέπεται από τις προδιαγραφές της ποιότητας OSB₁. Επίσης, όλες οι ξυλοπλάκες, με εξαίρεση τις Δ και Α, εκπληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις των προδιαγραφών της ποιότητας OSB₂. Στην περίπτωση αυτή η ξυλοπλάκα Δ, αλλά και η Α κατά την εμβάπτισή τους σε νερό επί 24 ώρες διογκούνται περισσότερο από ό,τι προβλέπεται από τις προδιαγραφές της ποιότητας OSB₂. Όσο αφορά τις ελάχιστες απαιτήσεις της ποιότητας OSB₃ αυτές ικανοποιούνται πλήρως μόνο από τις ξυλοπλάκες E και Θ. Οι ίδιες ξυλοπλάκες εκπληρούν τις απαιτήσεις της ποιότητας OSB₄ με εξαίρεση το μέτρο ελαστικότητας σε στατική κάμψη (\parallel) της ξυλοπλάκας E και την κατά πάχος διόγκωση της ξυλοπλάκας Θ (Πίνακας 6).

Η OSB είναι μια ξυλοπλάκα με εντυπωσιακούς ρυθμούς ανάπτυξης τόσο στις Η.Π.Α. όσο και στην Ευρώπη, η οποία ανταγωνίζεται επιτυχώς το συμπαγές ξύλο και τις άλλου τύπου ξυλοπλάκες (κυρίως την αντικολλητή) σε αρκετές χρήσεις.

Παρ' όλο που οι πυκνότητες μεταξύ των οκτώ διαφορετικής προέλευσης εισαγομένων OSB που ερευνήθηκαν δεν διέφεραν μεταξύ τους (εκτός δύο ξυλοπλακών), τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντικές διαφορές στις τιμές των ιδιοτήτων τους. Οι διαφορές αυτές πρέπει να αποδοθούν στις διαφορετικές ιδιότητες των ξυλοτεμαχιδίων (δασικό είδος, διαστάσεις, ποιότητα), στο είδος της συγκολλητικής ουσίας και τις συγκεκριμένες συνθήκες παραγωγής.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, σχεδόν όλες οι οκτώ ξυλοπλάκες ικανοποιούν τις ελάχιστες απαιτήσεις της προδιαγραφής EN 300/1997 για τις ποιότητες OSB₁ (γενική χρήση σε ξηρούς χώρους) και OSB₂ (ανθεκτικές σε υψηλές φορτίσεις σε ξηρούς χώρους). Αντίθετα μόνο δύο ξυλοπλάκες πληρούν σχεδόν όλες τις απαιτήσεις που προβλέπει η προδιαγραφή για τις ποιότητες OSB₃ (ανθεκτικές σε χρήσεις σε υγρούς χώρους) και OSB₄ (ανθεκτικές σε υψηλές φορτίσεις σε υγρούς χώρους).

Πίνακας 5: Σύγκριση των τιμών των ιδιοτήτων των ξυλοπλακών OSB που αξιολογήθηκαν με τις αντίστοιχες ελάχιστες απαιτήσεις που προβλέπονται από την προδιαγραφή EN 300/1997 για τις ποιότητες OSB₁, OSB₂.

Table 5: Comparison of property values of tested OSB panels with the corresponding minimum requirements for OSB₁, OSB₂ qualities according to EN 300/1997.

ΙΔΙΟΤΗΤΑ		EN 300	ΞΥΛΟΠΛΑΚΑ							
			A	B	Γ	Δ	E	Z	H	Θ
ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ OSB ₁										
Αντοχή σε κάμψη (N/mm ²)	Μέτρο θραύσης	18	26,10	30,09	27,63	28,93	33,10	25,95	32,38	36,13
	Μέτρο θραύσης ⊥	9	17,19	12,37	16,95	18,28	21,03	16,33	25,21	22,52
	Μέτρο ελαστικότητας	2500	4868	4737	4804	4676	4606	3597	4443	5979
	Μέτρο ελαστικότητας ⊥	1200	2497	1552	2636	2071	2191	2257	3411	2985
Αντοχή σε εγκάρσιο εφελκυσμό (N/mm ²)		0,28	0,41	0,36	0,41	0,47	0,53	0,50	0,47	0,66
Κατά πάχος διόγκωση (%) σε νερό (24h)		25	21,68	10,01	8,55	34,97	11,01	15,04	6,48	13,04
ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ OSB ₂										
Αντοχή σε κάμψη (N/mm ²)	Μέτρο θραύσης	20	26,10	30,09	27,63	28,93	33,10	25,95	32,38	36,13
	Μέτρο θραύσης ⊥	10	17,19	12,37	16,95	18,28	21,03	16,33	25,21	22,52
	Μέτρο ελαστικότητας	3500	4868	4737	4804	4676	4606	3597	4443	5979
	Μέτρο ελαστικότητας ⊥	1400	2497	1552	2636	2071	2191	2257	3411	2985
Αντοχή σε εγκάρσιο εφελκυσμό (N/mm ²)		0,32	0,41	0,36	0,41	0,47	0,53	0,50	0,47	0,66
Κατά πάχος διόγκωση (%) σε νερό (24h)		20	21,68	10,01	8,55	34,97	11,01	15,04	6,48	13,04

□ : Αποδεκτή τιμή

■ : Μη αποδεκτή τιμή

Πίνακας 6: Σύγκριση των τιμών των ιδιοτήτων των ξυλοπλακών OSB που αξιολογήθηκαν με τις αντίστοιχες ελάχιστες απαιτήσεις που προβλέπονται από την προδιαγραφή EN 300/1997 για τις ποιότητες OSB₃, OSB₄.

Table 6: Comparison of property values of tested OSB panels with the corresponding minimum requirements for OSB₃, OSB₄ qualities according to EN 300/1997.

ΙΔΙΟΤΗΤΑ		EN 300	ΞΥΛΟΠΛΑΚΑ							
			A	B	Γ	Δ	E	Z	H	Θ
ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ OSB ₃										
Αντοχή σε κάμψη (N/mm ²)	Μέτρο θραύσης	20	26,10	30,09	27,63	28,93	33,10	25,95	32,38	36,13
	Μέτρο θραύσης ⊥	10	17,19	12,37	16,95	18,28	21,03	16,33	25,21	22,52
	Μέτρο ελαστικότητας	3500	4868	4737	4804	4676	4606	3597	4443	5979
	Μέτρο ελαστικότητας ⊥	1400	2497	1552	2636	2071	2191	2257	3411	2985
Αντοχή σε εγκάρσιο εφελκυσμό (N/mm ²)		0,32	0,41	0,36	0,41	0,47	0,53	0,50	0,47	0,66
Κατά πάχος διόγκωση (%) σε νερό (24h)		15	21,68	10,01	8,55	34,97	11,01	15,04	6,48	13,04
Αντοχή σε κάμψη(μέτρο θραύσης) μετά από κυκλικό χειρισμό (N/mm ²)		8	9,24	12,38	13,48	12,89	20,94	7,64	18,98	28,51
Αντοχή σε εγκάρσιο εφελκυσμό μετά από κυκλικό χειρισμό (N/mm ²)		0,15	0,05	0,12	0,09	0,11	0,29	0,09	0,12	0,22
Αντοχή σε εγκάρσιο εφελκυσμό μετά από βρασμό (N/mm ²)		0,13	0,05	0,12	0,08	0,11	0,28	0	0,10	0,15
ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ OSB ₄										
Αντοχή σε κάμψη (N/mm ²)	Μέτρο θραύσης	28	26,10	30,09	27,63	28,93	33,10	25,95	32,38	36,13
	Μέτρο θραύσης ⊥	15	17,19	12,37	16,95	18,28	21,03	16,33	25,21	22,52
	Μέτρο ελαστικότητας	4800	4868	4737	4804	4676	4606	3597	4443	5979
	Μέτρο ελαστικότητας ⊥	1900	2497	1552	2636	2071	2191	2257	3411	2985
Αντοχή σε εγκάρσιο εφελκυσμό (N/mm ²)		0,45	0,41	0,36	0,41	0,47	0,53	0,50	0,47	0,66
Κατά πάχος διόγκωση (%) σε νερό (24h)		12	21,68	10,01	8,55	34,97	11,01	15,04	6,48	13,04
Αντοχή σε κάμψη(μέτρο θραύσης)μετά από κυκλικό χειρισμό (N/mm ²)		14	9,24	12,38	13,48	12,89	20,94	7,64	18,98	28,51
Αντοχή σε εγκάρσιο εφελκυσμό μετά από κυκλικό χειρισμό (N/mm ²)		0,17	0,05	0,12	0,09	0,11	0,29	0,09	0,12	0,22
Αντοχή σε εγκάρσιο εφελκυσμό μετά από βρασμό (N/mm ²)		0,15	0,05	0,12	0,08	0,11	0,28	0	0,10	0,15

□ : Αποδεκτή τιμή

■ : Μη αποδεκτή τιμή

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Anonymus. Test OSB-Platten. **Öko-test Ratgeber. Bauen, Wohnen, Renovieren**, 2001, Nr. 01:18-21.

2. Boehme, C. OSB in Europa – grosse Chancen in naher Zukunft Gegenwärtige Situation und zukünftige Entwicklungen von "Oriented Strand Board". **Holz-Zentralblatt**, 1998, Nr. 142: 2115-2116. Herstellungstechnik optimieren und neue Anwendungsgebiete erschliessen. Nr. 145: 2171-2172.

3. Brinkmann, E. OSB-Platten: ihre Eigenschaften, Verwendung und Herstellungstechnologie. **Holz Roh- Werkstoff** 1979, **31**:139-142.

4. Clark, J. A new dry process Multi-ply board. **Tappi**, 1955, **38**: 183-187.

5. Clary, J. A review of the health effects of formaldehyde. In: **Proc. 14th Int'l. Particleboard/Composite Materials Symposium, Washington State University**, 1980, Pullman, Washington, USA: 125-136.

6. Coffel, S., Feiden, K. **Indoor Pollution. Featuring a quick checklist of common hazards and what you can do about them**, 1991, Fawcett Columbine. New York, pp. 28-35.

7. Deppe, J-H, Ernst, K., **Taschenbuch der Spanplattentechnik**. 4. Überarbeitete und erweiterte Auflage, 2000, DRW-Verlag. Leinfelden-Echterdingen, pp. 356-387.

8. EN 1084. Plywood – Formaldehyde release classes determined by gas analysis method, 1995, CEN European Committee for Standardization.

9. EN 622-3. Fibreboards, Specifications – Part 3: Requirements for medium boards, 1997, European Committee for Standardization.

10. EN 300. Oriented Strand Boards (OSB) – Definitions, classification and specifications, 1997, European Committee for Standardization.

11. EN 312. Particleboards – Specifications, 2003, European Committee for Standardization.

12. Godish, T. **Indoor environmental quality**. Lewis publishers, 2001, Boca Raton, London. New York, Washington DC, pp.98-107.

13. Grigoriou, A. Das Verhalten von Holzwerkstoffen beim Klimawechsel unter besonderer Berücksichtigung der Dimensionsänderungen. **Holzforschung und Holzverwertung**, 1983, **35**, Nr 1: 6-9.

14. Kieser, J. OSB-Entwicklung in Europa. **Holz Roh- Werkstoff**, 1987, **45**: 405-410.

15. Kollmann, F., F., Côté, W., A. **Principles of Wood Science and Technology**. Springer-Verlag, 1968, pp. 191-195.

16. Kollmann, F., Dosoudil, A. Die Dimensionsstabilität von Holzspanplatten und ihre Prüfung. **Holz Roh-Werkstoff**, 1978, **36**:419-433.

17. Liiri, D., Kivisto, Saarinen, A. Der Einfluss von Holzart, Spangrösse und Bindemittel auf die Festigkeit und die Quellung von Spanplatten mit höheren elastomechanischen Eigenschaften. **Holzforschung und Holzverwertung**, 1977, **29**, Nr 6: 117-122.

18. Lowood, J. OSB- The emerging world class structural wood panel. In: **Proc. 29th Int'l. Particleboard/Composite Materials Symposium, Washington State University**, 1995, Pullman, Washington, USA: 123-128.

19. Moeltner, H. Die Waferboardfertigung nach dem system DHYM in Canada. **Holz Roh- Werkstoff**, 1976, **34**: 353-360.

20. Neusser, H., Zentner, M. Untersuchungen zur Bestimmung des hygroskopischen, Gleichgewichtes sowie der Dicken – und Längenquellung von Holzwerkstoffen. **Holzforschung und Holzverwertung**, 1975, **27**, Nr

20: 26-39.

21. Pease, D. **Panels. Products, applications and production trends**. Miller Freeman, Inc., 1994, San Francisco, California, pp. 171-173.

22. Roffael, E. **Die Formaldehydabgabe von Spanplatten und anderen Werkstoffen**. DRW – Verlag, 1982, Stuttgart, pp. 35-37.

23. Schwab, E., Steffen, A., Korte, C. Feuchtebedingte Längenänderungen von Holzwerkstoffen in Plattenebene. **Holz Roh- Werkstoff**, 1997, **55**: 227-233.

24. Sellers, T. OSB leads composite growth; MDF, LVL active. **Panel World**, 1996, Nr. 3: 12-13.

25. Skaar, C. **Water in Wood**. Syracuse. University Press, 1972, pp. 59-64.

26. Smulski, S. Engineered wood products. A guide for specifiers, designers and users. **PFS Research Foundation**, 1997, Madison, Wisconsin, pp. 123-136.

27. Spelter, H. Technical and economic considerations in the development of OSB Specialties. **Crow's Digest-Special Report**, 1989, **4(2)**: 4-5.

28. Suchsland, O. Linear hygroscopic expansion of selected commercial particleboards. **Forest Prod. J.**, 1972, **22**, Nr 1: 28-32.

29. Sundin, B., Hanetho, P. Formaldehyde emission from particleboard and other building materials: A study from Scandinavian countries. In: **Proc. 12th Int'l. Particleboard/Composite Materials Symposium, Washington State University**, 1978, Pullman, Washington, USA: 251-286.

30. Sundin, B., Roffael, E. Determination of emissions from wood-based panels using the flask method. **Holz Roh- Werkstoff**, 1992, **50**: 383-386.

31. Valda, P. Waferboard vs oriented structural board (OSB). In: **Proc. 14th Int'l. Particleboard/Composite Materials Symposium, Washington State University**, 1980, Pullman, Washington, USA: 21-30.

32. Vital, B.R., Wilson, J.I., Kanarek, P.H. Parameters affecting dimensional stability of flakeboard and particleboard. **Forest Prod. J.** 1980, **30**, Nr 12: 23-29.

33. Wendlick, J. Formaldehyde: Summary of epidemiology studies. In: **Proc. 17th Int'l. Particleboard/Composite Materials Symposium, Washington State University**, 1983, Pullman, Washington, USA: 219-226.

34. Wilson, C. **Indoor Pollution. An overview**. European Parliament. Directorate – General for Research. Environment, Public Health and Consumer Protection Series, 1997, W-21. Luxemburg, pp. 3.

35. www.osb-info.org 2003.

36. Αργυριάδης, Γ. OSB. **Ξύλο - Έπιπλο**, 1999, Nr. 187: 24-27.

37. Γρηγορίου, Α. Εκλωση φορμαλδεΐδης από μοριοπλάκες εγχώριας παραγωγής και εισαγόμενες ινοπλάκες μέσης πυκνότητας. **Τεχν. Χρον. Επιστ. Έκδ. ΤΕΕ**, 1986, **Vol. 6**, Τεύχ. 1: 5-30.

38. Γρηγορίου, Α. Δομικές πλάκες κατασκευασμένες από ξυλοτεμαχίδια μεγάλων διαστάσεων. Τεχνολογία παραγωγής, ιδιότητες, χρήσεις και προοπτικές εξέλιξης. **Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος**. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 1989, **Τόμος ΔΒ/2**. Αρ. 8. : 144-164.

39. Γρηγορίου, Α. Νταλός Γ. OSB: Μία νέου τύπου ξυλοπλάκα με προσανατολισμένα ξυλοτεμαχίδια στην υπηρεσία των ξύλινων κατασκευών. Οι προοπτικές στην Ελλάδα. **Μνημείο και περιβάλλον – Monument and environment**, 1997, **Nr. 4**: 47-60.

40. Κάββουρας, Π., Πετειναράκης, Ι. Σύνθετα προϊόντα Ξύλου: Η επίδρασή τους στην ποιότητα του αέρα των εσωτερικών χώρων. **Τεχν. Χρον. Επιστ. Έκδ. ΤΕΕ**, 1997, **V**, Τεύχ. 1-2: 43-51.

41. Τσουμής, Γ. **Επιστήμη και Τεχνολογία του Ξύλου. Δομή, Τεχνικές ιδιότητες, Βιομηχανική Αξιοποίηση**, 1983, Θεσσαλονίκη, pp. 140-141.

Χαράλαμπος Θ. Λυκίδης,

Δασολόγος, -MSc Τεχνολόγος Ξύλου, Υποψήφιος Διδάκτορας, Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τομέας Συγκομιδής και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων, Εργαστήριο Δασικής Τεχνολογίας, 54124 – Θεσσαλονίκη, Θυρίδα 243, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Αθανάσιος Η. Γρηγορίου,

Καθηγητής, Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τομέας Συγκομιδής και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων, Εργαστήριο Δασικής Τεχνολογίας, 54124 – Θεσσαλονίκη, Θυρίδα 243, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Extended summary

Quality Assessment of OSB - Panels on the Greek Domestic Market

CHARALAMPOS T. LYKIDIS

PhD Candidate

ATHANASIOS H. GRIGORIOU

Professor of A.U.Th.

Abstract

OSB is a structural wood based panel, made from large and oriented wood particles, the production technology of which is similar to that of particle boards. The acceptance of the product in the North American as well as the European market is a result of its relatively lower production cost and the similar technical properties in specific uses where it successively rivals other type of wood based panels (mainly plywood) but also sawn wood. OSB is not produced in Greece, but is imported from countries of Europe and North America. The aim of the present work was the quality evaluation of OSB imported in the domestic market. The evaluation included determination of the relevant mechanical and hygroscopic properties of OSB imported from eight different factories and the comparison of these values with the marginal values according to the requirements of European specification EN 300/1997 for OSB. The evaluation showed the following results: The values of the OSB properties investigated differed considerably, although most of them differed only slightly in density. These differences obviously arose from the different properties of the raw materials and the conditions of the production technology. According to the results, almost all of the eight OSB panels satisfy the minimum requirements according to EN 300 for OSB₁ (general use in dry environment) and OSB₂ (load bearing for use in dry environment). In contrast, only two of the panels satisfy almost all of the requirements for OSB₃ (load bearing for use in humid environment) and OSB₄ (heavy duty - load bearing for use in humid environment).

Oriented strand board (OSB) is an exterior-type structural panel made from long narrow strands bonded together with waterproof resin under heat and pressure. The strands are arranged in three to five layers with the strands of each layer aligned parallel to one another, but perpendicular to those in adjacent layers like the cross-laminated veneers of plywood (Figure 1).

Spurred on by raw material supply limitations which have forced plywood mill closures in North America, OSB came about in the early 1980s as a marriage of supplier and producer technologies aiming at producing a stiffer board with more predictable engineering characteristics.

Unlike particleboard and MDF, which can efficiently use wood residues to compose their furnish, OSB relies on roundwood. Mostly preferred are straight logs about 35 cm in diameter to facilitate debarking. Cross cut into short bolts the roundwood is reduced by flaking machines to appropriate strand sizes (75 mm length, 15-25 mm width and 0.4-0.7 mm thickness). This material is dried to the desired moisture content. Liquid or powder resin is applied and the furnish is spread evenly by mechanical orientation heads onto caul plates or an endless belt, forming a mat to be pressed to its final thickness, with heat and pressure binding resin and furnish. The traditional binder is a phenol-formaldehyde resin applied as powder (mostly in North America) or liquid glue. Also isocyanate (in most cases in the core of the board) and melamine-urea-phenol-formaldehyde resins have been used as an OSB-binder throughout the last decade.

Strength, workability, uniform construction flexibility in panel size, and versatility, make OSB an alternative to solid wood and plywood for many uses. The acceptance of OSB in the North American market is reflected in its higher consumption rates compared to other wood panels (Figure 2).

OSB production in Europe began in 1985 with 0.2 million m³ produced in two mills. In 2004 eleven mills were in operation producing about 2.8 million m³.

The high production rates of OSB in Europe throughout the last six years (Figure 3) arise from the growing demand as a result of its gradual acceptance. Since no OSB production line exists in Greece, the OSB panels circulating in the Greek market are imported from several European and non-European countries.

Although no statistical data concerning OSB consumption rates in the Greek market are known, it seems that the new product has begun to substitute for solid wood and other wood panels in several applications.

The aim of this work was the quality evaluation of OSB panels available in the domestic market.

The research material obtained from six wholesale importers included OSB panels with a sheet size (length

x width) of 2440 x 1220 mm and thickness ranging from 10.9 to 13.3 mm. For the evaluation, samples of eight OSB panels coming from eight different foreign mills (A,B,Γ,Δ,E,Z,H and Θ) were chosen. Proper specimens were taken from the panels for determination of their technical properties (mechanical, hygroscopic and formaldehyde content) according to the relevant European Norms (EN). The property values of the tested panels are presented in Tables 1-4.

Regarding the mechanical properties shown in Table 1, with the exception of panels Δ and H which showed the highest density values, the densities of all other panels varied within narrow limits (0.60-0.62 g/cm³). Among the tested panels Θ,E and Z showed the highest and B, A and Γ the lowest internal bond values. Concerning the internal bond values after boiling and wet cycling test, panels E and Θ had the highest and A, Z and Γ the lowest values. Panels Θ, E and H showed the best quality concerning bending strength (MOR, || and ⊥), while panels Z and A had the worst. The bending strength values (MOE, ||) of panels Θ, A and Γ were the highest while those of Z and H were the lowest. In contrast, regarding the previously mentioned property MOE in a perpendicular direction (⊥) panels H and Θ showed the best while B, Δ and E had the worst quality. After a wet cycling test panels Θ, E and H achieved the best values of bending strength (MOE) while panels Z and A had the worst. As far as screw holding strength is concerned the best quality was achieved by panels Δ and H and the worst by Θ, B and Z.

According to the values of hygroscopic properties presented in Table 2, the best quality (lower values) concerning thickness swelling in water and remaining thickness swelling was achieved by the panels H and Γ and the worst by Δ and A. The values of moisture content and thickness swelling of the eight OSB panels in relation to moisture adsorption and desorption following the respective relative humidity (R.H.) changes at 20°C (from 65%R.H. to 85%R.H. and from 65%R.H. to 30%R.H.) were found to be the lowest for panel H and the highest for panel Δ.

The results of the measurement of the equilibrium moisture contents of the OSB panels after conditioning in three different humidities (namely 30%, 65% and 85%) at

20°C did not show remarkable differences amongst the eight samples (Table 3).

The results of formaldehyde determination with Perforator and Flask methods are shown in Table 4. The Perforator values of formaldehyde content of the panels ranged from 0.2 to 4.6 mg/100g. The corresponding values according to the Flask method ranged from 0.7 to 7.6 mg/1000g. The results indicate that the eight OSB panels can be classified in E₁ formaldehyde class as their perforator values are lower than the marginal value of 8 mg/100g (EN 300). The relatively low formaldehyde content of the tested OSB panels was probably due to the type of resins used as bonding agents, namely urea-melamine-phenolic, phenolic and isocyanate resins, which release little or no formaldehyde. This is in accordance with a relevant study concerning OSB-panels on the German market [1]. The correlation of the formaldehyde values studied between the two methods (Perforator and Flask) was found to be linear with a high correlation coefficient (Figure 4).

Tables 5 and 6 show the property values of the eight OSB panels in comparison to the marginal permitted values set by EN 300 for the four OSB grades. The four OSB grades differ from each other according to their suitability of application as follows: OSB₁: general use in dry environment, OSB₂: load-bearing for use in dry environment, OSB₃: load-bearing for use in humid environment and OSB₄: heavy duty load-bearing for use in humid environment.

From Tables 5 and 6 it is obvious that, with the exception of Δ, all the panels conformed to the requirements defined by the standard for OSB₁ grade. After water immersion for 24 hours, panel Δ showed thickness swelling greater than that required by the standard for OSB₁ grade. It is also obvious that with the exception of Δ and A, all the panels conformed to the requirements defined by the standard for OSB₂ grade. Panels Δ and A showed thickness swelling greater than that required by the standard for OSB₂ grade. The requirements for OSB₃ grade were only satisfied by panels E and Θ. The same panels also satisfied most of the requirements for OSB₄ grade. Panel E failed to conform to the requirement of MOE in parallel direction to the outer layer strands while panel Θ showed thickness swelling greater than that required by the standard for OSB₄ grade.

Charalampos T. Lykidis,

Forester - MSc Wood Technologist, PhD Candidate, Faculty of Forestry and Natural Environment, Section of Harvesting and Technology of Wood Products, Laboratory of Forest Technology, 54124 – Thessaloniki, PO BOX 243, Aristotle University of Thessaloniki.

Athanasios H. Grigoriou,

Professor, Faculty of Forestry and Natural Environment, Section of Harvesting and Technology of Wood Products, Laboratory of Forest Technology, 54124 – Thessaloniki, PO BOX 243, Aristotle University of Thessaloniki.