

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΜΕΡΙΚΩΝ
ΕΝΘΕΜΑΤΩΝ ΛΥΟΜΕΝΩΝ - ΕΚΚΕΝΤΡΩΝ
ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΕΠΙΠΛΩΝ ΣΕ ΜΟΡΙΟΠΛΑΚΑ ΚΑΙ
ΙΝΟΠΛΑΚΑ ΜΕΣΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ (MDF)**

I. ΜΠΑΡΜΠΟΥΤΗΣ, B. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
e-mail: jbarb@for.auth.gr e-mail: vass@for.auth.gr
Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ.,
Εργαστήριο Δασικής Τεχνολογίας

**A STUDY OF THE HOLDING STRENGTH OF SOME
INSERT FITTINGS USED IN THE READY-TO-
ASSEMBLE FURNITURE JOINTS IN
PARTICLEBOARD AND MDF**

I. BARBOUTIS B. VASSILIOU
e-mail: jbarb@for.auth.gr e-mail: vass@for.auth.gr
Aristotle University, Department of Forestry and Natural Environment,
Laboratory of Wood Products Technology

Περίληψη

Στην κατασκευή των συνδέσεων των λυόμενων επίπλων χρησιμοποιούνται πολλοί τύποι ενθεμάτων (πίροι βιδωτοί, υποδοχές πλαστικές - μεταλλικές, φεράμια πλαστικά - μεταλλικά), για να συνδέσουν κυρίως μοριοπλάκα και ινοπλάκα μέσης πυκνότητας. Στην εργασία αυτή μελετήθηκε η αντοχή συγκράτησης κάθετα στην επιφάνεια των ξυλοπλακών, δλων των ενθεμάτων για λυόμενες - έκκεντρες συνδέσεις που προσφέρονται από μία εταιρία κατασκευής εξαρτημάτων επιπλοποιίας (HETTICH, GERMANY). Διαπιστώθηκε ότι η μέση αντοχή συγκράτησης των βιδωτών πίρων είναι μεγαλύτερη από τη μέση αντοχή συγκράτησης των φεραμιών (κατά 118,2% στη μοριοπλάκα και 62% στην ινοπλάκα) και δίνονται οι τύποι ενθεμάτων πίρων και φεραμιών με τις μεγαλύτερες και τις μικρότερες μέσες αντοχές συγκράτησης στη μοριοπλάκα και στην ινοπλάκα μέσης πυκνότητας.

Λέξεις κλειδιά: αντοχή συγκράτησης, ενθέματα (πίροι, φεράμια), λυόμενες συνδέσεις, επιπλοποιία, μοριοπλάκα, ινοπλάκα (MDF).

Abstract

Many insert fittings (screws, sockets plastic - metallic, cam fittings plastic - metallic) are commonly used in ready-to-assemble cabinet furniture joints to connect particleboard and MDF. In this research, the face holding strength of all the insert fittings which are offered for this kind of joints by one manufacturer (Hettich, Germany), are studied.

It was found that the mean holding strength of the screws was higher than the mean strength of the cam fittings (by 118,2% in particleboard and by 62,0% in MDF).

Finally, the screw and cam fittings types which gave the higher and the lower strength values are given.

Key words: ready-to-assemble furniture, eccentric joints, insert fittings, holding strength, particleboard, MDF.

Εισαγωγή

Η συνεχής αύξηση της χρησιμοποίησης μοριοπλακών και ινοπλακών μέσης πυκνότητας (MDF) στην κατασκευή των επίπλων αποτελεί μία από τις σημαντικότερες αλλαγές που διαπιστώνονται τα τελευταία χρόνια στο χώρο της επιπλοποιίας. Αυτό παρατηρείται κυρίως, στον τομέα της μεγάλης κλίμακας, χαμηλού κόστους, επιπλοποιίας όπου τη θέση του συμπαγούς (μασίφ) ξύλου κατακτούν οι μοριοπλάκες και οι ινοπλάκες (MDF) (Uysal 2003). Υποστηρίζεται ότι, σήμερα περισσότερο από το 90% της βιομηχανίας συνολικά των επίπλων στην Ευρώπη βασίζεται στις ξυλοπλάκες και ιδιαίτερα στις μοριοπλάκες και το MDF (BioMatNet 2003).

Είναι γνωστό, ότι η διάρκεια ζωής των επίπλων εξαρτάται κυρίως από την αντοχή των συνδέσεών τους. Ο τρόπος κατασκευής των συνδέσεων των λυδμενών επίπλων με ενθέματα (βιδωτούς πίρους και φεράμια) και η αντοχή συγκράτησής τους προσδιορίζουν σε μεγάλο βαθμό την αντοχή και τη στερεότητα κατασκευής τους. Πολλοί ερευνητές μελέτησαν την επίδραση των παραγόντων που επηρεάζουν τη μηχανική αντοχή των σταθερών συνδέσμων των επίπλων με διάφορα ενθέματα (Smardzewski 2002, Eckelman 1975, Rabiej 1993, Ho Chia-Lin 1994). Η αντοχή συγκράτησης διάφορων τύπων ενθεμάτων (ξυλόβιδες, καβύλιες, κ.λπ.), που χρησιμοποιούνται στις σταθερές συνδέσεις, μελετήθηκε από τους: Eckelman and Cassens (1984) σε πέντε (5) είδη ξύλων, Cassens and Eckelman (1985) σε μοριοπλάκα, MDF και OSB, Erdel and Eckelman (2001) σε μοριοπλάκα και OSB, Örs et al (1998) σε μοριοπλάκα, MDF, Werzalit και ξύλο οξιάς, από τους Uysal and Ozcifci (2003) σε μοριοπλάκα και MDF και από τους Rabiej et al (1993) σε μοριοπλάκα.

Ο Eckelman (1975) βρήκε ότι η πυκνότητα και οι μηχανικές ιδιότητες των πρώτων υλών που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή των επίπλων καθορίζουν και περιορίζουν την αντοχή των συνδέσεων και πρότεινε εξισώσεις για την εκτίμηση της αντοχής συγκράτησης διάφορων ενθεμάτων (ξυλόβιδων).

Οι έκκεντρες συνδέσεις με βιδωτούς πίρους και φεράμια αν και αποτελούν σχετικά νέα τεχνολογία στη συνδεσμολογία των λυδμενών επίπλων έχουν ήδη κατακτήσει ένα μεγάλο μερίδιο της ευρωπαϊκής αγοράς κατασκευής επίπλων. Την αντοχή των συνδέσεων των λυδμενών επίπλων μελέτησαν ελάχιστοι ερευνητές. Οι Smardzewski και Prekrad (2002) μελέτησαν την κατανομή των τάσεων σε μερικούς τύπους λυδμενών συνδέσεων. Οι Cernok et al (2002), ο Jivkov (2002), οι Mihailova et al (2004) και οι Jivkov et al (2004) μελέτησαν τη μηχανική αντοχή σε κάμψη και εφελκυσμό μερικών λυδμενών συνδέσεων επίπλων. Την αντοχή συγκράτησης μερικών τύπων ενθεμάτων δύο (2) κατασκευαστών, που χρησιμοποιούνται στα λυδμενά έπιπλα, μελέτησαν οι Vassiliou and Barboutis (2004) σε μοριοπλάκα και ινοπλάκα (MDF). Διαπιστώθηκε ότι η αντοχή συγκράτησης των πίρων χωρίς υποδοχή (ούπα) συσχετίζεται με την πυκνότητα της ξυλοπλάκας και αυξάνει όσο αυξάνεται η πυκνότητα. Βρέθηκε ότι η αντοχή συγκράτησης των διαφόρων τύπων ενθεμάτων διαφέρει σημαντικά από τύπο σε τύπο και από κατασκευαστή σε κατασκευαστή. Ειδικότερα, βρέθηκε ότι οι πίροι χωρίς υποδοχές έδωσαν μεγαλύτερη αντοχή συγκράτησης από τα φεράμια (μέχρι και διπλάσια), ενώ οι πλαστικές υποδοχές όταν χρησιμοποιούνται βελτιώνουν ελαφρώς την αντοχή συγκράτησης (κατασκευαστής A), όταν έχουν το κατάλληλο μήκος και είναι κατασκευασμένες με καλής ποιότητας υλικό, αλλά και μειώνουν σημαντικά την αντοχή (κατασκευαστής B), όταν έχουν μικρότερο μήκος από τον πίρο και το υλικό τους δεν είναι καλής ποιότητας.

Σήμερα, στην αγορά πρώτων υλών επιπλοποιίας προσφέρονται πάρα πολλά ενθέματα διάφορων τύπων και υλικών, με διάφορα εμπορικά ονόματα, από πολλούς επώνυμους κατασκευαστές αλλά και περισσότερα από ανώνυμους κατασκευαστές, τα

οποία συνήθως αποτελούν κακές απομιμήσεις των επωνύμων. Έτοι, η επιλογή εκ μέρους των κατασκευαστών των επίπλων των ενθεμάτων που εξασφαλίζουν τη μεγαλύτερη αντοχή συγκράτησης γίνεται περίπλοκη και ιδιαίτερα δυσχερής.

Συνεπώς, η μελέτη της αντοχής συγκράτησης όλων των τύπων ενθεμάτων και η κατανόηση παραγόντων που επηρεάζουν την αντοχή των συνδέσεων, που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή των λυδμενών επίπλων μπορεί να αξιοποιηθεί αφενός στη μεταξύ τους αξιολόγηση και αφετέρου στη βελτίωση των συνδέσεων των λυδμενών επίπλων που παράγονται από την επιπλοβιομηχανία.

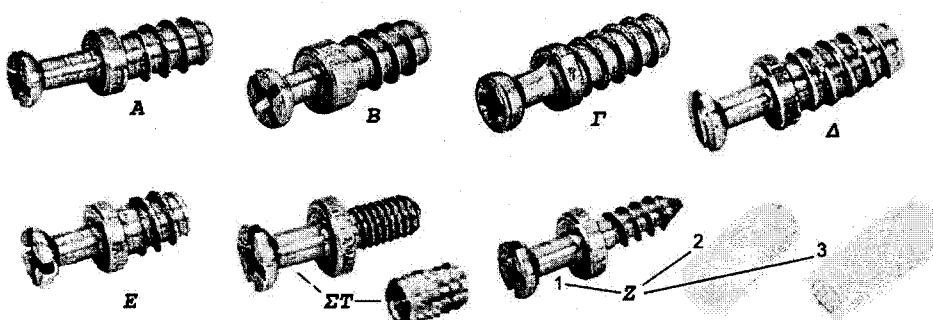
Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να μελετηθεί η αντοχή συγκράτησης όλων των τύπων ενθεμάτων που προσφέρει μια μεγάλη και επώνυμη εταιρία κατασκευής υλικών επιπλοποιίας, σε ινοπλάκα μέσης πυκνότητας (MDF) και μοριοπλάκα, πάχους 16 mm και ενδιάμεσης πυκνότητας, καθώς αυτές οι ξυλοπλάκες χρησιμοποιούνται κυρίως στην κατασκευή των λυδμενών επίπλων σήμερα.

Υλικό και Μέθοδοι

Στην εργασία αυτή μελετήθηκε η αντοχή συγκράτησης όλων των διαθέσιμων ενθεμάτων (βιδωτών πίρων και φεραμιών) για την κατασκευή έκκεντρων συνδέσεων επίπλων, μιας κατασκευάστριας εταιρίας (HETTICH, GERMANY), σε μοριοπλάκα και ινοπλάκα μέσης πυκνότητας (MDF), πάχους 16 mm.

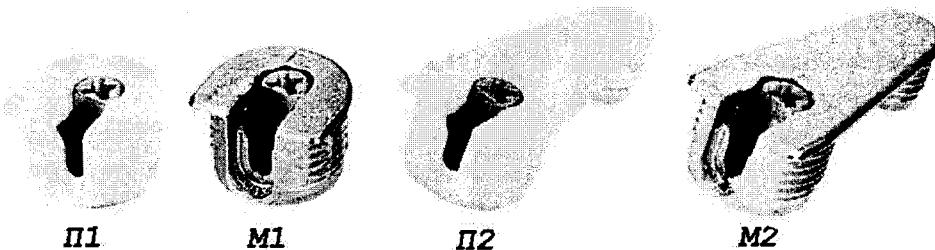
Η μέση πυκνότητα της μοριοπλάκας ήταν $0,634 \text{ g/cm}^3$ και η εσωτερική αντοχή της $0,58 \text{ N/mm}^2$. Η μέση πυκνότητα της ινοπλάκας ήταν $0,680 \text{ g/cm}^3$ και η εσωτερική αντοχή της $0,59 \text{ N/mm}^2$. Οι ιδιότητες των ξυλοπλακών πληρούσαν τις απαιτήσεις της προδιαγραφής EN 312-3:1996 ως προς τις ελάχιστες τιμές των χαρακτηριστικών τους.

Η προμήθεια των ενθεμάτων (βιδωτών πίρων, υποδοχών πλαστικών και μεταλλικών, φεραμιών μονών και διπλών, πλαστικών και μεταλλικών) έγινε από την κατασκευάστρια εταιρία μέσω του εμπορίου (Εικόνες 1 και 2). Τα πλήρη τεχνικά χαρακτηριστικά των ενθεμάτων δίνονται στον Πίνακα 1.



Εικόνα 1. Τα ενθέματα (πίροι και υποδοχές) που μελετήθηκαν.

Figure 1. The insert fittings (screws and sockets) used in the study.



Εικόνα 2. Τα ενθέματα (φεράμια) που μελετήθηκαν.

Figure 2. The cam fittings used in the study.

Πίνακας 1

Περιγραφή των ενθεμάτων (πίρων - φεραμιών) που μελετήθηκαν

Table 1

Description of the insert fittings (screws-can fittings) used in the study

Χαρακτηριστικό Characteristic	Τύπος ενθέματος / Insert fitting item								
	ΠΙΡΟΙ ΚΑΙ ΥΠΟΔΟΧΕΣ - SCREWS AND SOCKETS						Ζ		
	A	B	Γ	Δ	E	Στ	1	2	3
Διάμετρος οπής Hole diameter (mm)	5	5	5	5	5	5	3	5	5
Μήκος οπής Hole length (mm)	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Υλικό πίρουν Screw material	ατσάλι	ατσάλι	τσίγκος	ατσάλι	ατσάλι	ατσάλι	ατσάλι	ατσάλι	ατσάλι
Διάμετρος πίρουν Screw diameter (mm)	5	5	5	5	5	4	3	3	3
Μήκος σπειρώματος Thread length mm)	11	11	12	12	7,8	7,8	11	11	11
Χρήση υποδοχής Socket use	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι	Ναι	Ναι
Υλικό υποδοχής Socket material	-	-	-	-	-	ορείχαλκος	-	πλαστικό	πλαστικό
Διάμετρος υποδοχής Socket diameter (mm)	-	-	-	-	-	5	-	5	5
Μήκος υποδοχής Socket length (mm)	-	-	-	-	-	7,8	-	13	13
ΦΕΡΑΜΙΑ - CAM FITTINGS									
	P1	M1	P2	M2					
Υλικό φεραμιού Cam fitting material	Πλαστικό	μεταλλικό	πλαστικό	Μεταλλικό					
Μεγάλη διάμετρος φερ F. large diameter (mm)	20	20	20	20					
Μεγάλο ύψος φεραμιού F. large height (mm)	12,5	12,5	12,5	12,5					
Μικρή διάμετρος φερ F. small diameter (mm)	-	-	10	10					
Μικρό ύψος φεραμιού F. small height (mm)	-	-	10,5	10,5					

Διαμορφώθηκαν 20 δοκίμια για κάθε είδος ενθέματος, δηλαδή συνολικά 260 δοκίμια (20 επαναλήψεις x 13 είδη ενθεμάτων), διαστάσεων 5 cm x 5 cm. Στο κέντρο

κάθε δοκιμίου διαμορφώθηκε οπή, με κατεύθυνση κάθετα στην επιφάνειά του, με τη βοήθεια ηλεκτρικού δράπανου και προσαρμόστηκαν τα ενθέματα αντίστοιχα με βίδωμα ή χτύπημα, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Πριν τη διάτρηση και την προσαρμογή των ενθεμάτων τα δοκίμια κλιματίστηκαν μέχρι να αποκτήσουν σταθερό βάρος σε θερμοκρασία 20°C και σχετική υγρασία 60 %, συνθήκες που αντιστοιχούν σε περιεχόμενη υγρασία περί το 10 %.

Ο προσδιορισμός της δύναμης εξαγωγής των ενθεμάτων έγινε σε μηχανή αντοχής (SHIMATZU), σύμφωνα με την ευρωπαϊκή προδιαγραφή EN 13446:2002. Η ταχύτητα διεξαγωγής των δοκιμών επιλέχθηκε έτσι ώστε σε όλες τις μετρήσεις το μέγιστο φορτίο εξαγωγής των ενθεμάτων να εμφανίζεται εντός $60 \pm 30 \text{ sec}$.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων της αντοχής συγκράτησης εκφράζονται σε Newtons (N), ώστε να συγκρίνονται οι μέγιστες τιμές των πραγματικών φορτίων εξαγωγής ενθεμάτων διαφορετικών υλικών (πλαστικό, μέταλλο) και τρόπων εφαρμογής (βίδωμα, χτύπημα).

Αποτελέσματα και συζήτηση

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων της αντοχής συγκράτησης όλων των ενθεμάτων που μελετήθηκαν, κάθετα προς την επιφάνεια της μοριοπλάκας και ινοπλάκας (MDF) δίνονται στον πίνακα 2.

Γενικά, διαπιστώνεται η υπεροχή της αντοχής συγκράτησης όλων σχεδόν των τύπων πίρων απέναντι στην αντοχή συγκράτησης όλων των τύπων φεραμιών και στη μοριοπλάκα και στην ινοπλάκα (MDF). Η μέση αντοχή συγκράτησης όλων των τύπων πίρων στη μοριοπλάκα ήταν 665,1 N (τυπ. απόκλιση 129,2) και στην ινοπλάκα 692,8 N (τυπ. απόκλιση 157,4). Αντιστοίχως, η μέση αντοχή συγκράτησης όλων των τύπων φεραμιών ήταν 306,7 N (τυπ. απόκλιση 76,3) στη μοριοπλάκα και 425,7 N (τυπ. απόκλιση 71,0) στην ινοπλάκα. Διαπιστώνεται δηλαδή, ότι η μέση αντοχή συγκράτησης όλων των τύπων πίρων ήταν σημαντικά μεγαλύτερη από τη μέση αντοχή συγκράτησης όλων των τύπων φεραμιών και στη μοριοπλάκα (υπερδιπλάσια, 118,2% μεγαλύτερη) και στην ινοπλάκα (62,0% μεγαλύτερη).

Οι μεγαλύτερες τιμές αντοχής και των πίρων και των φεραμιών που διαπιστώνονται στην ινοπλάκα σε σχέση με τη μοριοπλάκα αποδίδονται κυρίως στην επίδραση της μεγαλύτερης μέσης πυκνότητας της ινοπλάκας ($0,680 \text{ g/cm}^3$ και $0,634 \text{ g/cm}^3$, αντιστοίχως).

Ειδικότερα, από τα αποτελέσματα των μετρήσεων προκύπτουν τα εξής για την αντοχή συγκράτησης των πίρων (Εικόνα 3):

Η μέση αντοχή συγκράτησης των πίρων στη μοριοπλάκα κυμάνθηκε από 487,2 N στον πίρο χωρίς υποδοχή (Z1) μέχρι 817,5 N στον πίρο με πλαστική υποδοχή (Z3). Αντιστοίχως, η μέση αντοχή συγκράτησης των πίρων στην ινοπλάκα κυμάνθηκε από 427,9 N στον πίρο με μεταλλική υποδοχή (Στ), μέχρι 854,6 N στον πίρο χωρίς υποδοχή (B).

Πίνακας 2

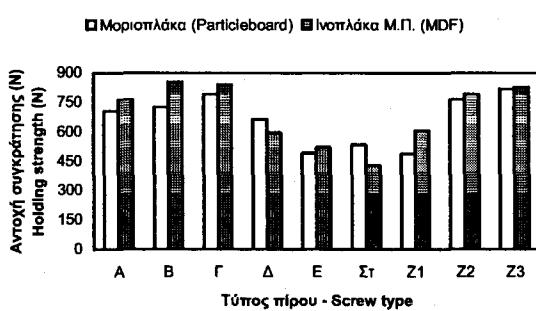
Table 2

Αντοχή συγκράτησης των ενθεμάτων σε μοριοπλάκα και ινοπλάκα (MDF)

Insert fittings holding strength in particleboard and MDF

Τύπος ενθέματος Insert fitting item	Είδος ξυλοπλάκας / Panel type				
	Μοριοπλάκα / Particleboard		Ινοπλάκα Μ.Π. / MDF		
	Αντοχή Strength (N)	Τυπ. Απόκλιση S.D.	Αντοχή Strength (N)	Τυπ. Απόκλιση S.D.	
ΠΙΡΟΙ ΚΑΙ ΥΠΟΔΟΧΕΣ – SCREWS AND SOCKETS					
A	Πίρος / screw	708,4*	82,5	764,3*	31,6
B	#	726,5	26,1	854,6	47,7
Γ	#	790,7	87,3	840,8	61,2
Δ	#	665,6	53,0	596,6	37,4
E	#	491,7	31,9	518,8	45,0
Στ	πίρος + μεταλλική υποδοχή screw + metallic socket	533,5	51,8	427,9	49,9
Z1	πίρος screw	487,2	26,7	610,1	37,6
Z2	πίρος + πλαστική υποδοχή screw + plastic socket	764,9	57,9	792,8	47,9
Z3	#	817,5	47,4	828,9	43,2
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ/MEAN VALUES		665,1	-	692,8	-
ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ / S.D.		129,2	-	157,4	-
ΦΕΡΑΜΙΑ – CAM FITTINGS					
P1	φεράμι πλαστικό μονό cam fitting plastic single	251,3	32,3	361,0	33,9
M1	φεράμι μεταλλικό μονό cam fitting metallic single	262,2	63,0	441,3	55,7
P2	φεράμι πλαστικό διπλό cam fitting plastic double	295,7	49,1	381,2	29,6
M2	φεράμι μεταλλικό διπλό cam fitting metallic double	417,7	66,5	519,1	52,3
ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ/MEAN VALUES		306,7	-	425,7	-
ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ / S.D.		76,3	-	71,0	-

*Μέσοι όροι 20 δειγμάτων (N). *Means of 20 samples (N).



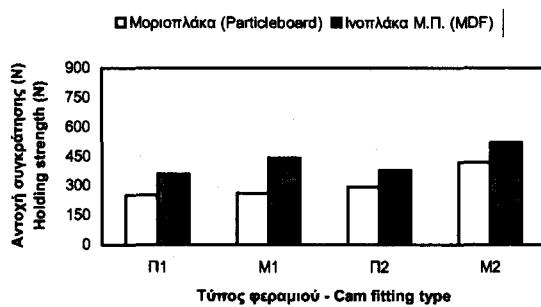
Εικόνα 3. Αντοχή συγκράτησης πίρων σε μοριοπλάκα και ινοπλάκα.

Figure 3. Holding strength of the screws in particleboard and MDF.

Πιο συγκεκριμένα, τις μεγαλύτερες τιμές μέσης αντοχής και στη μοριοπλάκα και στην ινοπλάκα έδωσαν οι πίροι Α, Β, Γ, διαμέτρου 5 mm, χωρίς υποδοχές καθώς και οι πίροι Z2, Z3, διαμέτρου 3 mm, με πλαστικές υποδοχές μήκους 13 mm. Αντιστοίχως, τις μικρότερες τιμές μέσης αντοχής και στη μοριοπλάκα και στην ινοπλάκα έδωσαν οι πίροι Δ, Ε, διαμέτρου 5 mm, χωρίς υποδοχές, Z1, διαμέτρου 3 mm, χωρίς υποδοχή και ο πίρος Στ, διαμέτρου 5 mm, με μεταλλική υποδοχή.

Ως προς την αντοχή συγκράτησης των φεραμιών προκύπτουν τα εξής (Εικόνα 4):

Η μέση αντοχή κυμάνθηκε από 251,3 N μέχρι 417,7 N στη μοριοπλάκα και από 361,0 N μέχρι 519,1 N στην ινοπλάκα. Διαπιστώνεται, ότι τα μεταλλικά φεράμια έδωσαν τις μεγαλύτερες μέσες τιμές αντοχής σε σχέση με τα πλαστικά φεράμια, καθώς και ότι τα διπλά φεράμια έδωσαν μεγαλύτερες μέσες τιμές αντοχής σε σχέση με τα μονά φεράμια, ειδικότερα τα μεταλλικά σε σχέση με τα πλαστικά φεράμια.



Εικόνα 4. Αντοχή συγκράτησης φεραμιών σε μοριοπλάκα και ινοπλάκα.

Figure 4. Holding strength of the cam fittings in particleboard and MDF.

Ειδικότερα, διαπιστώνεται ότι στη μοριοπλάκα τις μικρότερες τιμές αντοχής έδωσαν τα μονά φεράμια, 251,3 N το πλαστικό μονό και 262,2 N το μεταλλικό μονό, και τις μεγαλύτερες τιμές αντοχής τα διπλά φεράμια, 295,7 N το διπλό πλαστικό και 417,7 N το διπλό μεταλλικό. Αντιστοίχως, στην ινοπλάκα τις μικρότερες τιμές αντοχής έδωσαν τα πλαστικά φεράμια, 361,0 N το μονό πλαστικό και 381,2 N το διπλό πλαστικό, ενώ τα μεταλλικά φεράμια έδωσαν μεγαλύτερες τιμές από τα πλαστικά, 441,3 N στο μονό μεταλλικό και 519,1 N στο διπλό μεταλλικό φεράμι.

Ιδιαίτερα, επισημαίνονται οι μεγαλύτερες τιμές αντοχής όλων των τύπων φεραμιών στην ινοπλάκα σε σχέση με την μοριοπλάκα, γεγονός που αποδίδεται αφενός στην επίδραση της μεγαλύτερης πυκνότητας της ινοπλάκας ($0,680 \text{ g/cm}^3$) σε σχέση με την μοριοπλάκα ($0,634 \text{ g/cm}^3$) και αφετέρου στην καλύτερη πρόσφυση των φεραμιών στην ινοπλάκα.

Συμπεράσματα

- Για την κατασκευή των λυόμενων - έκκεντρων συνδέσεων των επίπλων προσφέρονται από μία μόνον εταιρία πολλοί τύποι ενθεμάτων (9 βιδωτοί πίροι και 4 φεράμια).

- Η αντοχή συγκράτησης των πίρων είναι μεγαλύτερη από την αντοχή συγκράτησης των φεραμιών (118,2% στη μοριοπλάκα και 62,0% στην ινοπλάκα).
- Τις μεγαλύτερες μέσες αντοχές συγκράτησης και στη μοριοπλάκα και στην ινοπλάκα έδωσαν οι πίροι Α, Β, Γ, χωρίς υποδοχές και οι πίροι Z2, Z3, με πλαστικές υποδοχές.
- Τις μικρότερες μέσες αντοχές συγκράτησης και στη μοριοπλάκα και στην ινοπλάκα έδωσαν οι πίροι Δ, Ε και Z1, χωρίς υποδοχές και ο πίρος Στ με μεταλλική υποδοχή.
- Τα διπλά μεταλλικά φεράμια (Μ2) έδωσαν τη μεγαλύτερη μέση αντοχή συγκράτησης και στη μοριοπλάκα και στην ινοπλάκα, ενώ τα μονά πλαστικά φεράμια (Π1) έδωσαν τη μικρότερη μέση αντοχή και στη μοριοπλάκα και στην ινοπλάκα.
- Όλοι οι τύποι φεραμιών έδωσαν σημαντικά μεγαλύτερες τιμές αντοχής στην ινοπλάκα και μικρότερες στην μοριοπλάκα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- BioMatNet 2003. High added-value composite panels through recycling of waste lignocellulosic meterials. Project QLK5-1999-01221. Final Report.
- Cassens, D.L. and C.A.Eckelman. 1985. Face holding strength of threaded metal inserts in reconstituted wood products. Forest Products Journal. Vol. 35(3): 18-22.
- Cernok,A., Joscak, P. and M. Litvin. 2002. Bending strength of some demountable joints of storage furniture. NABYTOK 2002 (CD-ROM): Technicka univerzita. ISBN 80-228-1193-9.
- Eckelman, C.A. 1975. Screwholding performance in Hardwoods and Particleboard. Forest Products Journal. Vol. 25(6): 30-36.
- Eckelman, C.A. and D.L.Cassens. 1984. Holding strength of metal inserts in wood. Forest Products Journal. Vol. 34(6): 21-25.
- Erdel, Y.Z. and C.A. Eckelman. 2001. Withdrawal strength of dowels in plywood and oriented strand board. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. Vol. 25: 319-327.
- Ho, Chia-Lin. and C.A. Eckelman. 1994. The use and performance tests in evaluating joint and fastener strength in case furniture. Forest Products Journal. Vol. 44(9): 47-53.
- Jivkov, V. 2002. Influence of edge banding on bending strength of end corner joints from 18 mm particleboard. NABYTOK 2002 (CD-ROM): Technicka univerzita. ISBN 80-228-1193-9.
- Jivkov, V., Marinova, A. and B. Kyuchokov. 2004. Ultimate bending strength under arm opening test of some corner joints from OSB. Proceedings 5th International Furniture Symposium. October 21st - 23rd, Zvolen, Slovakia.

- Mihailova, J., G. Kyuchukov and N. Yosifov. 2002. Comparative data and norms for resistance during removing screws from furniture boards. NABYTOK 2002 (CD-ROM): Technicka univerzita. ISBN 80-228-1193-9.
- Örs, Y., Özen, R. and S. Doganay. 1998. Screw holding ability (strength) of wood material used in furniture manufacture. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. Vol. 22: 29-34.
- Rabiej, R.J. 1993. Factors affecting the load-bearing capacity of MOD-EEZ connectors. Forest Products Journal. Vol. 43(9): 49-57.
- Smardzewski, J. and S. Prekrad. 2002. Stress distribution in disconnected furniture joints. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities. Wood Technology. Vol. 5(2).
- Uysal, B. and A. Ozcifci. 2003. Effects of dowels produced from various materials on withdrawal strength in MDF and particleboard. Journal of Applied Polymer Science. Vol. 88: 531-535.
- Vassiliou, V. and J. Barboutis. 2004. Holding strength of insert fittings of the eccentric joints in particleboard and MDF. Proceedings 5th International Furniture Symposium. October 21st - 23rd, Zvolen, Slovakia.