

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Tomo ŽULIČ

**PRIMERJAVA MEHANSKIH LASTNOSTI
OBODNE KOTNE VEZI Z RAZSTAVLJIVO
VEZJO IN S SPOJNIM OKOVJEM**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2009

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Tomo ŽULIČ

**PRIMERJAVA MEHANSKIH LASTNOSTI OBODNE
KOTNE VEZI Z RAZSTAVLJIVO VEZJO IN S
SPOJNIM OKOVJEM**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

**COMPARISON OF MECHANICAL PROPERTIES OF CORNER
JOINTS TO DISMANTLING JOINT AND JOINT MOUNTINGS**

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2009

Diplomsko delo je zaključek visokošolskega strokovnega študija lesarstva. Opravljeno je bilo na Katedri za lepljenje, lesne kompozite in obdelavo površin Oddelka za lesarstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Senat Oddelka za lesarstvo je za mentorico diplomskega dela imenoval doc. dr. Jasno Hrovatin, za recenzenta izr. prof. dr. Milana Šerneka.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo

Član:

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo

Član:

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Tomo Žulič

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Vs
DK	UDK 630*824.1/.7
KG	mehanske lastnosti/razstavljive vezi/okovje/bukev (<i>Fagus silvatica</i> L.)/lesne vezi
AV	ŽULIČ, Tomo
SA	HROVATIN, Jasna (mentorica)/ŠERNEK, Milan (recenzent)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo
LI	2009
IN	PRIMERJAVA MEHANSKIH LASTNOSTI OBODNE KOTNE VEZI Z RAZSTAVLJIVO VEZJO IN S SPOJNIM OKOVJEM
TD	Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)
OP	VIII, 46 str., 5 pregl., 37 sl., 15 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Skušali smo ugotoviti razlike med mehanskimi lastnostmi obodnih kotnih vezi z razstavljivo lesno vezjo in vezmi s spojnim okovjem. Poizkuse smo izvedli z iverno ploščo oplemeniteno z bukovim furnirjem in masivnim bukovim lesom. Za okovje smo uporabili, vijake s prečno matico, in sicer v leseni in kovinski izvedbi ter kovinske izsrednike. Uporabili smo 18 mm debele preizkušance iz iverne plošče in bukovine, najpogostejše uporabljene pri obodnih kotnih vezeh. Od vseh vrst okovja smo najboljše rezultate dosegli z vijakom s kovinsko prečno matico v bukovem lesu. Vendar pa so poškodbe okovja najbolj izrazite prav pri teh spojih. Lesen vijak z leseno prečno matico ni bil bistveno slabši od prej omenjenega kovinskega okovja, kar je nasprotno od predvidevanj. Pričakovali smo, da se bo lesena prečna matica bistveno prej uničila in poškodovala. V resnici pa je vzdržala sicer manjše obremenitve, ni pa prišlo do poškodbe okovja. Izsrednik je vzdržal približno enake obremenitve kot vijak z leseno prečno matico.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Vs
DC UDC 630*824.1/.7
CX periphery corner bonds/mechanical properties/beechnwood/wooden bonds
(*Fagus silvatica* L.)
AU ŽULIČ, Tomo
AA HROVATIN, Jasna (supervisor)/ŠERNEK, Milan (co-advisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Wood Science
and Technology
PY 2009
TI COMPARISON OF MECHANICAL PROPERTIES OF CORNER JOINTS TO
DISMANTLING JOINT AND JOINT MOUNTINGS
DT Graduation Thesis (Higher professional studies)
NO VIII, 46 p., 5 tab., 37 fig., 15 ref.
LA sl
AL sl/en
AB We tried to find out the differences among mechanical properties of corner joints to
dismantling wooden joints and joint mountings. We made some experiments with
particleboards implemented with beech veneer and massive beech wood. Joints
used were metal eccentric cams and screws with transverse nuts; made of wood or
metal. 18 mm thick particleboard and beech wood testers, most used in production
with periphery corner bonds, were prepared. The best results were attained using
screws with metal transverse nuts inserted in beech wood. The damage of
mountings was the biggest with these joints. Contrary to expectations, wooden
screws with wooden transverse nuts do not have fundamentally worse results from
metal screws with metal transverse nuts. It was expected that the wooden transverse
nuts would be ruined or damaged earlier. They bore less burdening, however the
joints were not damaged. Eccentric cams bore approximately the same burdening as
screws with wooden transverse nuts.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key words documentacion (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VI
Kazalo slik	VII
1 UVOD	1
1.1 CILJI NALOGE	1
1.2 DELAVNE HIPOTEZE	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 KOTNE VEZI	10
2.1.1 Obodne kotne vezi	10
2.1.1.1 Neposredne obodne kotne lesne vezi	11
2.1.1.2 Posredne obodne kotne lesne vezi	13
2.1.1.3 Obodne kotne vezi s spojnim okovjem	13
2.1.1.4 Obodne kotne vezi z veznimi elementi	15
2.2 PLOSKOVNA TVORIVA IZ PREDELANEGA LESA	15
2.3 MASIVNI LES	16
2.4 vgrAJEVANJE OKOVJA	16
2.5 TRDNOST OBODOV OMAR	17
2.6 NAČINI PREIZKUŠANJA	17
2.6.1 Postopek testiranja po metodi ISO 7171	17
3 MATERIALI IN METODE	18
3.1 MATERIAL OBODNE KOTNE VEZI	18
3.2 METODE DELA	20
3.2.1 Kontrola kakovosti elementov	20
3.2.1.1 Orientiranost in tekstura	20
3.2.1.2 Ugotavljanje in ocenjevanje napak	20
3.2.2 Potek dela	20
4 REZULTATI	22
4.1 TABELARNA PREDSTAVITEV REZULTATOV	22
4.2 POŠKODBE	30
4.2.1 Poškodbe na preizkušancih iz iverne plošče	30
4.2.1.1 Preizkušanci z lesenimi vijaki s prečno matico	30
4.2.1.2 Preizkušanec z izsredniki	31
4.2.1.3 Preizkušanci s kovinskim vijakom s prečno matico	32
4.2.2 Poškodbe pri preizkušancih iz masivnega lesa	33
4.2.2.1 Preizkušanci z lesenimi vijaki s prečno matico	33
4.2.2.2 Preizkušanci z izsredniki v masivnem lesu	33
4.2.2.3 Preizkušanci s kovinskimi vijaki s prečno matico v masivnem lesu	33

5	RAZPRAVA IN SKLEPI.....	34
5.1	Razprava	34
5.2	Sklepi	35
6	POVZETEK.....	36
7	VIRI	37
	ZAHVALA	

KAZALO SLIK

Slika 1: Položaj delovanja sile I. (Tankut, 2004)	2
Slika 2: Položaj delovanja sile II. (Tankut, 2004)	2
Slika 3: Prikaz testnega vzorca in položaj sil (Liu in Eckelman, 1998)	3
Slika 4: Prikaz testiranja omare (Ho in Eckelman, 1994)	4
Slika 5: Prikaz velikosti vzorcev in števila moznikov na posameznih vzorcih $W = 172, 228, 279$, in 355 mm (Zhang in Eckelman, 1993)	5
Slika 6: Prikaz vzorca za testiranje z moznikom (Zhang in Eckelman, 1993)	6
Slika 7: Prikaz obremenitev in delovanja sil (Zhang in Eckelman, 1993)	7
Slika 8: Vzorci in prikaz obremenitev na tlak in nateg (Kasal in sod., 2006)	8
Slika 9: Primeri rogljnih vezi (Rozman, 1997)	11
Slika 10: Nekaj primerov neposrednih kotnih obodnih vezi (Rozman, 1997)	12
Slika 11: Primer moznične vezi (Rozman, 1997)	13
Slika 12: Primeri spojnega okovja (Rozman, 1997)	14
Slika 13: Spoj z žičniki in vijačni spoj z lesnimi vijaki (Rozman, 1997)	15
Slika 14: Pritrjevanje okovja (Rozman, 1997)	16
Slika 15: Prvi z leve izsrednik, drugi vijak s prečno matico in tretji lesen vijak	18
Slika 16: Bukov preizkušanelec	19
Slika 17: Preizkušanelec iz iverne plošče	19
Slika 18: Položaj preizk. pred pričetkom obremenjevanja in razdalja odmika ročice	21
Slika 19: Položaj preizkušanca po razbremenitvi	21
Slika 20: Grafični prikaz sila-deformacija za - kovinski vijak s prečno matico v lesu	24
Slika 21: Izgled porušitve - masivni les s kovinskim vijakom s prečno matico	24
Slika 22: Grafični prikaz sila-deformacija za - kovinski vijak s prečno matico v ip.	25
Slika 23: Izgled porušitve - iverna plošča s kovinskim vijakom s prečno matico	25
Slika 24: Grafični prikaz sila-deformacija za - lesen vijak s prečno matico v lesu	26
Slika 25: Izgled porušitve – masivni les z lesenim vijakom s prečno matico.	26
Slika 26: Grafični prikaz sila-deformacija za - lesen vijak s prečno matico v ip.	27
Slika 27: Izgled porušitve – iverne plošče z lesenim vijakom s prečno matico.	27
Slika 28: Grafični prikaz sila-deformacija za - izsrednik v masivnem lesu	28
Slika 29: Izgled porušitve - izsrednik v masivnem lesu	28
Slika 30: Grafični prikaz sila-deformacija za - izsrednik v iverni plošči	29
Slika 31: Izgled porušitve - izsrednik v iverni plošči	29
Slika 32: Poškodba izvrtine matice lesenega vijaka	30
Slika 33: Pri izvrtini za vijak ni prišlo do poškodb	31
Slika 34: Napaka v predelu kjer je pritrjen steznik	31
Slika 35: Napaka na iverni plošči pri prečni matici	32
Slika 36: Ukrivljenost vijaka	32
Slika 37: Prikaz napake lom po lesu	33

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Količina preizkušancev glede na okovje	19
Preglednica 2:	Rezultati meritev sile v (N)	22
Preglednica 3:	Primerjava sil (N) pri vijaku s prečno matico v lesu in v iverni plošči ...	22
Preglednica 4:	Primerjava sil (N) les. vijaka s prečno matico v lesu in iverni plošči	23
Preglednica 5:	Primerjava sil (N) izsrednika v lesu in iverni plošči	23

1 UVOD

Danes se v lesarstvu za spajanje pohištva uporablja različno okovje. Večinoma se uporablja kovinsko okovje, ki je nadomestilo klasične lesene vezi. Tako se tudi v industriji danes razstavljivo kovinsko spojno okovje pojavlja v večji meri kot razstavljive lesne vezi narejene na klasičen način. Izdelava lesnih vezi je navadno bolj zapletena in dolgotrajna kakor namestitev in uporaba okovja. Kljub temu se nekateri proizvajalci prestižnega masivnega pohištva, ki sledijo filozofiji naravnega in ekološkega, dosledno izogibajo uporabi kakršnega koli kovinskega okovja pri svojem pohištvu. Problem pri uporabi razstavljivega okovja so mehanske lastnosti kotnih vezi pri premikanju med sestavljanjem. Poleg tega pa je potrebno upoštevati dejstvo, da se za izdelavo korpusov, večinoma uporablja iverne plošče, ki so veliko cenejša kakor masivni les.

1.1 CILJI NALOGE

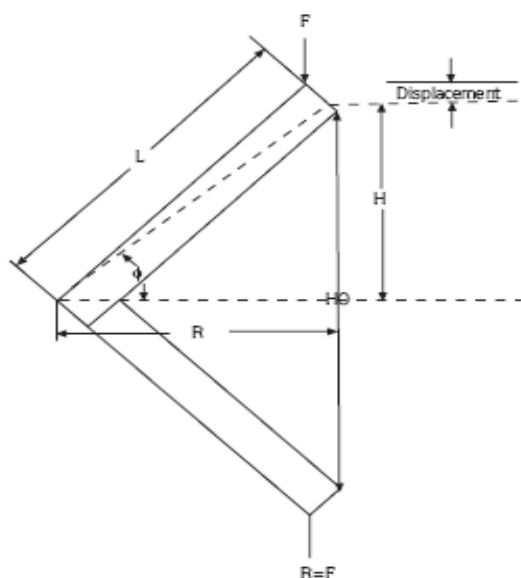
Cilj naloge je ugotoviti razliko med mehanskimi lastnostmi obodnih kotnih vezi, kjer bomo uporabili dve različni vrsti kovinskega okovja (izsrednik in vijak s prečno matico) ter lesen vezni element (vijak z leseno prečno matico). Te tri vezi bomo preizkušali v iverni plošči, ploskovno oblepljeni z bukovim furnirjem ter v plošči iz masivnega bukovega lesa.

1.2 DELAVNE HIPOTEZE

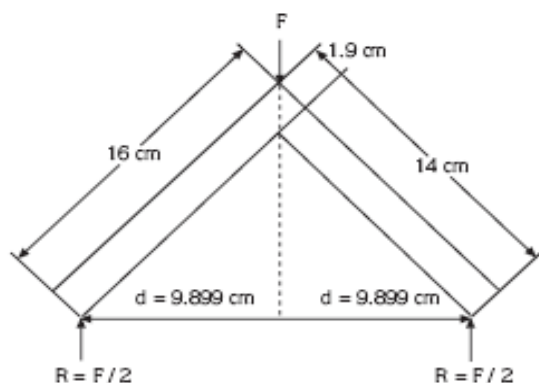
Predvidevamo, da ima razstavljivo kovinsko spojno okovje pri obodni kotni vezi boljše mehanske lastnosti kot spojno okovje, narejeno iz lesa ter, da bomo dobili boljše rezultate pri masivnem lesu.

2 PREGLED OBJAV

Brata Tankut (2004) sta izvedla študijo obodne kotne vezi, z mozniški. Ocenjevala sta deformacije in togost pri obodnih kotnih vezeh. Določila sta dejavnike, ki vplivajo na deformacije in togost: razmak med mozniški, velikost luknje, sestava iverne plošče (IP) in lepilna tehnika. Rezultati so pokazali, da je moznična obodna kotna vez iz iverne plošče močnejša in bolj toga od mozničene obodne kotne vezi MDF plošče (slika 1, slika 2).

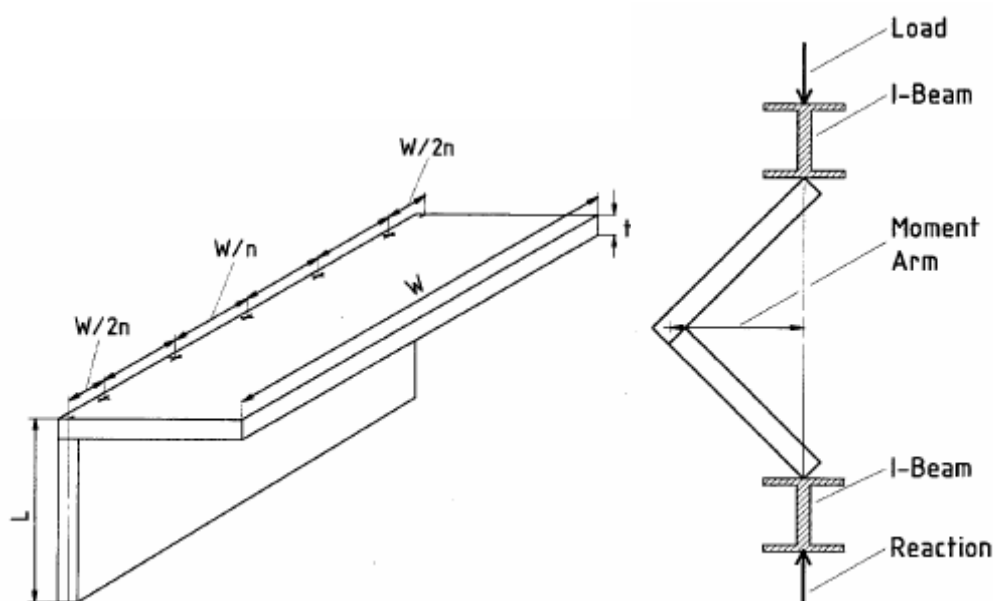


Slika 1: Položaj delovanja sile I. (Tankut, 2004)



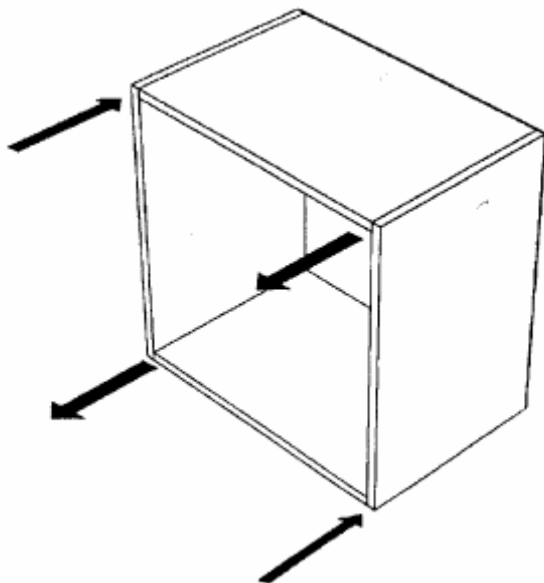
Slika 2: Položaj delovanja sile II. (Tankut, 2004)

Liu in Eckelman (1998) sta preučevala vpliv različnih veznih elementov na upogibno trdnost obodne kotne vezi. V eksperiment so bili vključeni vzorci dimenzij 457x203x19 mm z vijaki dimenzij 7 x 70, 7 x 50, 5 x 50 mm in mozniki $\varnothing$ 8 x 9,5 mm (slika 3). Rezultati so pokazali, da se pri upogibni trdnosti hitro dviguje upogibni moment do območja, ko pride do zloma oziroma preloma. Ugotovila sta, da ima dolžina vijaka večji vpliv na trdnost kot premer vijaka. V primeru moznikov pa sta ugotovila, da se poveča lepilna površina in lahko spoji prekoračijo upogibno trdnost same iverne ali MDF plošče.



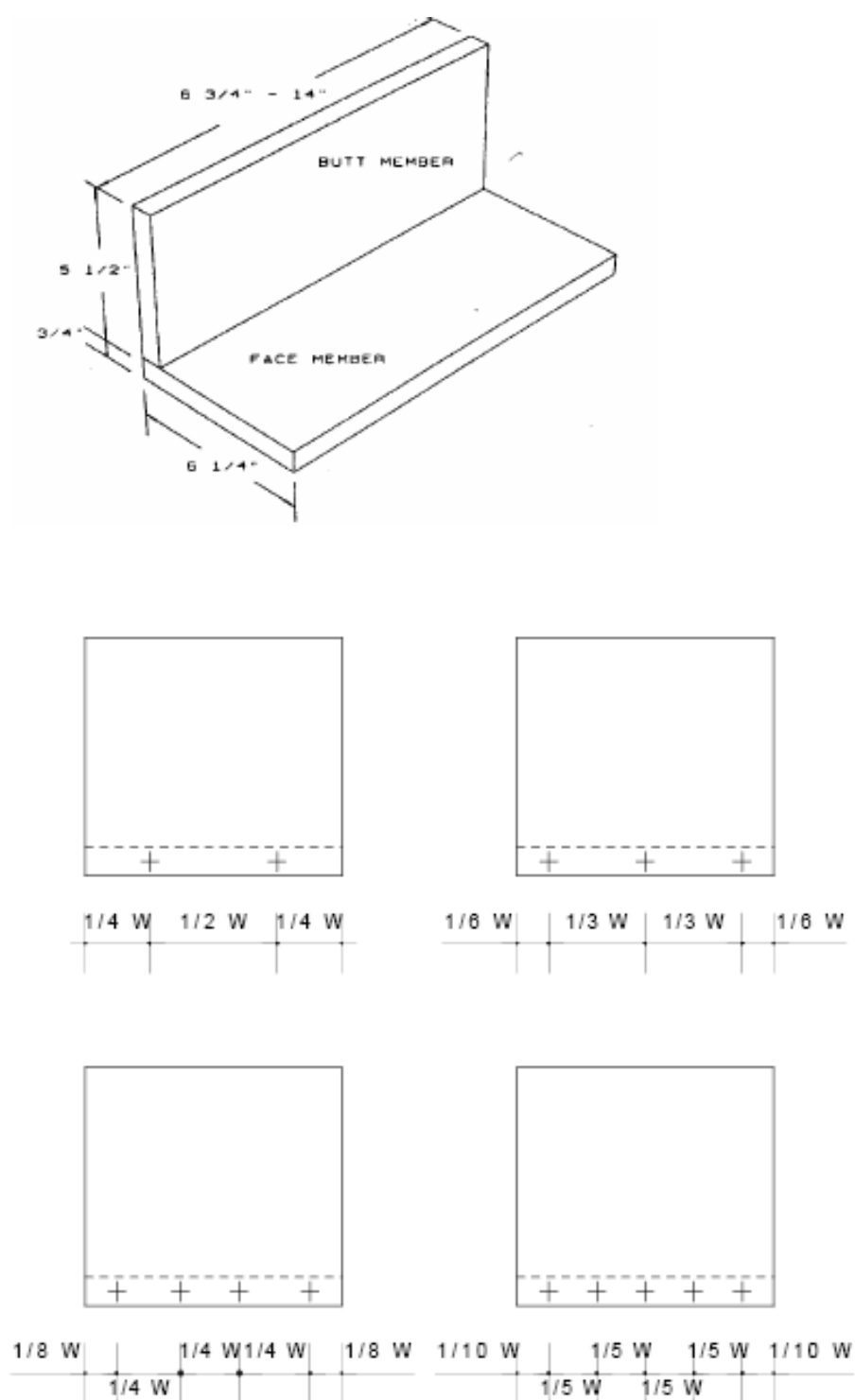
Slika 3: Prikaz testnega vzorca in položaj sil (Liu in Eckelman, 1998)

Ho in Eckelman (1994) sta delala poizkuse, v katerih sta uporabila kovinske vijake in ugotavljala skupno trdnost, togost, trajnost v odvisnosti od: števila vijakov, premera vijakov, dolžine vijakov in mesta privitja (slika 4). Ugotovila sta, da je dolžina vijaka pomembna za trdnost in čvrstost spoja v odvisnosti od premera vijaka. Pri spojih privitih s krajšimi vijaki pride hiterje do porušitve spoja. Maksimalna trdnost je bila dosežena, ko je bilo privijanje vijakov z osno razdaljo 89 mm.



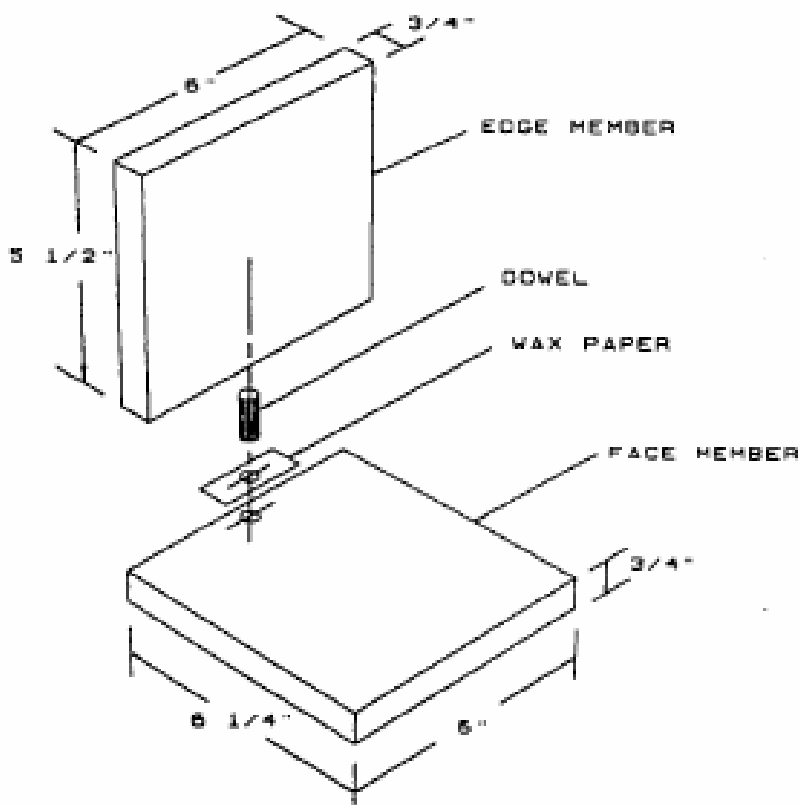
Slika 4: Prikaz testiranja omare (Ho in Eckelman, 1994)

Zhang in Eckelman (1993) sta preizkušala moznično vez, ki se pogosto uporablja pri konstruiranju pohištva. Upogibno trdnost sta preizkusila in izvedla na vzorcih z različnimi razmaki med mozniki (171, 229, 279 in 356 mm) vzorci so imeli 2-5 moznikov. Ocenila sta posledice oziroma vpliv števila moznikov na trdnost vezi (slika 5). Vzorci so bili preizkušeni s silo, ki je delovala na voglih in s silo, ki je delovala na zunanjem robu plošče (tlačna sila) pri obodni kotni vezi. Rezultati preizkusov so pokazali, da je maksimalna trdnost na moznik dosežena, ko je osna razdalja med mozniki vsaj 76 mm. Rezultati so prav tako pokazali, da obstajajo razlike v trdnosti med spoji, obremenjenimi na nateg in stisk. Pri obremenitvi na stisk, se sile prenašajo na notranjo stran plošče, medtem ko se sile pri obremenitvi na nateg prenašajo na zunanji rob plošče.

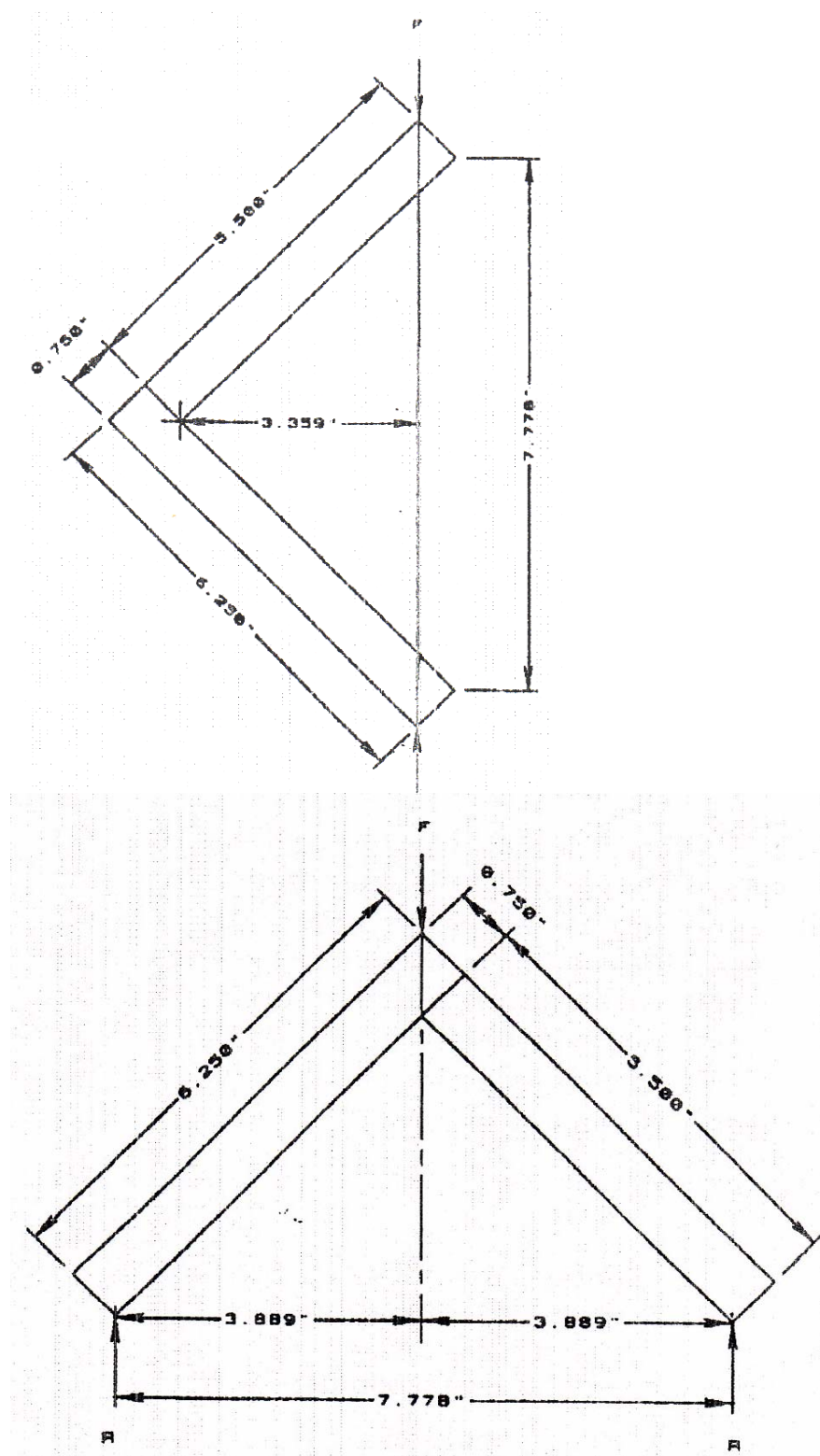


Slika 5: Prikaz velikosti vzorcev in števila moznikov na posameznih vzorcih $W = 172, 228, 279$, in 355 mm (Zhang in Eckelman, 1993)

Zhang in Eckelman (1993) sta z eksperimentom želela pridobiti informacije glede upogibnega momenta za posamezen moznični spoj v iverni plošči (slika 6). Ugotovila sta, da je trdnost vezi odvisna od premera in dolžine moznikov ter od razmerja med globino luknje za moznik v robni ploskvi in v lični ploskvi. Posamezen moznik v obodni kotni vezi je imel nekoliko večjo končno odpornost na nateg kakor spoji obremenjeni na tlak. V preizkusu z obremenitvijo na tlak je moznik potegnilo iz luknje, kar se je zgodilo v primerih, ko je bila globina moznikov 19 mm. V primeru, ko je bila obremenitev na nateg, se je rob plošče razklal, ko je bila globina moznikov 19 mm. Za doseganje maksimalne odpornosti na upogibni moment se priporoča vstavljanje moznikov na globino 25 mm v robno ploskev.

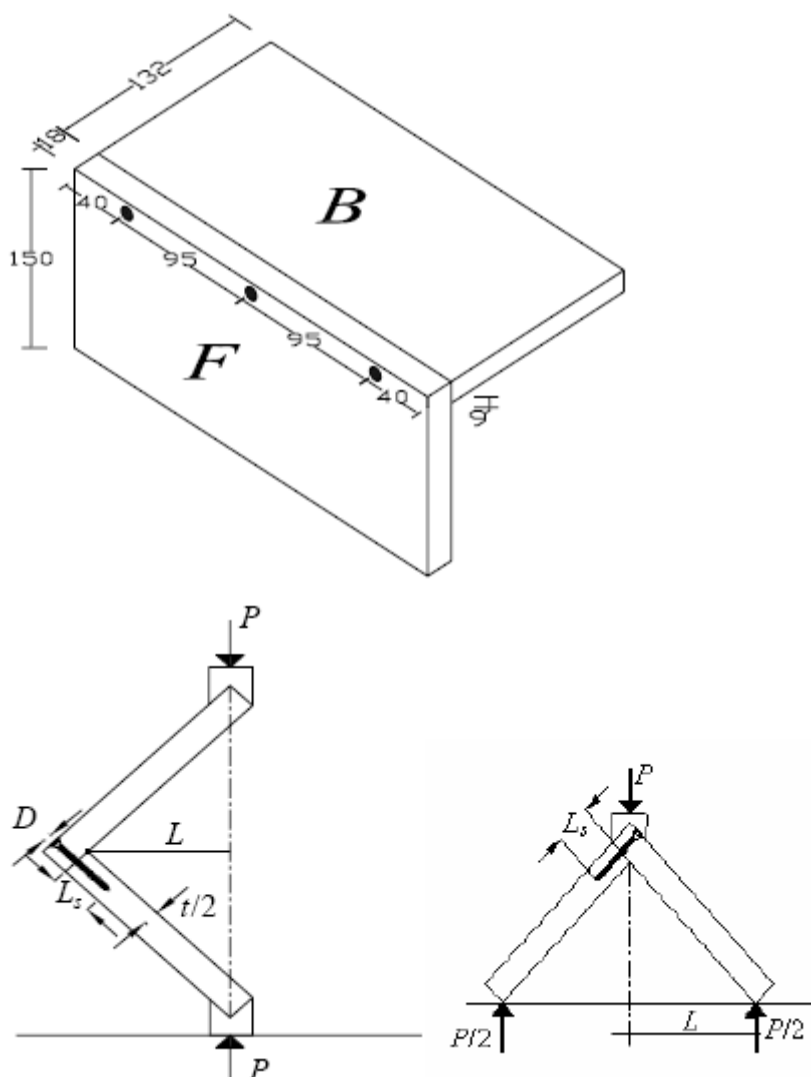


Slika 6: Prikaz vzorca za testiranje z moznikom (Zhang in Eckelman, 1993)



Slika 7: Prikaz obremenitev in delovanja sil (Zhang in Eckelman, 1993)

Kasal in sod. (2006) so testirali upogibno trdnost spoja pri tlaku in nategu. Testirali so spoje z lepilom, brez lepila ter z dvema vrstama vijakov. Vzorci so bili pripravljeni iz iverne plošče ter iz MDF plošče, ki so bile oblepljene s sintetično folijo (slika 8). Vijaki, ki so jih uporabili, so bili dimenzij 4/50 mm in 5/60 mm. Za lepilo je bilo uporabljeno poliuretansko lepilo. Rezultati teh testiranj so pokazali, da se vezi, zlepljene z lepilom, obnesejo bolje kakor tiste brez lepila, v čvrstosti pa so MDF plošče bolj čvrste kakor iverne plošče.



Slika 8: Vzorci in prikaz obremenitev na tlak in nateg (Kasal in sod., 2006)

Efe (2006) je testiral različne lesne vrste (škotski borovec, vzhodno bukev in hrast), uporabljal je različne vijake za testiranje z izvlekom. Opazoval je uporno moč vijakov, pritrjenih v smeri rasti, in upadanje moči s premerom vijaka. Ugotovil je, da tudi razdalja med navoji močno vpliva na trdnost kakor tudi trdota vijaka.

Efe in Kasal (2006) sta izvajala eksperimente z kotnimi vezni z in brez uporabe lepila in rezultate primerjala z vijačnimi spoji. Vijačni spoji so pokazali boljšo trdnost kakor lepilni spoj. Testni vzorci so bili izdelani iz MDF plošč in obremenjeni do porušitve.

Zhang in sod. (2005) so izvedli eksperiment na kompozitnih ploščah debeline 18 mm. Optimalne rezultate so dosegli z vijaki premera 5 mm dolžine 50 ali 60 mm v ivernih ter MDF ploščah. Poleg tega so ugotovili, da je bil maksimalni moment dosežen v vezeh, ko je bil razmak med mozniki 96 mm. V obeh primerih so obodne kotne vezi iz MDF plošč dosegle boljše rezultate kot obodne kotne vezi izdelane iz iverne plošče.

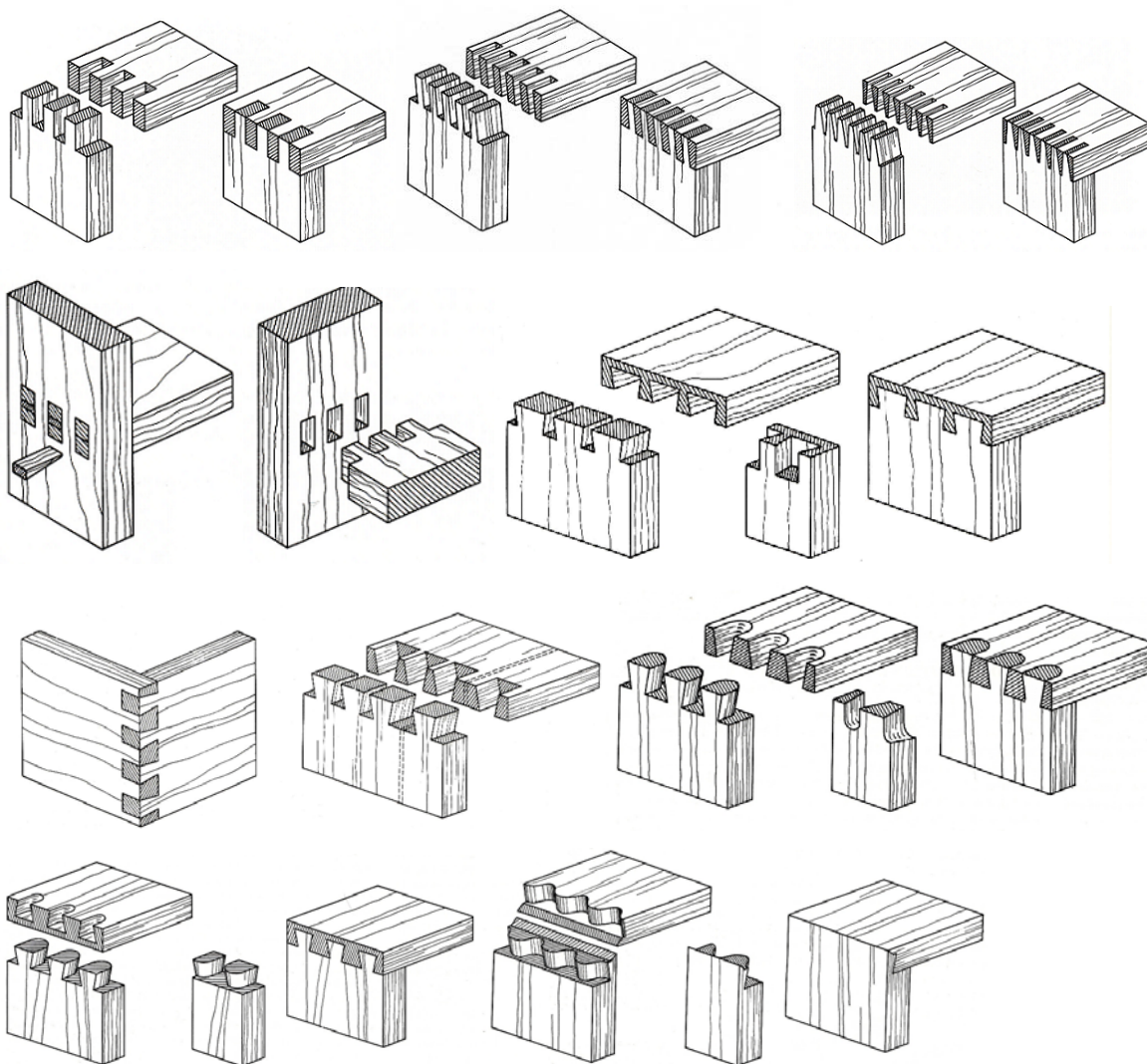
2.1 KOTNE VEZI

Kotne vezi so izvedene pod kotom, največkrat pod pravim kotom. Stik med spojenima deloma je lahko raven ali pa zajeran. Pri slednjem poteka stik med obema spojenima deloma prečno iz kota v vogal. Ravni stiki okvira določneje opredeljujejo odnose med elementi. Kotne vezi se delijo na okvirne kotne vezi in na obodne kotne vezi.

2.1.1 Obodne kotne vezi

Medtem ko se okvirne kotne vezi uporabljajo predvsem pri masivnem lesu, se kotne obodne vezi, ki se delijo na vogalne in vmesne, večinoma uporabljajo pri ploskovnih tvorivih iz predelanega lesa. Obodi tvorijo sklope, ti pa so največkrat večjih volumnov. To povzroča težave pri skladiščenju in transportu, zato so obodne kotne vezi največkrat razstavljive. Zaradi nujnosti razstavitve teh obodov se danes za te vezave v glavnem uporabljajo posredni vezni elementi, največkrat spojno okovje. Nekdaj pa so mizarji uporabljali posredne in neposredne obodne lesne vezi. Današnja proizvodnja pohištva se je omejila na nekaj najbolj znanih in enostavnih vezi. Delovanje lesa, njegova visoka cena ter draga in zahtevna obdelava, vpliva na to, da se naravni les sorazmerno malo uporablja pri obodih, večjih dimenzij. Kadar pa se že uporablja, se zaradi potreb po razstavljivosti, komponibilnosti in zaradi enostavnosti za spajanje uporabljajo vezni elementi, ki se uporabljajo tudi pri tvorivih iz predelanega lesa.

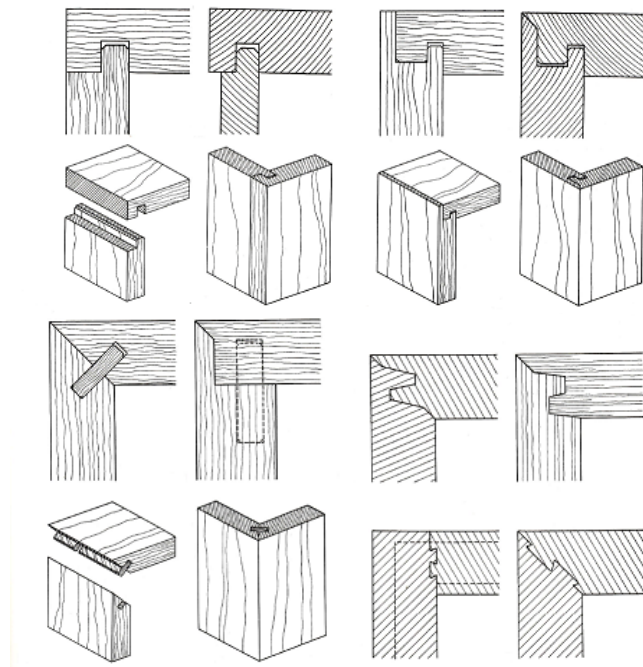
Med neposrednimi obodnimi vezmi je bila nekdanja najbolj tipična rogeljna vez.



Slika 9: Primeri rogeljnih vezi (Rozman, 1997)

Rogeljna vez je tipična rokodelska in obenem ena najlepših mizarskih vezi pri izdelavi opreme. Z razvojem je nastalo vrsto inačic (slika 9). Čeprav se danes večinoma izdelujejo strojno, se ta vez malo uporablja.

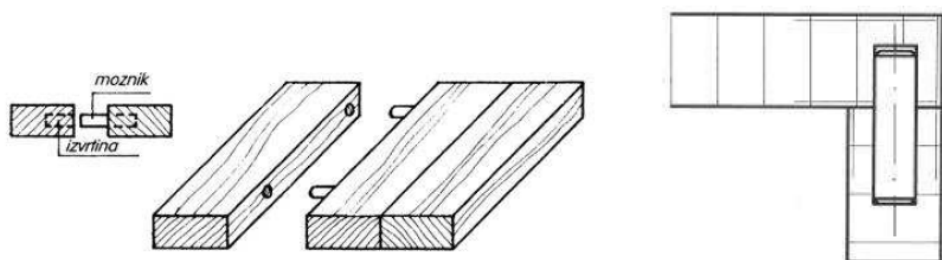
Med neposredne obodne vezi poleg zahtevnih rogelnih vezi spadajo še enostavne brazdne in peresne vezi, ki morajo biti nujno lepljene ali še učvrščene z vijaki ali žičniki (slika 10).



Slika 10: Nekaj primerov neposrednih kotnih obodnih vezi (Rozman, 1997)

2.1.1.2 Posredne obodne kotne lesne vezi

Pri posrednih obodnih vezeh predelanega lesa se le redko spaja z zajero, pri masivnem lesu pa srečujemo tako raven kot tudi jeralni stik. Kot vezni elementi se uporabljajo mozniki in peresa. Najbolj pogosto se uporabljajo mozniki saj z dobrimi lepili zagotavljajo dovolj trdne stike, hkrati so enostavni za izdelavo in cenovno ugodni, pri vezavi masivnega lesa pa omogočajo tudi prihranek lesa. Uporaba posrednih vezi se je razširila šele z uveljavitvijo materialov iz predelanega lesa. Prej se za spajanje naravnega lesa niso pogosto uporabljale (slika 11).

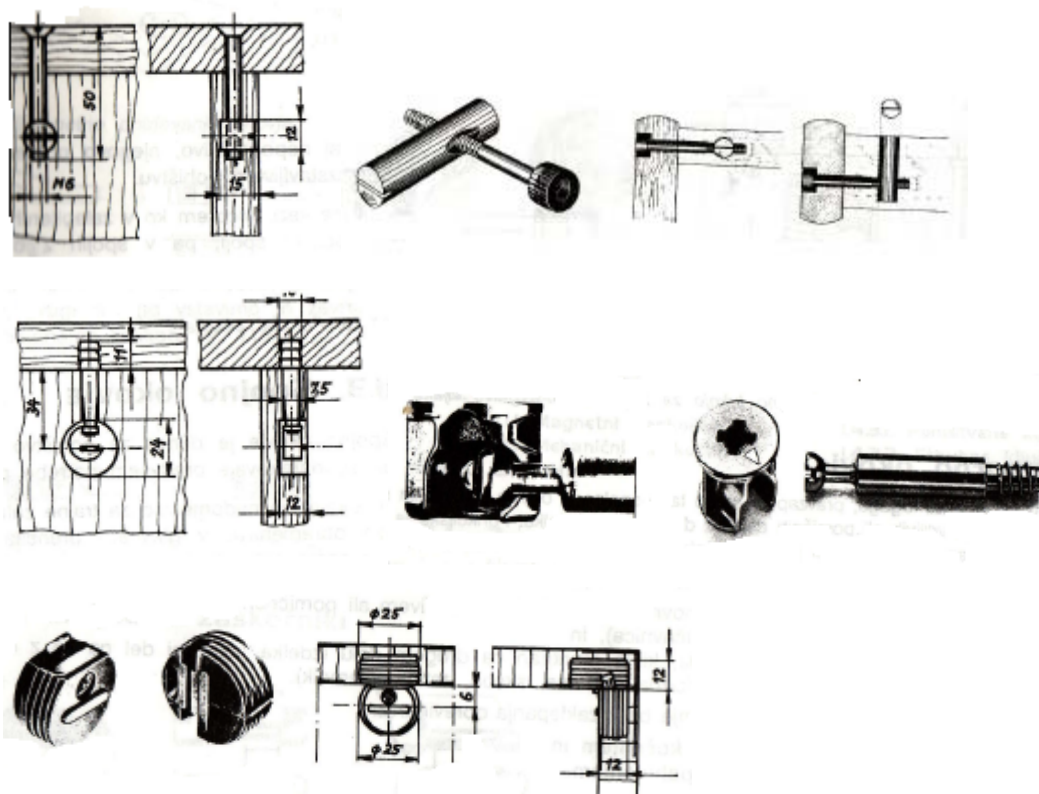


Slika 11: Primer moznične vezi (Rozman, 1997)

2.1.1.3 Obodne kotne vezi s spojnim okovjem

Vezno okovje je izdelano iz kovine, umetnih materialov in izjemoma tudi iz lesa. Zaradi hude konkurence med proizvajalci je šel razvoj zelo hitro naprej. Spojno okovje posamezne dele pohištva spaja toga, hkrati pa omogoča razstavljanje. Največkrat so okovja med deli pohištva neopazna, lahko pa s svojim položajem ovirajo uporabo izdelka, če so vidna, imajo lahko tudi dekorativno funkcijo. Okovje je za današnje pohištvo nedvomno nepogrešljivo. Večina spojnih okovij, ki omogočajo razstavljanje, zlasti pri omarah, je kombinirana z mozniki, ki so se v začetkih vezave predelanega lesa pojavljali kot samostojni elementi. V kombinaciji z okovjem so v čelih zalepljeni, v ploskvah pa ne. S tem služijo kot glavna konstrukcijska opora. Okovja so predvsem elementi, ki stiskajo, po potrebi pa je možno tudi občasno zategovanje. So uspešno nadomestilo za nerazstavljive lepljene vezi, pri katerih glavnino obremenitve nosijo lepljeni spoji, v spojih z okovjem pa se trdnost stika doseže z natezanjem v okovjih ter prenašanjem teh prednapetosti na stične ploskve. Spojna okovja se v glavnem deli na vijačna in zagozdna. Med vijačnimi so najpogostejša okovja s prečno matico ter omarni vijačni vezniki. Med zagozdami pa so

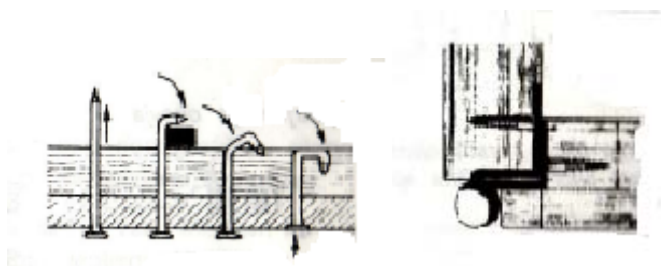
najpogostejši izsredniki ter zaskočno spojno okovje. Seveda pa področje uporabe okovja ni omejeno le na obode, ampak tudi na drugo pohištvo: mize, postelje, stole, stavbno pohištvo itd. Spojno okovje je danes za pohištvo skoraj nepogrešljivo, njegovo pomembnost pa so narekemale predvsem potrebe po razstavljivem pohištvu. Medtem ko pri nerazstavljivih spojih vse obremenitve v glavnem prenašajo lepilni spoji, v spojih z okovjem dosežemo trdnost stika z natezanjem v okovju ter prenašanjem teh natezanj na stične ploskve. Togosti zlepljenih sestavov je praviloma večja kot pri spojih z okovjem, kljub temu pa je togost dovolj velika, da zagotovi funkcionalne potrebe. Pri vijlačnem okovju za spajanja delov vgrajenega okovja uporabljamo kovinske vijake, pri zagozdnem okovju pa dele okovja med seboj zagozdimo (slika 12).



Slika 12: Primeri spojnega okovja (Rozman, 1997)

2.1.1.4 Obodne kotne vezi z veznimi elementi

Vezni elementi za nerazstavljive vezi so žičniki in sponke, ki jih ni mogoče več izpuliti. Ti vezni elementi so sedaj že največkrat oblikovno prirejeni pnevmatskemu zabijanju. Redko se še uporablja kladivo: le pri nekaterih žičnikih, in valovitih sponkah. Pri vezavi ivernih plošč veljajo stiki z vijaki tudi za trajne, ker se z odvijanjem in ponovnim privijanjem v isto izvrtino vez precej oslabi. Zato so lesni vijaki najprimernejši za privijanje v masivni les. Za privijanje v iverno ploščo pa so na voljo vijaki, ki z drugačnimi navoji dosegajo boljše rezultate. Sicer pa se vijaki manj uporabljajo kot samostojno vezno sredstvo, ampak bolj kot vezno sredstvo pri pritrjevanju okovij (slika 13).



Slika 13: Spoj z žičniki in vijaki in vijaki z lesnimi vijaki (Rozman, 1997)

2.2 PLOSKOVNA TVORIVA IZ PREDELANEGA LESA

Ploskovna tvoriva iz predelanega lesa so precej cenejša od naravnega lesa, obenem pa so tudi večjih dimenzij, v obodu so lahko obrnjena kamorkoli, kar prispeva k večjemu izkoristku. Najbolj razširjeno tvorivo je iverna plošča, ki je razmeroma lahka, ne zahteva veliko obdelovalnih faz (le furniranje, obžagovanje na končno dimenzijo, oblepljanje robov, brušenje). Tako kot panelna plošča ima robove slabe kvalitete, ki jih je potrebno zaščititi. Pri spremembi klime so iverne plošče, kar se tiče oblike in dimenzije, precej stabilne, odporne pa so tudi proti insektom. Niso pa ti materiali preveč odporni na vlago oziroma vodo. Zaradi zdravju škodljivih lepil, ki jih vsebujejo iverne plošče, so le-te v razvitih deželah z visokim standardom bivanja in ekološko zavestjo nekoliko izgubile začetno evforično priljubljenost. Ker so brez smeri in ker so krhke, na njih ni mogoče izdelovati neposrednih vezi. Take vezi pa se lahko uporabljajo pri vezanih ploščah in na visoko kvalitetnih in homogenih vlaknenih ploščah.

2.3 MASIVNI LES

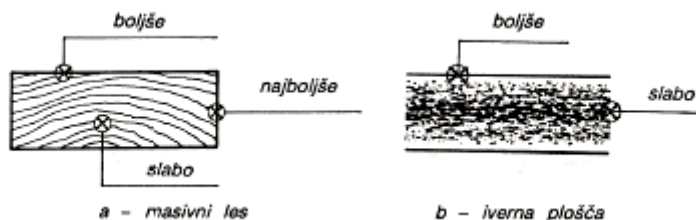
Les je naraven, zdrav material, ki je primeren tudi iz ekološkega vidika. Pohištvo iz masivnega lesa je trajnejše od pohištva iz ivernih plošč, pri katerih so poškodbe površine (furnirja ali folije) bistveno bolj opazne, saj se pokaže iverna plošča. Pri masivnem lesu ni teh težav, poleg tega pa se dajo poškodbe skriti z brušenjem in ponovno površinsko obdelavo. Kakovostno pohištvo iz masivnega lesa lahko uporablja celo več generacij, saj les z leti dobiva patino in primerno vzdrževan ohranja plemenit videz. Pri pohištvu iz masivnega lesa in furniranih plošč je seveda zelo pomembna tudi površinska obdelava, ki mora omogočati predvsem ustrezno zaščito površin, hkrati pa ne sme imeti škodljivih posledic za človeka in okolje (Hrovatin, 2002).

2.4 VGRAJEVANJE OKOVJA

Dobra pritrditev ali vgradnja okovja vpliva na trdnost celotne konstrukcije izdelka. Sodobna tvoriva za pritrjevanje niso vedno najboljša, kasnejše razstavljanje izdelkov pa mnogokrat oslabi ponovno sestavljeno vez. Tako se še vedno išče boljše in enostavnejše pritrjevanje okovij, ki naj bi rešilo nekatere slabosti sodobnega pohištva.

Vgrajevanje oziroma pritrjevanje okovja v elemente izdelkov ali nanje je zelo različno. Na način pritrjevanja vplivajo predvsem vrsta okovja in obremenitve, ki jih bo moralo okovje prenašati, ter material, na katerega pritrjujemo.

Bistvene razlike med pritrjevanji na različne smeri oziroma ploskve masivnega in predelanega lesa so: najuspešnejše je pritrjevanje na radialne, slabše na tangencialne, najslabše pa na prečne površine masivnega lesa; pri predelanem lesu je uspešnejše pritrjevanje na stranice, boki pa so zato manj primerni (slika 14) (Rozman V. 1997).



Slika 14: Pritrjevanje okovja (Rozman, 1997)

2.5 TRDNOST OBODOV OMAR

Trdnost je pomembna z varnostnega vidika predvsem zaradi obremenitev, ko pride do zloma elementa (police, stropa, dna) in do poškodb uporabnika, ali ob nenormalnih obremenitvah (plezanje otrok po omari, stanje na njej) ter pri obremenitvah s strani (naslanjanje), ki povzročijo nagibanje in rahljanje vezi in spojnega okovja. Trdnost je pogojena s konstrukcijo, uporabljenimi materiali in okovjem.

Do sedaj je bilo opravljenih kar nekaj raziskav v zvezi s trdnostjo omarnega pohištva. Raziskovali so trdnost omarnega pohištva v odvisnosti od konstrukcijske rešitve vgradnje hrbtišča, soodvisnost trdnosti korpusa glede na uporabljeno leseno vez ali vezno okovje.

2.6 NAČINI PREIZKUŠANJA

2.6.1 Postopek testiranja po metodi ISO 7171

Pred testom se shranjevalni deli obtežijo. Preko pritisknih plošč deluje sila na obod omare v sredini širine in v najvišji točki, ki ni višja od 1600 mm. Sila pritiska z vseh štirih smeri, čas njenega delovanja pa znaša 10 s. Nato se izmeri premik "d" med potekom prvega in desetega cikla. Povprečna vrednost predstavlja trdnost oboda omare.

3 MATERIALI IN METODE

3.1 MATERIAL OBODNE KOTNE VEZI

Za preizkus obodne trdnosti smo izbrali les bukve (*Fagus sylvatica* L.) in klimatizirano iverno ploščo gostote 750 g/m^2 . Dimenzije preizkušancev smo prilagodili stroju za preizkušanje trdnosti, in sicer $200 \text{ mm} \times 200 \text{ mm} \times 18 \text{ mm}$. Za preizkusno okovje smo izbrali vijak s prečno matico dolžine 60 mm in debeline 5 mm . Kot drugo smo izbrali po uporabi najbolj razširjen izsrednik dolžine 45 mm in debeline 6 mm . Zadnja je bila uporabljena lesena prečna matica dolžine 40 mm in debeline 10 mm (slika 15). Raster osnega razmaka je bil v vseh primerih 128 mm .



Slika 15: Prvi z leve izsrednik, drugi vijak s prečno matico in tretji lesen vijak s prečno matico

Lesen vijak je izdelan iz lesa gabra. Les je dovolj homogen, tog in trden za obdelavo, izdelavo navoja tako zunanjega na vijaku kakor notranjega v matici. Seveda pa ga je mogoče tudi lepo površinsko obdelati.

Les bukve, ki smo jo uporabili za obod (slika 16), je bil brez grč in ostalih napak, bil je širinsko zlepljen, s 95 in 105 mm kosov lesa. Tekstura lesa je bila tangencialna.

Preizkušanci iz iverne plošče (sika 17) so bili izžagani iz ene plošče in ploskovno oblepljeni z bukovim furnirjem. Robovi niso bili obdelani, prav tako pa niso bile obdelane površine preizkušancev, bili so v surovem stanju.



Slika 16: Bukov preizkušanelec



Slika 17: Preizkušanelec iz iverne plošče

Za preizkušanje kotne trdnosti smo uporabili univerzalni testirni stroj, ki je na razpolago v laboratoriju za lesne kompozite.

Količino materiala in okovja smo razdelili na način, ki je prikazan v Preglednici 1.

Preglednica 1: Količina preizkušancev glede na okovje

Okovje Material	Vijak s prečno matico	Izsrednik	Lesen vijak s prečno matico
Les bukovine	6 kosov	6 kosov	6 kosov
Iverna plošča	6 kosov	6 kosov	6 kosov

3.2 METODE DELA

3.2.1 Kontrola kakovosti elementov

Kontrola kakovosti elementov je vsebovala:

- vizualno oceno (orientiranost, tekstura),
- ugotavljanje in ocenjevanje napak.

3.2.1.1 Orientiranost in tekstura

Vsi preizkušanci, v katerih smo preizkušali kovinsko okovje, so bili spojeni v smeri lesa, leseni vijaki pa so bili spojeni prečno na les. Tekstura je bila tangencialna.

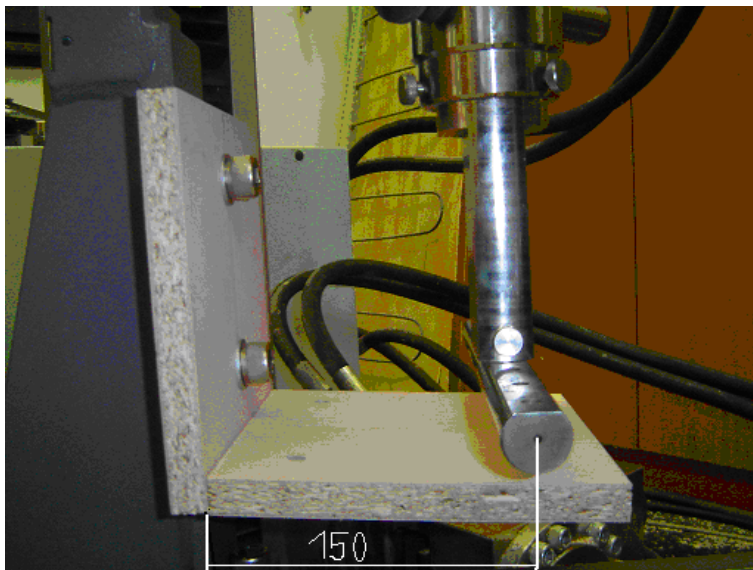
3.2.1.2 Ugotavljanje in ocenjevanje napak

Pri podrobnem pregledu vzorcev nismo ugotovili vidnih razpok in ostalih napak, prišlo pa je do manjšega zvijanja lesa. V iverni plošči ni bilo vidnih napak.

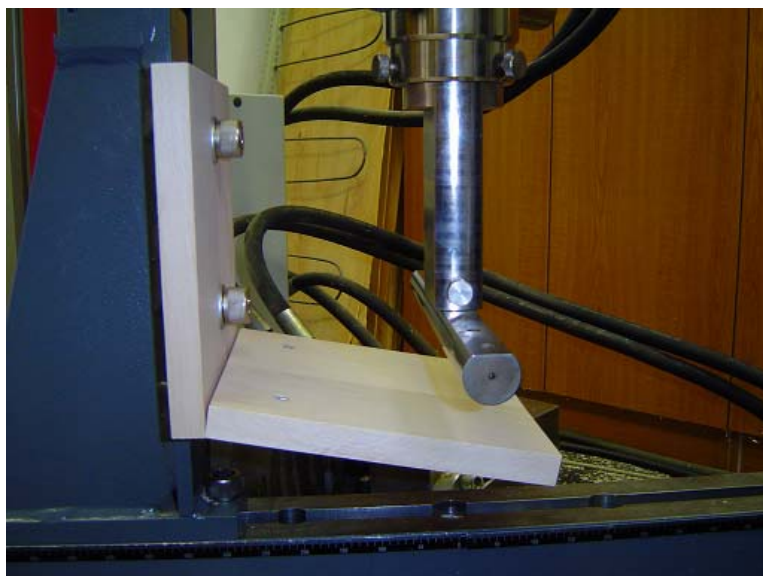
3.2.2 Potek dela

Najprej smo pripravili kose lesa bukovine in iverne plošče. Les bukovine smo širinsko zlepili ter jih poskobljali na debelino 18 mm. Nato smo jih razžagali na dolžino. Prav tako smo razžagali iverno ploščo, jo površinsko skalibriral in ploskovno zafurnirali. Sledil je še formatni obrez na točne dimenzije. Ko so bili vzorci pripravljeni, smo vanje zavrtali luknje za okovje in za pritrditev na testirni stroj. Nato je sledilo testiranje.

Poizkus je bil zasnovan tako, da smo ugotavljali trdnost in kvaliteto spoja ter okovja. Pri poizkusu smo pokončnik pritrdili na ogrodje testirnega stroja z dvema vijakoma. Prečnik smo tlačno (konzolno) obremenili na ročici 150 mm (slika 18), hitrost pomika traverze testirnega stroja je bila pri vseh preizkušancev 20 mm/min. Med testiranjem smo opazovali, kaj se dogaja s preizkušancem in okovjem.



Slika 18: Položaj preizkušancev pred pričetkom obremenjevanja in razdalja odmika ročice



Slika 19: Položaj preizkušanca po razbremenitvi

Uporabljene parametre (obremenitev, hitrost pomika) smo uporabili, da si lahko predstavljamo, kolikšna sila (F_{maks}) je potrebna, da poškodujemo obdelovanec in okovje, vendar je okovje še uporabno, ter koliko sile potrebujemo, da je obdelovanec uničen na vogalu spoja. To se velikokrat dogaja med samo montažo, premikanjem, razstavljanjem in ponovnim sestavljanjem, ter pri preveliki obremenitvi pohištvu.

4 REZULTATI

4.1 TABELARNA PREDSTAVITEV REZULTATOV

Statistika rezultatov meritev 6-ih preizkušancev za vsako okovje:

V tabeli (2) so prikazane meritve, ki smo jih izvedli z različnim okovjem v masivnem lesu in iverni plošči.

Preglednica 2: Rezultati meritev sile v (N)

št.	Izsrednik		Lesen vijak s prečno matico		Kovinski vijak s prečno matico	
	Les	IP	Les	IP	Les	IP
1	244	92	205	87	490	257
2	237	100	207	77	442	257
3	219	94	207	93	535	254
4	238	98	246	100	495	248
5	248	82	200	82	447	257
6	222	92	278	90	498	257

Kakor vidimo iz preglednice (2), smo dobili najboljše rezultate pri kovinskem vijaku s prečno matico, tako v masivnem lesu kakor tudi v iverni plošči.

Preglednica 3: Primerjava sil (N) pri vijaku s prečno matico v lesu in v iverni plošči

Kovinski vijak s prečno matico	Fmaks (N)			
	Min.	Maks.	Povp.	Standardni odklon
Les	442	535	484	7,21
IP	248	257	255	1,4

Iz tabele (3) je razvidno, da se kovinski vijak s prečno matico bolje obnese v masivnem lesu, saj je njeno povprečje skoraj enkrat večje kakor v iverni plošči, kar smo tudi pričakovali.

Preglednica 4: Primerjava sil (N) lesenega vijaka s prečno matico v lesu in iverni plošči

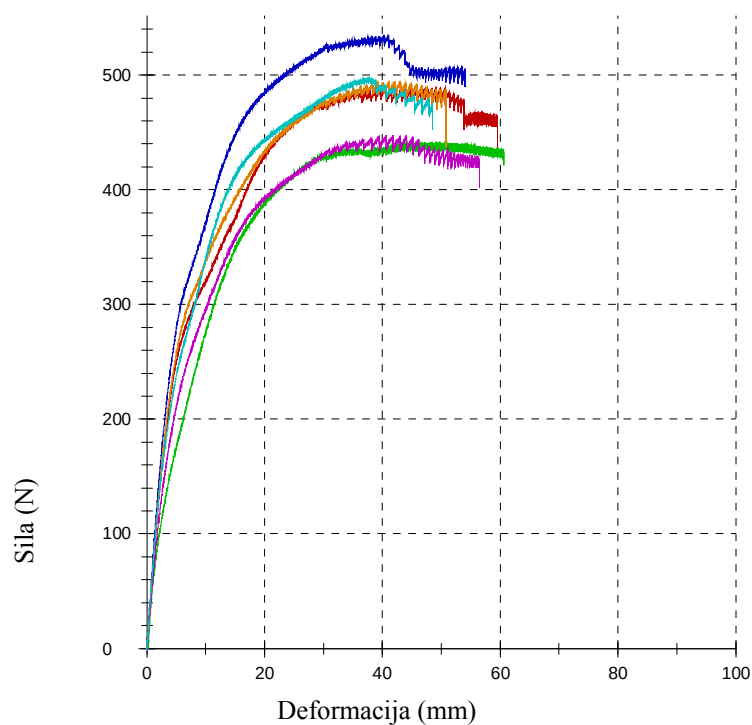
Lesen vijak s prečno matico	Fmaks (N)			
	Min.	Maks.	Povp.	Standardni odklon
Les	200	278	224	14,02
IP	77	100	88	9,05

Iz tabele (4) je razvidno, da lesen vijak s prečno matico v masivnem lesu zdrži v povprečju skoraj trikrat več kakor v iverni plošči; in polovico manj kot kovinski vijak s prečno matico.

Preglednica 5: Primerjava sil (N) izsrednika v lesu in iverni plošči

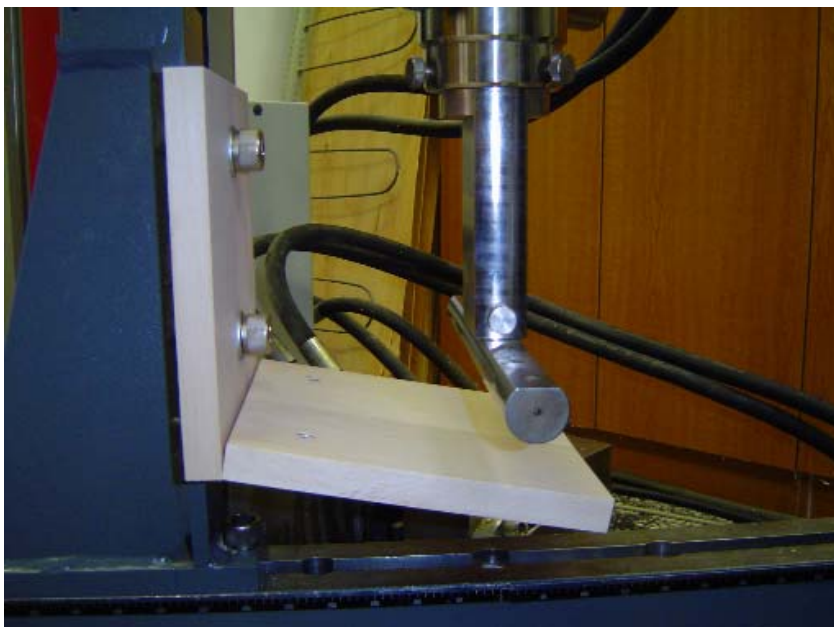
izsrednik	Fmaks (N)			
	Min.	Maks.	Povp.	Standardni odklon
Les	219	248	235	5,05
IP	82	100	93	6,77

Iz tabele (5) je razvidno, da izsrednik v lesu zdržal obremenitev, ki je dvainpol krat večja od iverne plošče. Dobljeni rezultati pa so primerljivi z rezultati, ki smo jih dobili pri lesenem vijaku s prečno matico.

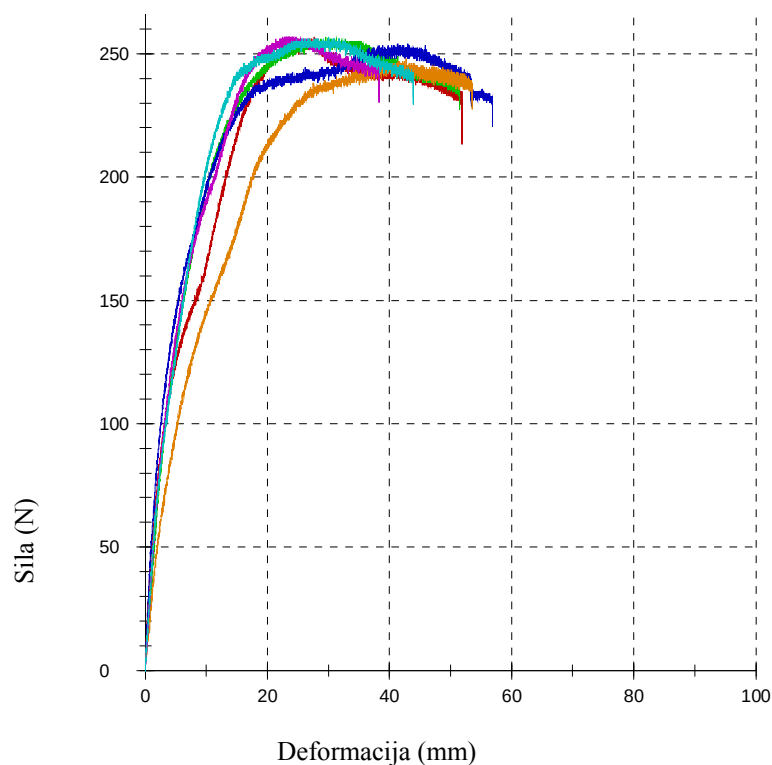


Slika 20: Grafični prikaz sila-deformacija za - kovinski vijak s prečno matico v lesu

Iz grafa (slika 20) je razvidno koliko (N) je bilo potrebno za porušitev preizkušanca (os Y), na osi X pa razberemo, za koliko se je podal preizkušanelec iz točke nič.

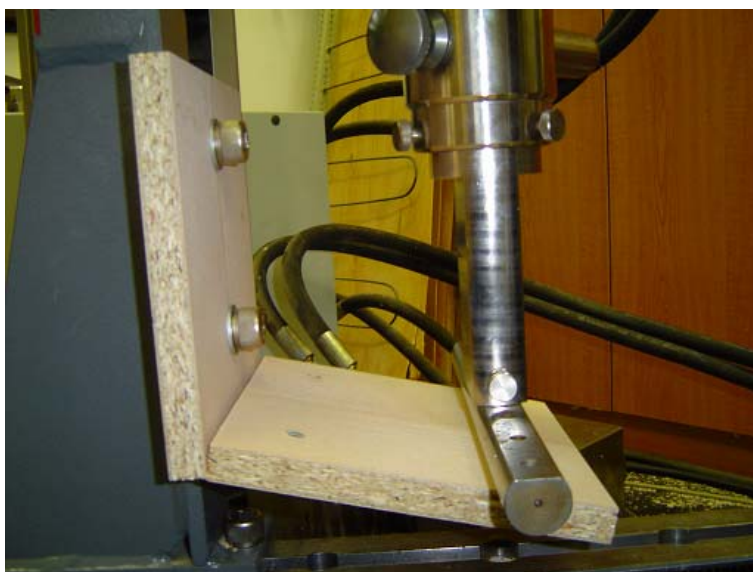


Slika 21: Izgled porušitve - masivni les s kovinskim vijakom s prečno matico

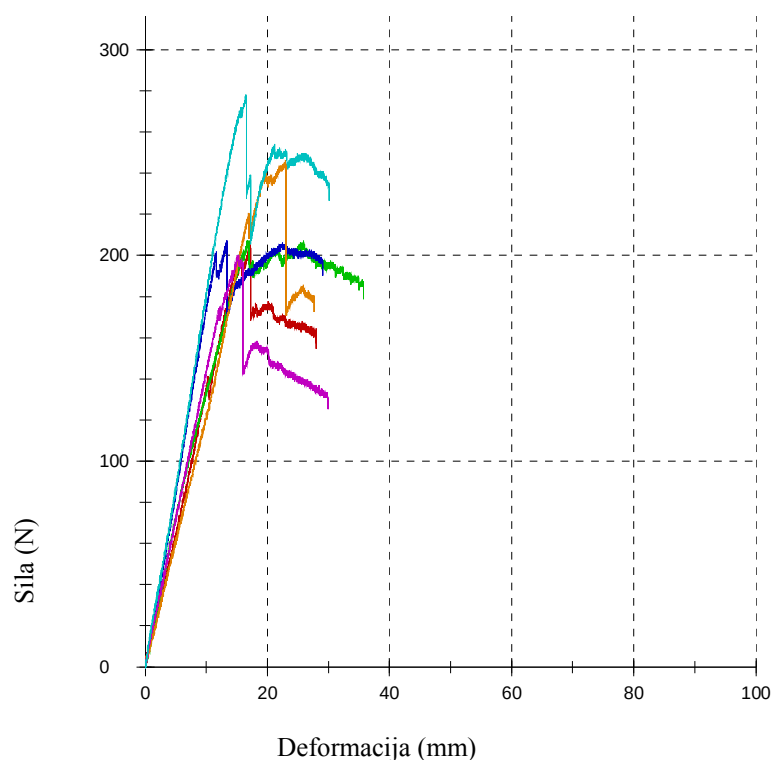


Slika 22: Grafični prikaz sila-deformacija za - kovinski vijak s prečno matico v iverni plošči

Če primerjamo grafa (slika 20 in slika 22) vidimo, da smo za deformacijo spoja, iz iverne plošče potrebovali skoraj polovico manjšo silo, čeprav so preizkušanci v obeh primerih na koncu dosegli skoraj enako dolžino deformacije od začetne točke.



Slika 23: Izgled porušitve - iverna plošča s kovinskim vijakom s prečno matico

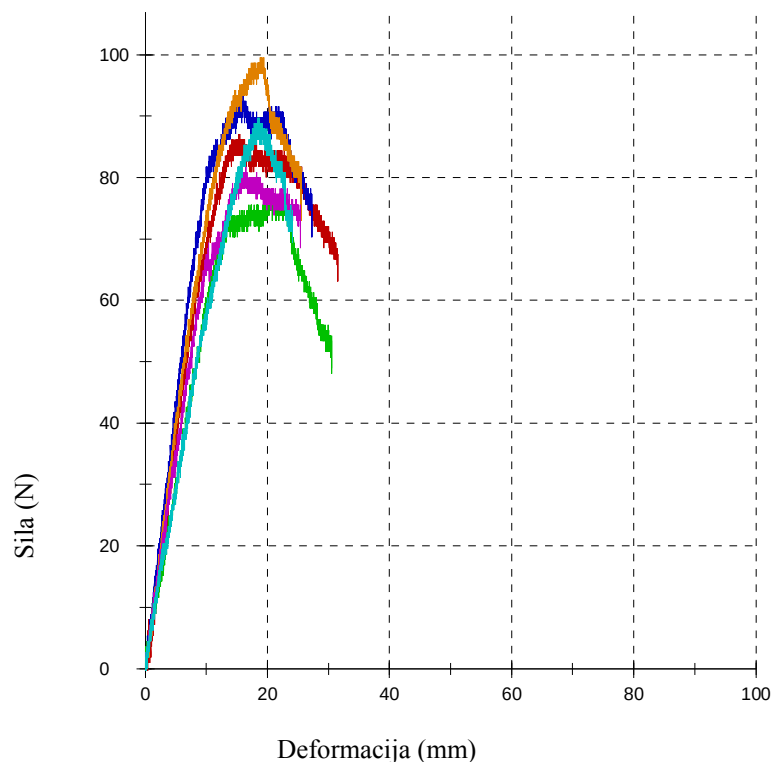


Slika 24: Grafični prikaz sila-deformacija za - lesen vijak s prečno matico v lesu

Iz grafa (slika 24) vidimo, koliko sile je prenesel lesen vijak in koliko mm je bilo potrebno, da spoj ni bil več uporaben v primeru, ko je bilo okovje vstavljeno v plošči iz masivnega lesa (slika 25).

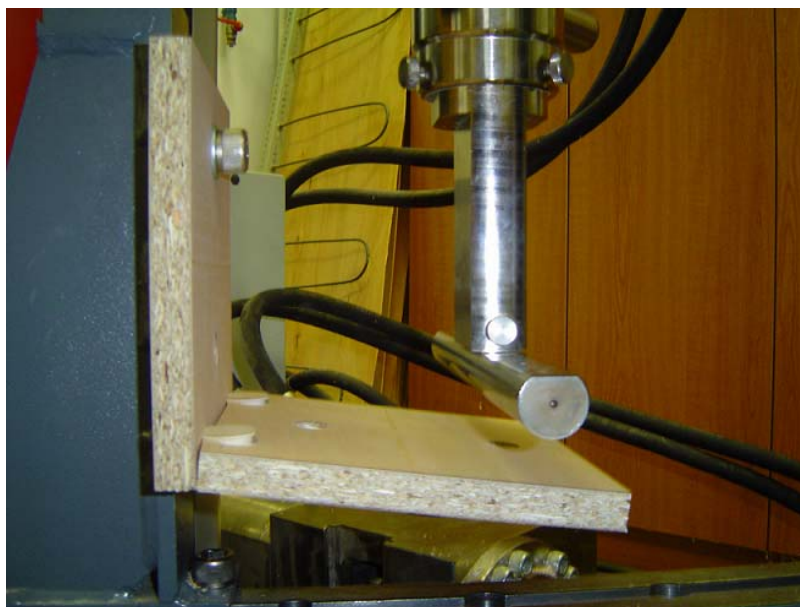


Slika 25: Izgled porušitve – masivni les z lesenim vijakom s prečno matico.

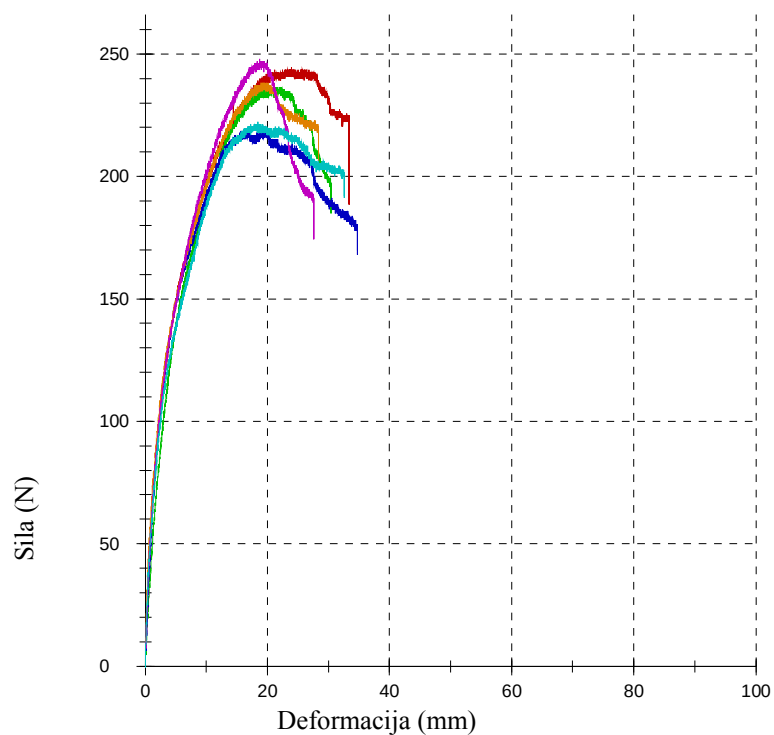


Slika 26: Grafični prikaz sila-deformacija za - lesen vijak s prečno matico v iverni plošči

Graf (slika 26) prikazuje koliko sile je prenesel lesen vijak in koliko mm je bilo potrebno, da spoj ni bil več uporaben v primeru, ko je bilo okovje vstavljeno v iverni plošči.

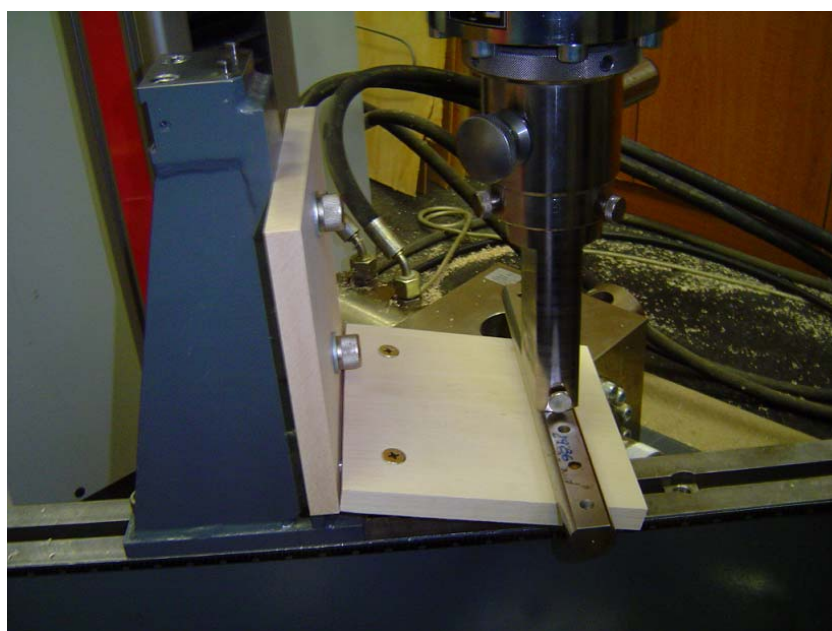


Slika 27: Izgled porušitve – iverne plošče z lesnim vijakom s prečno matico.

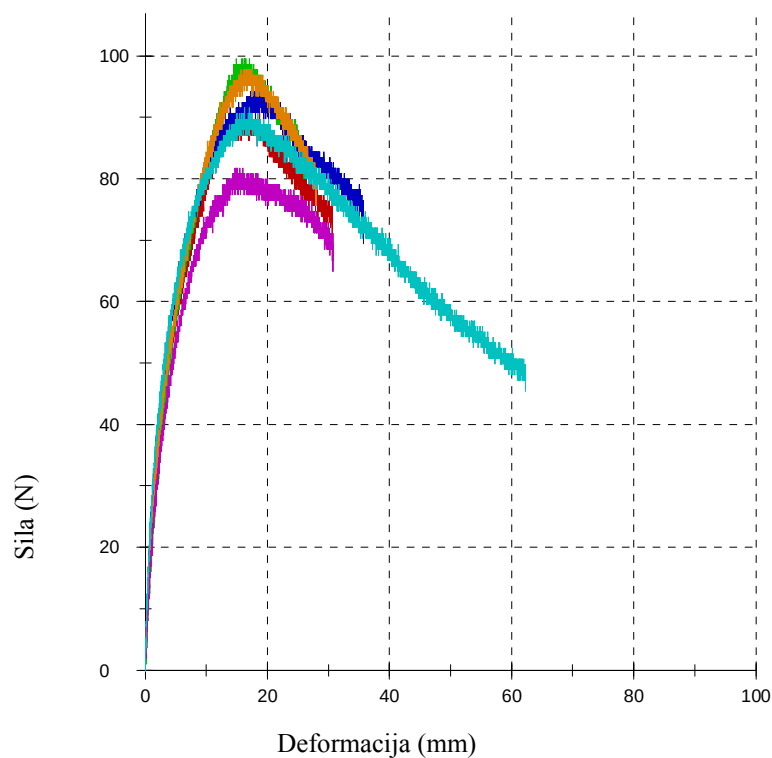


Slika 28: Grafični prikaz sila-deformacija za - izsrednik v masivnem lesu

Prikazuje silo in deformacijo lesa na obodni kotni vezi masivnega lesa z izsrednikom.



Slika 29: Izgled porušitve - izsrednik v masivnem lesu



Slika 30: Grafični prikaz sila-deformacija za - izsrednik v iverni plošči

Iz grafa 30 vidimo, koliko sile potrebujemo, da deformiramo spoj, ki je spojen z najbolj uporabljenim spojnim okovjem.



Slika 31: Izgled porušitve - izsrednik v iverni plošči

4.2 POŠKODBE

4.2.1 Poškodbe na preizkušancih iz iverne plošče

4.2.1.1 Preizkušanci z lesenimi vijaki s prečno matico

Pri testiranju lesenega vijaka so poškodbe nastale le na delu, kjer je bila izvrtina za matico (sika 32). Popustila je iverna plošča zaradi svoje zgradbe, vijaki so ostali nepoškodovani, prav tako del, v katerega so bile zvrtnane luknje za vijak (slika 33).



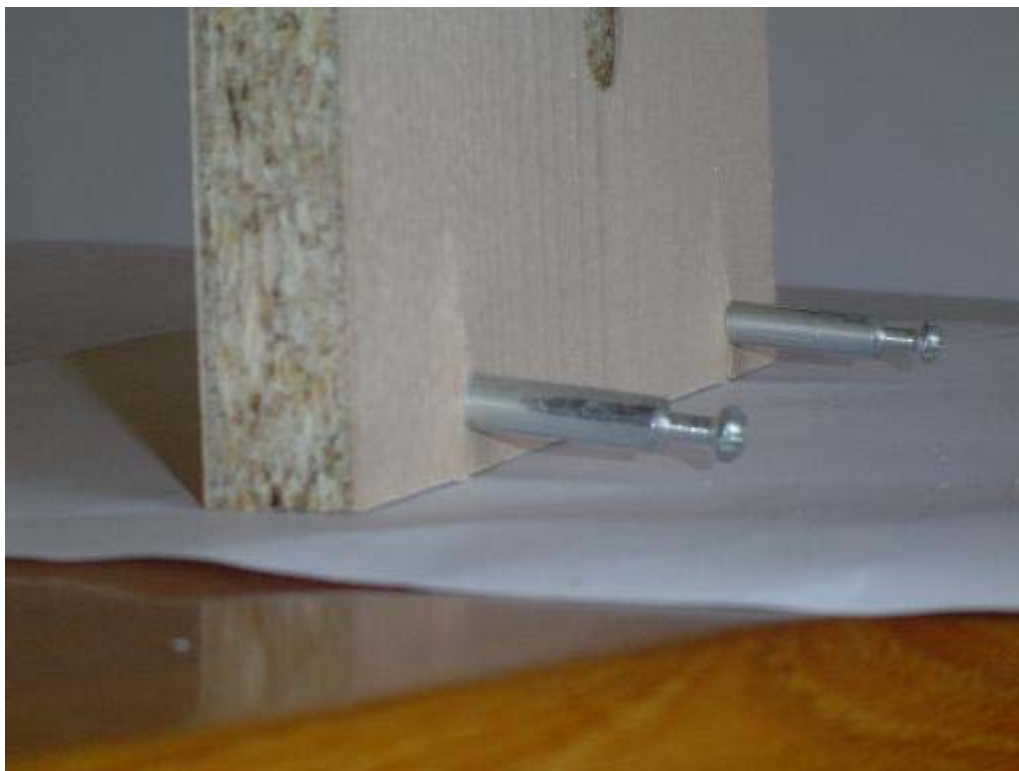
Slika 32: Poškodba izvrtine matice lesenega vijaka



Slika 33: Pri izvrtini za vijak ni prišlo do poškodb

4.2.1.2 Preizkušane z izsredniki

Pri preizkušanju vzorcev z izsrednikom se je pokazalo, da je popustila natezna trdnost iverne plošče v predelu, kjer je pritrjen steznik (slika 34). Napake na okovju niso bile zaznane, prav tako ne na delu, kjer je izvrtina za izsrednik.



Slika 34: Napaka v predelu kjer je pritrjen steznik

4.2.1.3 Preizkušanci s kovinskim vijakom s prečno matico

Pri preizkušancih s kovinskim vijakom s prečno matico je prišlo do manjše napake znotraj spoja, kjer je prav tako zaradi natezne trdnost popustila iverna plošča (slika 35). Prišlo je tudi do napak okovja in sicer do ukrivitve vijaka, k temu je pripomogla tudi podložka, ki pomaga pri pritrditvi (slika 36). Drugih poškodb ni bilo.



Slika 35: Napaka na iverni plošči pri prečni matici



Slika 36: Ukrivljenost vijaka

4.2.2 Poškodbe pri preizkušancih iz masivnega lesa

4.2.2.1 Preizkušanci z lesenimi vijaki s prečno matico

Pri preizkušancih z lesenim vijakom s prečno matico, smo leseno ploščo obrnili tako, da smo luknje zvrtili prečno na letnice. Les se je deformiral vzdolžno z letnicami zaradi premajhne natezne trdnosti, poškodb na vijakih pa ni bilo (slika 37).



Slika 37: Prikaz napake lom po lesu

4.2.2.2 Preizkušanci z izsredniki v masivnem lesu

Pri preizkušanju vzorcev z izsredniki ni bilo vidnih napak ne na lesu ne na okovju. Stezniki so se podali prav tako kakor v iverni plošči (slika 34).

4.2.2.3 Preizkušanci s kovinskimi vijaki s prečno matico v masivnem lesu

Pri preizkušanju vezi s kovinskim vijakom in prečno matico ni bilo vidnih napak v lesu, les je bil obrnjen v vzdolžni smeri. So se pa zvili vsi stezni vijaki (slika 36).

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Kovinski vijak s prečno matico je zdržal največje obremenitve tako v masivnem lesu bukovine kakor v iverni plošči. Lesen vijak s prečno matico in izsrednik sta dosegla približno enake rezultate. Predvidevali smo, da lesen vijak ne bo zdržal obremenitev, in bo zato prišlo do poškodb na lesenem vijaku in matici prej kot na masivni plošči, do česar pa ni prišlo. Od napak in poškodb pri delovanju sil se je lesena prečna matica najboljše izkazala. Na njej ni bilo vidnih napak. Pravilno smo predvidevali, da bomo pri vseh treh vezeh dobil najboljše rezultate v masivnem lesu. Ko smo med preizkušanjem opazovali kaj se dogaja z vezmi, smo iz praktičnega vidika, ko je bil vzorec narejen ugotovili, kako bi leseno prečno matico dodatno učvrstili, da se med obremenitvijo ne bi izpulila, kakor vidimo na sliki 37. Menimo, da bi bila trdnost vezi veliko večja, če bi matico zalepili z lepilom. Vez pa bi bila kljub temu še vedno razstavljiva. V eni od prihodnjih diplomskih nalog bi tako lahko izdelali primerjavo med vezjo z lesenim vijakom in vlepljeno prečno matico ter vezjo z mozniki. Ker vemo, da ima les najboljše lastnosti iz čelne smeri rasti, kjer je najbolj tog in trden, smo lesen vijak preizkušali iz bočne smeri pravokotno na lesna vlakna. Seveda so zaradi tega rezultati nekoliko slabši. V iverni plošči se na to ne moremo ozirati, kajti tu je zgradba plošč drugačna in nima velikega vpliva na rezultate. Lesen vijak s prečno matico in izsrednik lahko v iverni plošči primerjamo med seboj, ker med njima ni velike razlike o trpežnosti spoja. Lahko pa rečemo, da sta primerljiva. Rezultati pri vzorcu z lesenim vijakom s prečno matico v iverni plošči so slabši vendar pa v praksi lesenih vijakov gotovo ne bi uporabili za obod iz iverne plošče. Zato so za lesen vijak merodajni rezultati v masivnem lesu, ki pa kažejo, da je leseno okovje dovolj kvalitetno za uporabo – primerno za proizvajalce, ki se želijo izogniti kakršni koli uporabi kovine pri svojih izdelkih. Podobnih poizkusov do sedaj še ni bilo opravljenih, zato jih težko primerjamo s tistimi, ki so delali poizkuse z mozniki, vijaki, z uporabo lepila, brez lepil, itd. Veliko testiranje je bilo delanih s sedaj najbolj uporabljenimi ploščami, to so iverna plošča in MDF plošče.

5.2 SKLEPI

Na osnovi testiranja smo ugotovili, da:

- smo dobili najboljše rezultate pri kovinskem vijaku s prečno matico, tako v masivnem lesu kakor tudi v iverni plošči.
- se kovinski vijak s prečno matico bolje obnese v masivnem lesu, saj je njeno povprečje skoraj enkrat večje kakor v iverni plošči, kar smo tudi pričakovali.
- lesen vijak s prečno matico v masivnem lesu zdrži v povprečju skoraj trikrat več kakor v iverni plošči; in polovico manj kot kovinski vijak s prečno matico.
- je izsrednik v lesu zdržal obremenitev, ki je dvainpol krat večja od iverne plošče. Dobljeni rezultati pa so primerljivi z rezultati, ki smo jih dobili pri lesenem vijaku s prečno matico.
- smo za deformacijo spoja, iz iverne plošče potrebovali skoraj polovico manjšo silo, čeprav so preizkušanci v obeh primerih na koncu dosegli skoraj enako dolžino deformacije od začetne točke.

6 POVZETEK

Izdelava lesnih vezi je navadno bolj zapletena in dolgotrajna kakor namestitvev in uporaba okovja. Kljub temu se nekateri proizvajalci prestižnega masivnega pohištva, ki sledijo filozofiji naravnega in ekološkega, dosledno izogibajo uporabi kakršnega koli kovinskega okovja pri svojem pohištvu. Cilj naloge je bil ugotoviti razliko med togostjo, trdnostjo in trajnostjo obodnih kotnih vezi, kjer smo uporabili dve različni vrsti kovinskega okovja (izsrednik in vijak s prečno matico) ter lesen vezni element (leseno prečno matico). Podobne poizkuse glede deformacij spojev in togosti so preizkušali na iverni in MDF ploščah kjer so za spoj uporabili moznike in vijake. Prišli so do zanimivih podatkov, da se pri mozničnem spoju bolje obnese iverna plošča. Maksimalna trdnost na moznik je dosežena, ko je osna razdalja 76mm, odvisna pa je tudi od premera in dolžine moznikov ter od razmerja med globino luknje za moznik v robni in v lični ploskvi. Pri vijakih so ugotovili, da ima dolžina vijaka večji vpliv na trdnost kot premer vijaka. Maksimalna trdnost je bila dosežena, ko je bilo privijanje vijakov z osno razdaljo 89 mm. Pri spojih kjer se uporablja lepilo, moznike in vijake pa se v vzdržljivosti bolje obnesejo MDF plošče.

Eksperiment smo izvedeli na ivernih ploščah, ploskovno oblepljenih z bukovim furnirjem ter v ploščah iz masivnega bukovega lesa. Najprej smo pripravili kose lesa bukovine in iverne plošče. Les bukovine smo širinsko zlepili ter jih poskobljali na debelino 18 mm. Nato smo jih razžagali na dolžino 200 mm. Prav tako smo razžagali iverno ploščo jo površinsko skalibrirali in ploskovno oblepili z furnirjem. Sledil je še formatni obrez na točne dimenzije. Ko so bili vzorci pripravljeni smo vanje zavrtali luknje za okovje in za pritrditev na testirni stroj. Nato je sledilo testiranje. Poizkus je bil zasnovan tako, da smo ugotavljali trdnost in kvaliteto spoja ter okovja. Pri preizkusu smo pokončnik pritrdili na ogrodje testirnega stroja z dvema vijakoma. Prečnik smo tlačno (konzolno) obremenili na ročici 150 mm (slika 18), hitrost pomika traverze testirnega stroja je bila pri vseh preizkušancev 20 mm/min. Kovinski vijak s prečno matico je zdržal največje obremenitve tako v masivnem lesu bukovine kakor v iverni plošči. Približno enake rezultate sta dosegla lesen vijak s prečno matico in izsrednik. Od napak in poškodb pri delovanju sil se je lesena prečna matica najbolje izkazala. Na njej ni bilo vidnih napak. Lesen vijak s prečno matico in izsrednik lahko v iverni plošči primerjamo med seboj, ker med njima ni velike razlike o trpežnosti spoja.

7 VIRI

- Eren S., Eckelman C. A. 1998. Edge breaking strenght of wood composites. Holz als Roh- und Werkstoff, 56. 2: 115-120
- Ho C. L., Eckelman C. A. 1994. The use of preformance tests in evaluating joint and fastener strenght in case furniture. Forest products journal, 44: 9, 47-53
- Hrovatin J. Materiali za izdelavo omar. Gradnja in oprema: 24-25
- Jermol M. 1993. Uporaba in varnost bivalnega pohištva. Višješolska diplomska naloga. Ljubljana, BF, Oddelek za lesarstvo: 1-19
- Kasal A., Sener S., Belign C. M., Efe H., 2006. Bending strenght of screwed corner joints with different materials. G.U. Journal of Science, 19, 3: 155-161
[http://www.fbe.gazi.edu.tr/dergi/tr/dergi/tam/19\(3\)/3.pdf](http://www.fbe.gazi.edu.tr/dergi/tr/dergi/tam/19(3)/3.pdf)
- Liu W. Q., Eckelman C. A., 1998. Effect of number of fasteners on the strenght of corner joints for cases. Forest products journal, 48. 1: 93-95
- Lin S. C., Eckelman C. A., 1987. Rigidity of furniture cases with various joint constructions. Forest products journal, 37. 1: 23-27
- Rantah J. 1992. Razvoj lesnih vezi in njegova povezava s tehnologijo obdelavo lesa. Višješolska diplomska naloga. Ljubljana, BF, Oddelek za lesarstvo: 65 str.
- Rozman V., 1997. Konstrukcijski elementi konstrukcije 2.5. izdaja. Ljubljana, Lesarska založba: 166 str.
- Rozman V., 1997. Konstrukcije izdelkov. Konstrukcije 3. 3 izdaja Ljubljana, Unipos d.o.o., 328
- Tankut A. N., Tankut N. 2004. Effect of Some Factors on the Strenght of Furniture Corner Joints Constructed with Wood Biscuits. Turkish Journal, 28: 301-309
<http://journals.tubitak.gov.tr/agriculture/issues/tar-04-28-5/tar-28-5-2-0311-1.pdf>
- Vrbnjak T. 1996. Omarno pohištvo v luči naše in mednarodne standardizacije. Višješolska diplomska naloga. Ljubljana, BF, Oddelek za lesarstvo,: 38-39
- Zhang J. L., Eckelman C. A. 1993. Rational design of multi-dowel corner joints in case in construction. Forest products journal, 43. 11/12: 52-58
- Zhang J. L., Eckelman C. A. 1993. The bending moment resistance of single-dowel corner joints in case construction. Forest products journal, 43. 6: 19-24
- Zhang J., Efe H., Erdil Y. Z., Kasal A., Han N. 2005. Moment resistance of multiscrev L-type corner joints. Forest products journal, 98.54: 1-7

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici doc. dr. Jasni Hrovatin za mentorstvo in pomoč pri zasnovi in izvedbi diplomske naloge, prav tako se zahvaljujem recenzentu izr. prof. dr. Milanu Šerneku za pomoč in nasvete pri delu diplomske naloge.

Za pomoč pri laboratorijskem delu in analizah v laboratoriju Biotehniške fakultete Oddelka za lesarstvo, se zahvaljujem asistentu Mirku Karižu.

Za materialno podporo se zahvaljujem podjetju Stilles iz Sevnice, ki je omogočilo izdelavo vzorcev ter nabavo okovja, ter proizvajalcu lesenih vijakov s prečno matico.

Iskrena hvala tudi vsem ostalim, ki so me podpirali in mi pomagali v času izdelave diplomske naloge.

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Tomo ŽULIČ

**PRIMERJAVA MEHANSKIH LASTNOSTI
OBODNE KOTNE VEZI Z RAZSTAVLJIVO
VEZJO IN S SPOJNIM OKOVJEM**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2009

