

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Aleks MIKLIČ

**OBLIKA LOMA LESNIH PLOŠČNIH KOMPOZITOV
PRI
NATEZNI IN UPOGIBNI OBREMENITVI**

DIPLOMSKI PROJEKT

Univerzitetni študij - 1. stopnja

Ljubljana, 2014

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Aleks MIKLIČ

**OBLIKA LOMA LESNIH PLOŠČNIH KOMPOZITOV PRI
NATEZNI IN UPOGIBNI OBREMENITVI**

DIPLOMSKI PROJEKT
Univerzitetni študij - 1. stopnja

**FRACTURE CHARACTERISTICS OF WOOD-BASED PANELS
UNDER TENSILE AND BENDING LOAD**

B. SC. THESIS
Academic Study Programmes

Ljubljana, 2014

Diplomski projekt je zaključek Univerzitetnega študija Lesarstva – 1. stopnja. Delo je bilo opravljeno na Katedri za lepljenje, lesne kompozite in obdelavo površin.

Senat Oddelka za lesarstvo je za mentorja diplomskega dela imenoval doc. dr. Sergej-a Medveda za recenzenta pa prof. dr. Milan-a Šerneka.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Diplomski projekt je rezultat lastnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svojega diplomskega projekta na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je projekt, ki sem ga oddal v elektronski obliki, identičen tiskani verziji.

Aleks Miklič

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Du1
DK	UDK 630*862
KG	oblika loma/ploščni kompoziti/upogib/natezna obremenitev
AV	MIKLIČ, Aleks
SA	MEDVED, Sergej (mentor)/ŠERNEK Milan (recenzent)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo
LI	2014
IN	OBLIKA LOMA LESNIH PLOŠČNIH KOMPOZITOV PRI NATEZNI IN UPOGIBNI OBREMENITVI
TD	Diplomski projekt (Univerzitetni študij - 1. stopnja)
OP	VI, 23 str., 2 pregl., 23 sl., 7 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	Raziskovali smo potek loma lesnih ploščnih kompozitov pri obremenitvi na upogib in nateg. Za namen raziskave smo uporabili 5 različnih, industrijsko izdelanih lesnih ploščnih kompozitov in sicer furnirno ploščo, iverno ploščo, konstrukcijsko ploščo (KP), OSB ploščo in vlakneno ploščo. Da bi obliko loma med ploščami lahko čim bolj primerjali, smo izbrali plošče podobne debeline in sicer med 17 in 19 mm. Lom med različnimi ploščami se precej razlikuje in ga lahko povežemo z velikostjo osnovnih gradnikov. Ugotovili smo, da se z zmanjševanjem osnovnih gradnikov zmanjšuje tudi nazobčanost loma, razen pri vlakneni plošči, kjer je lom spet bolj nazobčan. Ugotovili smo tudi posebnost loma furnirne plošče, saj se ta lomi po plasteh, in pred zlomom vsake plasti sila zopet rahlo naraste. Na lom plošč v največji meri vpliva velikost in oblika osnovnih gradnikov, ter tudi porazdelitev gostote v vertikalni smeri, ki je pri furnirni plošči zelo homogena, pri ploščah iz iveri in vlaken pa opazamo razlike v gostoti.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Du1

DC UDC 630*862

CX fracture characteristics/board composites/bending/streching

AU MIKLIČ, Aleks

AA MEDVED, Sergej (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 2014

TY FRACTURE CHARACTERISTICS OF WOOD-BASED PANELS UNDER TENSILE AND BENDING LOAD

DT B. Sc. Thesis (Academic Study Programmes)

NO VI, 23 p., 2 tab., 2 3 fig., 7 ref. .

LA sl

Al sl/en

AB We focused our research on the course of fracture of board composites under bending and tensile loads. 5 different industrially made wooden board composites: plywood, particle board, fibre board, construction board and OSB board were used. To compare the fractures, we chose similar board thicknesses, all between 17 and 19 mm. Fractures among individual boards varied substantially and could be linked to the size of the basic building element. By decreasing the size of the basic building element decreased the serration of the fraction, except with the fibre board where the serration got bigger. We also discovered a unique feature of the veneer board fracture, as the board fractures by layers, the force slightly increased before each fracture. The main variables for the difference of board fractures were size and shape of the basic building blocks, but also the distribution of density in the vertical direction, which was very homogeneous with the veneer boards, but varied in fibre and particle boards.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	II
KEY WORDS DOCUMENTATION	III
KAZALO VSEBINE	IV
KAZALO SLIK	V
KAZALO PREGLEDNIC	VI
1 UVOD	1
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA	1
1.2 CILJI RAZISKOVANJA	2
1.3 DELOVNE POTEZE	2
2 PREGLED OBJAV	3
3 MATERIALI IN METODE	5
3.1 MATERIALI	5
3.2 METODE	5
3.2.1 Upogibni test	6
3.2.2 Natezni test	8
4 REZULTATI IN RAZPRAVA.....	9
4.1 FURNIRNA PLOŠČA	9
4.2 OSB PLOŠČA	11
4.3 PLOŠČA Z OZNAKO KP	164
4.4 IVERNA PLOŠČA.....	186
4.5 VLAKNENA PLOŠČA.....	18
4.6 RAZPRAVA.....	20
5 SKLEPI	21
6 POVZETEK.....	22
7 VIRI	23
ZAHVALA	

KAZALO SLIK

Slika 1: Testirni stroj Zwick Z100.....	6
Slika 2: Prikaz upogibnega preizkusa.....	7
Slika 3: Prikaz nateznega preizkusa	8
Slika 4: Graf upogibnega preizkusa furnirne plošče	9
Slika 5: Izgled loma furnirne plošče po upogibni obremenitvi	10
Slika 6: Graf nateznega preizkusa furnirne plošče	10
Slika 7: Izgled loma furnirne plošče po natezni obremenitvi.....	11
Slika 8: Graf upogibnega preizkusa OSB plošče.....	12
Slika 9: Izgled loma OSB plošče po upogibni obremenitvi	12
Slika 10: Graf nateznega preizkusa OSB plošče	13
Slika 11: izgled loma OSB plošče po natezni obremenitvi	13
Slika 12: Graf upogibnega preizkusa konstrukcijske plošče.....	14
Slika 13: Izgled loma KP po upogibni obremenitvi	14
Slika 14: Graf nateznega preizkusa konstrukcijske plošče.....	15
Slika 15: Izgled loma KP pri natezni obremenitvi	15
Slika 16: Graf upogibnega preizkusa iverne plošče	16
Slika 17: Izgled loma iverne plošče po upogibni obremenitvi	16
Slika 18: Graf nateznega preizkusa iverne plošče	17
Slika 19: Izgled loma iverne plošče po natezni obremenitvi.....	17
Slika 20: Graf upogibnega preizkusa vlaknene plošče.....	18
Slika 21: Izgled loma vlaknene plošča po upogibni obremenitvi.....	18
Slika 22: Graf nateznega preizkusa vlaknene plošče	19
Slika 23: Izgled loma vlaknene plošče po natezni obremenitvi	19

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Prikaz uporabljenih lepil in gostote lesnih plošč	5
Preglednica 2: Prikaz modula elastičnosti, upogibne in natezne trdnosti.....	9

1 UVOD

Potreba po lesu in lesnih izdelkih se je skozi zgodovino konstantno povečevala, zato je bila težnja po novih izdelkih vedno večja. Z začetkom izdelave lesnih ploščnih kompozitov se je odprlo veliko novih možnosti za celovitejšo porabo lesa.

Za različne potrebe in različne namene uporabe se je izoblikovalo veliko različnih ploščnih kompozitov, kot so furnirne plošče, OSB plošče, iverne plošče, konstrukcijske plošče, ter vlaknene plošče.

Lastnosti lesnih ploščnih kompozitov so odvisne od številnih dejavnikov, kot npr. velikosti uporabljenega gradnika, morfologije gradnika, gostote plošče ter vrste uporabljenega lepila. Za lesno predelovalno industrijo so lesni ploščni kompoziti pomemben (pol)izdelek, saj je njihova uporabnost skoraj neomejena.

Cenovno so sprejemljivi in imajo dokaj dobre mehanske lastnosti. Od masivnega lesa se razlikujejo predvsem po tem, da so veliko bolj homogeni. Njihova homogenost narašča z zmanjševanjem osnovnih delcev. Dobre lastnosti se odražajo tudi v dimenzijski stabilnosti, le debelinsko nabrekanje je nekoliko slabše.

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

Zaradi razlik v velikosti uporabljenih gradnikov prihaja tudi do razlik v mehanskih lastnostih posameznega materiala. Pomemben dejavnik, ki vpliva na lastnosti lesnih ploščnih kompozitov so ravno gradniki iz katerih je plošča narejena. Med vročim stiskanjem pride zaradi vzajemnega delovanja vlage, temperature in tlaka do neenakomerne deformacije gradnikov, kar posledično vpliva na lastnosti materiala.

1.2 CILJI RAZISKOVANJA

Namen raziskave je ugotoviti lomne karakteristike različnih lesnih ploščnih kompozitov, ko so obremenjeni na upogib in nateg. Prav tako smo želeli ugotoviti, vpliv smeri obremenitve na karakteristike loma.. Ugotoviti želimo tudi, ali obstajajo velike razlike med ploščami, ki so usmerjene vzdolžno, in ploščami s prečno usmeritvijo.

1.3 DELOVNE HIPOTEZE

Predvidevamo, da bo zaradi velike razlike v velikosti gradnikov prišlo tudi do razlik v izgledu in poteku loma. Predvidevamo, da bodo imele iverna, KP in vlaknena plošča podobne lome, saj imajo vse majhne gradnike. OSB plošča naj bi že odstopala od prejšnjih plošč, furnirna pa naj bi imela zaradi zelo velikih gradnikov tudi drugačen lom glede na ostale plošče.

2 PREGLED OBJAV

Karakteristike loma je preučeval že De Mura s sod. (2009). Proučevali so izgled loma pri masivnem lesu (smreka in bor). Analizirali so izgled loma v radialni, tangencialni in longitudinalni smeri. Preizkus je potekal pri obremenitvi na upogib, pri katerem so poskušali ugotoviti začetek loma in opazovati njegovo širjenje. Lom so spremljali z metodo, ki temelji na napetostnem stanju trikotne oblike v vzorcu. Lom so na koncu testirali s posebno metodo, imenovano R-curve, temelji pa na definiranju geometrije loma in velikosti razpoke. S pomočjo teh podatkov se nato določi energijo loma.

Ehart in sod. (1996), so raziskali novonastali proizvod PSL (Parallel strand lumber), dotaknili so se tudi analize loma te plošče. Za primerjavo so vzeli iverno ploščo, ki je bila takrat že dobro uveljavljena, ter masivni les. Lom so določali z metodo, pri kateri s pomočjo klina prelomijo vzorec. Pri tem so prišli do ugotovitev, da ima orientiranost lamel v PSL plošči velik vpliv na karakteristike loma.

Ehart in sod. (1996) so določali specifično energijo loma in njegov natančen potek. Metoda je temeljila na razdvajanju preizkušanca s pomočjo klina. Poleg tega so raziskovali tudi vpliv osnovnih gradnikov na potek loma. Prišli so do ugotovitev, da se energija loma glede na orientiranost preizkušanca razlikuje in je v prečni smeri tudi do desetkrat večja. Optimalno razmerje med širino in višino osnovnega gradnika pa naj bi bilo 1,4.

Fan in sod. (2009) so ugotovili, da na lastnosti ploščnih kompozitov vplivajo osnovni gradniki in procesi med izdelavo plošče (vpliv na gostoto in gostotni profil). Pri procesu stiskanja lahko reguliramo tlak, temperaturo in čas stiskanja, povečanje teh parametrov pa privede do višje gostote plošče. Na gostotni profil lahko vplivamo s hitrostjo zapiranja stiskalnice. Večja hitrost stiskanja privede do večje razlike med gostotama zunanega in srednjega sloja. Velikost oblika in usmerjenost gradnikov ima vpliv tudi na mehanske lastnosti.

Xu (1999) je pri ploščnih kompozitih preučeval modul elastičnosti in upogibno trdnost, ter ugotavljal njuno povezanost z gostotnim profilom. Najvišjo vrednost modula elastičnosti je zabeležil tam, kjer je bila najvišja gostota pomaknjena za kakšen mm proti sredini plošče.

Lee in Wu (2003) sta določala za vsak sloj posebej Youngov modul, Poissonovo število in linearni razteznostni koeficient, pri OSB plošči. S pridobljenimi podatki se lahko teoretično izračuna upogibna trdnost in modul elastičnosti.

3 MATERIALI IN METODE

3.1 MATERIALI

Za namen preizkušanja smo izbrali pet lesnih ploščnih kompozitov, ki so pogosto uporabljeni v lesni industriji in so dostopni na našem tržišču. Uporabljeni ploščni kompoziti so bili: bukova-furnirna plošča (11- slojna) , iverna, KP (konstrukcijska plošča), OSB, in vlaknena plošča (preglednica 1). Pri KP gre za ploščo, katera ima v primerjavi z iverno ploščo na obeh površinah večje iveri, kar privede do boljših mehanskih lastnosti. Plošče so se med seboj razlikovale po velikosti osnovnih gradnikov, vrsti in deležu lepila ter gostoti. Debeline plošč je bila med 17mm in 19 mm, med katerimi je furnirna plošča najtanjša vlaknena pa najdebelejša.

Preglednica 1: Prikaz uporabljenih lepil in gostote lesnih plošč

Vrsta plošče	Uporabljeno lepilo	Gostota
		ρ [kg/m ³]
Furnirna plošča	MUF	787,60
KP	MUF	708,95
Vlaknena plošča	UF	701,34
Iverna plošča	UF	652,62
OSB plošča	MUF	584,33

3.2 METODE

Iz vsake plošče, dimenzije 2000 mm x 1000 mm smo izžagali preizkušance za ugotavljanje upogibne in natezne trdnosti. S pomočjo kljunastega merila, mikrometra in tehtnice smo pridobili vse potrebne podatke za izračun gostote. Analizo loma lesnih plošč smo ugotavljali pri upogibnem in nateznem preizkusu. Oba preizkusa smo izvajali na univerzalnem testirnem stroju Zwick Z100 (slika 1).



Slika 1: Testirni stroj Zwick Z100

3.2.1 Upogibni test

Upogibni test smo izvajali po standardu SIST EN 310 - tritočkovna obremenitev (slika 2). Za vsako ploščo smo imeli po šest preizkušancev, od tega so bili trije vzdolžno usmerjeni, trije pa prečno. Dimenzije preizkušancev so bile 410 mm x 50 mm x debelina. Pri preizkusu nas je najbolj zanimal graf, ki prikazuje velikost deformacije v odvisnosti od sile. Poleg tega smo še pridobili informacije o modulu elastičnosti in upogibni trdnosti.

Modul elastičnosti smo izračunali po enačbi (1):

$$E_m = \frac{l^3 \cdot (F_2 - F_1)}{4 \cdot w \cdot a^3 \cdot (\alpha_1 - \alpha_2)} \quad \dots (1)$$

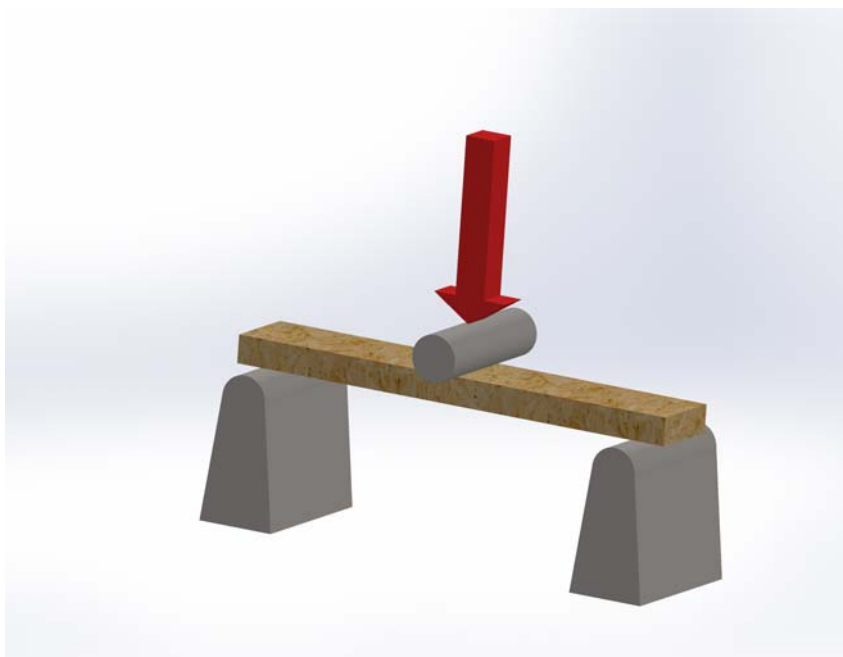
- F_1 : sila pri 10% sile loma v N
- F_2 : sila pri 40% sile loma v N
- l_1 : oporiščna razdalja v mm
- a_1 : poves pri 10% sile loma v mm
- a_2 : poves pri 40% sile loma v mm
- w : širina preizkušanca v mm
- t : debelina preizkušanca v mm

Upogibno trdnost smo izračunali po enačbi (2):

$$f_m = \frac{F_{loma} \cdot l_1}{2 \cdot w \cdot t^2} \quad \dots(2)$$

- F_{loma} : sila loma v N
- l_1 : oporiščna razdalja v mm
- w : širina preizkušanca v mm
- t : debelina preizkušanca v mm

Hitrost obremenjevanja je bila 6 mm/s. Preizkus smo zaključili, ko je prišlo do preloma preizkušanca. Po končanem preskusu smo še vizualno analizirali potek oz. izgled loma.



Slika 2: Prikaz upogibnega preizkusa

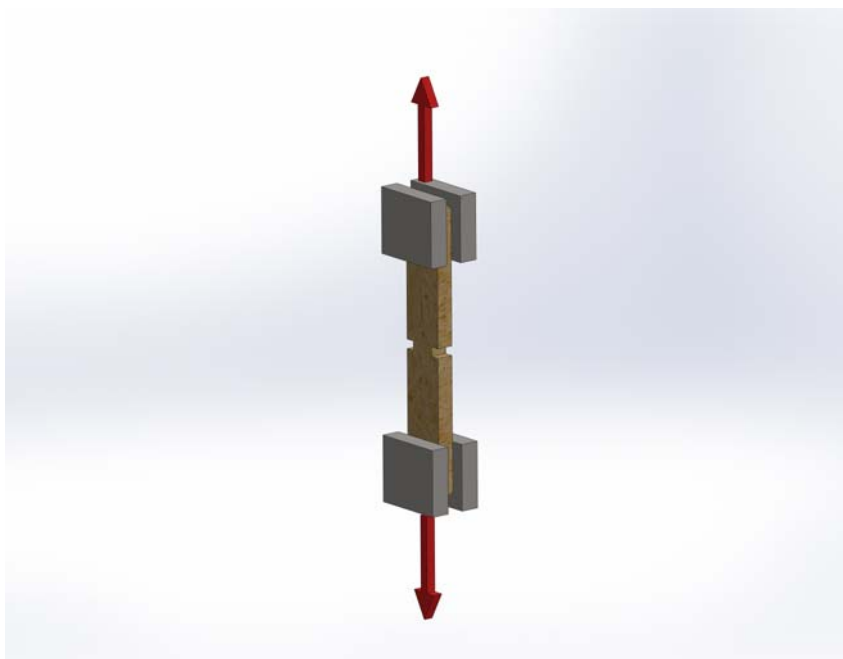
3.2.2 Natezni test

Natezno trdnost smo ugotavljali na preizkušancih velikosti 300mm x 50 mm, ki smo jih na sredini, po širini stanjšali na širino 30 mm (slika 3) . Trije preizkušanci so bili usmerjeni vzdolžno trije pa prečno (glede na dolžino plošče). Hitrost obremenjevanja je bila prav tako 6 mm/s. Preizkus smo končali, ko je prišlo do preloma preizkušanca.

Natezna trdnost smo izračunali po enačbi (3):

$$f_n = \frac{F_{loma}}{t \cdot w} \quad \dots(3)$$

- F_{loma} : sila loma v mm
- t : debelina preizkušanca v mm
- w : širina prelomne površine v mm



Slika 3: Prikaz nateznega preizkusa

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

Rezultati raziskave so pokazali, da velikost osnovnih gradnikov vpliva na trdnost plošče in način poteka loma ploščnih kompozitov (preglednica 2). Ugotovili smo, da ima furnirna plošča z največjimi osnovnimi gradniki tudi največjo upogibno in natezno trdnost.

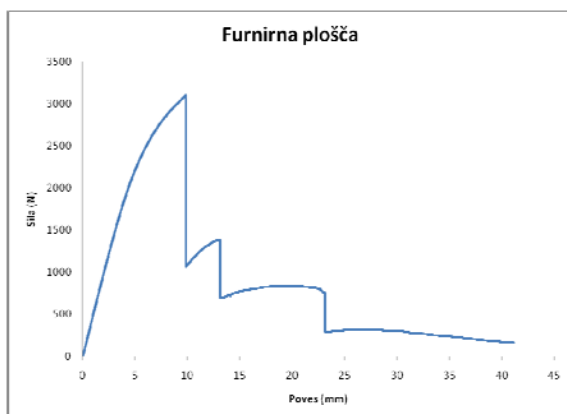
Preglednica 2: Prikaz modula elastičnosti, upogibne in natezne trdnosti

Vrsta plošče	Upogibna trdnost	Modul elastičnosti	Natezna trdnost
	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²
Furnirna plošča	78,82	7530	49,75
OSB plošča	29,99	4043	20,35
KP	16,71	2426	12,44
Iverna plošča	12,47	2089	8,08
Vlaknena plošča	21,37	2614	12,84

Pri ploščah iz iveri (OSB, KP, iverna plošča) smo ugotovili povezavo med velikostjo gradnikov in modulom elastičnosti ter upogibno in natezno trdnostjo. Z manjšanjem gradnikov se tudi te tri veličine zmanjšujejo. Vlaknena plošča ima višje vrednosti zaradi zelo dobre prepletenosti gradnikov. Razliko v trdnosti plošč med prečno in vzdolžno usmerjenimi preizkušanci smo zaznali le pri furnirni in OSB plošči.

4.1 FURNIRNA PLOŠČA

Lom furnirne plošče se od ostalih plošč, ki smo jih preizkušali, najbolj razlikuje (slika 4).



Slika 4: Graf upogibnega preizkusa furnirne plošče

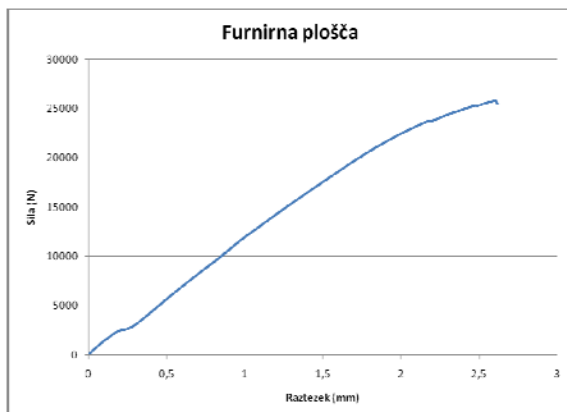
Graf za furnirne plošče pri obremenitvi na upogib, lahko razdelimo na štiri dele (slika 4), kar je posledica popuščanja oz. loma po slojih (slika 5). Opazimo lahko tudi naraščanje sile po prelomu posameznega sloja. Višina naraščanja sile je povezana s številom preostalih (nepoškodovanih) slojev furnirja. Z vizualno analizo smo ugotovili tudi razlike med karakteristiko loma prečnih in vzdolžno usmerjenih furnirjev (slika 5).



Slika 5: Izgled loma furnirne plošče po upogibni obremenitvi

Na sliki 5 vidimo, da se tako prečni kot tudi vzdolžni furnir lomita po letnicah. Razlika je v tem, da je pri prečnem furnirju lom izredno raven pri vzdolžnem pa opazimo nazobčan lom.

Na sliki 6 je prikazana korelacija med raztezkom in silo obremenitve.



Slika 6: Graf nateznega preizkusa furnirne plošče

Primerjava poteka krivulje pri nateznem (slika 6) in upogibnem (slika 5) preskusu kaže na razlike v obnašanju materiala, ko je ta izpostavljen različnim obremenitvam. Če smo pri upogibnem preskusu ugotovili tipično lomljenje po slojih, tega tukaj ni bilo zaznati. Ko smo enkrat dosegli kritično vrednost, se je plošča hipoma porušila, vendar pri nateznem poizkusu ni prišlo do loma po slojih kot pri upogibnem testu, ampak do preloma vseh furnirjev skoraj istočasno. Prečni furnirji so se verjetno prelomili malo pred vzdolžnim.

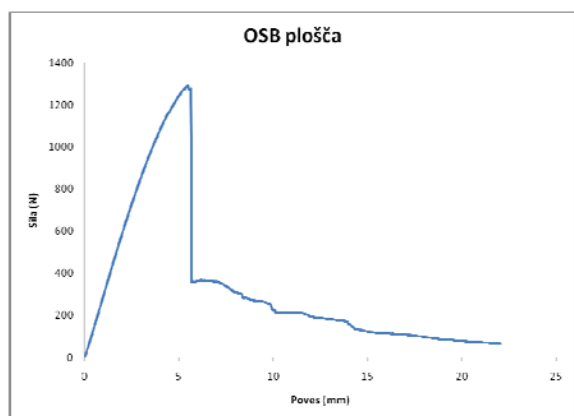
Pri nateznem preizkusu smo opazili zelo podoben izgled lomne površine kot pri upogibnem (slika 7), pri čemer je lomna površina pri nateznem preizkusu večja.



Slika 7: Izgled loma furnirne plošče po natezni obremenitvi

4.2 OSB PLOŠČA

Čeprav se za izdelavo OSB uporabljajo iveri (sicer) večjih dimenzij, lahko pri podrobnem pregledu opazimo nekatere značilnosti loma furnirnih plošč (slika 4), in tudi značilnosti loma plošč iz iveri (slika 16 in 18).



Slika 8: Graf upogibnega preizkusa OSB plošče

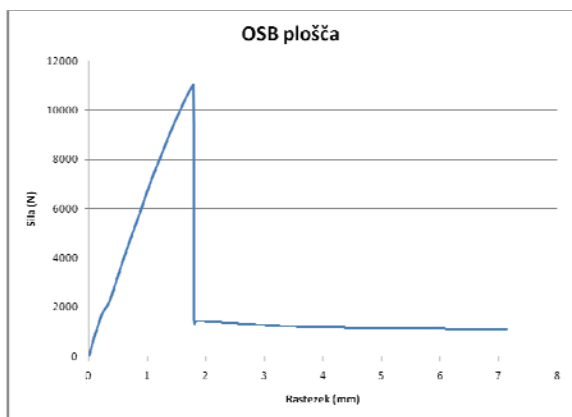
Lom OSB plošče poteka delno tudi po slojih (slika 8), ta se zgodi samo enkrat in poteka nekje do sredine debeline plošče. Sila nato počasi pada, povos se večja, lom pa ne pride dosti dlje kot do sredine debeline. Opazimo lahko tudi podobnosti s krivuljo loma furnirja, saj tu tudi pride do rahlih dvigov sile, vendar ne tako izrazito kot pri furnirni plošči. Izgled loma je izredno nazobčan, celo bolj kot pri vzdolžnih furnirjih.



Slika 9: Izgled loma OSB plošče po upogibni obremenitvi

Lom pri OSB plošči poteka med gradniki, kar zaradi njihove velikosti privede do velike nazobčanosti lomne površine.

Na sliki 10 je prikazan natezni preizkus OSB plošče. Pri primerjavi s furnirno ploščo opazimo, da se ta tudi po lomu, ne prelomi popolnoma, vendar nanjo še vedno deluje manjša sila.



Slika 10: Graf nateznega preizkusa OSB plošče

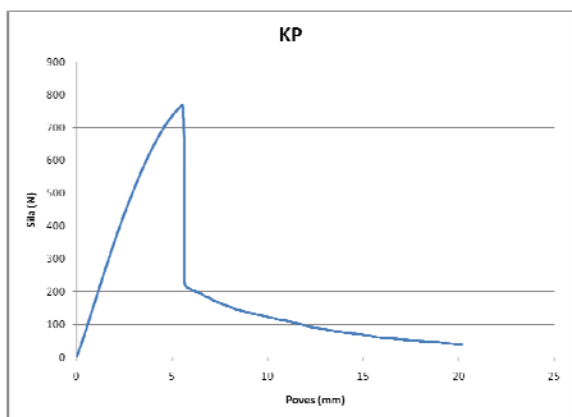
Padec sile pri prelomu znaša približno 80 %, nato pa se raztezek zelo povečuje pri rahlem upadanju sile. Izgled loma je podoben kot pri upogibnem preizkusu, prav tako lahko opazimo močno nazobčanost in lom med gradniki. Zaradi loma med gradniki je prišlo do velikih vboklin v lomni površini.



Slika 11: Izgled loma OSB plošče po natezni obremenitvi

4.5 PLOŠČA Z OZNAKO KP

Plošča ima zaradi podobnih velikosti osnovnih gradnikov z iverno ploščo tudi podobne lomne karakteristike.



Slika 12: Graf upogibnega preizkusa konstrukcijske plošče

Padec sile je tu rahlo večji kot pri iverni plošči in znaša 75 %. Lom je prav tako potekal nekje do sredine debeline plošče. Izgled loma je bil zelo podoben kot pri iverni plošči, opazili smo le rahlo večjo nazobčanost, ki pa sovпада z rahlo večjimi osnovnimi gradniki (slika 13). Lom je potekal med gradniki.



Slika 13: Izgled loma KP po upogibni obremenitvi

Natezni preizkus prav tako kaže na podobnosti z iverno ploščo (oblika grafa 14 in 18).



Slika 14: Graf nateznega preizkusa konstrukcijske plošče

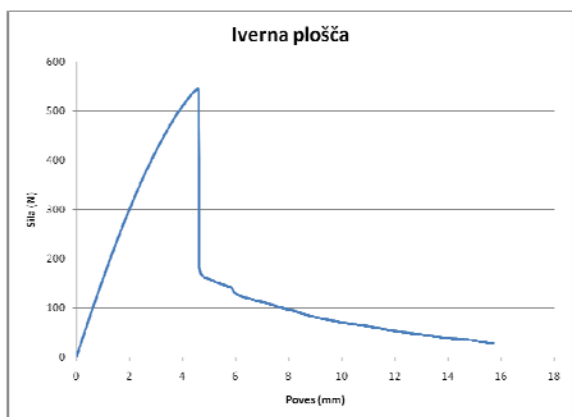
Sila pri lomu pade za 70 %, kar po padcu sile KP uvrsti med iverno in OSB ploščo. Izgled loma je tu zopet podoben kot pri upogibnem testu, kar pomeni, da je nazobčanost zopet malo močnejša kot pri iverni plošči (slika 15).



Slika 12: Izgled loma KP pri natezni obremenitvi

4.3 IVERNA PLOŠČA

Pri iverni plošči (iveri manjših dimenzij) lahko ugotovimo nekatere podobnosti z OSB in KP, kot sta lomljenje med gradniki in podoben padec sile pri prelomu (primerjava slik 8,12, 16).



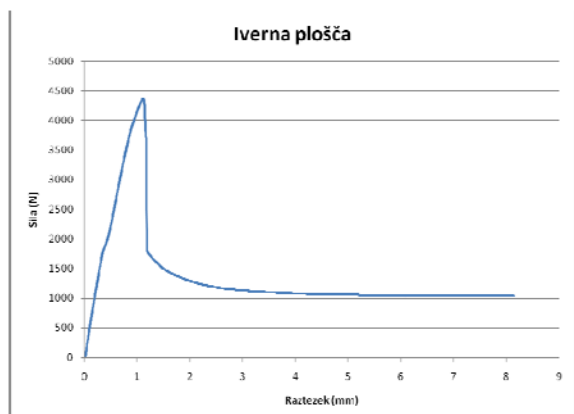
Slika 16: Graf upogibnega preizkusa iverne plošče

Lom se je zgodil enkratno, kot pri OSB plošči, in je potekal rahlo čez sredino debeline plošče. Pri lomu je sila padla za 70 %, kar je podobno kot pri upogibnem testu OSB plošče. Po prvem padcu sile je ta še naprej padala, in sicer bolj drastično kot pri drugih ploščah z enkratnim prelomom. Področje loma je rahlo nazobčano, vendar ne tako izrazito kot pri OSB plošči. Tudi v tem primeru je lom potekal med gradniki (slika 17).



Slika 17: Izgled loma iverne plošče po upogibni obremenitvi

Po prelomu iverne plošče smo zabeležili padec sile za 60 %, kar je od vseh preizkušanih plošč najmanj (slika 18).



Slika 13: Graf nateznega preizkusa iverne plošče

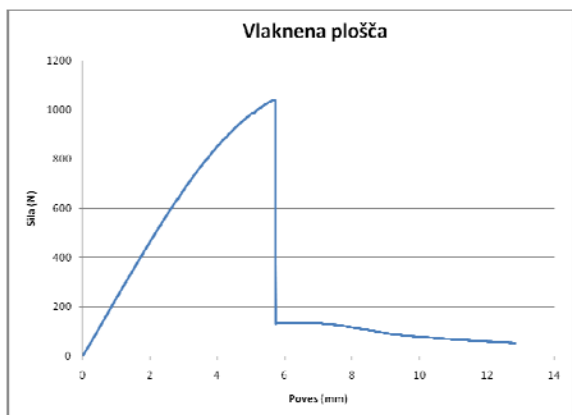
Tudi po velikem padcu sile ta počasi zgublja vrednost do neke konstantne vrednosti. Pri ostalih ploščah smo opazili, da je ta prehod ostrejši. Vzrok takega dogajanja je že v sami izdelavi plošče, saj so se pri stiskanju iveri bolj zlepile in zato popuščajo počasneje. Izgled loma je prav tako rahlo nazobčan in poteka med gradniki (slika 19).



Slika 14: Izgled loma iverne plošče po natezni obremenitvi

4.4 VLAKNENA PLOŠČA

Vlaknena plošča ima izmed vseh preizkušenih najmanjše gradnike, zato jo tudi uvrščamo med najbolj homogene.



Slika 20: Graf upogibnega preizkusa vlaknene plošče

Padec sile vlaknene plošče je izmed ostalih plošč največji in znaša 85 %, kar pomeni, da nanjo po prelomu deluje še zelo majhna sila (slika 20). Pri padcu sile se zgodi lom, ki sega čez polovico debeline plošče. Pri izgledu površine bi pričakovali, da bo nazobčanost majhna zaradi majhnih gradnikov, vendar ni tako. Nazobčanost je velika in spominja na masiven les (kot pri vzdolžnem furnirju). Vzrok za tako obnašanje je zelo dobra povezanost in prepletenost osnovnih gradnikov, ki skupaj dajejo značilnost masivnega lesa.



Slika 21: Izgled loma vlaknene plošče po upogibni obremenitvi

Izgled loma pri nateznem in upogibnem testu je pri vlakneni plošči zelo podoben, kar lahko pripišemo njenim majhnim osnovnim gradnikom in tako doseženi veliki homogenosti (sliki 21 in 23).



Slika 22: Graf nateznega preizkusa vlaknene plošče

Tudi pri nateznem preizkusu vlaknene plošče sila pade za 85 % in tako je tu padec sile največji (razen pri furnirni plošči, ki se prelomi do konca). Izgled loma (slika 23) je podoben kot pri upogibnem testu, ima podobno nazobčanost in lom verjetno poteka čez gradnike.



Slika 23: Izgled loma vlaknene plošče po natezni obremenitvi

4.6 RAZPRAVA

Na podlagi analiz vseh plošč smo ugotovili, da velikost osnovnih gradnikov znatno vpliva na lom ploščnih kompozitov. Pri furnirni plošči smo opazili, da sta izgled in velikost loma odvisna od smeri obremenitve glede na potek vlaken. Pri prečni obremenitvi na vlakna je lom potekal ravno, medtem ko je bil pri vzdolžni obremenitvi lom nazobčan. Nazobčan lom smo opazili tudi pri OSB plošči, vendar v tem primeru lom ni potekal po gradnikih, temveč se je zgodil med gradniki. Pri vlaknjeni plošči nismo imeli najmanj nazobčanega loma, kot bi pričakovali glede na najmanjše gradnike, to pa zaradi tega ker pride do velike prepletenosti gradnikov, ki se nato pri lomu obnašajo kot masiven les.

Na podlagi grafa raztezka v odvisnosti od sile smo ugotovili, da se je furnirna plošča pri obremenitvi na upogib lomila po slojih, medtem ko je pri vseh ostalih ploščah prišlo samo do enega loma, ki se je ustavil nekje okoli sredine debeline plošče.

Tudi gostotni profil vpliva na lom plošč, kot je to že ugotovil Centa (2011). Pri iverni plošči v zunanjem sloju, ki ima višjo gostoto, je lom bolj raven, pri srednjem sloju z večjimi delci in nižjo gostoto pa je lom bolj nazobčan.

5 SKLEPI

Ugotovili smo, da je izgled loma lesnih plošč odvisen od velikosti osnovnih gradnikov. Pri isti plošči se izgled loma in njegova nazobčanost med upogibnim in nateznim testom bistveno ne razlikujeta.

Pri furnirni plošči se vzdolžni furnirji lomijo nazobčano, prečni pa se lomijo ravno. Lom poteka po slojih

Lom OSB plošče je zelo nazobčan in poteka med gradniki. Lom poteče enkrat do sredine prereza

Lom iverne plošče je rahlo nazobčan in poteka po gradnikih. Lom poteče enkrat do sredine prereza

Lom KP je nazobčan in poteka po gradnikih. Lom poteče enkrat do sredine prereza.

Lom vlaknene plošče je bolj nazobčan in spominja na masivni les, ter poteka skozi gradnike. Lom poteče enkrat, malo čez sredino prereza.

6 POVZETEK

Raziskovali smo vpliv velikost osnovnih gradnikov na lom ploščnih kompozitov, pri natezni in upogibni obremenitvi. Za preizkušance smo imeli pet plošč, ki so dostopne na našem tržišču, in sicer furnirno (11-slojno), OSB, iverno, KP in vlakneno ploščo. Plošče so bile debelin med 17 mm in 19 mm. Za namen raziskave, smo pri vsaki plošči imeli po šest preizkušancev, od tega so bili trije prečno in trije vzdolžno orientirani. Vsem petim vrstam plošč smo določili tudi gostoto. Upogibne in natezne preizkuse smo opravljali na univerzalnem testirnem stroju Zwick Z100. Preizkus se je ustavil, ko je prišlo do preloma plošče. Pri nateznem in upogibnem preizkusu smo imeli isto hitrost obremenjevanja, in sicer 6 mm/min. Pri testiranjih smo pridobili podatke o modulu elastičnosti, upogibni in natezni trdnosti, graf raztezka v odvisnosti od sile. Iz zadnjega podatka in pa iz izgleda samega loma smo nato proučevali karakteristike loma posameznih plošč.

Iz pridobljenih rezultatov smo nato ugotovili, da velikost osnovnih gradnikov vpliva na potek loma in pa tudi na upogibno in natezno trdnost plošče. Ugotovili smo, da se furnirna plošča po svojih lomnih karakteristikah najbolj razlikuje od ostalih, saj se edino ta lomi po slojih. Ugotovili smo tudi da pred vsakim lomom novega sloja sila rahlo naraste. Ostale plošče se ne lomijo po slojih, lom poteče enkrat in poteka nekje do polovice debeline plošče. Izgled loma pri furnirni plošči se med nateznim in upogibnim preizkusom pri isti plošči ni pretirano razlikoval. Pri furnirni plošči so se vzdolžni furnirji lomili nazobčano, prečni pa ravno. Pri ostalih ploščah smo opazili, da imajo vse nazobčane lome. Nazobčanost pa je po ploščah padala z zmanjševanjem gradnikov (razen pri vlakneni plošči), tako da je bil lom OSB plošče najbolj nazobčana, iverne pa najmanj. Ta trend pa se je pri vlakneni plošči ustavil, saj je imel lom te plošče velike in globoke zareze, ki so spominjale na lomljenje masivnega lesa. Lom je pri OSB, iverni in KP potekal med gradniki, pri vlakneni in furnirni pa je potekal skozi gradnike.

7 VIRI

Centa U. 2011. Analiza loma lesnih plošč pri obremenitvi na upogib. Diplomski naloga. Ljubljana, Biotehnična fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 1-37

De Moura M.F.S.F., Dourado N., Moris J., 2009. Cracke equivalent based method applied to wood fracture characterization using the single edge notched-three point bending test. Engineering Fracture Mechanics, 77:510-520

Ehart R.J.A., Stanzl -Tschegg S.E., Tschegg E.K. 1996. Fracture Characteristics in Comparison to Solidof PARALLAM PSL Wood and Particleboard. Wood science and Technology, 32: 43-55

Ehart R., Stanzl-Tschegg S., Tschegg E. 1996. Fracture propertis of particleboard-influence of specimen geometry. V: Internacional COST 508 Woodmechanics conferens. Stuttgart, 14-16 maj 1996, Achier:. 615-630

Fan M., Ohlmeyer M., Irle M., Haelvoet W., Athanassiadou E., Rochester I. 2009. Performance in use and new products of wood based compozites. London, Brunel university press: 325 str.

Lee J.N., Wu Q. 2003. Continium modeling of engineering constants of oriented strandboard. wood and Fiber science,35,1:24-40

Xu W. 1999. Influence of vertical density distribution on bending moduls of elasticity of wood composites panels: A teoretical consideration. Wood and fiber science, 30,3: 277-282

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorju doc. dr. Sergeju Medvedu, za pomoč in vodenje pri pisanju diplomskega projekta

Zahvaljujem se tudi prof. dr. Milanu Šerneku, za opravljeno strokovno recenzijo diplomskega projekta.

Zahvaljujem se še vsem ostalim, ki so mi kakorkoli pomagali pri pisanju diplomskega projekta in v času študija.