

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Simon AVBREHT

**ČASOVNI POTEK DEFORMACIJE OBREMENJENIH
LESNIH PLOŠČ**

DIPLOMSKI PROJEKT

Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja

Ljubljana, 2012

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Simon AVBREHT

ČASOVNI POTEK DEFORMACIJE OBREMENJENIH LESNIH PLOŠČ

DIPLOMSKI PROJEKT
Visokošolski strokovni študij – 1. Stopnja

TIME PROCESS OF DEFORMATION LOADED WOOD PANELS

B. Sc. THESIS
Professional study programmes

Ljubljana, 2012

Diplomsko delo je zaključek Visokošolskega študija lesarstva – 1. Stopnja. Opravljen je bil na katedri za tehnologijo lesa, lesne kompozite in obdelavo površin na Oddelku za lesarstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, kjer so bile opravljene laboratorijske analize v laboratoriju za tehnologijo sušenja lesa.

Senat Oddelka za lesarstvo je za mentorja imenoval doc. dr. Sergeja Medveda, za recenzenta pa prof. dr. Bojana Bučarja.

Mentor: doc. dr. Sergej Medved

Recenzent: prof. dr. Bojan Bučar

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Diplomski projekt je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Simon AVBREHT

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dv1
DK	UDK 630*862
KG	lesna plošča/iverna plošča/konstruktivska plošča/vlaknena plošča/časovni potek deformacije
AV	AVBREHT, Simon
SA	MEDVED, Sergej (mentor)/BUČAR, Bojan (recenzent)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo
LI	2012
IN	ČASOVNI POTEK DEFORMACIJE OBREMENJENIH LESNIH PLOŠČ
TD	Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij – 1. stopnja)
OP	VII, 19 str, 2 pregl., 10 sl., 8 vir.
IJ	sl
Jl	sl/en
AI	Na trgu lahko najdemo številne lesne plošče, ki se uporabljajo tako v pohištvene kot tudi konstrukcijske namene. Večinoma se ti materiali uporabljajo daljše časovno obdobje, zato je pomembno poznavanje obnašanja materiala pri daljših časovnih obremenitvah, kjer je deformacija odvisna od vrste plošče oz. gradnikov, iz katerih je plošča narejena, vrste in deleža lepila, gostote, kakor tudi od sile, s katero je material obremenjen. Želeli smo ugotoviti vpliv vrste lesne plošče in njene zgradbe na časovno obremenitev – lezenje. Uporabili smo tri različne lesne plošče: iverno, vlakneno in konstrukcijsko ploščo. Plošče smo 4-točkovno obremenili v eksperimentalni napravi za določanje časovnih deformacij. Časovni potek deformacije smo ugotavljali tako na spodnji kot na zgornji strani. Deformacija je bila najmanjša pri konstrukcijski plošči. Deformacija ivernih in vlaknenih plošč je bila večja, vendar so bile razlike med njima manjše. Ugotovili smo tudi razlike med zgornjo in spodnjo stranjo.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dv1

DC UDC 630*862

CX wood-based panel/particleboard/MDF panel/OSB panel/deformation/time process

AU AVBREHT, Simon

AA MEDVED, Sergej (supervisor)/BUČAR, Bojan (reviewer)

PP SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Wood Science and Technology

PY 2012

TI TIME PROCESS OF DEFORMATION OF LOADED WOOD PANELS

DT B. Sc. Thesis (Professional study programmes)

NO VII, 19 p, 2 tab., 10 fig., 8 ref.

LA sl

AL sl/en

AB One can find numerous wooden panels on the market, which are used for furniture and construction purposes. Most often these materials are used over a long period of time which is why it is important to know the materials' behaviour at longer time loads, where the behaviour depends on the type or the material of the plates, the type and proportion of the glue, density, as well as the force with which the material is loaded. We determined the impact of the various types of wooden panels and their structures on the time load – creep. We used 3 different wooden panels: chipboard, fibreboard and construction panel. Panels were loaded on 4 points with an experimental device for determining the time of deformation. The time frame of the deformation was measured both at the bottom and the top side. Deformation was the smallest on the construction panel. The deformation of chip and fibre boards was higher, but the differences between them were smaller. We also found differences between the top and bottom side.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION.....	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO SLIK	VI
KAZALO PREGLEDNIC	VII
1 UVOD	1
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA	2
1.2 CILJ	2
1.3 NALOGE IN HIPOTEZE	2
2 PREGLED LITERATURE	3
3 MATERIALI IN METODE	6
3. 1 MATERIALI	6
3. 2 METODE DELA	6
4 REZULTATI	10
4.1 ČASOVNI POTEK DEFORMACIJE LESNIH PLOŠČ IN RELAKSACIJA SPODNJE IN ZGORNJE STRANI.....	11
5 RAZPRAVA	14
6 SKLEPI	18
7 VIRI.....	19
ZAHVALA	

KAZALO SLIK

Slika 1: Shematski prikaz lezenja in relaksacije (Torelli, 2003).....	3
Slika 2: Preizkušanci za določanje sile loma in lezenja	6
Slika 3: Ugotavljanje sile loma pri upogibu	7
Slika 4: Shematski prikaz eksperimentalne naprave za določanje časovnih deformacij	8
Slika 5: 4-točkovna obremenitev plošč	9
Slika 6: Časovni potek deformacije lesnih plošč (spodnja stran plošč)	11
Slika 7: Časovni potek deformacije lesnih plošč (zgornja stran plošč).....	12
Slika 8: Spodnja in zgornja stran iverne plošče	14
Slika 9: Spodnja in zgornja stran MDF plošče.....	15
Slika 10: Spodnja in zgornja stran konstrukcijske plošče	16

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Rezultati sile loma pri preizkušanju plošč na upogib.....	10
Preglednica 2: Deformacije plošč (zgornja in spodnja stran plošč)	13

1 UVOD

Področje uporabe lesnih plošč je vse širši. Večinoma se uporabljajo v pohištveni industriji, delež rabe v konstrukcijah pa se iz leta v leto večja. Omejitev rabe lesnih plošč, predvsem tistih iz iveri in vlaken, je poleg emisije formaldehida in sorpcijskih lastnosti povezana z upogibom oz. deflekcijo pri daljših časovnih obremenitvah.

Lesne plošče oz. lesni ploščni kompoziti so sestavljeni iz ligno-celuloznih gradnikov v obliki furnirja, iveri, vlaken in lepila. Struktura plošč je odvisna od vrste plošče in njene uporabnosti oz. pogojev uporabe. Za izdelavo lesnih plošč se uporabljajo gradniki, ki se razlikujejo po velikosti in obliki, zaradi česar prihaja do različnih odzivnosti materiala na obremenitve.

Različna velikost gradnikov, izdelava gradnikov, usmerjenost gradnikov, uporaba lepila in gostota lesnih plošč vplivajo na efektivnost deformacije pri obremenitvi lesnih plošč na upogib. Dejavnikov, ki vplivajo na velikost obremenitve, je prav gotovo veliko in poznavanje le teh je za obnašanje lesnih plošč pri različnih obremenitvah še posebej pomembno.

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

Različni postopki izdelave gradnikov, različna velikost gradnikov, razlike v postopkih izdelave kompozitov in struktura plošč vplivajo na obnašanje plošč pri daljših časovnih obremenitvah. Pri tem je pomembna velikost in povezanost med njimi.

1.2 CILJ

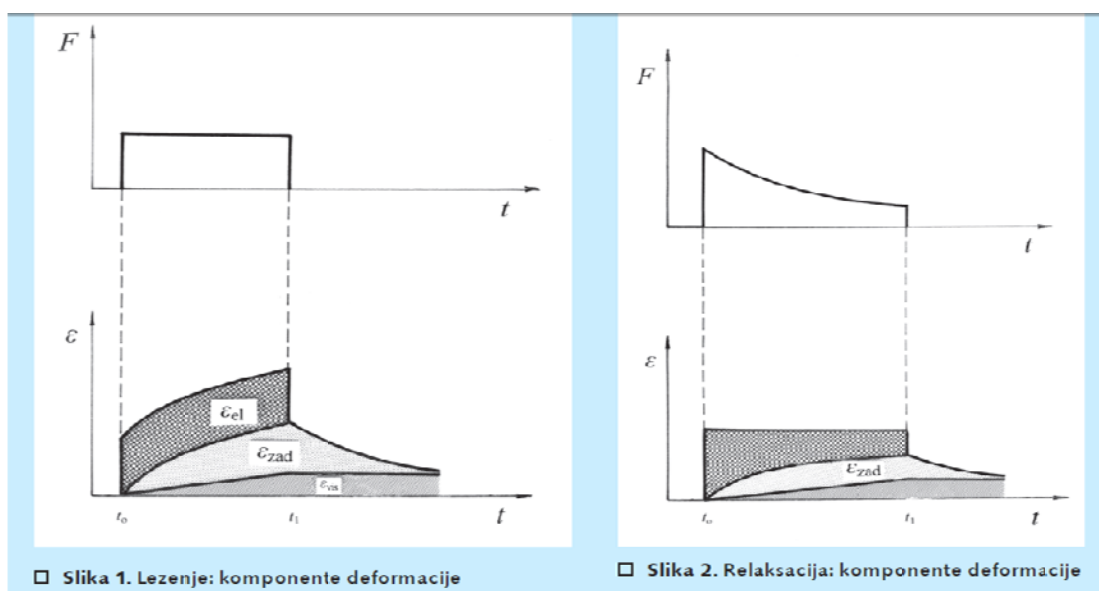
Namen naloge je preučiti vpliv vrste lesne plošče iz iveri in vlaken na lezenje v odvisnosti od trajanja obremenitve.

1.3 NALOGE IN HIPOTEZE

Predvidevamo, da bodo deformacije najmanjše pri plošči, ki je izdelana iz večjih gradnikov, torej konstrukcijski plošči, najslabše pa pri iverni plošči. Predvidevamo tudi, da bomo zaznali vpliv gostote plošče na velikost deformacije.

2 PREGLED LITERATURE

Torelli (2003) opisuje obnašanje materiala, izpostavljenega daljšim časovnim obremenitvam, pri čemer je celotna deformacija in relaksacija razdeljena na tri dele. Material obremenimo (t_0) in opazujemo naraščanje deformacij. Ko material hipno razbremenimo se deformacija zmanjša za vrednost deformacije, ki je bila na začetku. To deformacijo imenujemo elastična deformacija (ϵ_{el}). Po času (t_1) se material razbremeni, kjer nastala deformacija pada proti ničli - zadržana elastična deformacija (ϵ_{zad}). Trajna deformacija, ki je nastala pri lezenju materiala in se po zadržani elastični deformaciji ustali, pa je viskozna deformacija (ϵ_v) (slika 1) (Torelli, 2003).



Slika 1: Shematski prikaz lezenja in relaksacije (Torelli, 2003)

Lezenje obravnava celotno deformacijo kot vsoto treh komponent: elastične (ϵ_{el}), zadržane elastične (ϵ_{zad}) in viskozne (ϵ_v). Prva je trenutna in reverzibilna, druga časovna in reverzibilna, tretja pa je permanentna oziroma ireverzibilna (slika 1).

Niemz in sod. (1997) so predstavili mehanske lastnosti ter lezenje MDF in iverne plošče pri normalnih klimatskih pogojih. Uporabili so industrijsko izdelane plošče. Lezenje so računali po sledeči formuli: $\emptyset = (f_t - f_{el})/f_{el}$, pri čemer pomeni f_t poves v določenem času, $\emptyset$ koeficient

lezenja, f_{el} elastični upogib. Po 140-dnevi obremenitvi plošč so ugotovili, da je povos oz. upogib pri MDF plošči manjši kot pri iverni plošči.

Temperaturne spremembe okolja obremenjevanja lesnih plošč vplivajo na velikost deformacij. Bolta in sod. (1994) so ugotavljali relacijo med časovno lezno deformacijo in temperaturo. Ugotovili so, da se pri obremenjeni plošči, vzpostavljeni povišani temperaturi okolja, notranje vezi plošče zmehčajo in lezna deformacija se posledično poveča.

Dinwodie in sod. (1991) navajajo, da je deformacija lesnih plošč pri daljših časih obremenitve odvisna od temperature okolja, kjer se obremenjujejo plošče. Z višanjem temperature okolice deformacija hitreje narašča.

Zelo pomemben dejavnik, ki vpliva na fizikalne, mehanske in tehnološke lastnosti ivernih plošč in drugih kompozitov, je gostota. Bolta in sod. (1994) navajajo, da je pri višji gostoti ivernih plošč vrednost relativnega lezenja nižja in to pri enakih časovnih intervalih.

Seco in sod. (1998) so primerjali lezenje med MDF ploščami in ivernimi ploščami, izpostavljenimi različnim klimatskim pogojem in različnim obremenitvam. Test lezenja je bil opravljen na 19 mm debelih MDF ploščah, lepljenih z melamin-formaldehidnim lepilom. Rezultati kažejo, da je bilo lezenje precej višje pri MDF ploščah kot pri ivernih ploščah s podobnimi značilnostmi.

Dinwoodie in sod. (1995) so ugotavljali razlike leznih deformacij pri cikličnem in konstantnem obremenjevanju ivernih plošč. Testi so bili opravljeni pri različnih vlažnostih in obremenitvah. Ugotovili so, da je stopnja lezne deformacije večja pri stalnih obremenitvah kot pa pri cikličnih obremenitvah.

Sprememba vlažnosti pri časovni obremenitvi plošč precej vpliva na velikost in hitrost lezne deformacije. Pritchards in sod. (2001) so proučevali upogibno trdnost in lezenje lesnih plošč pri različnih vlažnostih. Za eksperiment so uporabili MDF, OSB in iverno ploščo pri dveh različnih vlažnostih (65 % in 85 % relativne zračne vlažnosti). Rezultati so pokazali, da je pri spremembi relativne zračne vlažnosti imela iverna plošča največjo lezno deformacijo. MDF in OSB plošči pa sta imeli nekoliko nižjo lezno deformacijo.

Ayrilmis in sod. (2009) opisujejo toplotno obdelavo in lezenje toplotno obdelanih komercialnih MDF plošč. Toplotna obdelava plošč je bila izvršena pri različnih temperaturah. Eksperiment lezenja je bil opravljen pri različnih klimatskih pogojih. Rezultati kažejo, da lesna plošča, obdelana z višjo temperaturo, posledično doseže večje lezne deformacije.

Stopnja oz. velikost obremenitve precej vpliva na hitrost in velikost lezne deformacije ploščnih kompozitov. Plenzler in sod. (2009) opisujejo testiranje OSB plošče na lezenje pri različnih stopnjah obremenitve. Test je trajal 72 dni v okviru štirih različnih stopenj: 30 %, 40 %, 50 % in 60 % maksimalne lomne sile. Rezultati so pokazali, da se je lezna deformacija do stopnje 50 % lomne sile zviševala precej enakomerno v naslednjih 10 % pa z nekoliko večjimi odstopanji.

3 MATERIALI IN METODE

3. 1 MATERIALI

Za izvedbo preizkusa smo uporabili industrijsko izdelane konstrukcijsko, iverno in MDF ploščo. Iverna plošča je imela gostoto $0,60 \pm 0,25 \text{ g/cm}^3$, nazivno debelino 18 mm in inicialno vlažnost 9,5 %. Iverna plošča je bila narejena iz večjih iveri v sredici in manjših iveri ter finih frakcij v zunanjih slojih. Po izgledu je bila trislojna: iz dveh zunanjih gostejših slojev ter srednjega redkejšega sloja. Lepljena je bila z urea formaldehidnim lepilom in brušena. MDF plošča je imela gostoto $0,80 \pm 0,25 \text{ g/cm}^3$, nazivno debelino 16 mm in inicialno vlažnost 8,18 %. Bila je vlaknena plošča srednje gostote, narejena iz vlaken in finih frakcij ter po izgledu enoslojna. Lepljena je bila z urea formaldehidnim lepilom in brušena. Konstrukcijska plošča je imela gostoto $0,70 \pm 0,25 \text{ g/cm}^3$, nazivno debelino 22 mm in inicialno vlažnost 10 %. Narejena je bila iz večjih iveri in enoslojna. Lepljena je bila z melamin formaldehidnim lepilom in ni bila brušena.

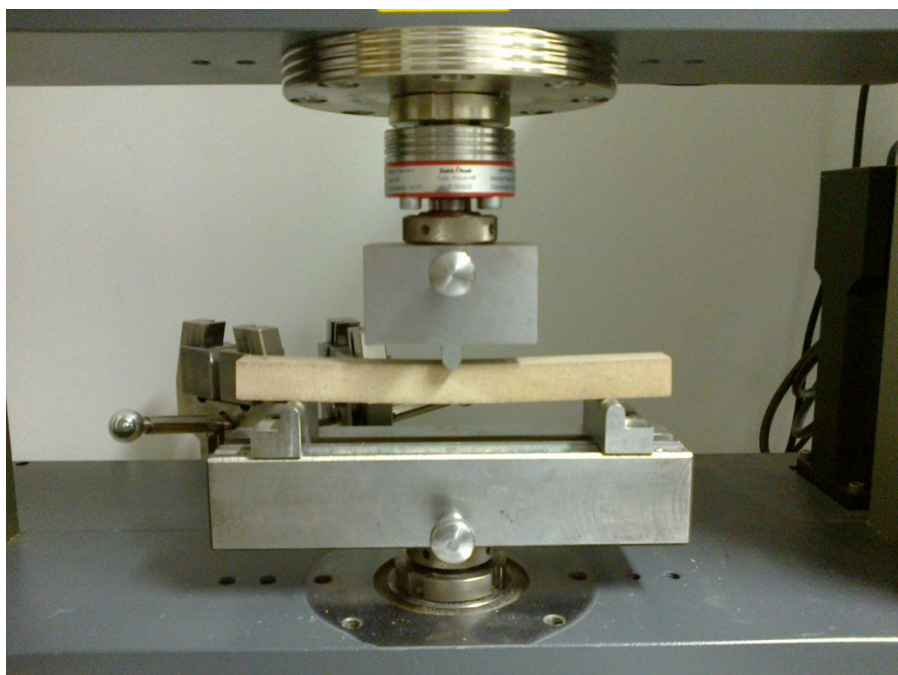
3. 2 METODE DELA

Preizkus lezenja smo izvedli v normalnih klimatskih pogojih (temperatura 20 °C in 65 % relativne zračne vlažnosti) in po modificiranem standardu SIST ENV 1156. V našem primeru smo spremenili dimenzije preizkušancev in trajanje preizkušanja. Za izvedbo preizkusa smo uporabili preizkušance dolžine 180 mm in širine 15 mm (slika 2).



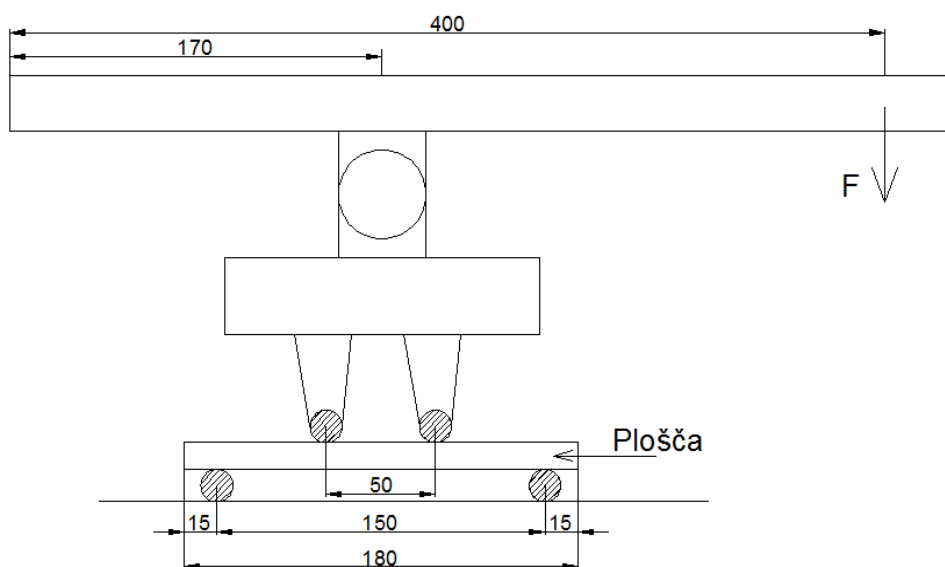
Slika 2: Preizkušanci za določanje sile loma in lezenja

Preizkušancem smo najprej določili maksimalno silo loma pri upogibu, ki smo jo določili na trgalnem stroju ZWICK/Roell Z005 (slika 3). Glede na rezultate maksimalne sile loma smo izračunali, kakšna naj bi bila obremenitev preizkušancev. Odločili smo se, da bomo obremenjevali z enako silo, čeprav v standardu predvidevajo obremenitev 30 % lomne sile plošče.



Slika 3: Ugotavljanje sile loma pri upogibu

Časovni potek deformacije smo določali na eksperimentalni napravi za določanje časovnih deformacij, ki je prikazana na sliki 4. Preizkušance smo obremenili 4-točkovno s silo 165 N.



Slika 4: Shematski prikaz eksperimentalne naprave za določanje časovnih deformacij

Naprava je vsebovala računalnik s senzorji, ki so zabeležili deformacijo v določenem času. V laboratoriju in v komori naprave smo nastavili klimo na temperaturo 20 °C in 65 % relativne zračne vlažnosti, v kateri so se testirale plošče. Vse tri lesne plošče smo opremili z kovinskim ohišjem, ki so pri upogibu izmerili deformacijo. V napravi smo preizkušance obremenili s silo 165 N, kar pri iverni plošči predstavlja 53,5 % maksimalne sile loma, pri vlakneni plošči 21,4 % maksimalne sile loma in pri konstrukcijski plošči 21 % maksimalne sile loma. V skladu z ugotovitvami avtorja Plenzler (2009) v rangi od 20 % do 50 % obremenitve maksimalne sile loma deformacija narašča. V rangi nad 50 % obremenitve maksimalne sile loma pa deformacija narašča hitreje.

Naprava je beležila podatke deformacij v intervalih dveh minut. Eksperiment smo izvedli na spodnji in zgornji strani plošče. Zgornja in spodnja stran plošče se razlikujeta v velikosti gradnikov ter v gostoti. Zaradi tehnološkega postopka plošč je na spodnji strani možno ugotoviti večji delež finih frakcij in posledično nekoliko višje gostote na površini. Pri obremenitvi spodnje strani plošče je spodnja stran delovala na tlak zgornja stran pa na nateg. Pri obremenitvi zgornje strani plošče pa je zgornja stran delovala na tlak spodnja pa na nateg.



Slika 5: 4-točkovna obremenitev plošč

Ugotavljali smo poves oz. upogib pri obremenitvi in relaksaciji preizkušancev ter lezni koeficient.

Izračun leznega koeficienta:

Lezni koeficient plošč smo izračunali po enačbi (1), ki je v skladu s standardom ENV 1156 (1999).

$$k_c = \frac{(a_r - a_0) - (a_1 - a_0)}{(a_1 - a_0)} = \frac{(a_r - a_1)}{(a_1 - a_0)} \quad \dots(1)$$

Kjer je:

k_c - lezni koeficient

a_r - največja vrednost povesa (mm)

a_1 - vrednost povesa pri 1 minuti (mm)

a_0 - najmanjša vrednost povesa (mm)

4 REZULTATI

V preglednici 1 so prikazani podatki testiranih lesnih plošč na upogib (lom). Podatki so za maksimalno silo loma in povprečno gostoto posamezne plošče.

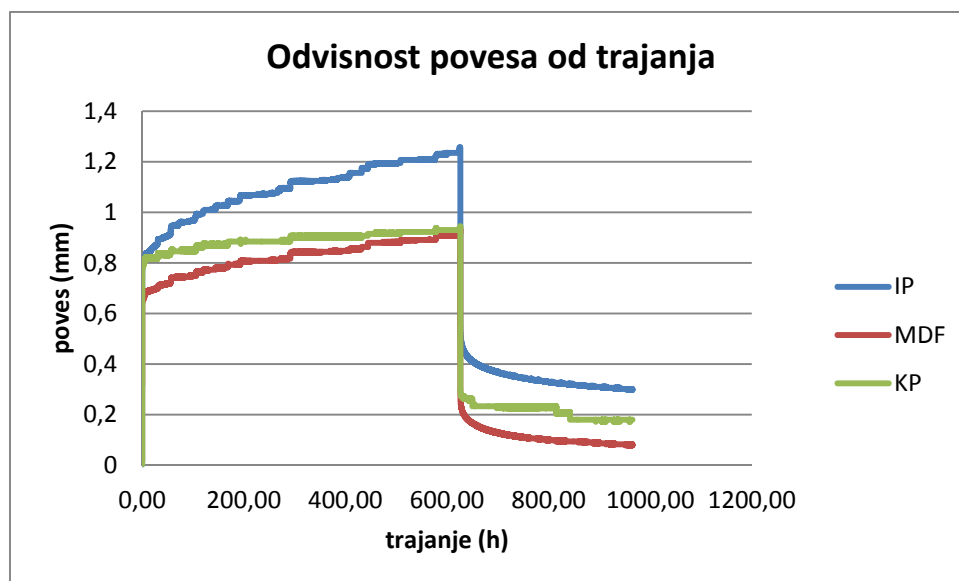
Preglednica 1: Rezultati sile loma pri preizkušanju plošč na upogib

Lesne plošče	ρ g/cm^3	F {lom} N
Vlaknena (MDF)	0,80±0,25	768
Iverna (IP)	0,60±0,25	308
Konstrukcijska (KP)	0,70±0,25	783

Največjo silo loma je imela konstrukcijska plošča, ki je znašala 783 N, sledila ji je MDF plošča z 768 N in iverna plošča z 308 N. Najvišjo gostoto je imela vlaknena (MDF) plošča, sledila pa sta ji konstrukcijska (KP) in iverna plošča (IP).

4.1 ČASOVNI POTEK DEFORMACIJE LESNIH PLOŠČ IN RELAKSACIJA SPODNJE IN ZGORNJE STRANI

Rezultati preizkušanja so prikazani na sliki 6 in 7. Slika 6 prikazuje časovni potek deformacij lesnih plošč, ki so bile obremenjene na spodnji strani.

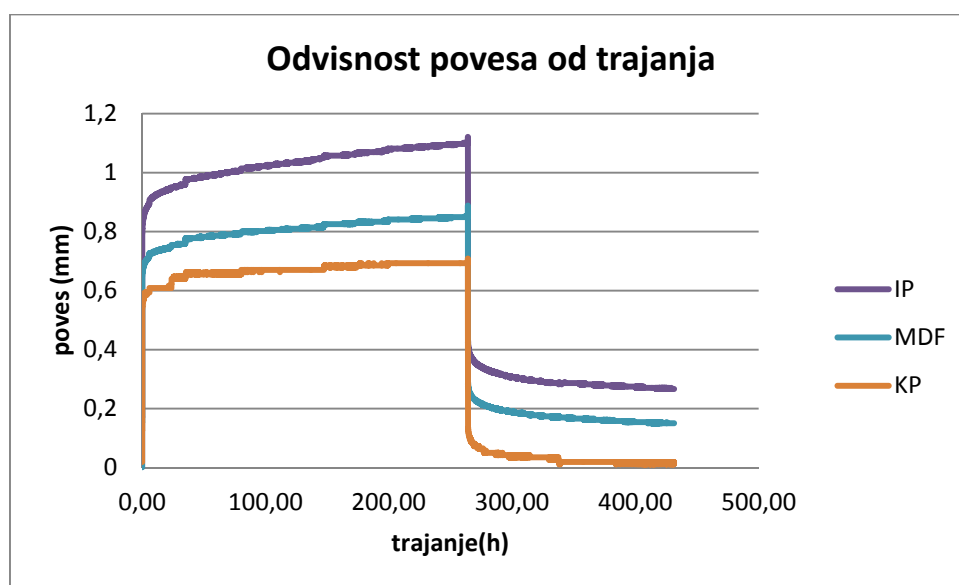


Slika 6: Časovni potek deformacije lesnih plošč (spodnja stran plošč)

Iz grafa na sliki 6 je razvidno, da se je najbolj povescila iverna plošča nad 1,2 mm, z nekoliko manjšim povescem konstrukcijska plošča 0,93 mm in MDF plošča s povescem 0,9 mm. Vendar če pogledamo, koliko so se plošče uklonile od inicialne točke, lahko vidimo, da se je iverna plošča v času t_0 povescila za 0,8 mm, v času t_1 pa 1,2 mm, kar pomeni, da je bila skupna deformacija od t_0 do t_1 0,4 mm. Konstrukcijska plošča se je v času t_0 povescila za 0,8 mm v času t_1 pa 0,93 mm, kar znaša skupna deformacija od t_0 do t_1 0,1 mm. MDF plošča pa se je v času t_0 povescila za 0,7 mm, v času t_1 pa 0,9 mm, kar znaša skupna deformacija od točke t_0 do t_1 0,2 mm. Ko smo popustili obremenitev, se je povesc pri iverni plošči zmanjšal iz 1,2 mm na 0,4 mm, kar znaša 0,8 mm, pri konstrukcijski plošči iz 0,93 mm na 0,23 mm, kar znaša 0,7 mm in povesc MDF plošče iz 0,9 mm na 0,18 mm, kar pa znaša 0,72 mm. Po razbremenitvi je viskozna deformacija iverne plošče znašala 0,3 mm, konstrukcijske plošče 0,2 mm in vlaknene plošče 0,1 mm.

Opozoriti moramo, da je bila dejanska obremenitev iverne plošče 50 % maksimalne sile loma, medtem ko je bila obremenitev pri MDF in konstrukcijski plošči 20 % maksimalne lomne sile.

Slika 7 prikazuje časovni potek deformacij lesnih plošč, ki so bile obremenjene na zgornji strani.



Slika 7: Časovni potek deformacije lesnih plošč (zgornja stran plošč)

Iz grafa na sliki 7 je razvidno, da se je najbolj povescila iverna plošča nad 1,1 mm, z nekoliko manjšim povescem MDF plošča 0,85 mm in konstrukcijska plošča s povescem 0,7 mm. Vendar če pogledamo, koliko so se plošče uklonile od inicialne točke lahko vidimo, da se je iverna plošča v času t_0 povescila za 0,8 mm, v času t_1 pa 1,1 mm, kar pomeni, da je bila skupna deformacija od t_0 do t_1 0,3 mm. MDF plošča se je v času t_0 povescila za 0,7 mm v času t_1 pa 0,85 mm, kar znaša skupna deformacija od t_0 do t_1 0,15 mm. Konstrukcijska plošča pa se je v času t_0 povescila za 0,6 mm, v času t_1 pa 0,7 mm, kar znaša skupna deformacija od točke t_0 do t_1 0,1 mm. Ko smo popustili obremenitev, se je povesc pri iverni plošči zmanjšal iz 1,1 mm na 0,35 mm, kar znaša 0,75 mm, pri MDF plošči iz 0,85 mm na 0,2 mm, kar znaša 0,65 mm in povesc konstrukcijske plošče iz 0,7 mm na 0,09 mm, kar pa znaša 0,61 mm. Po končanem popuščanju obremenitve je viskozna deformacija iverne plošče znašala 0,26 mm, MDF plošče 0,15 mm in konstrukcijske plošče 0,02 mm.

Prav tako moramo tudi tukaj opozoriti, da je bila dejanska obremenitev iverne plošče 50 % maksimalne sile loma, medtem ko je bila obremenitev pri MDF in konstrukcijski plošči 20 % maksimalne lomne sile.

Opisani rezultati iz slik 6 in 7 so prikazani v preglednici 2, ki prikazuje trenutno deformacijo povesa, največji povos, razbremenitev, končno točko deformacij, velikost deformacije od t_0 do t_1 , velikost razbremenitve spodnje in zgornje stani plošč. Prikazuje še povpreček največjega povesa ter končne točke deformacij plošč.

Preglednica 2: Deformacije plošč (zgornja in spodnja stran plošč)

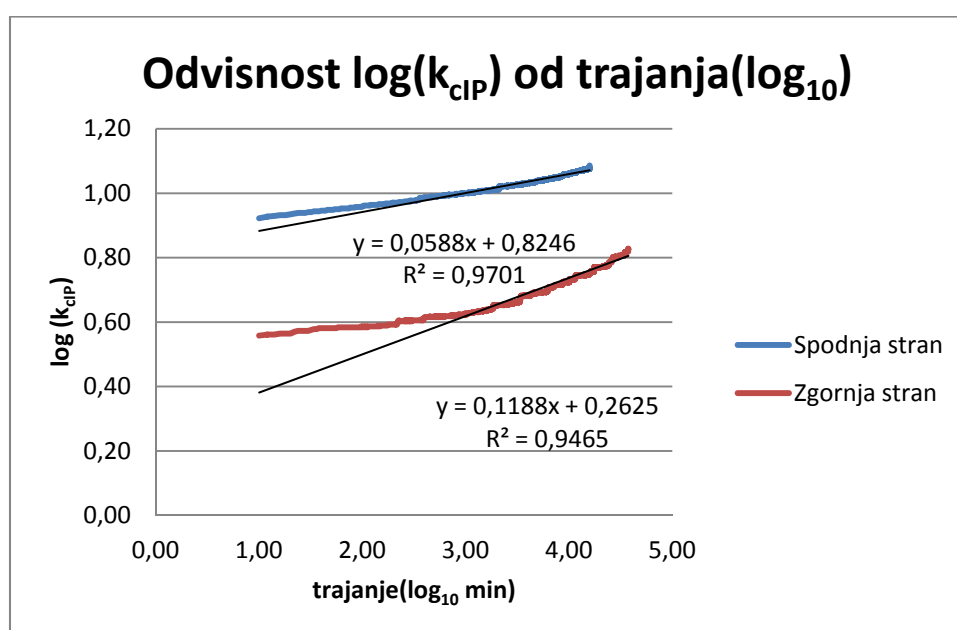
	IP _{sp}	IP _{zg}	MDF _{sp}	MDF _{zg}	KP _{sp}	KP _{zg}
Trenutna deformacija povesa t_0 (mm)	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	0,6
Največji povos t_1 (mm)	1,2	1,1	0,9	0,85	0,93	0,7
Razbremenitev (mm)	0,4	0,35	0,18	0,2	0,23	0,09
Končna točka def. (mm)	0,3	0,26	0,1	0,15	0,2	0,02
Velikost deformacije od t_0 do t_1 (mm)	0,4	0,3	0,2	0,15	0,1	0,1
Velikost razbremenitve (mm)	0,8	0,75	0,72	0,65	0,7	0,61
Povpreček največje deflekcije (mm)	1,15		0,875		0,81	
Povpreček končne točke (mm)	0,28		0,125		0,11	

Največji povprečni povos je imela iverna plošča, ki je znašala 1.15 mm, sledili sta ji MDF plošča z 0,87 mm in konstrukcijska plošča z 0,81 mm. Največjo povprečno končno točko deformacij je imela iverna plošča, ki je znašala 0,28 mm sledili sta ji MDF plošča z 0,125 mm in konstrukcijska plošča z 0,11 mm.

5 RAZPRAVA

V nalogi smo se osredotočili predvsem na povprečni časovni potek obremenjevanja lesnih plošč. V skladu s standardom DD ENV 1156, smo ugotovili in izračunali hitrost spremembe leznega koeficienta spodnje in zgornje strani plošč. Hitrost spremembe leznega koeficienta plošč je prikazan v slikah 8, 9, in 10.

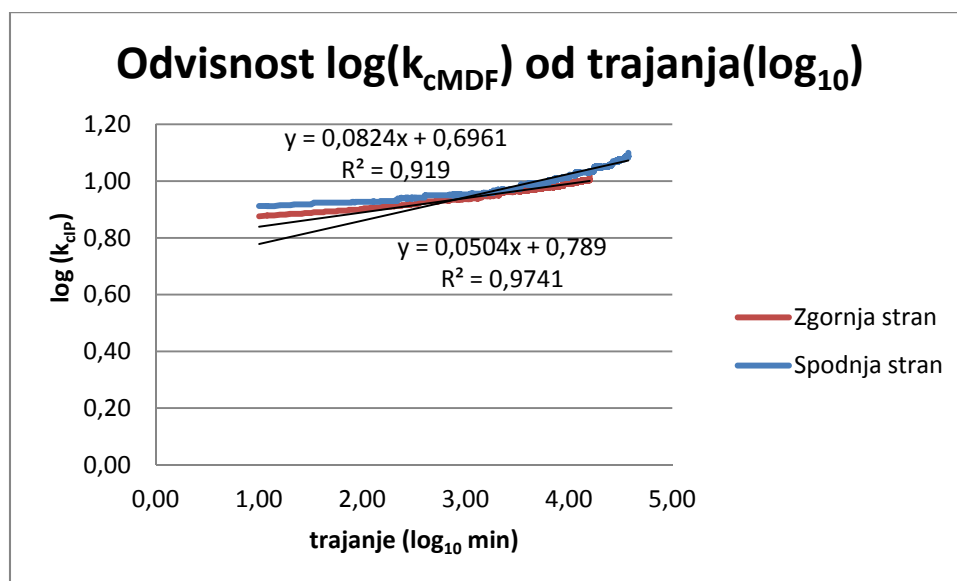
Hitrost spremembe leznega koeficienta spodnje in zgornje strani iverne plošče prikazuje slika 8.



Slika 8: Spodnja in zgornja stran iverne plošče

Iz grafa na sliki 8 vidimo, da je lezni koeficient naraščal hitreje na zgornji strani plošče. Opazili smo nekoliko večje razlike med spodnjo in zgornjo stranjo plošče. Ugotavljamo, da je bilo naraščanje leznega koeficienta večje pri zgornji strani plošče zaradi finosti gradnikov, kar predstavlja na spodnji strani nekoliko več finih frakcij posledično pa večjo gostoto. Tudi delež lepila je večji na spodnji strani.

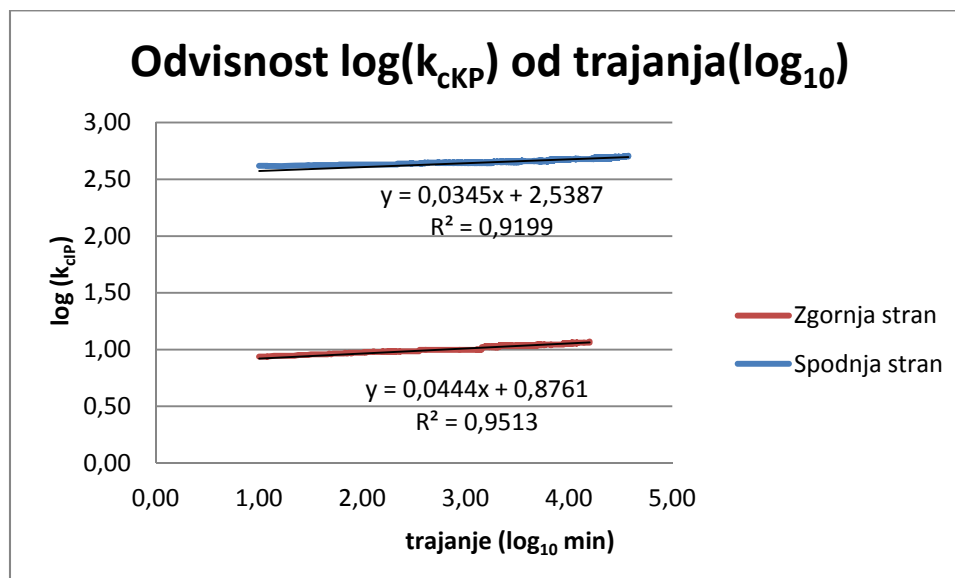
Slika 9 prikazuje hitrost naraščanja leznega koeficienta spodnje in zgornje strani MDF plošče.



Slika 9: Spodnja in zgornja stran MDF plošče

Iz grafa na sliki 9 vidimo, da je lezni koeficient naraščal hitreje na zgornji strani plošče. Opazili smo, da so razlike med zgornjo in spodnjo stranjo ploščo zelo majhne, to pa je posledica strukture plošče. Plošča je enoslojna in gradniki so vlakna. Spodnja stran vsebuje več finih frakcij in je posledično gostejša kot zgornja stran, vendar je ta razlika zelo majna.

Slika 10 prikazuje hitrost naraščanja leznega koeficienta spodnje in zgornje strani konstrukcijske plošče.



Slika 10: Spodnja in zgornja stran konstrukcijske plošče

Iz grafa na sliki 10 vidimo, da je lezni koeficient naraščal hitreje na zgornji strani plošče. Opazili smo večje razlike med spodnjo in zgornjo stranjo plošče. Ugotavljamo, da je bila razlika v strukturi plošče. Konstrukcijska plošča je bila enoslojna, vendar z velikimi gradniki, ki pa pri izdelavi plošč prepuščajo več finih frakcij na spodnjo stran plošče. Plošča torej vsebuje nekoliko več finih delcev na spodnji strani, kjer je posledično večja gostota.

Iz prikazanih slik 8, 9 in 10 vidimo, da je zgornja stran dosegala večja naraščanja leznega koeficienta. Velike razlike so bile zaradi različnih finosti gradnikov spodnje in zgornje strani plošč. Ugotavljamo, da je imela zgornja stran plošč večje naraščanje leznega koeficienta zaradi načina obremenitve. Plošča obremenjena z zgornje strani je na spodnji strani imela nekoliko finejšo zgradbo in tudi večjo gostoto. Ko smo obremenili ploščo zgornje strani, je ta trenutno nekoliko bolj zadržala deformacijo, vendar je skozi čas obremenjevanja ta hitreje popuščala. Če primerjamo z zgornjo stranjo plošče ugotavljamo, da so bili gradniki večji in povezanost med njimi boljša, kar pri daljšem časovnem obremenjevanju bolj zadrži deformacijo v trenutni obremenitvi pa nekoliko manj.

Če primerjamo grafe z leznimi in relaksacijskimi komponentami (slika 1), ugotovimo, da je v našem primeru (IP, MDV in KP) elastične deformacije največ (60 %), prav tako vsebuje velik del plastične oz. viskozne deformacije (30 %), najmanj pa je zadržane elastične deformacije (10 %). Spodnja in zgornja stran plošče se še toliko bolj razlikujeta.

Ugotavljamo, da je manjše lezenje pogojeno z večjo gostoto plošč, kar navajajo tudi Bolta in sod. (1994). Konstrukcijska plošča ter MDF plošča z veliko gostoto sta imeli manjše lezenje kot pa iverna plošča, ki je imela nizko gostoto in visoko lezenje. Lezenje iverne plošče je bilo večje od MDF in konstrukcijske plošče, kar navaja tudi Niemz (1997) v svoji raziskavi.

Predvidevamo tudi, da stična površina med gradniki ter prepletanje gradnikov vplivata na velikost leznih deformacij. Veliki gradniki se lažje prepletajo kakor manjši gradniki. Stična površina manjših gradnikov je v primerjavi z večjimi slabša. Manjše gradnike veže lepilo pri večjih gradnikih pa je poleg lepila še dobra prepletenost med gradniki. Konstrukcijska plošča je z velikimi gradniki in dobro prepletenostjo imela najmanjše lezenje.

6 SKLEPI

V naši raziskavi, kjer smo ugotavljali vpliv časovne obremenitve na deformacijo ivernih, vlaknenih in konstrukcijskih plošč, smo ugotovili, da je lezna deformacija odvisna od vrste materiala. Najmanjše lezenje smo ugotovili pri konstrukcijski plošči največje pa pri iverni plošči. Ugotovili smo, da je pomembna tudi usmerjenost same plošče ali je to zgornja stran v proizvodnem smislu ali je to spodnja stran plošče. Plošče z večjo gostoto so imele manjše lezenje.

7 VIRI

- Ayrilmis N., Laufenberg T.L., Winandy J.E. 2009. Dimensional stability and creep behavior of heat-treated exterior medium density fiberboard. *Eur. J. Wood Prod.*, 67: 287–295
- Bolta M., Pirkmaier S., Rozman V. 1994. Obremenitev ivernih plošč v daljših časovnih obdobjih in lezenje. *Les*, 46, 6: 173–178
- Dinwoodie J. M., Paxton B. H., Bonfield P. W., Mundy J. S. 1995. Fatigue and creep in chipboard. Part 2. The influence of slow cyclic fatigue on the creep behaviour of chipboard at a range of stress levels and moisture contents. *Wood Science and Technology*, 29: 64-76
- Fernández-Golfín Seco J. I., Díez Barra M. R. 1998. Long – term deformation of MDF panels under alternating humidity conditions. *Wood Science and Tehnology*, 32: 33–41
- Niemz P., Poblete H., Vidaure S. 1997. Untersuchungen zum Kriechverhalten von MDF und Spanplatten im Normalklima. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 55: 314–342
- Pritchard J., Ansell M. P., Thompson R. J. H., Bonfield P. W. 2001. Effect of two relative humidity environments on the performance properties of mdf, OSB and chipboard. Part 2. Fatigue and creep performance. *Wood Science and Technology*, 35: 405–423
- Ryszard Plenzler, Łukasz Miler 2009. Bending creep behaviour of oriented strand board OSB/4 loaded in the plane of panel. *Faculty of Wood Technology, Poznań University of Life Sciences. Series B, Issue*, 40: 101–109
- Torelli N. 2003. Les kot viskoelastičen material. *Les*, 55, 3: 48–58

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorju doc. dr. Sergeju Medvedu za pomoč pri eksperimentu in za neprestano pomoč ter napotke pri pisanju diplomskega projekta.

Zahvalil bi se tudi prof. dr. Bojanu Bučarju in doc. dr. Dominiki Gornik Bučar za strokovno recenzijo diplomskega projekta.

Zahvaljujem se tudi dr. Alešu Stražetu za neprestano pomoč pri izvedbi eksperimenta ter vsem profesorjem in zaposlenim, ki so v tem času pripomogli k uspešnem zaključku mojega študija.

Posebna zahvala gre staršem za finančno pomoč ter Urški Drev za vso pomoč ter vzpodbudo pri delu.