

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Robert ČERPNIJAK

**DIMENZIJSKA STABILNOST KUHINJSKEGA
POHIŠTVA V POGOJIH VISOKE ZRAČNE
VLAŽNOSTI IN TEMPERATURE**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Robert ČERPŇJAK

**DIMENZIJSKA STABILNOST KUHINJSKEGA POHIŠTVA V
POGOJIH VISOKE ZRAČNE VLAŽNOSTI IN TEMPERATURE**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

**DIMENSIONAL STABILITY OF KITCHEN FURNITURE IN
CONDITIONS OF HIGH HUMIDITY AND TEMPERATURE**

GRADUATION THESIS
Higher Professional Studies

Ljubljana, 2016

Diplomsko delo je zaključek Visokošolskega strokovnega študija lesarstva. Izvedeno je bilo v Laboratoriju za obdelavo površin Katedre za lepljenje, lesne kompozite in obdelavo površin, na Oddelku za lesarstvo Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani.

Senat Oddelka za lesarstvo je za mentorja diplomskega dela imenoval prof. dr. Marka Petriča, za somentorja prof. dr. Sergeja Medveda, za recenzentko pa doc. dr. Manjo Kitek Kuzman.

Mentor: prof. dr. Marko Petrič

Somentor: izr. prof. dr. Sergej Medved

Recenzentka: izr. prof. doc. dr. Manja Kitek Kuzman

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Podpisani/podpisana izjavljam, da je diplomsko delo/magistrsko delo/doktorska disertacija rezultat lastnega raziskovalnega/lastnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Robert ČERPNIJAK

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Vs
DK	UDK 630*829.1
KG	kuhinjsko pohištvo/dimenzijska stabilnost/odpornost proti vlagi/odpornost proti visokim temperaturam
AV	ČERPNIJAK Robert
SA	PETRIČ, Marko (mentor)/ MEDVED, Sergej (somentor)/ KITEK KUZMAN, Manja (recenzent)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Rožna Dolina C. VIII/34
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo
LI	2016
IN	DIMENZIJSKA STABILNOST KUHINJSKEGA POHIŠTVA V POGOJIH VISOKE ZRAČNE VLAŽNOSTI IN TEMPERATURE
TD	Diplomsko delo (Visokošolski strokovni študij)
OP	IX, 63 str., 11 pregl., 19 sl., 25 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Namen diplomskega dela je bil oceniti možnost izdelave lesenega pohištva, namenjenega uporabi v regijah s toplim in vlažnim podnebjem. Obravnavali smo pohištvo iz redne proizvodnje, namenjeno uporabi v zmernem podnebjem. V raziskavi smo največje vplive izpostavitve toplemu in vlažnemu podnebjem ugotovili pri preizkušancu A, ki je bil izdelan iz iverala P2. Nabrek na korpusu in vratih je v povprečju znašal 0,70 mm. Do vidnih sprememb je prišlo pri foliji ABS, ki je ponekod odstopila od iverala. Na vzorcu B, ki je bil izdelan iz iverala P2 in javorjevega masivnega lesa, je nabrek na korpusu v opazovanem obdobju povprečno znašal 0,60 mm, na vratih 0,30 mm. Na vratih smo zabeležili 2,50 mm nabrek po širini okvirja, pokanje površinskega premaza na spojih okvirja in ugotovili ukrivljenost vrat. Vzorec C je bil izdelan iz iverala P5. Nabrek na korpusu in vratih je v povprečju znašal 0,60 mm. Na vratih smo ugotovili odstopanje pokrivne folije na robovih. Pri vzorcih B in C smo opazili vidne spremembe na korpusu, ki so bile podobne kot pri vzorcu A. Zaključimo lahko, da uporabljeni materiali (iveral P2, iveral P5 in javorjev masivni les) niso primerni za izdelavo pohištva za uporabo v tropskem podnebjem, in sicer zaradi nabrekanja in drugih deformacij. Iveral P5 niso zagotavljale signifikantno boljše odpornosti proti visoki vlažnosti in temperaturi kakor iveral P2.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Vs
DC	UDC 630*829.1
CX	kitchen furniture/dimensional stability/resistance against humidity/resistance against high temperatures
AU	ČERPNIJAK Robert
AA	PETRIČ, Marko (supervisor)/ MEDVED, Sergej (co-supervisor)/ KITEK KUZMAN, Manja (reviewer)
PP	SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina C. VIII/34
PB	University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Wood Science and Technology
PY	2016
TI	DIMENSIONAL STABILITY OF KITCHEN FURNITURE IN CONDITIONS OF HIGH HUMIDITY AND TEMPERATURE
DT	Graduation thesis (Higher professional studies)
NO	IX, 63 p., 11 tab., 19 fig., 25 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	This thesis assesses the possibility to produce wooden furniture for warm and humid climates. Such climate conditions had the strongest impact on test piece A made of refined chipboard P2. Average swelling on the corpus and the door was 0.70 mm. ABS foil also changed visually, partly detaching from the chipboard. Test piece B made of refined chipboard P2 and solid maple wood suffered a swelling of 0.60 mm on the corpus and of 0.30 mm on the door. A 2.50 mm swelling along the door frame and cracks appeared on the surface coating above frame joints. A bend was also observed. Test piece C was made of refined chipboard P5. Average swelling on the corpus and the door was 0.60 mm. The foil on the edges became detached. Test pieces B and C showed visible changes on the corpus similar to those of test piece A. The materials (refined chipboard P2 and P5, solid maple wood) are not appropriate for furniture to be used in a tropical climate because of swelling and other deformations. Neither type of refined chipboard (P2 and P5) was sufficiently resistant to high humidity and temperature.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION.....	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VIII
1 UVOD.....	1
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA IN UVODNA POJASNILA	1
1.2 CILJI	2
1.3 NAČINI OBRAVNAVE PROBLEMA.....	3
1.4 DELOVNE HIPOTEZE.....	4
2 PREGLED OBJAV.....	5
2.1 PODNEBJE V SLOVENIJI IN TROPSKO PODNEBJE	5
2.1.1 Podnebje v Sloveniji.....	5
2.1.2 Podnebje Dominikanske republike	7
2.2 MATERIALI ZA IZDELAVO POHIŠTVA	8
2.2.1 Les kot material za izdelavo pohištva	10
2.2.2 Lesni ploščni kompoziti in nekatere druge snovi, ki jih uporabljamo v sestavnih delih pohištva	10
2.2.3 Drugi materiali	12
2.3 KAKOVOST IN ŽIVLJENJSKA DOBA POHIŠTVA IN MATERIALOV ZA IZDELAVO POHIŠTVA.....	15
2.3.1 Standardi in odpornostne lastnosti pohištvenih površin	15
2.3.2 Vzdrževanje pohištva.....	18
2.4 VLAGA IN MATERIALI	18
2.4.1 Vlaga in ravnovesna vlažnost lesa	19
2.4.2 Nabrekanje in krčenje lesa.....	22
2.4.3 Vlaga in ravnovesna vlažnost lesnih ploščnih kompozitov	24
2.4.4 Nabrekanje in krčenje lesnih plošč	25
2.5 OBNAŠANJE POHIŠTVA V VROČEM IN VLAŽNEM PODNEBJU	26
2.5.1 Priporočilo za masivni les.....	26

2.5.2	Priporočila za lesne materiale (letvice, deske itd.)	26
2.5.3	Priporočila za laminate, folije in robne trakove	26
2.5.4	Priporočila za pene in tekstil.....	27
2.5.5	Priporočila za kovinske dele	27
2.5.6	Priporočila za plastiko in elastomere	27
2.5.7	Priporočila za lepila	27
2.5.8	Priporočila za pre maze	27
2.5.9	Oblikovanje	27
3	MATERIALI IN METODE	34
3.1	MATERIALI.....	34
3.2	METODE	38
4	REZULTATI IN RAZPRAVA	41
4.1	REZULTATI MERITEV DEBELINE PLOŠČ VZORCA A	41
4.2	REZULTATI MERITEV NA VZORCU B.....	42
4.3	REZULTATI MERITEV NA VZORCU C	45
4.4	REZULTATI OPAŽANJ POJAVOV NAPAK NA VZORCIH A, B IN C.....	48
5	SKLEPI.....	59
6	POVZETEK	60
7	VIRI.....	62

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Klima Slovenije	7
Preglednica 2: Klima Dominikanske Republike	8
Preglednica 3: Shema spreminjanja temperature med temperaturnim testom.....	18
Preglednica 4: Območja ravnovesne vlažnosti lesa	21
Preglednica 5: Krčenje lesa pri sušenju	23
Preglednica 9: Ugotovljene razlike v teži na vzorcih	56
Preglednica 10: Razlike med debelino materiala na začetku poskusa	57
Preglednica 11: razlike med debelino materiala na koncu poskusa	57

KAZALO SLIK

Slika 1: Stanja vlažnosti lesa	19
Slika 2: Ravnotežna vlažnost masivnega lesa v odvisnosti od relativne zračne vlažnosti, pri 21 ° C).....	20
Slika 3: Ravnovesne vlažnosti v izbranih lesnih kompozitih	21
Slika 4: Anizotropija krčenja lesa	22
Slika 5: Okvir vrat s polnilom iz trdega lesa	29
Slika 6: Prikaz točk na omari, za oceno obnašanja v pogojih visoke vlažnosti.....	30
Slika 7: Prikaz točk za oceno obnašanja v pogojih visoke vlažnosti, na kuhinjski omari.....	32
Slika 8: Skica preskušanih elementov	35
Slika 9: Vzorec A.....	36
Slika 10: Vzorec B.....	37
Slika 11: Vzorec C.....	38
Slika 12: Oznake mest merjenj na vzorcu	39
Slika 13: Točke vizualnega opazovanja	40
Slika 14: Sprememba debeline iverala P2 korpusa pri vzorcu A	41
Slika 15: Spremembe debeline masivnega korpusa vrat, vzorec B/1b	43
Slika 16: Sprememba debeline iverala P2 v vzorcu B/1a	44
Slika 17: Spremembe širine elementov masivnega korpusa vrat, vzorec B/2	45
Slika 18: Sprememba debeline iverala P5 korpusa vzorec C/1	46
Slika 19: Povprečne spremembe debeline ivernih plošč pri vzorcih A, B in C.....	47

1 UVOD

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA IN UVODNA POJASNILA

V vročem in vlažnem podnebju so furnir, leseno pohištvo in plastični sloji laminatov slabo obstojni, zato prihaja do odstopanj oziroma popuščanj že v krajšem času. Spremembe vlage v lesu, ki so posledica izpostavljenosti lesenih izdelkov visoki temperaturi in visoki vlagi, povzročajo krčenje, raztezanje in deformacije lesa, kar predstavlja težave pri uporabi lesenih izdelkov v spremenljivih podnebnih pogojih (Eckelman, 1998). Dimenzijske spremembe se pojavljajo tudi pri ivernih ploščah. Kombinacija notranjih pogojev, kot sta visoka sobna temperatura in visoka relativna vlažnost, lahko povzroča hitro poslabšanje lastnosti lepil in površinsko obdelanih elementov pohištva. Takšno poslabšanje stanja lahko vodi v nehigienske razmere, ko se na primer pod slojem laminatov, ki so se zrahljali in morda odstopili od podlage, začne nabirati umazanija. Problem je še posebej pereč v institucionalnih objektih, kot so npr. šole, bolnišnice, kuhinje v javnih objektih ipd.

Države s tropsko klimo (visoka vlažnost in visoka temperatura), pohištvo, višje kakovosti za potrebe institucionalnih objektov, večinoma uvažajo. Dražje uvoženo pohištvo večinoma ni prilagojeno predvidenim pogojem uporabe v zahtevni klimi z visokimi temperaturami in visoko zračno vlažnostjo, zato se lahko zgodi, da je v primerjavi s pohištvom lokalne izdelave kljub višji ceni manj obstojno in vzdržljivo.

O tem, kako izdelati pohištvo za vroče in vlažno podnebje, ne obstajajo univerzalna pravila. Nasveti, kot sta npr.: "uporablaj samo eksotičen les" ali pa "uporablaj samo sodobne lesne materiale" niso uporabni ter ne temeljijo na izsledkih znanstvenih in strokovnih raziskav. Znanja o izdelavi pohištva za uporabo v vročem in vlažnem podnebju pri nas ni, čeprav so nekateri proizvajalci svoje pohištvo že izvažali v države s tovrstnim podnebjem.

Diplomsko delo se osredotoča predvsem na pohištvo, narejeno iz lesa in lesenih ploščnih kompozitov. V delu obravnavamo izdelke, narejene v zmernem podnebju (Evropa), ki so namenjeni izvozu v države s tropskim, vlažnim podnebjem.

Za pohištvo ni značilno, da ga zaščitimo s fungicidi in insekticidi že med proizvodnjo samo, je pa pogosto, da je zaščita s primernimi sredstvi izvedena naknadno. Nekatere lesene izdelke, kot so letvice, včasih že preventivno zaščitimo z biocidnimi sredstvi (Wadso, 1995).

Razmerje med zunanjo (podnebje) in notranjo (sobno) klimo v tem diplomskem delu ni obravnavano, a vendarle lahko domnevamo, da je v tropskem podnebju vlažnost zraka v sobni klimi enaka (ali celo večja) vlažnosti na prostem, seveda če prostor ni klimatiziran. Po navedbah proizvajalca kuhinjskega pohištva, ki je potencialni izvoznik v dežele s tropskim podnebjem, kuhinjski prostori v javnih objektih praviloma niso klimatizirani.

Standardni testni postopki za materiale in pohištvo so v tem diplomskem delu omenjeni le na kratko. Večina takšnih testov se osredotoča predvsem na obnašanje končnih izdelkov v zmernem podnebju (npr. v Evropi). Za material, ki je v Evropi klasificiran kot "material za uporabo na prostem", ni nujno, da bo izkazoval dobro obstojnost tudi v stalno vlažnem in vročem podnebju.

Z raziskavami v tem delu nismo posegli na področje ekonomskih vidikov različnih vrst pohištvenih materialov in dizajna. Ta tema je zelo zahtevna, saj so cene pohištva na trgu v večini primerov povezane z zelo raznolikimi dejavniki in ne samo s kakovostjo materiala, uporabljenega za izdelavo pohištva.

Evropo v tem diplomskem delu navajamo kot primer regije z zmernim (hladnim) podnebjem. Druga področja s podobnim podnebjem so še deloma Severna Amerika, Rusija in Japonska. Področja s toplim in vlažnim podnebjem v delu imenujemo kot področja s tropskim in/ali z vročim ter vlažnim podnebjem.

1.2 CILJI

Glavni cilj tega diplomskega dela je na podlagi analize meritev, ki simulirajo odziv izbranih kuhinjskih elementov v pogojih tropskega podnebja, oceniti možnosti izdelave lesenega pohištva, namenjenega uporabi v regijah s toplim in vlažnim podnebjem oziroma

v regijah s tropskim podnebjem, predvsem v javnih objektih, kot so npr. kuhinje. Ciljna skupina možnih uporabnikov izsledkov tega diplomskega dela so proizvajalci pohištva, ki so izvozniki le-tega v tropske regije. Za izhodišče bomo obravnavali pohištvo za uporabo v zmernem podnebjju, na podlagi česar bomo predlagali izboljšave pri uporabi tako materialov kot dizajna. Raziskava se osredotoča tudi na analizo lastnosti relevantnih materialov.

Da bi dosegli cilj diplomskega dela, bomo izvedli pregled znanstvene in strokovne literature, ki obravnava vpliv vlage in temperature na pohištvo. Izhajali bomo iz podatkov o tropskem podnebjju in iz rezultatov meritev, ki jih bomo izvedli za naročnika, to je SVEA Lesna industrija d. d., in sicer v Laboratoriju za preskušanje pohištva na Katedri za lepljenje, lesne kompozite in obdelavo površin. Rezultate analiz in podobnih raziskav drugih avtorjev bomo primerjali z našimi in v zaključnem delu diplomskega dela podali predloge za prilagoditev kuhinjskega pohištva za uporabo v tropskem podnebjju.

Cilji raziskave so:

- opisati les in lesene izdelke kot material z vidika uporabe v vročem in vlažnem podnebjju,
- pregledati literaturo in vire s podatki za uporabo že obstoječih rešitev v zvezi z deformacijami lesenih izdelkov v vlažnem in toplem okolju,
- predstaviti rezultate izvedenih meritev in
- oblikovati predloge, s katerimi si lahko proizvajalci pohištva pomagajo pri načrtovanju pohištva za izvoz v države, kjer se pojavljata visoka zračna vlažnost in temperatura.

1.3 NAČINI OBRAVNAVE PROBLEMA

Večji del raziskave predstavljata pregled in obravnava rezultatov različnih podatkov iz literature in drugih virov, tako s področja materialov kot tudi pohištva iz teh materialov. Izvedli bomo tudi manjši eksperiment, s katerim bomo ugotavljali, kako se dve vrsti pohištvenega materiala in elementi iz teh materialov obnesejo v vlažnem okolju.

1.4 DELOVNE HIPOTEZE

V diplomskem delu želimo potrditi ali ovreči naslednje hipoteze:

- Hipoteza 1: Nabrekanje ivernih plošč (iverala) je v pogojih visoke zračne vlažnosti večje kot nabrekanje masivnega lesa.
- Hipoteza 2: Les drevesnih vrst, ki rastejo v naših krajih, ni primeren za izdelavo pohištva, namenjenega za kraje s toplim/vročim in vlažnim podnebjem.
- Hipoteza 3: Na različnih točkah pohištvenih elementov iz ivernih plošč, ki jih izpostavimo visoki zračni vlažnosti, prihaja do različnega nabrekanja, kar poveča možnost deformacij teh elementov.

Metodološke in objektivne omejitve naše raziskave so naslednje: metodološka omejitev je nepopolna primerljivost laboratorijskega testa, ki simulira realne podnebne pogoje v tropskih krajih; objektivno omejitev predstavlja pomanjkanje podatkov iz literature na obravnavano temo; za izvedbo preskusov smo imeli na voljo le 99 dni (časovna omejitev); število preizkušancev oz. vzorcev je bilo omejeno.

2 PREGLED OBJAV

Izhodišče diplomskega dela je bilo ugotoviti, kako se pohištvo iz iverala, ki je bilo izdelano pri nas, obnaša v tropskem podnebju, zato v nadaljevanju najprej podajamo osnovne značilnosti podnebja pri nas in v tropskih krajih.

2.1 PODNEBJE V SLOVENIJI IN TROPSKO PODNEBJE

Kuhinjsko pohištvo, ki je predmet raziskave v tem diplomskem delu, je bilo izdelano in preskušeno v Sloveniji ter je namenjeno za uporabo v zmernem podnebnem pasu. O tem, kako se tako pohištvo obnaša v tropskem podnebju, kamor naj bi tako pohištvo izvažali, pa ni podatkov in v tem delu skušamo vsaj deloma odgovoriti na to vprašanje. Da bi prišli do ustreznih rezultatov, je pomembno poznavanje osnovnih značilnosti zmerne podnebja (v Sloveniji) in tropskega podnebja, zato v naslednjih poglavjih navajamo osnovne značilnosti podnebja pri nas in v Dominikanski republiki, v kateri ima le-to tropske značilnosti.

V osnovi ločimo pet podnebnih pasov: tropskega, subtropskega, zmerno toplega, subpolarnega in polarnega. Znotraj vsakega podnebnega pasu razlikujemo različne podnebne tipe ali na kratko podnebja. Podnebnim tipom znotraj podnebnega pasu je skupna temperatura, razlikujejo pa se v količini in razporeditvi padavin. Značilnosti podnebja prikazujemo s klimogrami.

2.1.1 Podnebje v Sloveniji

Slovenija leži glede na geografsko lego v zmerno toplem pasu. Sredozemsko morje in Atlantski ocean ji z jugozahodnimi vetrovi zagotavljata dovolj vlažnih zračnih mas, ki prinašajo obilne padavine. Geografska lega med Alpami, Jadranskim morjem in Panonsko kotlino povzroča v tem prostoru mešanje različnih podnebnih vplivov (Gams, 1996).

Temperature se na vsakih 100 metrov višinske razlike glede na relief in nadmorsko višino znižajo za 0,6 °C. Gorati predeli Slovenije imajo nižjo temperaturo kot nižinski, na obalnem pasu pa na temperature vpliva bližina morja. V goratem severozahodu Slovenije

se pojavlja več padavin kot v nižinah. Velik del površja države predstavljajo ravnine, kotline, doline in kraška polja. V teh nižinah se pojavlja temperaturni obrat, ki je pogostejši v hladnejši polovici leta in traja od nekaj dni do enega tedna. Temperaturni obrat je sicer omejen približno na šestino površja države, vendar je problematika prekoračitev dopustnih koncentracij škodljivih snovi v zraku izrazita, saj na teh območjih prebiva tri četrtine vsega prebivalstva (Gams, 1996).

V vzhodnem delu Slovenije pade letno povprečno 800 mm padavin, na zahodnem pa povprečno 800 mm do 2500 mm. Količina padavin občasno niha, zato se pojavljajo suše, jesensko deževje pa povzroča poplave. V Sloveniji prevladujejo tri oblike podnebij (Gams, 1996):

- submediteransko podnebje, ki je omejeno na jugozahodni del Slovenije, od obale do Dinarskih kraških planot. Vpliv morja blaži zimske nizke temperature in poletno vročino, zato je to najbolj toplo podnebje v Sloveniji. Zanj so značilne mile zime in največje število sončnih dni.
- alpsko podnebje, ki je značilno za severozahodna alpska visokogorja, gorske doline in nekatere visoke Dinarske planote. Povprečne letne temperature so nižje kot v drugih območjih Slovenije, zato je to najbolj ostro podnebje v državi. Območja alpskega podnebja imajo največ padavin, ki pozimi večinoma padejo v obliki snega.
- zmerno celinsko podnebje, ki je značilno za večji del Slovenije. Povprečne temperature najhladnejšega meseca so nižje od ledišča. Na vzhodnem delu tega podnebja se že pojavlja poletni višek padavin, ki je značilen za podnebje celinske Evrope. Zime so precej hladne, poletja precej vroča.

Preglednica 1: Podnebje Slovenije (Gams, 1996)

Mesec	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Najvišje dnevne temperature (°C)	13	20	23	29	29	35	35	37	30	24	19	13
Najnižje dnevne temperature (°C)	-9	-18	-4	-2	2	7	10	9	4	-2	1	-14
Število deževnih dni v mesecu	9	13	1	14	12	10	13	7	9	10	13	9
Vlažnost zraka v %	77	74	67	69	72	74	73	70	82	88	90	90

2.1.2 Podnebje Dominikanske republike

Za ekvatorialno oz. tropsko podnebje, kamor sodi tudi podnebje v Dominikanski republiki, je značilno (Gams, 1996):

- lega: od 0 ° do 10 ° severne in južne zemljepisne širine,
- temperature se gibljejo med 20 °C in 30 °C,
- padavine so obilne, od 1500 mm do 2000 mm letno.

Podnebje v Dominikanski republiki je tropsko, ob obalah je zelo vlažno. Povprečna letna temperatura znaša 25 °C, in sicer od 18 °C na nadmorski višini nad 1200 metrov, do 28 °C ob morju. Temperaturni vzponi do 40 °C so pogosti v zavarovanih dolinah. Na splošno velja, da je avgust najbolj vroč mesec, januar in februar pa sta najhladnejša (Weatherbase, 2015).

Količina padavin je odvisna od temperature. Ob severni obali traja deževna sezona od novembra do januarja, v drugih delih države je deževno obdobje od maja do novembra, najbolj moker mesec je maj. Suha sezona traja od novembra do aprila, najbolj suh je marec. Povprečna letna količina padavin za državo kot celoto znaša 150 cm padavin, vendar se letna količina padavin razlikuje od regije do regije, npr. od 35 cm v Valle de Neiba ali celo do 274 cm v Cordillera Oriental. Na splošno zahodni del in notranjost dolin prejmejo najmanj padavin. Od julija do novembra se pojavljajo tropski orkani (Weatherbase, 2015).

Podnebji poleti in pozimi se med seboj le malenkostno razlikujeta. Zima traja od novembra do aprila in v teh mesecih je vlažnost razmeroma nizka, v večernih urah pa temperatura

pade nižje kot v poletnih mesecih. V obalnih regijah vlada visoka temperatura s povprečjem 28 °C podnevi, ponoči pa pade na povprečnih 20 °C. V gorati notranjosti države je precej hladneje, na najvišjih gorskih vrhovih lahko temperatura včasih pade pod ledišče. Poletna sezona traja od maja do oktobra. Povprečne dnevne poletne temperature v obalnih regijah so takrat čez dan okoli 31 °C, ponoči pa padejo na približno 22 °C. V tem obdobju se pojavlja višja relativna zračna vlažnost, tako da je občutek poletne vročine še toliko večji (The Climate ..., 2015).

Puščavske regije na jugozahodu države imajo najvišje povprečne temperature nad 40 °C. Severna območja dobijo največje količine padavin in to predvsem med oktobrom in aprilom. V južnih predelih nastane največ padavin med majem in novembrom. Hudi nalivi in nevihte se lahko pojavijo na vseh področjih Dominikanske republike, vendar je večina teh padavin kratkotrajne narave (The Climate ..., 2015).

Preglednica 2: Podnebje Dominikanske republike (The Climate ..., 2015)

Mesec	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Najvišje dnevne temperature (°C)	28	28	28	29	30	30	31	31	31	31	29	28
Najnižje dnevne temperature (°C)	22	22	22	23	23	24	25	25	24	24	23	22
Sončno obsevanje (ur/dan)	8	9	9	9	8	9	9	9	8	8	8	8
Deževni dnevi (na mesec)	7	6	5	5	9	10	8	9	8	11	13	10
Temperatura morja (°C)	27	29	27	27	28	28	28	28	29	29	28	27
Vlažnost zraka v %	77	76	76	76	77	78	77	78	79	81	80	78

2.2 MATERIALI ZA IZDELAVO POHIŠTVA

Materiali za izdelavo pohištva morajo biti skrbno izbrani. Slaba kakovost izbranega materiala se velikokrat pokaže pri pohištvu s šibko, nestabilno nosilno konstrukcijo, s tankimi ploščami, s slabimi vodilnimi predali. Pohištvo izdelujejo iz različnih materialov: lesa, kovin, plastike, stekla, še vedno pa najpogosteje uporabljamo obdelan in na različne načine predelan les (SloNep, 2016).

Les je okolju prijazen material z ugodnimi izolacijskimi in trdnostnimi lastnostmi. Za izdelavo pohištva največkrat uporabljamo les listavcev. Za izdelavo pohištva lahko uporabimo različno obdelan/predelan les in tako izdelujemo: (SloNep, 2016):

- pohištvo iz masivnega lesa,
- pohištvo iz ivernih plošč;
- furnirane,
- obložene s papirji, impregniranimi z melaminskimi smolami,
- obložene s termoplastičnimi folijami,
- obložene z laminatom in
- obdelane s tekočinskimi premazi.

Zagotovo je najbolj obstojno pohištvo izdelano iz masivnega lesa, ki je izdelano iz celih kosov kakovostnega, sodobno obdelanega in posušenega lesa. Z masivnim lesom dosežemo dolgo življenjsko dobo pohištva, poškodbe pa saniramo dokaj enostavno. Masivno pohištvo sodi v najvišji cenovni razred, zato ga v današnjem času ne uporabljamo prav pogosto (SloNep, 2016).

Pohištvo, izdelano iz furniranih lesnih kompozitov, je cenovno dostopnejše, zunanji videz pa je zelo podoben videzu masivnega pohištva. Za osnovo uporabimo cenejši les, največkrat pa lesne ploščne kompozite in na to osnovo prilepimo furnir, ki je narejen iz dražjega lesa. Pri pohištvu, izdelanem iz furniranih elementov, lahko pride do popuščanja lepila in do odstopanja furnirja (SloNep, 2016).

Cenovno najugodnejše je pohištvo, ki je izdelano iz ivernih plošč. Nanje lahko oblagamo furnir ali pa še cenejše dekorativne papirje, impregnirane z melaminsko smolo (v nadaljevanju »papir«). Pohištvo, izdelano iz ivernih plošč, je tako v primerjavi z drugimi vrstami pohištva slabše obstojno, zato je njegova življenjska doba, upošteva normalne obrabe oziroma izrabe, krajša od pohištva iz masivnega lesa (SloNep, 2016).

2.2.1 Les kot material za izdelavo pohištva

Ko je les suh, vsebuje naslednje deleže najpomembnejših sestavin (Nimz in sod. 2005):

- celulozo (40 %–50 %)
- hemicelulozo (25 %–30 %) in
- lignino (25 %–30 %).

Les je sestavljen iz celuloznih vlaken, ki so vgrajena v ligninski osnovi. V drevesu ima les podporno funkcijo, ki omogoča, da so drevesa visoka, hkrati pa omogoča transport vode ter hranil listom in drugim živim tkivom.

2.2.2 Lesni ploščni kompoziti in nekatere druge snovi, ki jih uporabljamo v sestavnih delih pohištva

2.2.2.1 Iverne plošče P2

Iverne plošče P2 so eden izmed najpogosteje uporabljenih lesnih materialov v gradbeni in pohištveni industriji. Primerne so za izdelavo raznega pohištva in notranje opreme, predvsem za uporabo v suhih pogojih. Zaradi svojih posebnih lastnosti ponujajo iverne plošče P2 širok nabor možnosti za nadaljnjo obdelavo. Plošče odlikujejo (LC Novak, 2016):

- kakovostna struktura površine,
- svetla površina,
- visoka stabilnost srednjega sloja,
- nerazslojnost in
- široke možnosti enostavne nadaljnje obdelave.

Iverne plošče P2 so zaradi svojih lastnosti zelo primerne za barvanje in tiskanje, ker imajo gladek in kompakten zunanji sloj. Lastnosti ivernih plošč omogočajo različne, najzahtevnejše načine mehanske obdelave, kot je na primer izdelava gladkih profilov na površini in na robovih. Za pohištveno industrijo površine plošč obdelamo na različne načine (LC Novak, 2016):

- izvedemo obojestransko furniranje,
- odlagamo jih s folijami in z laminati,
- lahko jih lakiramo.

Izdelujejo tudi iverne plošče P5, ki se odlikujejo s povečano odpornostjo proti delovanju vode oziroma vlage. Njihove prednosti so (LC Novak, 2016):

- zelo nizko nabrekanje pod vplivom vlage,
- visoka upogibna in razslojna trdnost ter
- odpornost proti vlagi.

Iverne plošče P5 se uporabljajo za vse pohištvene elemente, ki so izpostavljeni visoki vlagi, kot npr. v kuhinjskem ali kopalniškem pohištvu (LC Novak, 2016). V nadaljevanju sledita kratka opisa ivernih plošč dveh proizvajalcev. Oba tipa ivernih plošč imata velik delež na slovenskem tržišču:

2.2.2.2 Plošča iveral

Uporabili smo komercialno dostopne obložene iverne plošče, ki so bile obložene s papirji, impregniranimi z melaminsko smolo 0,15 mm. Pokrivni papirji so na voljo v različnih lesnih, barvnih in fantazijskih vzorcih. Plošče so primerne predvsem za uporabo v pohištveni industriji in za opremljanje notranjih prostorov. Zaradi impregniranih folij na površini so enostavne za čiščenje, higiensko neoporečne, odporne proti svetlobi in imajo visoko mehansko, kemijsko in termično stabilnost. Izdelujejo jih v različnih oblikah površin, kot so:

- gladka površina,
- površina s porami,
- mehka površina,
- nemirna površina,
- z lesnimi dekorji,
- z barvnimi dekorji in
- s fantazijskimi dekorji.

Iverne plošče Lesna lahko uporabimo za:

- kuhinjsko pohištvo, kopalniško in pisarniško pohištvo,
- pohištvo v bolnišnicah in laboratorijih,
- stenske obloge,
- notranjo opremo prevoznih sredstev,
- za opremo restavracij in
- stenske obloge.

2.2.2.3 Vlaknena plošča MDF

Vlaknene plošče MDF (SIST EN 622) so enoslojne plošče, ki so izdelane iz vlaken ali skupkov vlaken, zlepljenih z urea-formaldehidnim, melamin-urea-formaldehidnim ali melamin-formaldehidnim lepilom. Plošče so dimenzijsko stabilne, zaradi dodatkov dokaj odporne proti vlagi, odporne so proti udarcem ter dobro držijo vijake in žeblice. Vse vrste vlaknenih plošč imajo dobre obdelovalne lastnosti, dobro se stružijo, lepijo, rezbarijo in oblikujejo (Žgajner 2015).

2.2.3 Drugi materiali

2.2.3.1 Lepila v ivernih ploščah

Za lepljenje lesnih delcev – iveri v iverne plošče lahko uporabljamo razna lepila, najpomembnejša pa so urea – formaldehidna lepila in melamin – formaldehidna lepila.

2.2.3.2 Urea – formaldehidna (UF) lepila

Urea-formaldehidne smole in utrjevalci zanje so običajno v obliki prahu ali disperzij. Pri pripravi lepil in pri lepljenju se sprošča formaldehid, zato je pri delu z njimi treba zagotoviti ustrezne varnostne ukrepe. Lepila UF so razmeroma dobro odporna proti vlagi, niso pa obstojna v vroči vodi ali pri dolgotrajni izpostavljenosti visoki relativni zračni vlažnosti. Odpornost proti vlagi in vroči vodi izboljšamo z dodatkom kakovostnejših smol. Prednosti urea-formaldehidnih lepil so predvsem (Čermak, 2003):

- lahko izvajamo lepljenje po hladnem, toplem ali vročem postopku,

- lepilni sloj je brezbarven, ni madežev na lesu,
- lepilni sloj vsebuje razmeroma malo vode,
- sorazmerno nizka cena,
- možnost mešanja z drugimi lepili in dodatki,
- so odporna proti insektom, mikroorganizmom in organskim topilom,
- v obliki prahu imajo dolg rok trajanja,
- priprava in uporaba sta enostavni ter
- zagotavljajo visoko trdnost lepilnega spoja.

Pomanjkljivosti urea-formaldehidnih lepil so:

- slaba odpornost proti vlagi, vroči vodi in tropskemu podnebj,
- slaba trdnost spojev, ki jih dobimo pri lepljenju hrapavih in neravnih površin,
- trdnost lepilnega spoja z debelino spoja upada,
- po preboju ali cepitvi spoja utrjenega lepila ni mogoče odstraniti,
- so trda, zato povzročajo večjo obrabo obdelovalnih orodij,
- pri uporabi sproščajo formaldehid in so zdravju škodljiva,
- ni mogoče lepljenje lesa in kovin,
- višja temperatura močno znižuje čas želiranja,
- trdnost lepilnega spoja je v precejšni meri odvisna od prisotnosti dodatkov,
- vlaga znižuje trdnost lepilnega spoja,
- trdnost lepilnega spoja je višja pri trdih kot pri mehkih vrstah lesa.

2.2.3.3 Melamin-formaldehidna (MF) lepila

Melamin-formaldehidna lepila imajo v primerjavi z drugimi lepili naslednje prednosti (Čermak, 2003):

- vsestranska uporabnost lepila,
- velika vezivna hitrost, kar omogoča strojno lepljenje furnirnih spahov,
- odpornost proti vlagi, vroči vodi, kemikalijam in organskim topilom,
- lepilni spoji so brezbarvni in
- ekološko so manj oporečna.

Melamin-formaldehidna lepila imajo tudi določene pomanjkljivosti:

- visoka trdota in krhkost spojev, kar povzroča obrabo rezil,
- možnost prehoda lepila skozi furnir,
- kratek rok uporabe lepilne disperzije in
- visoka cena.

2.2.3.4 Melaminski robni trak

Melaminske robne trakove uporabljajo za robljenje pohištvenih sestavnih delov na tistih mestih, kjer so bile plošče prežagane. Melaminski robni trakovi z lepilom so enostavni za uporabo, ker lahko vsakdo sam trak preprosto nalepi na obdelovani predmet s pomočjo likalnika. Na voljo so naslednji vzorci:

- enobarvni,
- s teksturo lesa,
- fantazijski dekorji,
- imitacija kamna in
- imitacije vezane plošče.

2.2.3.5 Akrilonitril butadien stirenski (ABS) robni trak

Akrilonitril butadien stirenski robni trakovi so trakovi za pokrivanje ali dekoriranje prerezanih robov plošč. Spadajo med okolju prijaznejše sintetične polimerne materiale, ker ne vsebujejo elementa klor in jih je možno reciklirati. Površina teh robnih trakov je po navadi zaščitena s premazi, ki so odporni proti UV-svetlobi. So zelo odporni proti raznim kemikalijam in mehanskim obremenitvam. Na hrbtni strani teh robnih trakov je prednanos, ki omogoča dobro oprijemnost talilnih lepil. Zaradi svojih dobrih lastnosti robni trakovi ABS vedno bolj zamenjujejo melaminske trakove. Njihove dobre lastnosti so:

- visoka površinska trdota,
- velika udarna žilavost,
- odlična površinska obstojnost ter
- dobra toplotna obstojnost in odpornost proti delovanju vode oz. vlage.

2.2.3.6 Dekorativni papir

Za oblaganje raznih lesnih plošč lahko uporabimo najrazličnejše vrste papirjev, na katerih so lahko natisnjeni lesna tekstura, razni fantazijski vzorci ali pa so enobarvni. To so (Hudolist, 2005):

- samolepilni dekorativni papirji; so bodisi že lakirani ali pa jih lakiramo kasneje,
- samolepilni, z melaminsko smolo impregnirani dekorativni papirji,
- dekorativni papirji nizkih gramatur z izdelano površino, za lepljenje na plošče.

Dekorativni papirji morajo izkazovati:

- sposobnost vpijanje smole za kakovosten nanos smolne mešanice,
- odpornost proti vlagi,
- sposobnost ohranjanja svojih lastnosti pri impregnaciji,
- barvno stabilnost,
- odpornost proti toploti, tako v fazi impregnacije kot v postopku vročega stiskanja.

Papirje ločimo glede na površinsko težo:

- mikropapirje (40 g/m^2 – 100 g/m^2),
- srednje težke papirje (80 g/m^2 – 200 g/m^2) in
- težke papirje (120 g/mm^2 – 300 g/mm^2).

2.3 KAKOVOST IN ŽIVLJENJSKA DOBA POHIŠTVA IN MATERIALOV ZA IZDELAVO POHIŠTVA

2.3.1 Standardi in odpornostne lastnosti pohištvenih površin

2.3.1.1 Standardne metode za določanje odpornostnih lastnosti pohištvenih materialov

Odločitev kupca za nakup nekega pohištva močno temelji na videzu pohištva in seveda na njegovih lastnostih ter na osnovi razmerja med lastnostmi in ceno izdelka. Kupec pričakuje čim daljšo trajnost pohištvenega izdelka, za kar mora jamčiti proizvajalec z garancijsko izjavo.

Med uporabo je površina pohištva izpostavljena staranju zaradi vplivov okolja (podnebje, svetloba) in obrabi (na primer pojav raz ali poškodb zaradi udarcev). Staranju so izpostavljeni vsi materiali, iz katerih je izdelano pohištvo, posledično pa tudi pohištveni izdelek. Preskusne metode za testiranje lastnosti materialov morajo čim boljše simulirati realne izpostavitvene pogoje med uporabo izdelka, pri čemer morajo biti poskusi ponovljivi. Razen tega, da potrebujemo teste za primerjavo lastnosti različnih površin, potrebujemo testne metode tudi za ugotavljanje razlik med izdelki iz enakih materialov in za prikaz posebnih vplivov na podlago, npr. na videz lesne teksture.

Zaradi tega je uporaba enotnih metod za testiranje široke palete materialov za pohištvo omejena. Na primer usnje, tekstil, laminati (*high pressure decorative laminates*, HPL), lakirane površine na mehkem skandinavskem lesu, lakirane površine z visokim sijajem itd. se po svojih lastnostih močno razlikujejo in zato zanje ni primerno določanje izbrane lastnosti po enakem standardnem postopku. Ta raznolikost in nesprejemanje različnih nacionalnih preskusnih metod sta povzročila počasen napredek v evropski standardizaciji pohištvenih površin (Emmler in sod., 2005).

Da bi pospešili razvoj testnih metod za preskušanje materialov, pohištvenih površin, določanje lastnosti lesenih izdelkov itd. ter odgovorili na izzive pri metodah za preskušanje, poteka evropski raziskovalni projekt, ki ga vodi Institut Für Holztechnologie Dresden gGmbH (IHD) s sedmimi partnerskimi institucijami. Cilj triletnega projekta je bil razviti skupne evropske preskusne metode za testiranje obstojnosti lesenih izdelkov, ki vključuje testiranje odpornosti proti razenju in udarcem ter določanje odpornosti proti svetlobi, toploti in vremenskim vplivom. Za testiranje naj bi uporabljali najenostavnejšo obstoječo testno opremo. V ta namen so bile sprejete že obstoječe nacionalne preskusne metode (odpornost proti razenju in proti svetlobi), za testiranje odpornosti proti udarcem pa so razvili nove postopke ali pa so uporabili močno spremenjene interne postopke različnih institutov (Emmler in sod., 2005).

Evropske testne metode oziroma standardi (EN 438; EN 14322 / EN 14323) že obstajajo za plošče, obložene z melaminskimi folijami, za premaze na lesu in ploščah MDF in lesnih ploščah s prevleko iz materialov na papirni osnovi. Raziskave se usmerjajo predvsem v

izboljšanje reproduktibilnosti in ponovljivosti testov. V ta namen izvajajo celovite krožne preskuse. Ti testi so pokazali, da obstaja možnost za izboljšanje testnih metod, zlasti glede povečanja objektivnosti pri vizualnem ocenjevanju (Emmler in sod., 2005).

2.3.1.2 Odpornost proti spremembam zračne vlažnosti in nihanjem temperature

Med prevozom in med uporabo je pohištvo izpostavljeno različnim vremenskim vplivom. Premazi morajo biti sposobni prenesti spremembe dimenzij podlage zaradi sprememb zračne vlažnosti in temperature tako, da zaradi drugačnih dimenzijskih sprememb premaza in napetosti, ki se zaradi tega pojavijo na spoju les-premaz, ne pride do pokanja laka. Obnašanje sistema podlaga-premaz v pogojih spreminjajočih se vlažnosti in temperature je možno oceniti s kratkoročnimi preskusi. Pri teh preskusih spreminjamo in proučujemo vplive različnih parametrov, kot so npr. temperatura, hitrost spreminjanja temperature, trajanje izpostavljenosti določenim pogojem v okolju ipd. Obnašanje pohištva napovedujemo na osnovi izpostavitve kratkoročnim nihanjem temperature in vlažnosti. Spremembe povzročijo napetosti na mejnih površinah med prevleko ter podlago in povzročijo možnost pokanja premaza, furnirja in različnih spojev.

S testom za napovedovanje obnašanja pohištva v vlažnih prostorih lahko simuliramo njegovo obnašanje v vlažnem podnebju (Emmler in sod., 2005):

- 7 dni pri 40 °C, 92-odstotna relativna zračna vlažnost in
- 7 dni pri 50 °C, 92-odstotna relativna zračna vlažnost.

Preskus vpliva temperature je namenjen ugotavljanju neelastičnosti premazov in ugotavljanju pojavnosti poškodb, ki so posledica prenizke elastičnosti premaza. Preskus izvajamo v 64 ciklih (preglednica 3). Izvedemo osem ponovitev, po osmi ponovitvi preizkušance kondicioniramo pri 23 °C in 50 % relativne vlažnosti.

Preglednica 3: Shema spreminjanja temperature med temperaturnim testom (Emmler in sod., 2005)

Korak	Trajanje (min:sek)	Skupni čas (min)
Začetek pri 20 °C	00:00	0
Gretje na 50 °C, 1,5 °C na minuto	20:00	20
30 minut na 50 °C	30:00	50
Hlajenje na -20 °C, 1,5 °C na minuto	46:42	96,7
30 minut na -20 °C	30:00	126,7
Ogrevanje na 20 °C, 1,5 °C na minuto	26:42	153,3

2.3.2 Vzdrževanje pohištva

Ravnanje s pohištvom oz. njegovo pravilno vzdrževanje se s časom spreminja. V preteklosti so izdelovali pohištvo izključno iz masivnega lesa, z napredkom pa so se pojavili različni novi materiali, ki vplivajo na obstojnost pohištva in zahtevajo drugačne načine vzdrževanja. Pomembno vlogo pri tem imata tudi način dostave pohištva (izpostavljenost različnim podnebnim pogojem med transportom od proizvajalca do kupca) in seveda tudi klima v prostoru, v katerem pohištvo uporabljamo. Spremenil pa se je tudi način razmišljanja glede pričakovane življenjske dobe pohištva. V preteklosti so ljudje hranili in vzdrževali pohištvo na daljšo dobo, danes pa pogosto že v desetih letih ali pa še prej pohištvo zavržejo in zamenjajo z novim (Gerald, 2015).

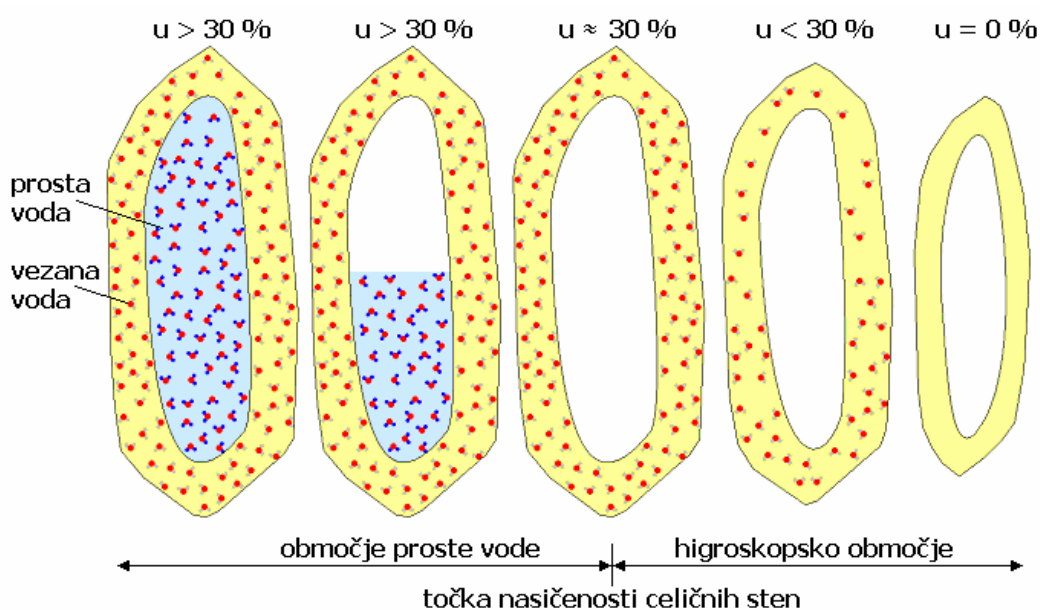
2.4 VLAGA IN MATERIALI

Relativna zračna vlažnost φ v % je stopnja vlažnosti zraka. Izrazimo jo s kvocientom delnega tlaka vodne pare in tlaka nasičene vodne pare pri isti temperaturi. Relativna zračna vlažnost φ v % je razmerje med dejansko absolutno vlažnostjo zraka in maksimalno možno vlažnostjo zraka pri isti temperaturi. Relativna zračna vlažnost pove, koliko odstotkov od največje možne količine vode v zraku vsebuje zrak pri določeni temperaturi. Kadar zvišamo temperaturo zraka, se relativna zračna vlažnost zmanjša. Čim bolj suh je zrak, tem hitreje se vlažen les suši. Pri enaki relativni zračni vlažnosti se les hitreje suši v toplem zraku kot v hladnem (Strnad, 1977).

2.4.1 Vlaga in ravnovesna vlažnost lesa

Prosta voda v živem lesu je v notranjosti celic. Med letom se vsebnost proste vode v deblu drevesa spreminja. Najmanj vlage vsebuje deblo pozimi, največ pa od pomladi do zgodnjega poletja. Po poseku drevesa je količina vode v deblu odvisna od časa poseka, vrste in starosti drevesa, porazdelitve proste vode v lesu in velikosti krošnje. Med procesom sušenja prosta voda zelo hitro izpareva iz lesa (Leban, 2007).

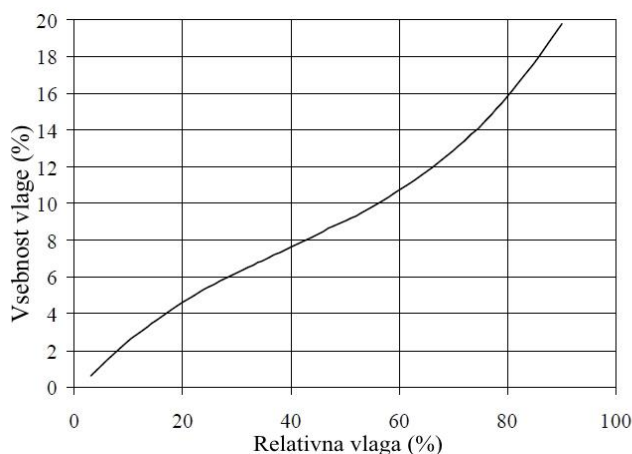
Voda, ki je v celičnih stenah, je vezana voda. V točki nasičenosti celičnih sten (TNCS) celice ne vsebujejo več proste vode, vsa vezana voda pa je v celičnih stenah. Lesna vlažnost pri točki nasičenosti celičnih sten U_{TNCS} niha v območju od 22 % do 35 %. Približna povprečna lesna vlažnost pri točki nasičenosti celičnih sten (U_{TNCS}) znaša 30 % (Leban, 2007).



Slika 1: Stanja vlažnosti lesa (Leban, 2007)

Vsebnost vlage v lesu se vedno uravnoteži z relativno vlažnostjo zraka, ki les obdaja, in ta vlaga se imenuje vsebnost vlage v ravnotežju oz. ravnovesna vlažnost lesa (Equilibrium Moisture Content, EMC). Iz tega sledi, da je za vsako stopnjo relativne vlažnosti zraka ustrezna ravnovesna vsebnost vlage v lesu. To razmerje je ponazorjeno s sorpcijsko krivuljo, predstavljeno na sliki 1, v kateri je EMC grafično prikazan kot funkcija relativne

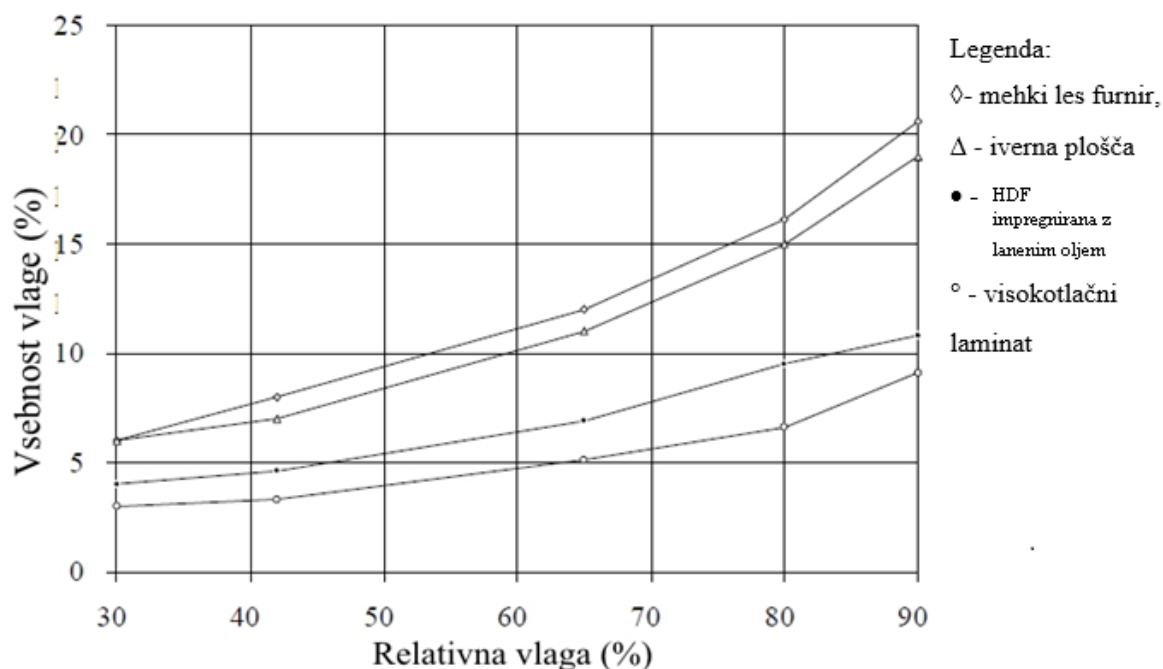
zračne vlažnosti. Sorpcijske krivulje lahko uporabljamo za napovedovanje vsebnosti vlage v lesu pri določeni relativni vlažnosti zraka. Tako bo les, ki je izpostavljen relativni zračni vlažnosti 30 % svoje vlažnost uravnotežil na okoli 6 %. Les, izpostavljen 75-odstotni relativni zračni vlažnosti, bo obdržal v ravnotežju približno 14 % vlage (Eckelman, 1998).



Slika 1: Ravnotežna vlažnost masivnega lesa v odvisnosti od relativne zračne vlažnosti, pri 21 °C (Eckelman, 1998)

Vlažnost lesnih kompozitov je običajno nekoliko manjša od ravnovesne vlažnosti masivnega lesa. Vrednosti za furnir mehkega lesa, iverne plošče, trda vlaknena plošča,

impregnirana z lanenim oljem, in laminat so podani na sliki



Slika 2: Ravnovesne vlažnosti v izbranih lesnih kompozitih (Eckelman, 1998)

Vrednosti ravnovesne vlažnosti (EMC) različnih vrst lesa so si med seboj precej podobne in odvisne od temperature, zato lahko ne glede na vrsto lesa za določene tipe izdelkov podamo območja ravnovesnih vlažnosti (preglednica 4) (Eckelman, 1998).

Preglednica 4: Območja ravnovesne vlažnosti lesa (Leban, 2007, cit. po Lohmann, 1993)

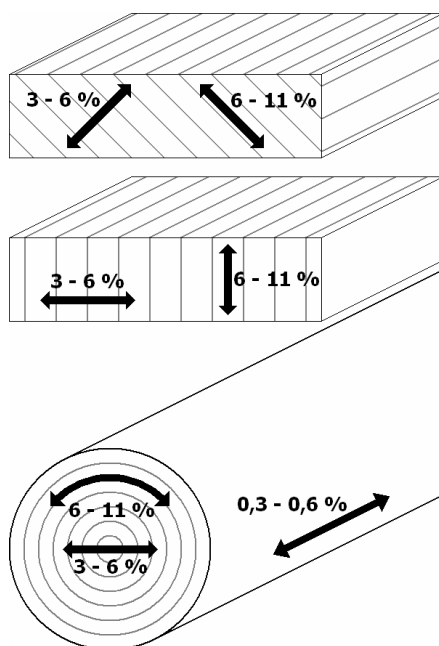
Vrsta izdelka	Območje ravnovesne vlažnosti lesa (%)
gradbeni les, les za balkonske ograje, strešne konstrukcije, palete	13–17
okna, zunanja vrata	12–16
pohištvo, podi, notranja vrata, stenske obloge, v prostorih s centralnim ogrevanjem	8–10
pohištvo, podi, notranja vrata, stenske obloge, v prostorih, kjer ogrevamo s klasičnimi pečmi	10–12
stropne obloge v prostorih s centralnim ogrevanjem	6–8
stropne obloge v prostorih, kjer ogrevamo s klasičnimi pečmi	8–10
glasbila v prostorih, ki jih ogrevamo s pečmi	8–11
glasbila v prostorih s centralnim ogrevanjem	5–8

2.4.2 Nabrekanje in krčenje lesa

Ko v higroskopnem območju les vpija vodo v celične stene (vezana voda), povečuje svoje dimenzije in prostornino, ko se celične stene napolnijo z vodo, se nabrekanje lesa konča. Nadaljnje sprejemanje vode (prosta voda) v les ne vpliva več na spremembe volumna lesa, ker voda le izpodriva zrak iz por. Ko se les suši, oddaja vezano vodo iz celičnih sten in takrat se prostornina lesa manjša, kar povzroči krčenje lesa (Leban, 2007).

Les je anizotropen material. Značilna atomska zgradba lesa povzroči različno krčenje lesa glede na smer lesnih vlaken, lesnih trakov in letnic (slika 3). Razmerje med longitudinalnim (β_l), radialnim (β_r) in tangencialnim krčenjem (β_t) je približno:

$$\beta_l : \beta_r : \beta_t \approx 1 : 10 : 20 \quad (1)$$



Slika 3: Anizotropija krčenja lesa (Leban, 2007)

Skrčki različnih vrst lesa so različni, kar moramo upoštevati pri oblikovanju pohištva. V preglednici 5 so navedeni skrčki nekaterih vrst domačega in tujega lesa.

Preglednica 5: Krčenje lesa pri sušenju (Eckelman, 1998; Leban, 2007)

Vrsta lesa	Gostota (kg/m ³)	Volumski skrček (%)	Radialni skrček (%)	Tangencialni skrček (%)
Iroko	620	7,1–15,6	2,5–5,6	4,5–9,8
Mahagonij, afriški	510	7,5–11,8	2,4–4,1	5,1–6,2
Palisander	870	7,4–9,5	2,1–2,9	5,1–6,4
Afromozija	700	9,4–10,0	3,0–3,5	6,0–7,0
Kostanj	570	11,3–11,6	3,4–4,3	6,4–6,7
Brest	680	11,8–13,8	4,6–4,8	6,9–8,3
Topol	450	10,7–14,3	3,3–5,2	7,1–9,8
Jelka	450	10,2–1,5	2,9–3,8	7,2–7,6
Bor, rdeči	520	11,2–12,4	4,0–3,3	7,5–8,0
Bor	520	11,2–12,4	3,3–4,5	7,5–8,7
Hrast	690	12,2–15,0	3,5–4,7	7,7–10,0
Jelša	550	12,6–14,2	4,4–4,8	7,7–9,3
Macesen	590	11,4–15,0	3,3–4,3	7,8–10,4
Smreka	470	11,6–12,0	3,5–3,7	7,8–8,0
Jesen	690	12,8–13,6	4,6–5,0	8,0–8,4
Lipa	530	14,4–14,9	5,5–6,6	9,1–10,7
Oreh	680	13,4–14,0	5,4	7,5
Breza	650	13,7–14,2	5,3	7,8
Javor	630	11,5–11,8	3,0	8,0
Gvajak	1230	15,0	5,6	9,3
Gaber, beli	830	18,8	6,8	11,5
Bukev	720	14,0–21,0	5,8	11,8

2.4.2.1 Učinek krčenja in raztezanja lesa na pohištvo

Za upočasnitev procesa krčenja in raztezanja lesa se uporabljajo različni premazi in obdelave, vendar to krčenja in nabrekanja lesa ne prepreči. Tudi v primeru, ko se les osuši v sušilnici, les kasneje še vedno lahko absorbira in izgublja vlago. Les, ki je osušen na 6-odstotno ravnovesno vlažnost bo ponovno absorbiral vlago, dokler se v naših podnebnih pogojih med običajno uporabo na koncu vsebnost vlage ne uravnovesi pri okoli 12 %. V tropskem podnebj, kjer je zračna vlažnost visoka, bo les obdržal okoli 16 % vlage (Eckelman, 1998).

2.4.2.2 Težave, ki jih povzročata krčenje in nabrekanje lesa

Najpomembnejša težava, povezana s krčenjem lesa, je pojav različnih napak, ki so vizualno zelo moteče. Krčenje lesa povzroča odpiranje in oslabitev spojev. Pomembno težavo predstavljajo na primer deformacije vrat, ki so običajno dobro vidne. Pojavi se razpiranje kotnih ali diagonalnih spojev. Zaradi notranjih napetosti se lahko pojavijo številne težave v lepilnih spojih, kar lahko zmanjša konstrukcijsko trdnost pohištva. Odpiranje spojev povzroči tudi izstopanje notranje, neobdelane površine lesa, kar je zelo neestetsko.

Krčenje in nabrekanje lesenih delov po sestavi elementov v izdelek sta glavni vzrok za slabo medsebojno prileganje sestavnih delov. Pogosto nastanejo tako široke špranje med sestavnimi deli, da je nemogoče poiskati dovolj močno lepilo za ponovno vzpostavitev dovolj trdne vezi. Nabrekanje plošč iz masivnega lesa lahko povzroči pokanje spojev do zloma.

2.4.3 Vlaga in ravnovesna vlažnost lesnih ploščnih kompozitov

Les in lesni kompoziti absorbirajo vodo iz zraka (vlago) preko sorpcije, tekočino pa s pomočjo kapilarnih sil. Na sorpcijo lesa vpliva, poleg drugih dejavnikov, količina ekstraktivov v lesu. Hitrost vpijanja vode je odvisna predvsem od smeri vlaken in anatomske zgradbe lesa. V smeri vlaken je sorpcija bistveno večja kot v smeri pravokotno na vlakna, lesni kompoziti pa absorbirajo več vode preko robov kot preko ploskev (Žgajner, 2015).

Lesni kompoziti, kot so vlaknene plošče, iverne plošče ali plošče OSB, imajo nižjo ravnovesno vlažnost (EMC) kot masiven les. Vzrok za to naj bi bil postopek predelave. Pri kompozitih, ki so zlepljeni s fenolnimi smolami, je ravnovesna vlažnost višja, kot bi bila pri uporabi drugih lepil. Ravnovesna vlažnost ima močan vpliv na vse fizikalne in mehanske lastnosti lesnih materialov (Žgajner, 2015).

Na mehanske lastnosti lesnih kompozitov močno vplivajo lepila, zgoščenost in proizvodna tehnologija (sušenje, razvlaknjevanje in stiskanje pri visoki temperaturi). Ravnovesne vlažnosti lesnih kompozitov so pri enakih pogojih nižje kot pri masivnem lesu, iz katerega so plošče narejene (Žgajner, 2015).

Ravnovesna vlažnost plošč MDF je malenkost nižja kot pri drugih lesnih kompozitih zaradi hidrotermičnega procesa pri razvlaknjevanju, torej tlaka pare med postopkom razvlaknjevanja, temperaturo in trajanjem razvlaknjevanja (Žgajner, 2015).

S spremembo vlažnosti se spreminjajo tudi dimenzije lesa. Do nabrekanja pride, ko les sprejema vodo/vlago, do krčenja pa, ko le-ta vodo/vlago odda. Nabrekanje in krčenje se razlikujeta glede na smer poteka vlaken v lesu. Nabrekanje v longitudinalni smeri je majhno, v radialni smeri je deset do dvajsetkrat večje, v tangencialni smeri pa je nabrekanje petnajst do tridesetkrat večje kot v longitudinalni smeri. Maksimalni nabrek narašča z gostoto lesa, vendar traja dlje časa, da se ga doseže (Žgajner, 2015).

2.4.4 Nabrekanje in krčenje lesnih plošč

Večje nabrekanje pri lesnih kompozitih povzroči nastanek praznih prostorov znotraj plošč, kar pa ne velja za MDF, saj se le-ta v smislu nabrekanja obnaša podobno kot masiven les. Ko se znotraj plošče razvijejo različna območja vlažnosti, pride do ukrivljanja (velja tudi za masiven les), ki upada z večanjem debeline (Niemz, 2010).

Nabrekanje je pri masivnem lesu pretežno reverzibilno, medtem ko je pri lesnih kompozitih večinoma ireverzibilno. Masiven les nabrekne za toliko, kot vpije vode, medtem ko je pri lesnih ploščnih kompozitih nabrek znatno večji (Niemz, 2010; Rowel, 2013), kar je predvsem posledica sprostitve napetosti v plošči (Rowel, 2013). Omenjene napetosti so posledica zgoščevanja gradnikov med stiskanjem plošč. To je tako imenovano ireverzibilno nabrekanje, saj se pri sušenju ne povrne v prvotno stanje (debelino pred navlaževanjem). Med postopkom navlaževanja pride tudi do reverzibilnega nabrekanja, kar pomeni, da se kompoziti po sušenju povrnejo v prvotno stanje (Rowel, 2013).

Večina ireverzibilnega nabrekanja se pojavi v začetnih fazah navlaževanja. Stopnja nabrekanja je lahko počasna zaradi prisotnosti voskov ali drugih kemikalij, dodanih z namenom zmanjšanja vpijanja vlage (Rowel, 2013).

2.5 OBNAŠANJE POHIŠTVA V VROČEM IN VLAŽNEM PODNEBJU

V literaturi o obnašanju pohištva v vročem in vlažnem podnebjju skoraj ni podatkov, našli smo le članek avtorja Wadsö (1995) in v nadaljevanju povzemamo nekatere najpomembnejše ugotovitve iz njegovih priporočil.

2.5.1 Priporočilo za masivni les

Priporočljiva je uporaba lesa z nizko prehodnostjo vlage in naravno odpornostjo proti glivnim okužbam in napadom ter insektom. Treba se je izogibati borovini in drugim vrstam, ki so nagnjene k diskoloracijam zaradi vlage. Les je treba lepiti z obstojnimi lepili. Uporaba lesa, ukrivljenega s paro, ni priporočljiva (Wadsö, 1995).

2.5.2 Priporočila za lesne materiale (letvice, deske itd.)

Priporočena je uporaba desk, zaščitene proti vlagi in narejene z bolj odpornimi lepili. Primernejša je uporaba MDF, furniranih plošč in ivernih plošč. Laminirane plošče morajo biti narejene iz visokokakovostnih letev (Wadsö, 1995).

2.5.3 Priporočila za laminate, folije in robne trakove

Uporabljati je treba odpornejša lepila, deske pa morajo biti laminirane z obeh strani. Ko uporabljamo robne trakove, moramo obvezno uporabljati odpornejša lepila. Če je le možno, se tega izogibajmo, nikakor pa ne smemo uporabljati navadnih lepil (Wadsö, 1995).

2.5.4 Priporočila za pene in tekstil

Uporaba pene (npr. poliuretanskih) in tekstila pri izdelavi pohištva, namenjenega za tropsko podnebje, ni zaželeno, saj ti materiali privlačijo umazanijo, plesen in najrazličnejšo golazen (Wadsö, 1995).

2.5.5 Priporočila za kovinske dele

Za obmorske predele sta primerna le zgolj nerjaveče jeklo ali medenina, medtem ko lahko za celinske predele uporabljamo tudi pocinkano kovino, nikelj ali krom (Wadsö, 1995).

2.5.6 Priporočila za plastiko in elastomere

Izogibamo se plastičnim nosilnim komponentam, če pa že uporabimo pohištvo iz plastike ali s plastičnimi komponentami, pa to ne sme biti izpostavljeno sončni svetlobi (Wadsö, 1995).

2.5.7 Priporočila za lepila

Uporaba navadnih PVAc, talilnih lepil, UF ali gumijastih lepil ni priporočena. Priporočena je uporaba obstojnejših lepil, kot so poliuretanska ali epoksidna ali katera koli izmed fenol/resorcinol/melamin-formaldehidnih lepil (Wadsö, 1995).

2.5.8 Priporočila za premaze

Splošnega nasveta za uporabo primerne vrste premazov ni, zato je potrebno posvetovanje s proizvajalcem. Priporočena je uporaba fleksibilnih in odpornejših premazov proti vlagi in plesnenju (Wadsö, 1995).

2.5.9 Oblikovanje

Največja težava oblikovanja pri toplem in vlažnem podnebju je gibanje vlage, zato moramo minimizirati razdaljo med materiali, ki imajo različne značilnosti nabrekanja (npr.

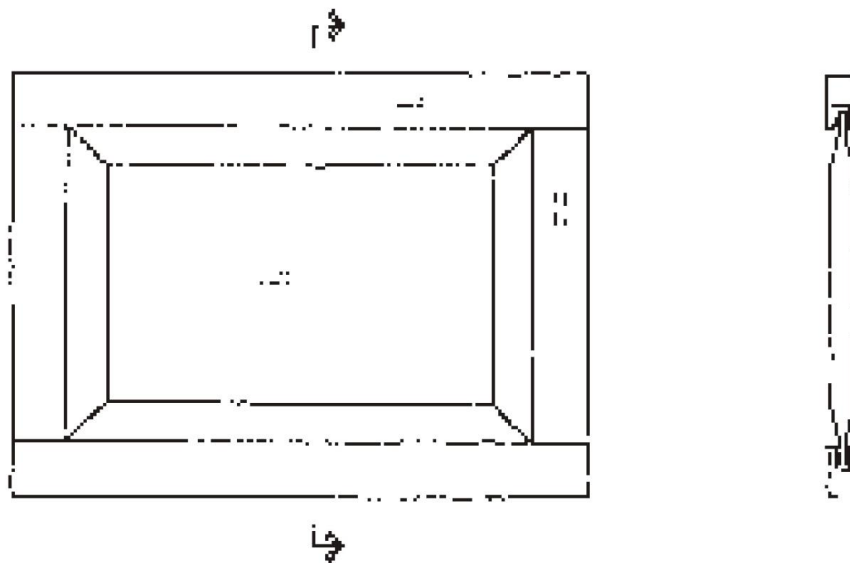
namesto enega zelo širokega elementa raje uporabimo dva ožja elementa). Materialov ni priporočljivo nameščati tako, da ne morejo nabrekati ali se krčiti, saj takšno dejanje lahko povzroči izpostavljenost materiala večjim obremenitvam. Bolje je pustiti, da se material prosto giblje, pri čemer se upošteva naravno obnašanje materiala. Absolutno prehajanje vlage je proporcionalno glede na dolžino elementa (materiala), zato pri izdelavi pohištva ni priporočljiva uporaba daljših lesenih komponent, če te ne morejo prosto nabrekati (npr. ne smemo pritrdjevati ivernih plošč na železni okvir brez dopuščanja možnosti gibanja zaradi dimenzijskih sprememb). Spoji pri pohištvu se zaradi variacij vlage lahko poškodujejo tudi v zmernem podnebju, seveda pa to še bolj velja za tropsko podnebje.

Spoji se v vlažnih območjih zaradi deformacij lahko razrahljajo že po enem ali dveh letih uporabe. Prednost predstavljajo spoji, ki jih ob razrahljanju lahko utrdimo z vijaki, zlepljene spoje pa ob nastanku poškodb lahko popravimo.

V subtropskem okolju je prehajanje vlage možno zmanjšati z zaščito celotne površine pohištva z vodoodpornimi premazi ali z laminati, vendar pa morajo biti vse površine pohištva v celoti zatesnjene (Wadsö, 1995).

Okvir vrat na sliki 4 je izdelan iz trdega lesa. Okvir je tradicionalnega tipa, saj je v pogojih variiranja vlage zelo obstojen. Deli okvirja se stikajo pod pravim kotom in so slabo prehodni za vlago. Osrednja plošča ima veliko stopnjo enosmernega nabrekanja, zaradi

česar mora imeti v okvirju omogočen dodatni prostor za ekspanzijo (ne sme biti zlepljena).



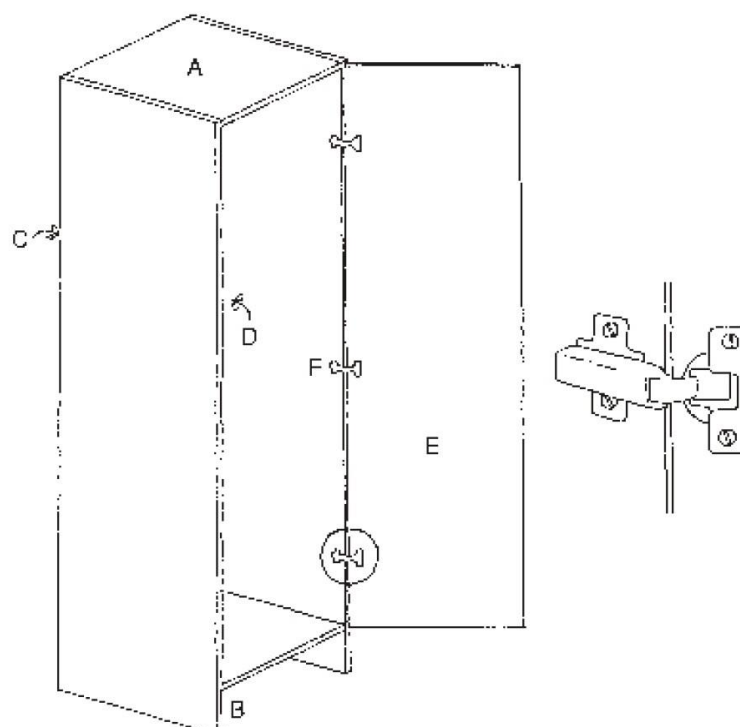
Slika 4: Okvir vrat s polnilom iz trdega lesa (Wadsö, 1995)

Če bomo takšen okvir uporabljali v okolju z visokimi variacijami vlage, bodo morale biti stranske zareze precej globoke. 400 mm namestitvena plošča, proizvedena pri 8-odstotni zračni vlažnosti in uporabljena pri 18-odstotni vlažnosti bo nabrekla za približno 10 mm. Premazi ob robovih in zarezah ne smejo delovati kot lepila (Wadsö, 1995).

2.5.9.1 Študija dveh primerov oblikovanja (omare in kuhinjske omare)

Omara

Omara je izdelana iz 15 mm iverne plošče P2, obložene s papirjem, impregniranim z melaminsko smolo in s hrbtno 4 mm vlakneno ploščo. Zadnji robovi iverne plošče P2 (C, slika 5) in hrbtna vlaknena plošča niso obdelani z ABS (Wadsö, 1995).



Slika 5: Prikaz točk na omari, za oceno obnašanja v pogojih visoke vlažnosti (Wadsö, 1995)

Točka A

Pri iverni plošči s kakovostjo za uporabo v notranjih prostorih ne moremo jamčiti stabilnosti pri uporabi pri relativni zračni vlažnosti nad 60 %. Višja kakovost iverne plošče P5 za zunanjo uporabo, MDF za zunanjo uporabo ali furnirne plošče so boljša izbira v vlažnem podnebjju. Če je iverna plošča za uporabo v notranjosti izpostavljena višji vlažnosti ali celo slabše, visoki ciklični vlažnosti, bo nabreknila in začela izgubljati svoje mehanske lastnosti. V tem primeru lahko melaminska prevleka pomaga, da plošča ohrani svojo obliko.

Točka B

Robovi (obdelani ali neobdelani) so pogosto najbolj občutljivi deli pri pohištvi, ki so izpostavljeni toploti in vlagi, zato moramo še posebej paziti pri izbiri kakovostnega lepila. Lepila, ki jih običajno uporabljamo, niso odporna proti vlagi in zato plošče (iverne ali vlaknene) pri izpostavitvi vlažnim pogojem nabreknejo. Visoka ciklična vlažnost lahko

kmalu povzroči utrujenost v lepilnem spoju. Uporabiti moramo bolj primerna lepila, kot je poliuretansko, saj pomaga ohraniti robne obrobe na svojih mestih.

Točka C

Normalno so vsi robovi na ploščah, ki ostanejo nevidni, neobdelani. V ozračju s pogostimi vlažnostnimi cikličnimi spremembami pa je bolje, da zatesnimo vse površine in tako zmanjšamo prehajanje vlage v plošče in iz njih.

Točka D

Hrbet je narejen iz tanke vlaknene plošče, ki ni zelo odporna proti vlagi in je pogosto pritrjena z žebli iz navadnega jekla. To ni priporočljivo, saj je stabilnost omare odvisna od hrbišča, priporočljiva pa je uporaba korozijsko obstojnih žbljev.

Točka E

Ko so vrata omare zaprta, naj le-ta slonijo na zunanji strani korpusa, kar je priporočljivo zato, da se vrata ne bi zatikala.

Točka F

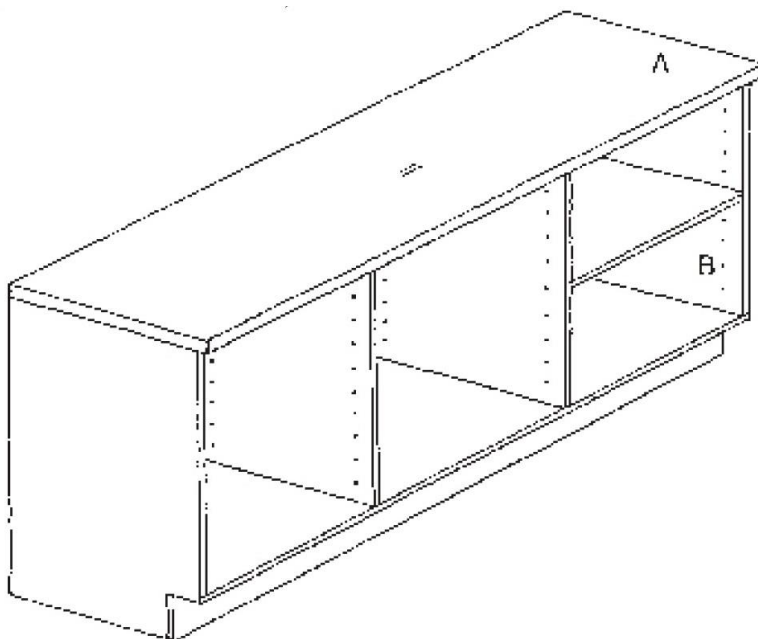
Okovi morajo biti dobro pritrjeni v ivernih ploščah, ker se pri povečani vsebnosti vlage iverna plošča lahko razsloji, vrata pa so precej težka. Vsi deli okovja morajo biti izdelani iz materiala, ki je odporen proti koroziji.

Sklep

Ali v toplem vlažnem podnebju sploh moramo in smemo uporabljati zaprte omare? Veliko boljša bi bila uporaba omar odprtega tipa, izdelanih iz furnirne plošče (zunanja uporaba) ali MDF (zunanja uporaba), s trajnim lakom, ki je nanesen na vseh površinah. Vse okovje mora biti izdelano iz odpornejšega materiala. Če so potrebna vrata, naj bodo narejena tako, da bodo imela reže ali zaslone (Wadsö, 1995).

Kuhinjska omara

V tem primeru povzemamo izsledke študije za niz kuhinjskih omaric, ki so narejene iz ivernih plošč in obložene s papirjem. Delovni pult je izdelan iz bukove laminirane plošče (glej tudi pod poglavje Omara, od točke A do točke D).



Slika 6: Prikaz točk za oceno obnašanja v pogojih visoke vlažnosti na kuhinjski omari (Wadsö, 1995)

Točka A

Gibanje vlage v delovnem pultu je večje kot v ivernih ploščah, in sicer v smeri pravokotno na dolžino pulta. Če se relativna zračna vlažnost poveča za 35–85 %, bo 600 mm bukov pult nabrekli do 20 mm, medtem ko bo iverna plošča nabrekli samo 1 mm. Delovni pult bo iverno ploščo razslojil, zato ni dobro delovnega pulta pritrditi na ohišje spredaj in zadaj. Boljša možnost je, da ga pritrdimo samo na zadnji del. Možno je tudi, da pustimo delovni pult odvijachen, saj je težak in bo obstal na mestu, če je pod njim material z visokim tornim koeficientom, npr. iz melamina. Delovni pult iz iverne plošče ali furnirane plošče bi bil boljša rešitev, saj bi bilo v tem primeru nabrekanje skoraj enako kot pri delih spodnjega dela omare.

Točka B

Boljše je, da ni majhnih izvrtanih lukenj skozi papir, saj bo gibanje vlage v tem primeru v spremenljivem ozračju veliko hitrejša in bo povzročalo pikanje melamina v bližini lukenj. Plesen in škodljivci se posebej radi razvijajo v omenjenih odprtinah.

Sklep

Boljša konstrukcija bi bila iz furniranih plošč (zunanja uporaba) ali MDF (zunanja uporaba), ki so obložene s papirjem. Če uporabljamo robne obrobe, morajo biti le-te prilepljene s poliuretanskim ali s kakšnim drugim odpornejšim lepilom. Nepotrebnih izvrtin skozi papir ne smemo vrtati, temveč le tam, kjer je to nujno potrebno (Wadsö, 1995).

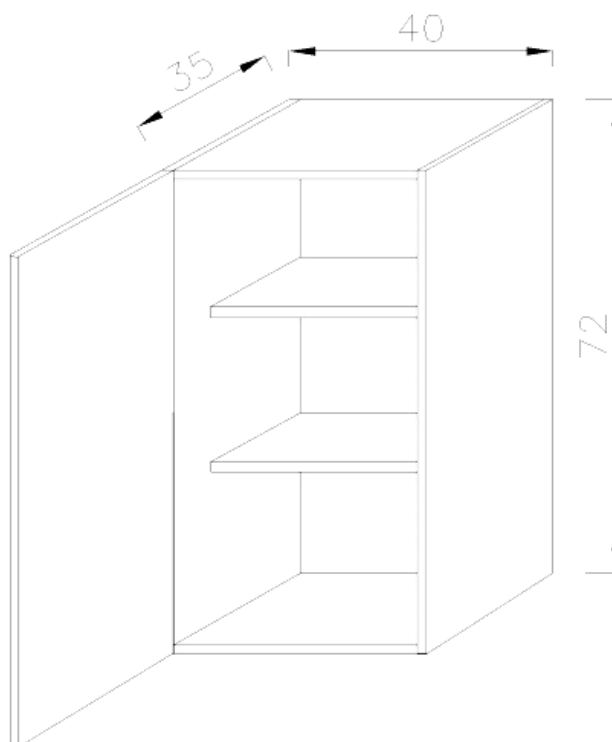
3 MATERIALI IN METODE

3.1 MATERIALI

Predmet preskušanja so bile viseče kuhinjske omarice treh konstrukcijskih izvedb, ki bi jih potencialno uporabljali v kuhinjskem pohištvu na območjih s tropskim podnebjem. Predvidevali smo, da so lahko ekstremni podnebni pogoji v deželah s tropskim podnebjem prisotni v vseh letnih časih. V kuhinjah, npr. v javnih objektih ali v kuhinjah rezidenc bogatih prebivalcev (kjer hrano pripravlja služinčad), so izpostavitveni pogoji še bistveno bolj zahtevni. Zanimalo nas je, kako in v kakšni meri lahko tako podnebje vpliva na standardno kuhinjsko pohištvo, izdelano pri nas, namenjeno uporabi v zmernem podnebjem, in kakšen je vpliv na nekatere, na vlago bolj odporne materiale, kot so obložene iverne plošče s povečano odpornostjo proti vlagi, in sicer v izbranih elementih kuhinjskega pohištva. Med izpostavitvijo simuliranim ekstremnim podnebnim pogojem smo se osredotočili predvsem na dimenzijske spremembe posameznih sestavnih delov omaric, spremembe na spojih elementov ter na vse spremembe, ki negativno vplivajo na videz in funkcionalnost izdelka.

Za preskuse ugotavljanja vpliva tropskih podnebnih razmer na elemente kuhinjskega pohištva smo uporabili tri različne kose pohištva naslednjih dimenzij (slika 7):

- širina 40 cm,
- globina 35 cm in
- višina 72 cm.



Slika 7: Skica preskušanih elementov

Teste smo izvedli s tremi različnimi vrstami omaric, ki smo jih označili z oznakami »Vzorec A« (slika 8), »Vzorec B« (slika 9) in »Vzorec C« (slika 10).

Vzorec A (slika 8):

- Šifra izdelka: 3171040
- Naziv izdelka: NEŽA
- Tip izdelka: VO-40/72
- Korpus: iveral P2, robovi oblepljeni s folijo ABS
- Fronta: iveral P2, rob ABS



Slika 8: Vzorec A

Vzorec B (slika 9):

- Šifra izdelka: 3311040
- Naziv izdelka: LEONA II
- Tip izdelka: VO-40/72
- Korpus: iveral P2, robovi oblepljeni s folijo ABS
- Fronta: masivni okvir (javor), polnilo, lakirano



Slika 9: Vzorec B

Vzorec C (slika 10):

- Šifra izdelka: 3261040
- Naziv izdelka: HORTENZIJA
- Tip izdelka: češnja VO-40/72
- Korpus: iveral P5
- Fronta: MDF obložena s termoplastično folijo



Slika 10: Vzorec C

3.2 METODE

Izhodišče za določitev podnebnih pogojev preskušanja so bili podatki o povprečnih temperaturah in relativni zračni vlažnosti v Dominikanski republiki (preglednica 2, poglavje 2.1.2). Preskusi so bili izvedeni v obdobju od 22. 10. 2007 do 28. 1. 2008, izvedla pa sta jih Slavko Rudolf, univ. dipl. inž., in Robert Čerpnjak.

Za testiranje smo izbrali naslednje pogoje:

- temperatura $(30 \pm 2) ^\circ\text{C}$
- relativna zračna vlažnost $(85 \pm 5) \%$

A photograph of a book's spine and cover. The book is bound in a light-colored, possibly yellowed, material. The spine is visible on the left, showing a green circular mark with the number '05' written inside it. The cover is on the right, showing a similar green circular mark with the number '05' written inside it. The pages are visible on the left, showing some discoloration and wear. The overall appearance is that of an old, well-used book.

Na kritičnih mestih smo izbrali tudi točke za vizualno opazovanje, ki smo jih označili s črko »O« in s številko mesta meritve. Na teh točkah smo ugotavljali morebitne deformacije omarice (slika 12).



Slika 12: Točke vizualnega opazovanja

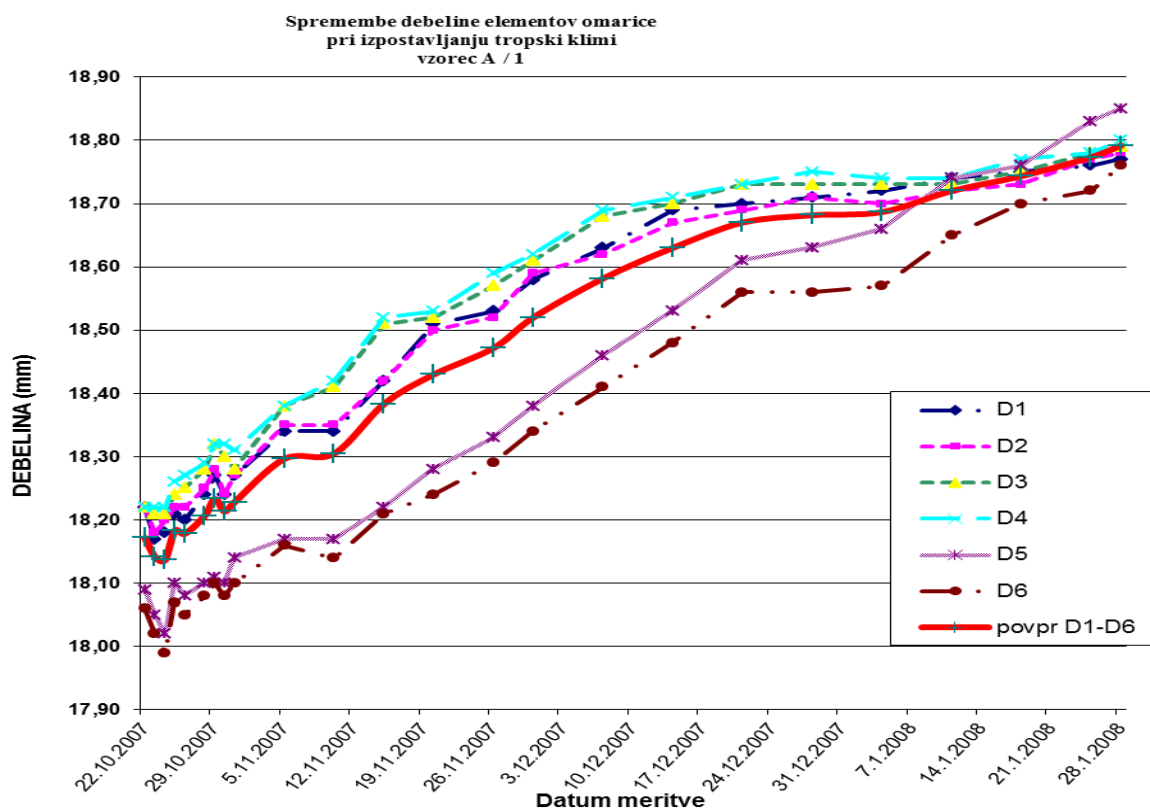
Vzorci (omarice) smo najprej nekaj dni kondicionirali pri temperaturi $T = 19\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ in pri relativni zračni vlažnosti 50 %–60 %.

Dne 22. 10. 2007 smo izvedli označevanje točk merjenja in opazovanja, neposredno zatem smo izvedli izhodiščne meritve. Po opravljenih prvih meritvah so bili preizkušanci postavljeni v klimatsko komoro v položaju, ki je omogočal prost dostop zraka do vseh elementov omaric. Od 23. 10. 2007 do 28. 1. 2008 so potekale meritve v skladu z dogovorjenim načrtom testiranja. Meritve smo izvajali vse do stabilizacije opaženih sprememb.

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

4.1 REZULTATI MERITEV DEBELINE PLOŠČ VZORCA A

Rezultati, ki smo jih dobili pri merjenju debeline z digitalno merilno napravo za vzorec A, so prikazani na sliki 13. Graf prikazuje spremembo debeline na iveralu korpusa, ki je bil izpostavljen tropskemu podnebju v zaprtem prostoru. Vidimo lahko, da so debelinske spremembe na različnih mestih znašale od 0,60 mm do 0,80 mm, v povprečju okrog 0,70 mm.



Slika 13: Sprememba debeline iverala P2 korpusa pri vzorcu A

4.2 REZULTATI MERITEV NA VZORCU B

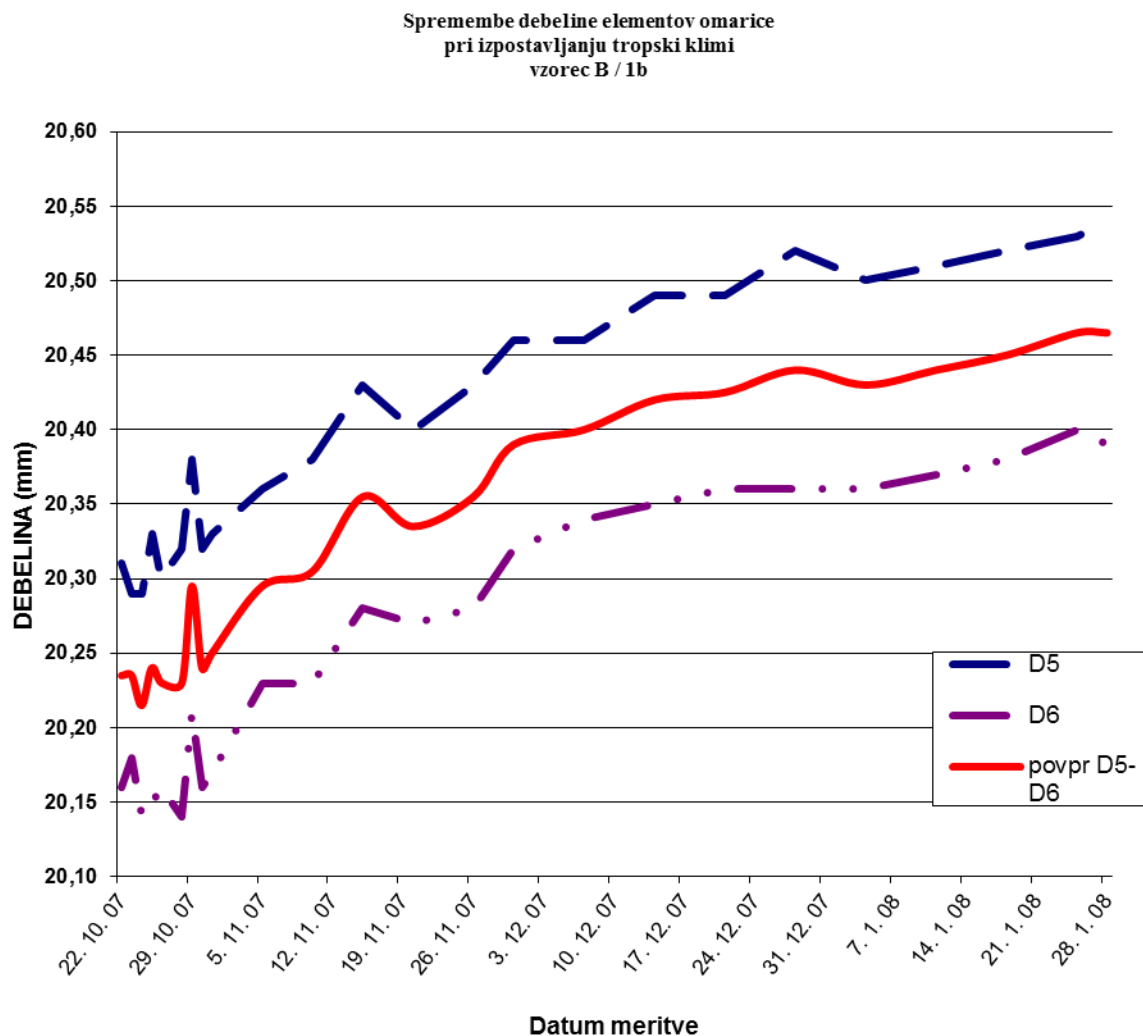
Na sliki 14 so prikazani rezultati, ki smo jih dobili pri merjenju debeline masivnega (vrsta lesa – jesen) korpusa vrat z digitalno merilno napravo pri vzorcu B (z oznako B/1b).

Vzorec B predstavlja kuhinjsko omarico, izdelano iz iverala P2, pri čemer so vrata izdelana iz masivnega lesa. Glede na dejstvo, da se je raziskava izvajala na dveh različnih delih omare in vrstah lesa, smo uporabili naslednje označevanje:

- B/1a – korpus omarice (iveral P2),
- B/1b – korpus vrat (masiva) in
- B/2 – okvir vrat (masiva).

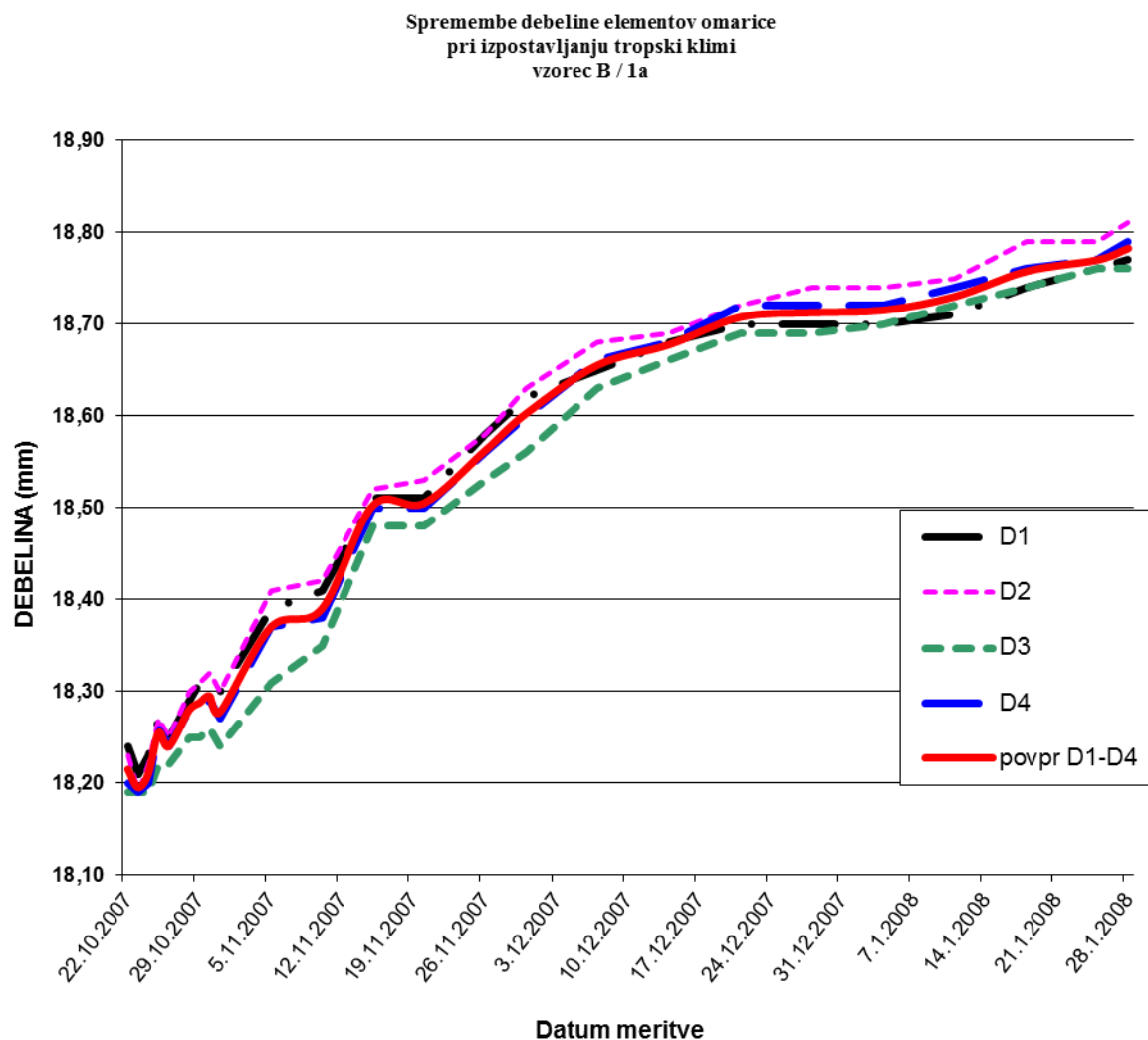
Graf na sliki 14 prikazuje nabrekanje masivnega korpusa vrat, ki je bil izpostavljen tropskemu podnebj v zaprtem prostoru.

V primerjavi z debelinskimi spremembami ivernih plošč (sliki 13 in 15) so imele izmerjene debelinske spremembe masivnega lesa nižje vrednosti, in sicer je bila povprečna sprememba debeline 0,30 mm.



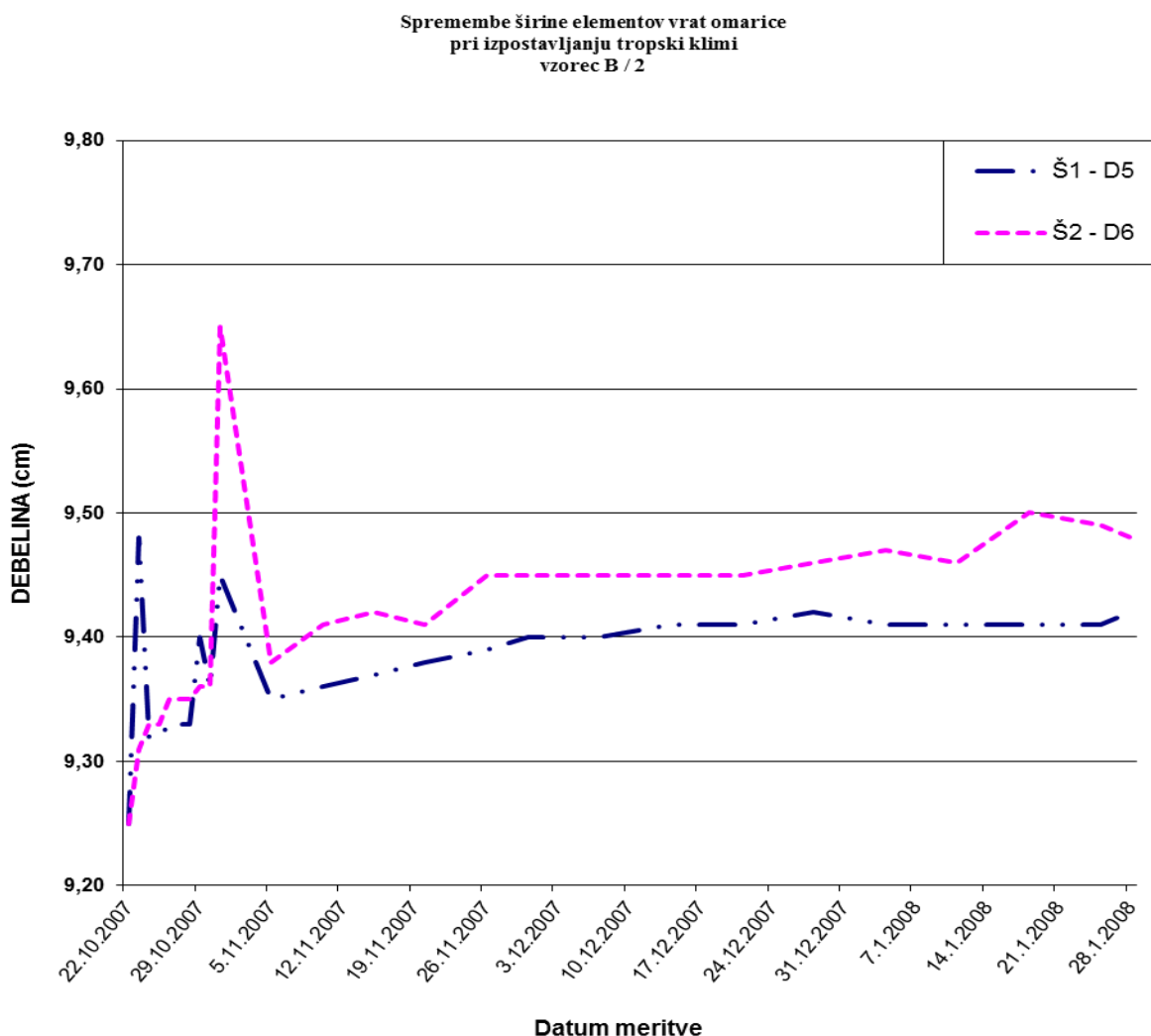
Slika 14: Spremembe debeline masivnega korpusa vrat, vzorec B/1b

Za vzorec B (B/1a) so na sliki 15 prikazani še rezultati meritev debeline ivernih plošč. Vidimo lahko, da so bile debelinske spremembe na ivernih ploščah v omarici B zelo podobne tistim, ki smo jih izmerili pri omarici A, vseeno pa za malenkost manjše in so znašale povprečno okrog 0,60 mm, zato lahko rečemo, da je skupna povprečna debelinska sprememba vzorca A in B, ki sta iz iverala P2, 0,65 mm.



Slika 15: Sprememba debeline iverala P2 v vzorcu B/1a

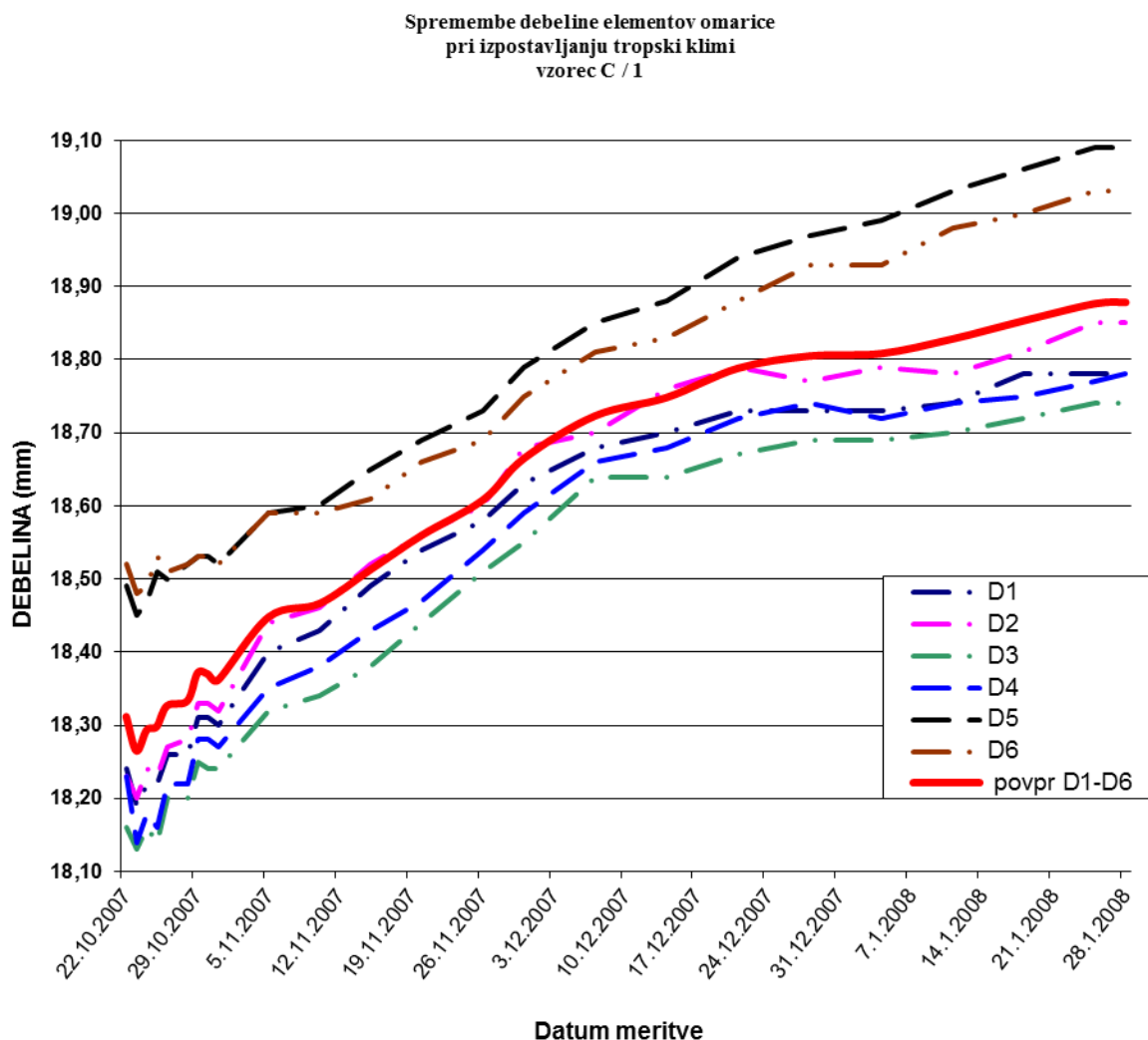
Pri vzorcu B smo merili tudi širino okvirja vrat (slika 16, rezultati meritev na vzorcu B/2). Širina se je povečala od približno 9,25 cm do največ 9,50 cm, torej približno za 2,5 mm.



Slika 16: Spremembe širine elementov masivnega korpusa vrat, vzorec B/2

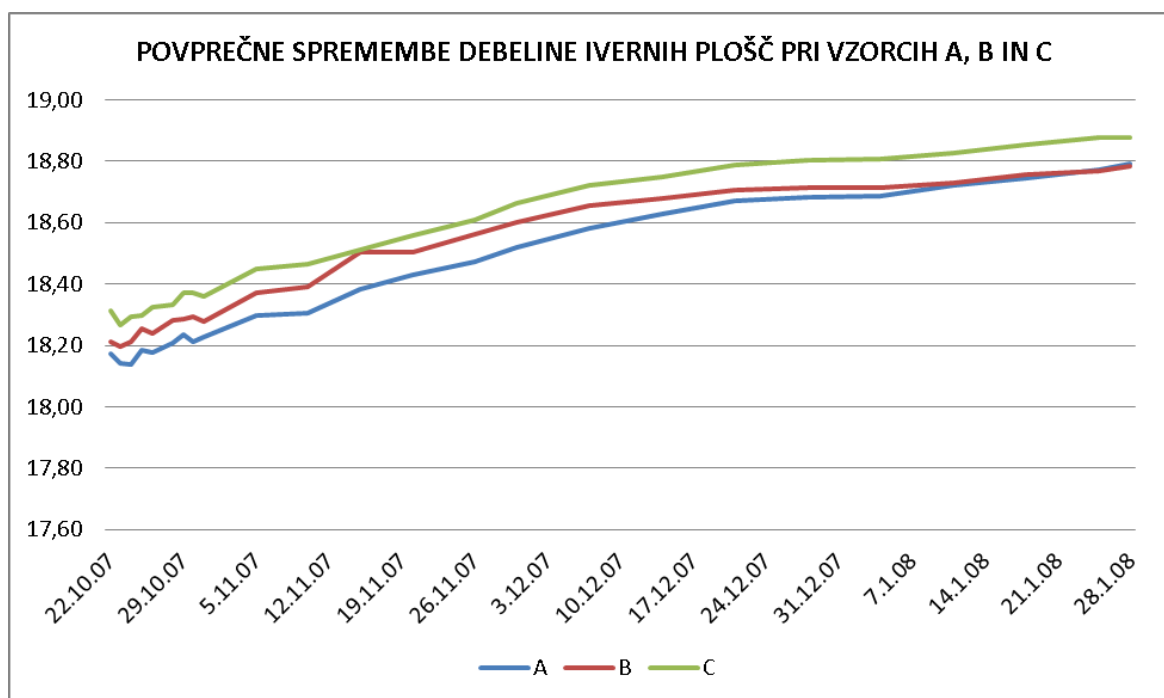
4.3 REZULTATI MERITEV NA VZORCU C

Na vzorcu C smo merili samo debeline oz. debelinske spremembe iverala P5, iz katerih je izdelana omarica C (slika 17). Vidimo lahko, da so bile debelinske spremembe iverala P5 zelo podobne ali celo enake tistim, ki smo jih opazili pri iveralu P2, iz katerih sta bili izdelani omarici A in B. Tako je povprečna debelinska sprememba pri vzorcu C znašala približno 0,60 mm (slika 15), kar je enako kot pri vzorcu B in zanemarljivo manj od povprečne debelinske spremembe pri vzorcu A (0,70 mm).



Slika 17: Sprememba debeline iverala P5 korpusa, vzorec C/1

Z analizo rezultatov smo preverili v uvodnem delu diplomskega dela postavljene hipoteze. Prvo hipotezo, ki pravi, da je nabrekanje ivernih plošč bolj obsežno kot nabrekanje masivnega lesa, lahko potrdimo. Primerjali smo spremembe debelin sten preskusnih vzorcev B in C, ki sta izdelana iz iverala P2 in iverala P5, z nabrekanjem sprednjih vrat, ki so iz masivnega lakiranega lesa. Primerjava meritev med prvim in zadnjim dnom poskusa je pokazala, da je nabrekanje pri vzorcu B za 0,3 mm manjše pri masivnem lesu v primerjavi z iveralom P2. Vzorec C je bil izdelan iz iverala P5, zato je bila razlika v debelinski spremembi iverala P5 v primerjavi z iveralom P2 zanemarljiva.



Slika 18: Povprečne spremembe debeline ivernih plošč pri vzorcih A, B in C

Zgornja slika 18 prikazuje pridobljene rezultate meritev na vzorcih A, B in C, pri čemer smo ugotovili, da so povprečne spremembe debeline ivernih plošč zanemarljive, in sicer glede na dejstvo, da sta vzorca A in B iz iverala P2, vzorec C pa iz iverala P5.

	D1 - REZULTAT MERITEV MED ZAČETNIM IN KONČNIM STANJEM	D2 - REZULTAT MERITEV MED ZAČETNIM IN KONČNIM STANJEM	D3 - REZULTAT MERITEV MED ZAČETNIM IN KONČNIM STANJEM	D4 - REZULTAT MERITEV MED ZAČETNIM IN KONČNIM STANJEM	D5 - REZULTAT MERITEV MED ZAČETNIM IN KONČNIM STANJEM	D6 - REZULTAT MERITEV MED ZAČETNIM IN KONČNIM STANJEM
B - VZOREC						
B - nabrek iverala (mm)	0,53	0,85	0,57	0,59		
B - nabrek masivnega lesa javor (mm)					0,23	0,23
C - VZOREC						
C - nabrek vodoodpornega iverala (mm)	0,54	0,62	0,58	0,55	0,60	0,51

Slika 19: Debelinske spremembe ivernih plošč in masivnega lesa v času trajanja poskusa

Z drugo, v uvodu postavljeno hipotezo, smo menili, da domača vrsta lesa iz naših krajev ni primerna za izdelavo pohištva, namenjenega za destinacije s toplimi in vlažnimi podnebnimi pogoji. Deformacije na pohištvenih elementih iz masivnega lesa so odvisne od

nabrekanja (in skrčkov pri sušenju). Primerjava nabrekov zaradi sprememb relativne zračne vlažnosti in ravnovesne vlage v lesu pokaže, da najmanjše dimenzijske spremembe izkazuje les palisandra in mahagonija, od domačih vrst pa so le-tem zelo blizu kostanjevina, les bresta in jelovina (preglednica 5). Naši poskusi so pokazali, da je bila absolutna vrednost debelinske spremembe masivnega lesa (javor) pri vzorcu B le 0,23 mm, pri vzorcu C iz iverala P5 pa med 0,50 in 0,60 mm, kar je približno enako, kot so bili nabreki pri iveralu P2. Vendar so se vseeno na obeh vzorcih pojavile deformacije oziroma smo opazili pokanje laka, nastajanje razpok na spojih in odstopanje termoplastične folije na vzorcu C. Iz naštetega zato ne moremo zagotovo sklepati, ali bi bile naše vrste lesa, ki izkazujejo relativno majhne dimenzijske spremembe, primerne za uporabo v tropskem podnebj. S tem druge hipoteze ne moremo niti potrditi niti zavrniti.

4.4 REZULTATI OPAŽANJ POJAVOV NAPAK NA VZORCIH A, B IN C

Meritve na izbranih točkah smo izvajali z merilno lupo z natančnostjo 0,1 mm. Prisotnost morebitnih napak je bilo treba preveriti že pred izpostavitvijo visoki zračni vlažnosti in temperaturi v komori. Ugotovili smo, da so že vzorci iz proizvodnje pred začetkom preskusa izkazovali nekatere napake:

Vzorec A:

- Reža na desni stranici spodaj je bila široka 0,90 mm
- Širina reže na levi stranici spodaj je znašala 0,20 mm
- Poravnanoost vrat s stranico (pri okovju oz. pri »pantu«) +0,30 mm



Slika 20: Vzorec A – spoj med stranico in stropom

Vzorec B:

- Reža na desni in levi stranici spodaj je bila široka 0,25 mm
- Poravnanoost vrat s stranico (pri okovju) 0,00 mm
- Poravnanoost vrat s stranico (pri ročaju) +0,40 mm

Vzorec C:

- Reža na desni stranici spodaj, razmik 0,70 mm
- Reža na levi stranici spodaj, razmik 0,20 mm
- Poravnano vrat s stranico (pri okovju) 0,00 mm

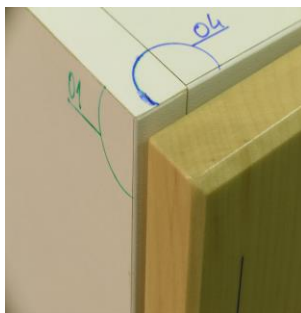
Teža omaric pred postavitvijo v komoro:

- Vzorec A: 15,82 kg
- Vzorec B: 15,43 kg
- Vzorec C: 16,69 kg

V nadaljevanju po datumih pregledov navajamo opažanja, ki smo jih s pregledi in meritvami ugotovili pri omaricah A, B in C.

Peti dan:

Pri višinskih razlikah v spoju med stropom in stranico na točki O4 spoji med seboj niso bili poravnani, ampak zamaknjeni (lahko gre za napako ali pa je tako predvidel že konstrukter) in zato so bili vplivi vlage bolj opazni.



Slika 21: Točka merjenja višinske razlike med stropom in stranico

- A-1,26 mm
- B-1,30 mm
- C-1,58 mm

Pri vzorcu B na točki O3 je bilo vidno razpakanje laka, širina razpoke je 0,10 mm.



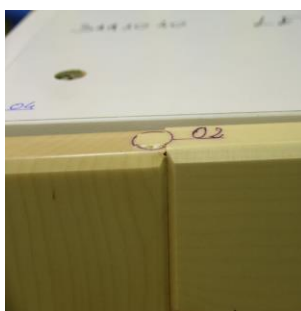
Slika 22: Točka merjenja spoja korpusa vrat št. O3

Sedmi dan:

Vzorec B: Na točki O3 je začel pokati spoj med lesom in lakom.

Osmi dan:

Vzorec B: vidno pokanje laka na točki O2.



Slika 23: Točka merjenja spoja korpusa vrat št. O2

Deveti dan:

Vzorec B: na točkah O2 in O3 so še vedno vidne razpoke laka, niso pa se povečale razpoke med lesom in lakom.

10. dan:

Višinske razlike v spoju med stropom in stranico na točki O4:

- A-1,15 mm
- B-1,90 mm
- C-1,20 mm

15. dan:

Višinske razlike v spoju med stropom in stranico na točki O4:

- A-1,00 mm
- B-0,95 mm
- C-1,50 mm

20. dan:

Višinske razlike v spoju med stropom in stranico na točki O4:

- A-1,00 mm
- B-1,00 mm
- C-1,31 mm

Vzorec B: pri točki O2 se je spet pojavilo pokanje laka, le da tokrat bolj obsežno, na veliko večji površini kakor pri prejšnjih merjenjih. Pri točki O3 je po 20 dneh zaradi debelinske spremembe lesa na dveh mestih začel pokati spoj.

25. dan:

Višinske razlike v spoju med stropom in stranico na točki O4:

- A-1,10 mm
- B-1,15 mm
- C-1,20 mm

30. dan:

Višinske razlike v spoju med stropom in stranico na točki O4:

- A-1,05 mm

- B-1,10 mm
- C-1,37 mm

36. dan:

Višinske razlike v spoju med stropom in stranico na točki O4:

- A-1,00 mm
- B-0,95 mm
- C-1,20 mm

40. dan:

Višinske razlike v spoju med stropom in stranico na točki O4:

- A-1,00 mm
- B- 0,95 mm
- C- 1,30 mm

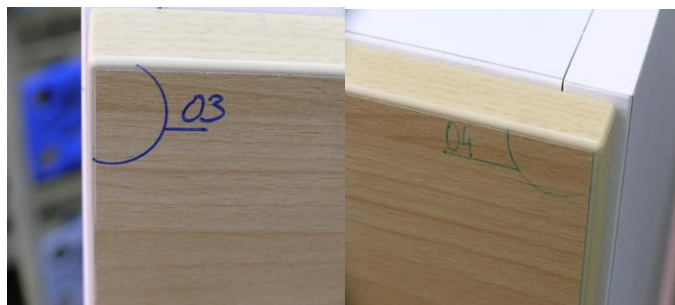
Vzorec B: pri točki O2 se lak na spojih ni pretrgal, temveč je samo razpokal. Pri točki O3 laka na spojih ni bilo več in nastala je luknjica premera 0,10 mm, vidna s prostim očesom.

47. dan:

Višinske razlike v spoju med stropom in stranico na točki O4:

- A-1,00 mm
- B-0,95 mm
- C- 1,30 mm

Vzorec A: prišlo je do deformacije na robovih, ki so oblepljeni s folijo ABS. ABS ne pokriva več iverala po celotni debelini, razlika med folijo ABS in debelino iverala je pri vratih 0,20 mm in pri korpusu omarice 0,30 mm.



Slika 24: Debelinska razlika med iveralom in robno folijo

Vzorec B: ugotovili smo enake deformacije kot pri vzorcu A, razlika v debelini je 0,20 mm.

Vzorec C: ugotovili smo enake deformacije kot pri vzorcu A, razlika v debelini je 0,30 mm.

54. dan:

Višinske razlike v spoju med stropom in stranico na točki O4:

- A-1,10 mm
- B- 0,90 mm
- C- 1,20 mm

61. dan:

Višinske razlike v spoju med stropom in stranico na točki O4:

- A-1,00 mm
- B- 0,85 mm
- C-1,00 mm

68. dan:

Višinske razlike v spoju med stropom in stranico na točki O4:

- A-1,00 mm

- B-1,00 mm
- C-1,00 mm

Vzorec B: pri točki O2 je začel pokati spoj zaradi delovanja lesa in posledično tudi lak.

75. dan:

Višinske razlike v spoju med stropom in stranico na točki O4:

- A-1,00 mm
- B-0,90 mm
- C-1,20 mm

82. dan:

Višinske razlike v spoju med stropom in stranico na točki O4:

- A-1,00 mm
- B-0,90 mm
- C-1,10 mm

Vzorec C: na točki O3, ki je na vratih omarice, je začela odstopati termoplastična folija.



Slika 25: Odstopanje termoplastične folije

89. dan:

Višinske razlike v spoju med stropom in stranico na točki O4:

- A-1,00 mm
- B-1,00 mm
- C-1,00 mm

96. dan:

Višinske razlike v spoju med stropom in stranico na točki O4:

- A-1,00 mm
- B-1,00 mm
- C-1,10 mm

99. dan:

Višinske razlike v spoju med stropom in stranico na točki O4:

- A-1,00 mm
- B-1,00 mm
- C-1,10 mm

Na vseh treh vzorcih so se po izpostavitvi v komori pojavile še naslednje napake:

Vzorec A:

- reža na desni stranici spodaj, razmik 0,80 mm;
- reža na levi stranici spodaj, razmik 0,10 mm;
- poravnanoost vrat s stranico (pri okovju) +0,30 mm.

Vzorec B:

- reža na desni stranici spodaj, razmik 0,20 mm;
- reža na levi stranici spodaj, razmik 0,25 mm;
- poravnanoost vrat s stranico (pri okovju) -0,05 mm;
- poravnanoost vrat s stranico (pri ročaju) +0,25 mm.

Vzorec C:

- reža na desni stranici spodaj, razmik 0,10 mm;
- reža na levi stranici spodaj, razmik 0,55 mm;
- poravnano vrat s stranico (pri okovju) +0,25 mm

Barvnih sprememb okoli okovja (odmične spone in ročaji) ni bilo opaziti.

Teža omarič po končanem poskusu v komori (preglednica 9):

- Vzorec A: 16,50 kg,
- Vzorec B: 16,07 kg,
- Vzorec C: 17,43 kg.

Iz spodnje preglednice je razvidno, da se je po končanem poskusu pri vseh treh vzorcih pojavila sprememba v teži.

Preglednica 6: Ugotovljene razlike v teži na vzorcih

VZOREC	ZAČETNA TEŽA	merjeno v kg	
		KONČNA TEŽA	RAZLIKA
A	15,82	16,50	0,68
B	15,43	16,07	0,64
C	16,69	17,43	0,74

Naša tretja hipoteza pravi, da je sprememba debeline materiala odvisna tudi od pozicije. Na različnih točkah pohištva so imeli lesni materiali različno spremembo debeline. Hipotezo smo preverili z izračunom razlik med končno debelino materiala na različnih mestih in začetno vrednostjo debeline materiala na začetku poskusa. Razlike so prikazane v preglednici 8 in so minimalne, zato lahko to hipotezo zavrnamo.



Slika 26: Točke merjenja debeline materiala D1, D2, D3, D4, D5 in D6

Zgornja slika 18 prikazuje vzorce A, B in C, na katerih so označene točke merjenja debeline materiala D1, D2, D3, D4, D5 in D6. V času preizkušanja v obdobju med 22. 10. 2007 in 28. 1. 2008 nas je zanimalo, kakšna bo razlika med točkama na vratih omare iz različnih materialov (javor, iveral P2, iveral P5) in kakšna bo razlika med točkama na korpusih iz različnih materialov (iveral P2, iveral P5). Merjenje smo izvedli na začetku in koncu preizkušanja, in sicer po sistemu, da smo na vsakem vzorcu izračunali razliko med dvema točkama, ki sta na isti višini ali širini merjenega elementa (stranica, strop in vrata, preglednici 7 in 8).

Preglednica 7: Razlike med debelino materiala na začetku poskusa

	D2-D1 (mm)	D4-D3 (mm)	D6-D5 (mm)
Vzorec A	0,00	0,00	-0,03
Vzorec B	-0,01	0,01	-0,15
Vzorec C	-0,01	0,07	0,03

Preglednica 8: Razlike med debelino materiala na koncu poskusa

	D2-D1 (mm)	D4-D3 (mm)	D6-D5 (mm)
Vzorec A	0,01	0,01	-0,06
Vzorec B	0,04	0,03	0,15
Vzorec C	0,07	-0,04	-0,06

Če povzamemo rezultate končanega preskusa vzorcev pohištva, tako izvedenih meritev kakor tudi vizualnih opažanj, lahko ugotovimo:

- vlažno in vroče podnebje vpliva na izpostavljene vzorce pohištva predvsem v smislu povečanja njihovih dimenzij – tako nabrekanja plošč kakor tudi sprememb dimenzij sestavljenih elementov – omaric;
- nabrekanje smo opazili tako v debelini stranskih elementov korpusa kot tudi pri debelini vseh treh front;
- opazno se je povečala širina elementov masivnih vrat, kar je bil tudi vzrok za nastanek razpok na spojih pokončnik-prečnik,
- na robovih, obloženih s folijo ali trakom ABS, smo sicer opazili spremembe, ni pa še prišlo do deformacij, ki bi bistveno vplivale na videz in funkcijo izdelka;
- vse deformacije še vedno kažejo trend naraščanja, če bi poskus nadaljevali dlje časa.

5 SKLEPI

V raziskavi smo na standardnih vzorcih pohištva ugotovili, da nabrekanje masivnega javorjevega lesa in ivernih plošč pri visoki relativni zračni vlažnosti povzroči nastanek deformacij, ki zmanjšajo kakovost izdelka. Iverne plošče P2 nabrekajo bolj od masivnega lesa, iverne plošče P5 pa so se podobno slabo izkazale kot iverne plošče P2. Meritve so pokazale, da je domača vrsta masivnega lesa preveč dimenzijsko nestabilna, da bi bila primerna za izdelavo pohištva za uporabo v vročem in vlažnem podnebju. Na pohištvenih elementih iz javorjevega lesa, ki smo jih testirali, so se namreč pokazale vidne in moteče deformacije.

Pri načrtovanju in izdelavi pohištva za tuje trge, vključno s pravilno izbiro sestavnih materialov, je treba zaradi specifičnih lastnosti lesa upoštevati podnebne razmere ciljnega trga. Za zahtevne podnebne pogoje je treba izbrati les z dobro dimenzijsko stabilnostjo, pri čemer se v naši raziskavi domači les (javor) ni izkazal za ustrezno vrsto lesa, zato predlagamo uporabo tropskega lesa z dobro dimenzijsko stabilnostjo.

Priporočamo, da se material prosto giblje, pri čemer naj se upošteva njegovo naravno obnašanje. Zavedati se moramo dejstva, da je absolutno prehajanje vlage proporcionalno glede na dolžino komponente (materiala), zato pri izdelavi pohištva ni priporočljiva uporaba daljših lesenih komponent, če te ne morejo prosto nabrekati. Pri pohištvu se spoji zaradi variacij vlage lahko poškodujejo že v zmernem podnebju, zato jih v tropskem ne priporočamo. Prehajanje vlage lahko zmanjšamo z zaščito celotne površine pohištva, in sicer z vodoodpornimi premazi ali laminati, vendar mora biti zatesnjeno celotno pohištvo.

6 POVZETEK

Globalizacija svetovne trgovine in gospodarska gibanja silijo podjetja k iskanju novih trgov. Industrija lesenih izdelkov na tem področju ni posebnost, saj je poleg dolgotrajne gospodarske krize izpostavljena tudi zelo močni konkurenci na trgu. Kljub težkim ekonomskim razmeram se nekateri trgi, kot sta na primer južnoameriški in kitajski trg, hitro razvijajo. Podjetja imajo zato možnosti nastopa na teh trgih, vendar je pri lesenih izdelkih zelo pomembno, da se pri načrtovanju vstopa na te trge predvidijo vse ovire, ki lahko ta vstop spremenijo v zelo drago avanturo. Poleg kulturnih, ekonomskih, političnih in drugih podobnih izzivov se pri pohištvu lahko pojavi tudi vprašanje kakovosti izdelkov, ki se lahko v drugačnih podnebnih razmerah od tistih, za katere so bili narejeni, obnašajo drugače, posledice pa so lahko nastanek najrazličnejših deformacij in poškod, kar posledično privede do reklamacij ali celo zavrnitev izdelkov.

V diplomskem delu smo uporabili tri različne vrste materialov, in sicer javorjev masivni les in obložene iverne plošče (iveral P2 in iveral P5). Izdelani so bili trije pohištveni vzorci (kuhinjski elementi) istih dimenzij (širina 40 cm, globina 35 cm, višina 72 cm), ki smo jih označili s črkami A, B in C. Raziskava je potekala v laboratoriju za obdelavo površin Katedre za lepjenje, lesne kompozite in obdelavo površin na Oddelku za lesarstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani v obdobju od 22. 10. 2007 do 28. 1. 2008. Vzorce (omarice) smo najprej nekaj dni kondicionirali pri temperaturi $T = 19\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ in pri relativni zračni vlažnosti 50 %–60 %. Za cilj diplomskega dela smo si zastavili, da se bomo z raziskavo približali značilnostim tropskega podnebja, zato smo v laboratoriju ustvarili podobne pogoje za testiranje, in sicer temperaturo $(30 \pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ in relativno zračno vlažnost $(85 \pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$. Na vzorcih smo s točkami D1, D2, D3, D4, D5 in D6 označili mesta merjenja debeline materiala. S točkama Š1 in Š2 smo na vzorcu B označili mesti merjenja širine materiala (javor). Točke O1, O2, O3, O4, O5, O6, O7 in O8 so na vzorcih predstavljale mesta za spremljanje sprememb oziroma deformacije materialov. Debeline smo merili z digitalno merilno napravo z natančnostjo 0,01 mm in širine s kljunastim merilom z natančnostjo 0,1 mm. Morebitne spremembe na spojih smo merili z merilno lupo z natančnostjo 0,1 mm.

Največje vplive izpostavitve vročemu in vlažnemu podnebju v raziskavi smo ugotovili pri vzorcu A, ki je bil izdelan iz obloženih ivernih plošč, namenjenih pohištveni uporabi v normalnih podnebnih pogojih (iverala P2). Nabrek na korpusu in vratih je v opazovanem obdobju povprečno znašal 0,70 mm. Do vidnih sprememb je prišlo na foliji ABS, ki ni več prekrivala debeline iverne plošče, ki je na vratih omarice znašala 0,20 mm, in na korpusu 0,30 mm. Teža vzorca A se je zaradi izpostavljenosti tropskemu podnebju po končanem poskusu povečala s 15,82 kg na 16,50 kg.

Vzorec B je bil izdelan iz dveh različnih materialov, in sicer iz korpusa iz iverala, vrata pa iz masivnega javorjevega lesa. Nabrek na korpusu je v opazovanem obdobju povprečno znašal 0,60 mm in na vratih 0,30 mm. Vidne spremembe na korpusu so bile podobne kot na vzorcu A. Na vratih smo zabeležili nabrek pri širi okvirja 2,50 mm in pokanje površinskega premaza (lak) na spojih okvirja ter ugotovili ukrivljenost vrat, kar je posledica višinske razlike nabreka. Teža vzorca B se je po končanem poskusu povečala s 15,43 kg na 16,07 kg, kar je posledica izpostavljenosti tropskemu podnebju.

Vzorec C je bil izdelan iz vodoodpornega iverala. Nabrek na korpusu in vratih je v opazovanem obdobju povprečno znašal 0,60 mm. Vidne spremembe na korpusu so bile podobne kot na vzorcu A. Na vratih smo ugotovili odstopanje pokrivne folije na robovih. Teža vzorca C se je po končanem poskusu povečala s 16,69 kg na 17,43 kg, prav tako zaradi izpostavljenosti simuliranemu tropskemu podnebju.

Na podlagi izvedenih meritev, opazovanja in pridobljenih rezultatov raziskave v laboratoriju lahko zaključimo, da uporabljeni materiali v diplomskem delu (iveral P2, iveral P5 in javorjev masivni les) niso primerni za tuje trge, kjer je pohištvo izpostavljeno tropski klimi. Dejstvo je, da je treba za zahtevne podnebne pogoje (tropsko podnebje) izbrati dimenzijsko stabilen les, zato predlagamo uporabo tropskega lesa, ki take lastnosti ima.

7 VIRI

- Bellivier A., Garcia D., Thiry A., Suzanne M., Bazin H. 2013. Effect of humidity and moisture content on the combustion of materials from household furniture.
http://laboratoirecentral.interieur.gouv.fr/content/download/1282/8694/file/interflamm_e_2013_effect_humidity.pdf (24. feb. 2016)
- Čermak M. 2003. Lepila in materiali za površinsko obdelavo in zaščito lesa. Ljubljana, Lesarska založba: 28-31 str.
http://www.cpi.si/files/cpi/userfiles/ucbeniki/lepila_in_materiali_za_povrsinsko_obdelavo.pdf
- Eckelman C. A. 1998. The shrinking and swelling of wood and its effect on furniture. Forest Natural Resources, 163: 1–26.
<https://www.extension.purdue.edu/extmedia/fnr/fnr-163.pdf> (24. feb. 2016)
- Emmler R., Perez R., Caon C., Roux M. L., Bogelund J., Calver S., van de Velde B., Adamczak Z. 2005. Testing furniture surfaces. European Coatings Journal, 9: 30–37.
- EN 14322 / EN 14323. Wood based panels, melamine faced board for interior uses, definition requirements and classification. 2014.
- EN 438. European Standard to which the high pressure decorative laminates (HPLs) must comply. 2015.
- FunderMax.
<https://www.fundermax.at/en.html> (24 feb. 2016)
- Gams I. 1996. Geografske značilnosti Slovenije: za srednje šole. Ljubljana, Mladinska knjiga: 183 str.
- Gerald R. Ford Conservation Center. 2016. Caring for your furniture.
<http://www.nebraskahistory.org/conservation/treasures/pdfs/Caring-for-Furniture.pdf> (24. feb. 2016)
- Hudolist M. 2005. Vpliv parametrov stiskanja na nekatere lastnosti obložene iverne plošče. Visokošolska diplomska naloga. Ljubljana, BF, Oddelek za lesarstvo: 5 str.
http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/vs_hudolist_matjaz.pdf
- Knight B., Thickett D. 2007. Determination of response rates of wooden objects to fluctuating relative humidity in historic properties. V: Museum Microclimates.

Padfield T., Borchersen K. (eds.). Copenhagen, The National Museum of Denmark: 85–88.

Künzel H. M., Zirkelbach D., Sedlbauer K. 2003. Predicting Indoor Temperature and Humidity Conditions Including Hygrothermal Interactions with the Building Envelope. V: Proceedings of 1st International Conference on Sustainable Energy and Green Architecture, 8–10 Oct. R. Andreas (ed.). Bangkok, Building Scientific Research Center (BSRC), King Mongkut's University Thonburi: 1–6.

LC Novak. 2016. Vlagoodporna iverna plošča.

<http://www.lc-novak.si/?page=podstran&sub=9&id=27> (24. feb. 2016)

Leban I. 2007. Les lastnosti. Škofja Loka, Srednja lesarska šola Škofja Loka: 20–22 str.

http://www.cpi.si/files/cpi/userfiles/Lesarstvo_tapetnistvo/4-LES_LASTNOSTI.pdf

(24. feb. 2016)

LESNA TIP.

<http://www.lesna-tip.si> (24. feb. 2016)

Niemz P. 2010. Water Absorption of Wood and Wood-Based Panels – Significant

Influencing Factors. V: Wood-Based Panels: An Introduction for Specialists. Thoemen

H., Irle M. in Sernek M. (eds.). London, Brunel University Press: 95–122.

Nimz H., Schmitt U., Schwab E., Wittmann O., Wolf F. 2005. "Wood" in Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Weinheim, Wiley VCH:

Ozarska B, Harris G. 2007. Effect of cyclic humidity on creep behaviour of wood-based furniture panels. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, 10, 3.

<http://www.ejpau.media.pl/volume10/issue3/art-11.html> (26.februar.2016)

Rowell R. M. 2013. Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites. Boca Raton,

CRC Press: 75–97 str.

SloNep. 2016. Materiali za pisarniško pohištvo.

<http://www.slonep.net/dom-in-oprema/poslovni-prostori/materiali> (12. jan. 2016)

Strnad J. 1977. Fizika, 1. del, Mehanika, Toplota. Ljubljana, DZS: 284 str.

The Climate in the Dominican Republic.

http://www.hispaniola.com/dominican_republic/info/nature_climate.php (10. mar. 2015)

Wadso L. 1995. Furniture in Warm and Humid Climates. Building Issues, 7: 3–24.

Weatherbase.

<http://www.weatherbase.com/> (10. mar. 2015)

Žgajner D. 2015. Vpliv kakovosti zlepljenosti gradnikov na nabrekanje ivernih in vlaknenih plošč. Univerzitetni diplomski projekt. Ljubljana, BF, Oddelek za lesarstvo: 2–5 str.