

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Peter SINKOVIČ

**PRIMERNOST UPORABE KOSTANJEVINE
ZA LESENE TALNE OBLOGE**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2006

Popravki:

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Peter SINKOVIČ

**PRIMERNOST UPORABE KOSTANJEVINE
ZA LESENE TALNE OBLOGE**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

**ADEQUACY OF USING CHESTNUT WOOD
FOR FLOORS**

GRADUATION THESIS

Higher professional studies

Ljubljana, 2006

Diplomsko delo je zaključek Visokošolskega strokovnega študija lesarstva. Raziskave so bile opravljene na Katedri za tehnologijo lesa in Katedri za pohištvo Oddelka za lesarstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Na Katedri za tehnologijo lesa so bile opravljene raziskave mehanskih lastnosti lesa, raziskave lastnosti površinskega sistema pa na Katedri za pohištvo.

Senat Oddelka za lesarstvo je za mentorja diplomskega dela imenoval prof.dr. Željka Goriška, za somentorja prof.dr. Marka Petriča in za recenzenta prof.dr. Primoža Ovena.

mentor: prof.dr.Željko Gorišek,

somentor: prof.dr. Marko Petrič,

recenzent: prof.dr. Primož Oven.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Peter Sinkovič

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Vs
DK	UDK: 694.6:630*833.18
KG	lesene talne obloge/dimenzijska stabilnost/trdota/kakovost površinskega sistema/ barvne spremembe/kostanj/hrast
AV	SINKOVIČ, Peter
SA	GORIŠEK, Željko (mentor)/PETRIČ, Marko (somentor)/OVEN, Primož (recenzent)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, C. VIII/34
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo
LI	2006
IN	PRIMEROST UPORABE KOSTANJEVINE ZA LESENE TALNE OBLOGE
TD	Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)
OP	XII, 68 str., 23 pregl., 32 sl., 12 pril., 27 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Proučevali smo primernost kostanjevine za lesene talne obloge in njene lastnosti primerjali z že uveljavljeno hrastovino. Kot relevantne lastnosti za talne obloge smo proučevali: gostoto lesa, radialne in tangencialne skrčke, dimenzijsko stabilnost in trdoto. Proučevali smo tudi kakovost površinskega sistema z merjenjem debeline premaza, oprijemnosti, odpornosti proti razenju, odpornosti proti udarcem in spremembe barve lakirane površine. Premazovali smo s poliuretanskim lakom, lakom s kislinskim utrjevalcem in 2 vodnima lakoma. Gostota kostanjevine je nižja od gostote hrastovine. Kostanjevina ima izrazito manjše krčenje v tangencialni smeri, tudi kazalniki dimenzijske stabilnosti so v tangencialni smeri pri kostanjevini ugodnejši. Zaradi manjše gostote je manjša tudi trdota kostanjevine. Poliuretanski premaz se izkaže za najboljšega pri oprijemnosti, odpornosti proti udarcem in odpornosti proti razenju. Nekoliko slabši je glede barvnih sprememb, ker barvno spremeni površino lesa. Najmanj barvnih sprememb povzročata vodna laka, vendar imata zelo nizko oprijemnost in sta neprimerna za bolj obremenjene površine. Lak s kislinskim utrjevalcem ni odporen proti razenju in proti udarcem in je neprimeren, saj je trd in krhek. Kostanjevina je manj primerna za zelo obremenjene površine, je pa priporočljiva za prostore z velikim nihanjem vlažnosti.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Vs
DC UDC: 694.6:630*833.18
CX floors/dimensional stability/hardness/quality of the surface system/colour changes/chestnut/oak
AU SINKOVIČ, Peter
AA GORIŠEK, Željko (supervisor)/PETRIČ, Marko (co-supervisor)/OVEN, Primož (reviewer)
PP SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, C. VIII/34
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Wood Science and Technology
PY 2006
TI ADEQUACY OF USING CHESTNUT WOOD FOR FLOORS
DT Graduation Thesis (Higher professional studies)
NO XII, p.68, 23 tab., 32 fig., 12 ann., 27 ref.
LA sl
AL sl/en

AB The adequacy of using chestnut wood for floors was studied, and its usage compared to the already recognized oak wood. As relevant characteristics for floors: density of wood, radial and tangential shrinkage, dimensional stability and hardness were researched. By measuring: the thickness of the coat, adhesion, scratch and impact resistance, so as colour changes of the varnished surface, the quality of the surface system was investigated. Wood was coated with polyurethane varnish, varnish with an acid hardener, and 2 water varnishes. The density of the chestnut wood is lower than the density of the oak wood. The chestnut wood has a considerably smaller shrinkage in the tangential direction, also in the tangential direction the indicators of dimensional stability are more favourable. Because of the lower density the hardness of the chestnut wood is also lower. Polyurethane coat proved to be the best concerning adhesion, impact and scratch resistance. It is a bit poorer when it comes to colour alterations, because it changes the surface of wood colour-wise. The least colour changes are caused by water varnishes, but they have very low adhesion, and are inadequate for more burdened surfaces. The varnish with the acid hardener is not scratch and impact resistant, and is inadequate, because it is hard and fragile. Chestnut wood is less adequate for surfaces that are heavily burdened, but it is recommendable for spaces with a great humidity fluctuation.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija	III
Key Words documentation inc. Abstract	IV
Kazalo preglednic	VIII
Kazalo slik	IX
Kazalo prilog	XI
Razlaga okrajšav	XII
1 UVOD	1
2 SPLOŠNI DEL	3
2.1 ZAHTEVANE LASTNOSTI TALNIH OBLOG	3
2.1.1 Videz	4
2.1.2 Toplotna izolativnost	4
2.1.3 Trajnost	4
2.1.4 Dimenzijska stabilnost in vlažnost lesa	5
2.1.5 Trdota	5
2.1.6 Odpornost proti obrabi	5
2.1.7 Oprijemnost premaznega sredstva na podlago	5
2.1.8 Možnost brušenja in obnavljanja premazov	6
2.1.9 Odpornost proti glivam in insektom	6
2.1.10 Barva površinsko obdelanega lesa in svetlobna obstojnost	6
2.1.11 Zvočna izolativnost	7
2.1.12 Vzdrževanje	7
2.1.13 Požarna varnost	7
2.1.14 Talna obloga, ki ne povzroča alergij	7
2.1.15 Razgradljivost materialov po končani uporabi	8
2.2 VRSTE LESENIH TALNIH OBLOG	8
2.2.1 Deske	8
2.2.2 Ladijski pod	9
2.2.3 Lamelni parket	9
2.2.4 Industrijski parket	9
2.2.5 Klasični parket	10
2.2.6 Lam parket	11
2.2.7 Parketne plošče	11
2.2.7.1 Ornamentni ali stilni parket	11
2.2.8 Panelni parket	12
2.2.9 Laminatni parket	13
2.3 PRAVI KOSTANJ	15
2.3.1 Makroskopska zgradba kostanjevine	15

2.3.2	Mikroskopska zgradba kostanjevine	16
2.3.3	Lastnosti kostanjevine in uporaba	17
2.3.4	Napake kostanjevine	19
2.4	PRIMERJAVA HRASTOVINE S KOSTANJEVINO	19
2.4.1	Makroskopska primerjava	19
2.4.2	Mikroskopska primerjava	19
2.4.3	Primerjava lastnosti hrastovine in kostanjevine ter njuna uporaba	20
2.4.4	Primerjava napak lesa	20
2.4.5	Primerjava fizikalnih in mehanskih lastnosti lesov	21
2.4.6	Primerjava zahtevanih lastnosti lesa za klasični parket.....	23
3	MATERIAL IN METODE	27
3.1	MATERIAL	27
3.1.1	Material za določanje fizikalnih lastnosti	28
3.1.2	Material za določanje trdote	28
3.1.3	Material za določanje lastnosti površinskega sistema	28
3.1.3.1	Poliuretanski parketni lak	30
3.1.3.2	Polikondenzacijski parketni lak s kislinskim utrjevalcem (»kislinski lak«)	30
3.1.3.3	Vodni parketni lak – B	31
3.1.3.4	Vodni lak za parket – C	31
3.2	METODE	31
3.2.1	Metode za določanje fizikalnih lastnosti	32
3.2.1.1	Gostota.....	32
3.2.1.2	Vlažnost	32
3.2.1.3	Krčenje	33
3.2.1.4	Dimenzijska stabilnost	33
3.2.2	Metoda za določanje trdote	35
3.2.3	Metode za določanje lastnosti površinskega sistema.....	36
3.2.3.1	Debelina premaza	36
3.2.3.2	Oprijemnost premaza	37
3.2.3.3	Odpornost površinskega sistema proti udarcem	38
3.2.3.4	Trdota površinskega sistema (odpornost proti razenju)	38
3.2.4	Določanje barve površinskega sistema	39
4	REZULTATI	40
4.1	FIZIKALNE LASTNOSTI	40
4.1.1	Gostota.....	40
4.1.2	Vlažnost	40
4.1.3	Krčenje	41

4.1.4	Dimenzijska stabilnost	42
4.2	TRDOTA	43
4.3	LASTNOSTI POVRŠINSKEGA SISTEMA	44
4.3.1	Debelina	44
4.3.2	Oprijemnost premaza	45
4.3.3	Odpornost površinskega sistema proti udarcem	46
4.3.4	Trdota površinskega sistema	46
4.4	OVREDNOTENJE BARVE NEOBDELANE IN OBDELANE KOSTANJEVINE IN HRASTOVINE	47
5	RAZPRAVA.....	50
5.1	FIZIKALNE LASTNOSTI	50
5.1.1	Gostota.....	50
5.1.2	Vlažnost	51
5.1.3	Krčenje	52
5.1.4	Dimenzijska stabilnost	53
5.2	TRDOTA	56
5.3	LASTNOSTI POVRŠINSKEGA SISTEMA	58
5.3.1	Debelina	58
5.3.2	Oprijemnost premaza	58
5.3.3	Odpornost površinskega sistema proti udarcem.....	59
5.3.4	Trdota površinskega sistema.....	60
5.4	OVREDNOTENJE BARVE NEOBDELANE IN OBDELANE KOSTANJEVINE IN HRASTOVINE	60
6	SKLEPI	64
7	POVZETEK.....	65
8	LITERATURA	67

ZAHVALA

PRILOGE

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Pregl. 1: Nekatere pomembnejše zahteve evropskih standardov za lesene talne obloge	14
Pregl. 2: Fizikalne lastnosti kostanjevine.....	18
Pregl. 3: Mehanske lastnosti kostanjevine	18
Pregl. 4: Primerjava fizikalnih lastnosti kostanjevine in hrastovine	22
Pregl. 5: Primerjava mehanskih lastnosti kostanjevine in hrastovine	22
Pregl. 6: Zahtevane lastnosti klasičnega parketa za pravi kostanj.....	24
Pregl. 7: Zahtevane lastnosti za hrast	25
Pregl. 8: Prosti razred za trde lesove (listavci)	26
Pregl. 9: Način priprave in nanosa premazov	30
Pregl. 10: Pregled opravljenih preizkusov	31
Pregl. 11: Ocene odpornosti proti udarcem	38
Pregl. 12: Gostota kostanjevine in hrastovine pri začetni vlažnosti, pri normalni klimi in pri absolutno suhem lesu	40
Pregl. 13: Začetne vlažnosti kostanjevine in hrastovine ter ravnovesne vlažnosti pri relativnih zračnih vlažnostih 86 %, 34 % in v normalni klimi ($\varphi = 65 \%$)	41
Pregl. 14: Totalni in sušilniški skrčki kostanjevine in hrastovine v radialni in tangencialni smeri	41
Pregl. 15: Kazalniki dimenzijske stabilnosti radialni in tangencialno usmerjene kostanjevine in hrastovine	42
Pregl. 16: Prečna krčitvena anizotropija kostanjevine in hrastovine v kvazi linearnem območju pri prvem in drugem sušenju	43
Pregl. 17: Trdota radialno in tangencialno usmerjene suhe ter vlažne kostanjevine in hrastovine	44
Pregl. 18: Debeline laka s kislinskim utrjevalcem, poliuretanskega laka in vodnih lakov pri kostanjevini in hrastovini	44
Pregl. 19: Oprijemnost laka s kislinskim utrjevalcem, poliuretanskega laka in vodnih lakov na kostanjevini in hrastovini	45
Pregl. 20: Odpornost laka s kislinskim utrjevalcem, poliuretanskega laka in vodnih lakov proti udarcem pri kostanjevini in hrastovini	46
Pregl. 21: Trdota laka s kislinskim utrjevalcem, poliuretanskega laka in vodnih lakov po metodi razenja z vzmetnim svinčnikom na kostanjevini in hrastovini	47
Pregl. 22: Barva po CIE L^*a^*b sistemu (lakirane in nelakirane) kostanjevine in hrastovine, obdelane s poliuretanskim lakom, lakom s kislinskim utrjevalcem in vodnima lakoma	48
Pregl. 23: Sprememba barve po lakiranju s poliuretanskim lakom, z lakom s kislinskim utrjevalcem in z vodnima lakoma kostanjeve in hrastove površine	49

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Makroskopska zgradba kostanjevine (zgoraj- prečni prerez, sredina- radialni prerez, spodaj- tangencialni prerez.)	16
Slika 2: Mikroskopska zgradba kostanjevine (levo- prečni prerez, sredina- radialni prerez, desno- tangencialni prerez)	17
Slika 3: Shema vzorčenja preizkušancev za določanje fizikalnih lastnosti	27
Slika 4: Načrt razreza elementov v preizkušance za določevanje fizikalnih lastnosti in kakovosti površinske obdelave	27
Slika 5: Shema obdelave preizkušancev za proučevanje lastnosti površinskega sistema	28
Slika 6: Načrt razreza površinsko obdelane deščice	29
Slika 7: Potek uravnovešanja v klimah različnih vlažnosti za: levo) desorpcijske vzorce (De) in desno) adsorpcijske vzorce (Ad)	35
Slika 8: Shema preizkušanja trdote	36
Slika 9: Metoda odtrgovanja pečatov – shematski prikaz prilepljenega pečata na površinskem sistemu	37
Slika 10: Ocenjevanje nastalih poškodb pri testu za določanje odpornosti proti udarcem	38
Slika 11: CIE L*a*b* koordinatni sistem	39
Slika 12: Gostota kostanjevega in hrastovega lesa pri normalni klimi in v absolutno suhem stanju	50
Slika 13: Statistična primerjava gostot [kg/m^3] med hrastovino in kostanjevino absolutno suhega lesa, potrjuje statistično značilno razliko	51
Slika 14: Ravnovesne vlažnosti kostanjevine in hrastovine pri relativni zračni vlažnosti: 65 %, 86 % in 34 %	51
Slika 15: Totalni skrčki kostanjevine in hrastovine v radialni in tangencialni smeri	52
Slika 16: Sušilnički skrčki kostanjevine in hrastovine v radialni in tangencialni smeri ..	53
Slika 17: Diferencialno nabrekanje kostanjevine in hrastovine pri prvem in drugem sušenju ter pri različnih orientacijah	54
Slika 18: Statistično obdelani podatki za diferencialno nabrekanje (levo- radialne smeri, desno- tangencialne smeri) pri hrastovini in kostanjevini	54
Slika 19: Koeficient nabrekanja kostanjevine in hrastovine pri prvem in drugem sušenju ter pri različnih orientacijah	55
Slika 20: Sorpcijski kvocient kostanjevine in hrastovine pri prvem in drugem sušenju ter pri različnih orientacijah	55
Slika 21: Anizotropija kvazilinearnega območja kostanjevine in hrastovine pri prvem in drugem sušenju	56
Slika 22: Trdota suhe in vlažne kostanjevine in hrastovine v različnih smereh	57
Slika 23: Statistično obdelani podatki za trdoto pri hrastovini in kostanjevini pri suhem lesu	57

Slika 24:	Debelina laka s kislinskim utrjevalcem, poliuretanskega laka in vodnih lakov na kostanjevini in hrastovini	58
Slika 25:	Oprijemnost laka s kislinskim utrjevalcem, poliuretanskega laka in vodnih lakov na površini kostanja in hrasta	59
Slika 26:	Odpornost laka s kislinskim utrjevalcem, poliuretanskega laka in vodnih lakov proti udarcem na kostanjevini in hrastovini	59
Slika 27:	Trdota laka s kislinskim utrjevalcem, poliuretanskega laka in vodnih lakov na kostanjevini in hrastovini	60
Slika 28:	Svetlost barve (0 črna - 100 bela) pri lakirani in nelakirani kostanjevini in hrastovini	61
Slika 29:	Barva (+ rdeča, - zelena) pri lakirani in nelakirani kostanjevini in hrastovini ..	61
Slika 30:	Barve (+ rumena, - modra) pri lakirani in nelakirani kostanjevini in hrastovini	62
Slika 31:	Barvne razlike med lakirano in nelakirano kostanjevino in hrastovino pri laku s kislinskim utrjevalcem, poliuretanskim lakom in vodnima lakoma	62
Slika 32:	Barvne razlike (levo hrast, desno kostanj) med različnimi vrstami premazov. Od leve proti desni sledijo poliuretanski lak, lak s kislinskim utrjevalcem, vodni lak C in vodni lak B	63

KAZALO PRILOG

- Priloga A: Gostota kostanjevine in hrastovine v svežem stanju, pri ravnovesnem stanju v normalni klimi in v absolutno suhem stanju.
- Priloga B: Vlažnost kostanjevine in hrastovine v svežem stanju in pri relativnih zračnih vlažnostih 86 %, 34 % in 65 %.
- Priloga C: Totalni in sušilnični skrčki pri radialno in tangencialno usmerjeni hrastovini in kostanjevini.
- Priloga D: Diferencialno nabrekanje in koeficient nabrekanja pri radialno in tangencialno orientirani kostanjevini in hrastovini.
- Priloga E: Trdota radialno in tangencialno usmerjene kostanjevine in hrastovine pri suhem in vlažnem lesu.
- Priloga F: Debeline laka s kislinskim utrjevalcem, poliuretanskega laka in vodnih lakov na kostanjevini in hrastovini.
- Priloga G: Oprijemnost laka s kislinskim utrjevalcem, poliuretanskega laka in vodnih lakov na kostanjevini in hrastovini.
- Priloga H: Odpornost laka s kislinskim utrjevalcem, poliuretanskega laka in vodnih lakov proti udarcem na kostanjevini in hrastovini.
- Priloga I: Barva po CIE L^*a^*b sistemu surove površine kostanjevine in hrastovine in obdelane s poliuretanskim lakom.
- Priloga J: Barva po CIE L^*a^*b sistemu surove površine kostanjevine in hrastovine in obdelane z lakom s kislinskim utrjevalcem.
- Priloga K: Barva po CIE L^*a^*b sistemu surove površine kostanjevine in hrastovine in obdelane z vodnim lakom B.
- Priloga L: Barva po CIE L^*a^*b sistemu surove površine kostanjevine in hrastovine in obdelane z vodnim lakom C.

RAZLAGA OKRAJŠAV IN SIMBOLOV

Okrajšava	Razlaga
n	število meritev
povp.	povprečna vrednost
min	minimum
maks	maksimum
st. dev.	standardna deviacija
KV	koeficient variacije
ρ_z	gostota lesa na začetku
ρ_{nk}	gostota lesa v normalni klimi
ρ_0	gostota absolutno suhega lesa
u_z	vlažnost na začetku
u_{nk}	vlažnost v normalni klimi
β	totalni skrček
$\beta_{suš}$	sušilniški skrček
q	diferencialno nabrekanje
h	koeficient nabrekanja
s	sorpcijski kvocient

1 UVOD

Pravi kostanj izvira iz Sredozemlja, vendar so ga po Evropi razširili že tako dolgo tega, da je njegovo naravno razširjenost nemogoče natančno ugotoviti. Zaradi dobre rasti poganjkov iz panja z njim marsikje panjevsko gospodarijo. Zanimivo je, da so panjevsko gospodarjenje k nam prinesli Rimljani, ki so pravi kostanj razširjali skupaj z vinsko trto. Kostanjevino so uporabljali za koljenje vinogradov. Njegova današnja umetna razširjenost se skoraj povsem ujema z razširjenostjo vinske trte. Pri nas najdemo pravi kostanj na dveh glavnih območjih: jedro prvega, celinskega območja je spodnje Posavje, od koder se je razširil v Haloze, Slovenske gorice, na Goričko, Gorenjsko in ob Savi vse do Mojstrane, raste ob toku Drave, pogost je v Beli krajini. Jedro drugega, manjšega območja je svet ob spodnjem toku Soče, od koder se je prek manjših nahajališč čez Kras razširil v Brkine in proti Istri (Brus, 2004).

Kostanjevina se zaradi velike vsebnosti čreslovin največkrat uporablja v kemični predelavi za proizvodnjo tanina. Tanin se uporablja za strojenje usnja, pri predelavi papirja in za izdelavo lesnih premazov na osnovi tanina. Kostanjevino odlikuje visoka biološka odpornost jedrovine, zato je uporaba največkrat omejena na električne drogove, železniške pragove, uporabo v gradbeništvu in za vinogradniške kole.

Zadnje čase se pri domačem kostanju pojavlja glivična bolezen imenovana kostanjev rak, ki je vzrok za množično odmiranje kostanja. Na tržišču se zato pojavlja večja količina hlodovine, med katero je tudi večji delež kvalitetne. Z uporabo te kostanjevine za lesene talne obloge, pa bi lesu povečali vrednost. Problem je ugotoviti primernost kostanjevine za talne obloge.

Talnim oblogam ljudje posvečamo posebno pozornost. So pomembna in nepogrešljiva oprema vsakega stanovanja. Ni dovolj, da je talna obloga lepa na prvi pogled, ugoditi mora tudi številnim drugim dejavnikom. Les ima po naravi topel prijeten videz zaradi barve in teksture, ki ga še dodatno obogatimo s primernim površinskim premazom. Tlaki so najbolj obremenjena površina v stanovanju. Ker jih običajno izbiramo za več let, so še kako pomembne dobre lastnosti le teh.

Pri izbiri talnih oblog moramo upoštevati:

- mesto vgraditve,
- namembnost prostorov,
- tehnološke lastnosti talnih oblog (odpornost proti obrabi, trdota, dimenzijska stabilnost),
- fizikalne lastnosti (toplotna in zvočna izolativnost) in
- estetske lastnosti.

Pravemu kostanju je po izgledu najbolj podoben les hrasta. Zato smo se odločili, da primerjamo relevantne lastnosti lesa za talne obloge med tema dvema lesnima vrstama. Ugotoviti smo želeli uporabnost kostanjevine za talne obloge s proučevanjem relevantnih lastnosti ter priporočiti najprimernejši premaz, s katerim bi izboljšali lastnosti celotnega sistema. Proučevali smo naslednje relevantne lastnosti:

- gostoto,
- skrčke v tangencialni in radialni smeri,
- dimenzijsko stabilnost (diferencialno nabrekanje, koeficient nabrekanja, sorpcijski koeficient) in
- trdoto.

Za izbiro ustreznega premaznega sistema pa smo kakovost površinskih premazov ugotavljali z določevanjem:

- odpornosti proti udarcem,
- odpornosti proti razenju,
- oprijemnosti,
- debeline premaza in
- spremembe barve celotnega sistema.

Primernost uporabnosti kostanjevine za lesene talne obloge smo ocenili s primerjavo relevantnih lastnosti z lastnostmi že uveljavljene hrastovine.

2 SPLOŠNI DEL

2.1. ZAHTEVANE LASTNOSTI TALNIH OBLOG

Zahteve talnih oblog so običajno stroge in so odvisne od namembnosti prostorov. Kakovost lesenih talnih oblog je odvisna od drevesne vrste, iz katere je talna obloga narejena, premaza, s katerim je les površinsko obdelan in pa kompatibilnost sistema les-premaz. Velik vpliv ima tudi pravilna priprava podlage, uporaba ustreznih lepil in pravilno polaganje talne obloge. Navsezadnje je pomembno tudi vzdrževanje oz. negovanje talne obloge.

Zahteve talnih oblog ločimo glede na:

Podlago (les):

- videz,
- dobra toplotna izolativnost,
- ustrezna vlažnost,
- velika dimenzijska stabilnost,
- visoka trajnost,
- visoka trdota,
- odpornost proti obrabi,
- odpornost na glive in insekte ter
- zvočna izolativnost.

Možnosti površinske obdelave:

- odpornost proti obrabi premaza,
- visoka trdota premaza,
- prožnost premaza,
- oprijemnost premaznega sredstva na podlago,
- možnost brušenja in obnavljanja premaza,
- odpornost proti tekočinam,
- odpornost proti visoki temperaturi,
- svetlobna obstojnost in
- vzdrževanje.

Varnostne zahteve:

- zahteve v zvezi s požarno varnostjo,
- talne obloge naj ne povzročajo alergij in
- razgradljivost materialov po končani uporabi.

2.1.1 Videz

Les je heterogen anizotropen material, kar pomeni, da je zgrajen iz različnih tkiv in v različnih smereh se odlikuje po različnih fizikalnih lastnostih. Pri drevesu se vsako leto oblikuje plašč-branika lesa, ki »zapisuje« dogodke istega leta. Nobena branika ni identična s predhodnimi branikami. Vsaka drevesna vrsta ima različne anatomske elemente. Vse te lastnosti dajejo lesu unikaten videz. Ta videz pa ljudje še dodatno ovrednotimo z različnim razžagovanjem hlodovine. Poznamo radialne, tangencialne in prečne teksture. Vzdolžni rezi nam dajejo značilno tangencialno ali radialno teksturo. Pri pravilnem lepljenju in zlaganju lesa lahko dobimo zelo lepe vzorce naravno igrivih in prijetnih linij, ki dajejo občutek narave in toplote. Dodatno toplino pa nam ponuja cela vrsta barvnih odtenkov. Poznamo celo paleto naravnih barv, od belo-rumene, rumene, odtenkov rjave, rdeče, zelenkaste do črne barve. Površino lesa lahko obdelamo z različnimi premazi, naravnimi in umetnimi, kateri lahko poudarijo ali zakrijejo teksturo, les obarvajo, dajejo mat ali sijajen izgled. Čar lesenih talnih oblog je prav v naključnem zlaganju deščic v celoto. Še večjo estetsko vrednost lahko dosežemo s kombiniranjem različnih drevesnih vrst in z raznimi vzorci. Lesene talne obloge so ena tistih stvari, pri katerih najdeš vedno nekaj novega, pa čeprav jih vsak dan gledaš.

2.1.2 Toplotna izolativnost

Ljudje se v prostoru dobro počutijo, ko je temperatura tal od 17 °C do 22 °C. V bivalnih prostorih, kjer se ljudje dlje časa zadržujejo, so še posebej pomembne toplotne lastnosti tal, tudi z vidika zdravstvenih težav z nogami. V primerjavi z lesom so beton, kamen, keramične ploščice, označeni kot mrzli, ker imajo večjo toplotno prevodnost. Toplotna izolativnost je pri vseh vrstah lesa zelo dobra. Problem toplotne izolativnosti nastane pri talnem ogrevanju, ker je les slab prevodnik toplote. Rešitev je izbira zelo tankih talnih oblog z manjšo toplotno upornostjo.

2.1.3 Trajnost

Trajnost talnih oblog je odvisna od namembnosti uporabe prostora, obremenitve obloge in navsezadnje od uporabljene lesne vrste in premaza, s katerim les zaščitimo. Talna obloga, ki je izpostavljena velikim obremenitvam, npr. v pisarnah, telovadnicah, kjer je večja frekvenca prometa, se prej uniči kot talna obloga v stanovanju. Gostejše lesne vrste z večjo trdoto in obrabno odpornostjo so trajnejše. Večjo trajnost lahko dosežemo tudi z večjo debelino premaza in tudi s pravočasnim obnavljanjem le tega.

2.1.4 Dimenzijska stabilnost in vlažnost lesa

Dimenzijska stabilnost lesne vrste je zelo pomemben dejavnik, saj so talne obloge najbolj izpostavljene nihajočim klimatskim razmeram, pa tudi vplivom sovgrajenih materialov. Ti vplivi so lahko neustrezna hidroizolacija, lepila, ki vsebujejo vodo... Pomemben je tudi način vgradnje lesenih talnih oblog. Pred polaganjem oblog na cementni estrih je potrebno izmeriti njegovo vlažnost s karbidno metodo. Če les položimo na prevlažen estrih, bo les iz njega vpil vlago in se bo raztezal. Les mora biti predhodno osušen na ustrezno vlažnost. Pomembno pri polaganju oblog je tudi, da imamo oblogo klimatizirano na povprečno klimo, ki bo vladala v prostoru. Oblogo klimatiziramo tako, da jo vsaj 14 dni pred polaganjem zložimo v prostor in vzdržujemo klimo, ki bo vladala v prostoru po polaganju. Pomembno je tudi, da ob robovih pustimo rezo (15 mm), ki omogoča raztezanje in krčenje talne obloge.

2.1.5 Trdota

Talne obloge morajo imeti določeno trdoto, da kljubujejo raznim obremenitvam kot so npr. udarci in razenje. Največkrat so obloge obdelane s površinskim premazom, zato moramo obravnavati odpornost celotnega sistema. Na splošno velja, da imajo drevesne vrste z večjo gostoto višjo trdoto in posledično večjo trajnost obloge. Vsaka talna obloga mora brez posledic prenesti pritiske pohištva (npr. nogic, kolesčkov, ipd.).

2.1.6 Odpornost proti obrabi

Pri odpornosti proti obrabi mislimo na odpornost celotnega sistema - tako premaza kot lesa. Pri premazu je glavni dejavnik odpornosti debelina premaznega sredstva. Pri površinsko nezaščitenem lesu pa so seveda pomembne lastnosti samega lesa. V starih hišah, kjer imajo še površinsko nezaščiten pod, je vidna obraba ranega lesa, kasni les pa je neobrabljen oz. zelo malo obrabljen. Lesena talna obloga dobi značilen patiniran, rustikalen videz. Obraba je prav tako odvisna od frekvence gibanja. Tam kjer je frekvenca večja je izpostavitvev obrabi večja.

2.1.7 Oprijemnost premaznega sredstva na podlago

Pomemba je tudi adhezija (oprijemnost, oprijemljivost) premaza na površino lesa. Če se premaz lušči, je površina estetsko neprijetna in neprimerna za uporabo. Oprijemnost je eden od najpomembnejših pokazateljev kvalitete površinskega sistema. Do slabe oprijemnosti lahko pride zaradi slabega premaza, nekompatibilnosti premaza z lesom ali nepravilnosti pri lakiranju. Premazno sredstvo je lahko nekompatibilno zaradi sestavin

lesa, še posebej je pri tem pomembna vloga različnih ekstraktivnih snovi. Nepravilnosti pri lakiranju je lahko veliko. Pri nanašanju premazov moramo biti pozorni, površinsko obdelujemo čisto, nemastno, predhodno obrušeno podlago. Najprej moramo nanesti temeljni premaz, nato tega rahlo zbrusiti, ga dobro odprašiti in nanesti še končne sloje premaza. Pozorni moramo biti, da čas med nanosom temeljnega in končnega nanosa ni predolg, saj preveč utrjen temeljni premaz ni primerna podlaga za naslednje sloje premaza.

2.1.8 Možnost brušenja in obnavljanja premazov

Sčasoma pride na obdelanih talnih oblogah do nastanka neželenih poškodb, ki jih lahko popravimo z obnavljanjem premaznega sistema. Premaz in zgornji del površine lesa je potrebno odbrusiti, zato mora biti začetna debelina lesene talne obloge taka, da to dopušča. Nekatere vrste lesenih talnih oblog naknadnega brušenja ne dopuščajo (panelni parket, laminat) in je to potrebno upoštevati pri odločitvi za vrsto obloge. Pri oljenih in voskanih talnih oblogah pa med obnavljanjem brušenje ni potrebno, saj vrhnji sloj obnavljamo le z vtiranjem nove plasti olja oz. z naknadnim voskanjem.

2.1.9 Odpornost proti glivam in insektom

Pri ravnovesni vlažnosti lesa nad 20 % in če je temperatura primerna, obstaja velika nevarnost okužbe z lesnimi glivami. Do zvišane vlažnosti lahko pride zaradi vgradnje slabo posušenega lesa, kapilarnega vleka vlage iz podlage, toplotnih mostov in z njimi povezanim kondenzom... Zato moramo, če se le da, uporabljati lesove, ki so odporni proti okužbi z glivami. Prav tako se lahko v lesu pojavijo insekti, zato je zaželjena uporaba lesov, ki so odporni na insekte.

2.1.10 Barva površinsko obdelanega lesa in svetlobna obstojnost

Premaz oz. površinski sistem mora ustrezati tudi kriterijem svetlobne obstojnosti. Pri staranju lesa zaradi UV sevanja pride do spremembe barve, premaz običajno porumeni. Prav tako je pomembno, da premaz že pri nanosu naravne barve lesa ne spremeni preveč. To lastnost je težko doseči, saj skoraj vsak premaz naravno barvo lesa potemni. Nekateri premazi celo spremenijo naravni odtenek na bolj rdečkast ali kak drug barvni ton (pogosto so to polikondenzacijski laki s kislinskim utrjevalcem, kar je odvisno tudi od vrste lesa). Najbolj poudarijo naravni barvni odtenek naravni premazi-voski in olja.

2.1.11 Zvočna izolativnost

Talne obloge morajo biti pravilno položene, da ne pride do nezaželenih akustičnih pojavov. Les je dober prevodnik zvoka. Dobro dušenje zvoka lahko dosežemo z debelimi, težkimi, dvojnimi podi, kjer lahko oba poda nihata neodvisno drug od drugega. Sama parketna talna obloga, položena na izravnalno maso, ne zadostuje. Potrebno zvočno izolacijo dosežemo s kombinacijo poda in slepega poda. Lahko izvedemo plavajoči estrih, ki je položen na primerno zvočno dušilno plast. Lahko položimo zvočno dušilno plast (mehko vlakneno ploščo) med parketom in surovimi tlemi. Tretja rešitev pa je parket, položen na lege, ki so ločene s tankimi izolirnimi materiali (Gergek, 1991).

2.1.12 Vzdrževanje

Talna obloga mora imeti možnost primerne čistitve in vzdrževanja, da se na njej ne nabirajo prah in bakterije. Z razvojem sodobnih premazov se je možnost zadostitve higienskim zahtevam pri talnih oblogah bistveno izboljšala. Premazi onemogočajo vpijanje tekočin, ki jih po nesreči polijemo, s čistilnimi sredstvi pa lahko očistimo talne obloge brez posledic na premazu.

2.1.13 Požarna varnost

Tukaj veliko ne moremo narediti, les je vnetljiv nad 300 °C in če je izpostavljen tej temperaturi dlje časa, se vname. Premazna sredstva lahko zvišajo ali pa tudi znižajo točko vnetljivosti.

2.1.14 Talna obloga, ki ne povzroča alergij

Les, iz katerega je talna obloga, ne sme vsebovati snovi, ki povzročajo alergije, prav tako teh snovi ne smeta vsebovati lepilo in premazno sredstvo. Pri hrastovini in kostanjevini so problem čreslovine, ki predvsem pri svežem lesu povzročajo razne alergijske učinke. Vendar, ko les posušimo in površinsko zaščitimo, je izhlapevanje omenjenih snovi minimalno. Sodobnejša premazna sredstva so izdelana na vodni osnovi in nimajo dražečega vonja. Ker vemo, da premaz utrjuje še nekaj tednov po premazovanju, bi bilo to v nasprotnem primeru lahko za ljudi moteče.

2.1.15 Razgradljivost materialov po končani uporabi

Navsezadnje pa je pomembna tudi ekološka osveščenost. Les in premaz naj bi bila naravi prijazna in po končani uporabi brez škode za okolje razgradljiva. Les je v primerjavi z drugimi talnimi oblogami eden najbolj ekoloških materialov. Za njegovo obdelavo se porabi najmanj energije in tudi biološko je razgradljiv. Večji problem so premazi, s katerimi so zaščitene talne obloge. Njihova izdelava je energetsko potratna, vendar predstavljajo le majhen delež talne obloge.

2.2 VRSTE LESENIH TALNIH OBLOG

Talne obloge so lahko narejene iz različnih materialov (kamen, tkanina, plastika...), les je le eden izmed njih. Vrste lesenih talnih oblog se ločijo po obliki in načinu izdelave. Večina lesenih talnih oblog je standardiziranih v evropskih standardih (pregl. 1, str.14).

Lesene talne obloge ločimo glede na obliko, izgled, velikost in izvedbo na:

- deske,
- ladijski pod,
- lamelni parket,
- industrijski parket (kant parket),
- klasični parket,
- lam parket,
- parketne plošče,
- panelni parket (izgotovljen) in
- laminatni parket.

2.2.1 Deske

Najbolj enostavne lesene talne obloge so navadno deske iglavcev in listavcev. Deske so se za talne obloge uporabljale mnogo let. Danes ji je mogoče videti le v starih kmečkih hišah, pri novogradnjah pa se uporabljajo druge konstrukcijske rešitve. Deske so paralelno robljene in surovo poskobljane, na podlago so pritrjene z žebli. Na robovih in čelih ni nikakršnih vezi. Površinsko niso obdelane in dobijo s časom izrazito vidne letnice zaradi mehanske obrabe ranega lesa. Problem so tudi žebli, ki ostanejo vidni.

Izdelava te talne obloge je dokaj poceni. Masivne sestavljene deske listavcev obravnava standard SIST EN 13629:2003, masivne sestavljene deske iglavcev pa SIST EN 13990:2003. Standard določa, da naj bo dolžina večja ali enaka 900 mm in širina večja ali enaka 110 mm. Debelina pa več kot 10 mm. Vlažnost naj se giblje okrog 9 %.

2.2.2 Ladijski pod

Ladijski pod je zelo pogosta lesena talna obloga, zaradi enostavne izdelave in montaže. To je v bistvu navadna deska s profiliranimi robovi, ki omogočajo enostavnejšo in kakovostnejšo montažo. Na podlago se lahko pritrdi z bitumnom ali kakšnim drugim lepilom za parket. Če je podlaga oz. slepi pod lesen, se ladijski pod lahko pritrdi tudi z žebli, ali pa ga izvedemo kot plavajoči pod. Primeren je za oblaganje tal v vseh vrstah stanovanjskih, poslovnih, športnih in drugih objektov.

Ladijski pod je izdelan iz masivnega lesa smreke ali bora; po želji kupca pa se uporabljajo tudi druge drevesne vrste, predvsem trdi listavci (hrast, bukev). Izdeluje se v normalnih dolžinah od 3,00 m – 6,00 m, v korakih po 10 cm in v kratkih dolžinah od 0,50 m – 2,90 m v korakih po 10 cm, oziroma po 5 cm pri listavcih z dimenzijami od 0,35 m navzgor. Širine obdelanih desk, brez peresa, se gibljejo od 60 mm – 160 mm v razponih po 5 mm, debeline pa so 16, 22 in 26 mm, pri listavcih pa so širine od 35 mm naprej in so običajno v razmerju 1:10 glede na dolžino. Kvaliteta ladijskega poda je odvisna od kvalitete zgornje površine in se razvršča v tri kakovostne razrede: 1., 2. in 3. kakovostni razred.

2.2.3 Lamelni parket

Lamelni parket je sestavljen iz majhnih lamel oz. deščic, ki so postavljene vzporedno (5 do 6 skupaj) in nalepljene na mrežasto podlago, tako da tvorijo kvadrate-polja s pravokotno usmerjenimi lesnimi vlakni. Posamezne lamele so široke od 15 mm do 35 mm in dolge 65 mm do 115 mm, ter povezane v pravokotne plošče. Debelina deščic se giblje okrog 8 mm. Standard priporoča vlažnost 9 %, z možnim odstopanjem ± 2 %. Za lamelni parket se uporabljajo trše drevesne vrste (bukev, hrast, jesen). Lamelni parket se razlikuje od klasičnega po tem, da gre tukaj za gospodarnejšo rabo lesa, saj so lamele manjše. Polagamo ga s površinskim lepljenjem na podlago (SIST EN 13488:2003).

Lamelni parket je prijetnega videza. Uporablja se povsod v bivalnih prostorih, kjer se zadržuje veliko ljudi, saj je njegova odpornost na obrabo dobra.

2.2.4 Industrijski parket

Industrijski parket, ki ga nekateri imenujemo tudi »kant« parket, je masiven parket iz lamel, ki jih skupaj polagamo bočno, se pravi, da je na površini vidna debelina parketne ploščice. Proizvajalci ponujajo različno debelino, najpogosteje od 15 mm do 24 mm, širina lamel pa je prav tako različnih dimenzij. Pri industrijskem parketu se običajno ne dobavlja

ločeno vsaka lamela, temveč nekaj deščic, spojenih z mrežico ali lepilnim trakom, ki se z brušenjem odstrani. Na ta način je polaganje lažje in predvsem hitrejše.

Industrijski parket lepimo na podlago, ki je lahko estrih ali slepi pod, z dvokomponentnim lepilom, pri tem moramo upoštevati navodila proizvajalca. Lahko ga lakiramo, oljimo in voskamo, pred tem pa je obvezno kitanje celotne površine.

Proizvajalci ponujajo industrijski parket tako iz evropskih vrst lesa (hrasta, bukve, jesena, javorja, češnje, breze...) kot iz afriških in ameriških vrst.

Industrijski parket je odlična izbira za pisarne, skladišča, čakalnice, hodnike in podobne prostore, kjer je velika frekvenca gibanja. To pa ne pomeni, da ni primeren za stanovanja in nekoliko manj obremenjene prostore, kot so dnevne sobe in spalnice (Bajt, 2004).

2.2.5 Klasični parket

Klasični parket je izraz za deščice s stranskim, čelnim peresom in utorom. Parketne deščice so dolžine večje ali enake od 250 mm in širine večje ali enake od 40 mm. Najmanjša dopustna debelina je 14 mm. Priporočena vlažnost je 9 %, z odstopanjem ± 2 %. Standard posebej določa vlažnost kostanja, kjer priporoča vlažnost $10 \% \pm 3$ %. Posebnost klasičnega parketa je v tem, da je enkrat pero deščice na levi, drugič na desni strani, kar omogoča polaganje v vzorcu ribje kosti. V paketu ima polovica deščic pero na levi, druga polovica pa na desni.

Parket lahko polagamo z lepljenjem ali pribijanjem. Deščice lepimo po vseh štirih robovih, z dvokomponentnimi lepili, pribijamo pa ga lahko ročno ali strojno z žebli predpisane dolžine, vendar se omenjeni način uporablja za parkete večjih dimenzij.

Polagamo ga lahko v obliko ribje kosti, simetrično ladijsko, s prostim zamikom (asimetrično ladijsko) in mozaik ob robu.

Omenjena vrsta parketa je primerna za vse vrste stanovanjskih, športnih in drugih parketov. Ni pa primerna za polaganje na ogrevane estrihe, ker zaradi širine nastanejo vidnejše reže. Prav tako je predebel in toplotna upornost lesa je visoka, kar pomeni velike izgube toplote (SIST EN 13226:2003).

2.2.6 Lam parket

Beseda lam izhaja iz francoščine, kjer »lame« pomeni tanko in ozko ploščico iz katerega koli trdega materiala. Lam parket je nadgradnja lamelnega parketa. Z izrazom lam parket označujemo parketne deščice debeline 9 mm – 14 mm, dolžine 120 mm – 600 mm in širine 30 mm do 180 mm. Glede na dimenzije delimo lam parket na: lam parket, velik lam in maxi lam. Vlažnostne zahteve za vse drevesne vrste so $9 \% \pm 2 \%$, razen za kostanj $10 \% \pm 3 \%$. Lam parket lahko polagamo na dvo ali enokomponentna lepila. Lepimo zgolj čelno in nikoli stransko, ker lahko le to zaradi delovanja lesa povzroči prevelike napetosti v lesu. Parketne deščice imajo na hrbtni strani zareze, ki so proizvajalčev razpoznavni znak in omogočajo boljši oprijem lepila s podlago.

Lam parket lahko polagamo na talno ogrevane podlage. Omogoča pa tudi zamenjavo starih talnih oblog, zaradi svoje debeline. Izbira med drevesnimi vrstami je zelo velika, lahko pa ga tudi znova brusimo, tako da je uporabnost primerljiva s klasičnim parketom (SIST EN 13227:2003).

2.2.7 Parketne plošče

Parketnih plošč pri nas skorajda ne poznamo. Narejene so iz različnih vrst lesa, so različnih dimenzij in oblik, ki lahko vsebujejo različne motive ali vzorce in so masivne ali furnirane. Plošče imajo na robovih utor in so pri polaganju povezane s peresom ali pa imajo na eni strani utor na drugi pa pero.

Pri podu iz parketnih plošč so le-te položene na slepi pod. Narejene so lahko iz izbranih vrst lesa in tako omogočajo izdelavo poljubno oblikovanih podob. Furnirski listi so na plošče prilepljeni v obliki zvezd, rozet, zavitih oblik in podobno, kar lahko preide v prave intarzije iz dveh ali več vrst lesa. Pogoste drevesne vrste za tovrstni parket so hrast, češnja, hruška, parjen oreh...

2.2.7.1 Ornamentni ali stilni parket

Z izrazom ornamentni ali stilni parket označujemo parket v obliki kvadratnih plošč, sestavljenih iz različno nameščenih parketnih deščic, ki so lepljene na mrežo. Deščice so lahko iz ene vrste lesa ali kombinacije dveh ali treh vrst lesa. Če je vrst več in so v plošči oblikovani posebni liki, govorimo o intarzijskem parketu, katerega skrajna meja so lasersko oblikovani vzorci.

Mere plošč so odvisne od vzorca, običajna velikost kvadratov pa je med 30 cm in 60 cm. Večino plošč izdelujejo v debelini 10 mm do 14 mm.

Ornamentni ali stilni parket se na podlago lepi, obdelava je enaka kot pri drugih tipih parketa. Navadno se polaga po celotni površini prostora, zato ga izberemo takrat, ko želimo tla posebej poudariti. Zelo primeren je za obnovo starih, kulturno in zgodovinsko pomembnih objektov

2.2.8 Panelni parket

Panelni parket je sestavljen iz več slojev. Zgornja pohodna površina je iz furnirja debeline okoli 2 mm ali tankega masivnega lesa debeline 6 mm. Jedro sestoji iz vlaknene plošče ali iz panelne plošče oziroma med seboj zlepljenih letvic slabše kakovosti (ponavadi iz mehkejšega lesa-skandinavske breze). Zaporni sloj ali hrbtna stran je navadno furnir slabše kakovosti. Večinoma se prodaja kot izdelan parket, ki ga brez dodatne obdelave položimo na tla, tudi ga ni potrebno brusiti niti površinsko premazovati. Priporoča pa se voskanje po montaži, da zapolnimo morebitne reže med spoji. Zgornja plast panelnega parketa je lahko sestavljena na različne načine, tako da imajo položene plošče na primer videz ladijskega ali kmečkega poda, parketa, ali čelno rezanih kock lesa. Navadno je v obliki plošč, katerih dimenzije se razlikujejo med posameznimi proizvajalci in modeli.

Panelni parket lahko polagamo plavajoče (lepljenje spojev), ali ga lepimo na podlago. V kolikor želimo mehkejšo hojo in topla tla, ga položimo plavajoče. To je primerno za stanovanja. V javnih prostorih pa je predpisano lepljenje parketa na podlago.

Panelni parket je enostaven za čiščenje, primeren za talno ogrevanje, higiensko primeren, odporen na UV sevanje, odporen na razenje in abrazijo. Primeren je za ekstremne obremenitve saj je tovarniško lakiran tudi do 7 krat.

Za tla, ki jih ogrevamo talno, je primeren zato, ker je dimenzijsko bolj stabilen od drugih vrst parketa in je tanek. Klimatizacija parketa ni potrebna, ker je posušen na ustrezno vlažnost, $7\% \pm 2\%$. in vakuumsko pakiran. Les je pri izgotovljenem parketu precej bolj barvno usklajen in izbran, saj ga v pakete razvrščajo po površinski obdelavi. Prednost je tudi hitra montaža, naslednji dan po vgradnji že lahko hodimo po njem. Zaradi slojnate sestave lahko uporabljamo drevesne vrste, ki niso tako zelo stabilne. Pri poškodbi parketa je možno poškodovan del parketa zamenjati in ni potrebno prelakirati cele površine (SIST EN 13489:2003; Hribšek, 2005).

2.2.9 Laminatni parket

Laminirane talne plošče so sestavljene iz več slojev. Jedro je navadno iz vlaknene plošče, zgornji in spodnji sloj pa sta iz umetne mase oz. laminata v imitaciji lesa ter redkeje granita in marmorja. Beseda imitacija ima navadno slabšalen prizvok, vendar se podi iz laminiranih plošč, ki se v zadnjem času pojavljajo na tržišču, po izgledu ne razlikujejo bistveno od lesenih tal.

Prednosti laminiranega poda so: odpornost na kemikalije, odpornost na mastne madeže, udarce, obrabo in razenje (tudi na pete ženskih čevljev in kolesa pisarniških stolov), ter celo na vročino cigaretnih ogorkov. Poda ni potrebno lakirati. Pod lahko polagamo plavajoče ali lepimo. Pri plavajočem podu je priporočena podlaga iz poliuretanske penaste folije, da preprečimo votlo donenje in naredimo nekoliko mehkejšo hojo. Velika pomanjkljivost v primerjavi z lesom je hladen občutek na otip.

Plošče so veliko tanjše od klasičnega parketa (med 7 mm in 8 mm), kar pomeni, da jih lahko položimo tudi tam, kjer so bile prej položene ploščice ali tekstilne obloge. Zato je še posebej primeren za adaptacije. Pod laminatov je primeren tudi za talno ogrevanje (SIST EN 13329:2000).

Preglednica 1: Nekatere pomembnejše zahteve evropskih standardov za lesene talne obloge

SIST EN	Proizvod	Vlažnost lesa (%)	Dimenzija (mm)			Toleranca (mm)		
			debelina	dolžina	širina	debelina	dolžina	širina
13226: 2003	Klasični parket	9 ± 2 10 ± 3^1 kostanj smreka	≥ 14	≥ 250	≥ 40	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,2$
13227: 2003	Lam parket	9 ± 2 10 ± 3^1 kostanj	9-11 6-10 13-14	120-400 ≥ 400 350-600	30-75 60-180 60-80	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$
13228: 2003	Masivni parket vključno s kockami z utorom	9 ± 2 10 ± 3^1 kostanj	≥ 13 8-14	200-400 200-2000	40-80 40-100	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$
13488: 2003	Lamelni parket	9 ± 2 8 ± 2 z vezaji	8	115-165	≤ 35	$\pm 0,3$	$\pm 0,2$	$\pm 0,1$
13489: 2003	Večslojni parket	7 ± 2	Odvisno od tipologije				$\pm 0,1$	$\pm 0,2$
13629: 2003	Sestavljene deske	9 ± 3	≥ 10	≥ 900	≥ 110	$\pm 0,3$	± 2	$\pm 0,3$

¹ Vlažnost lesa velja za navedeno drevesno vrsto

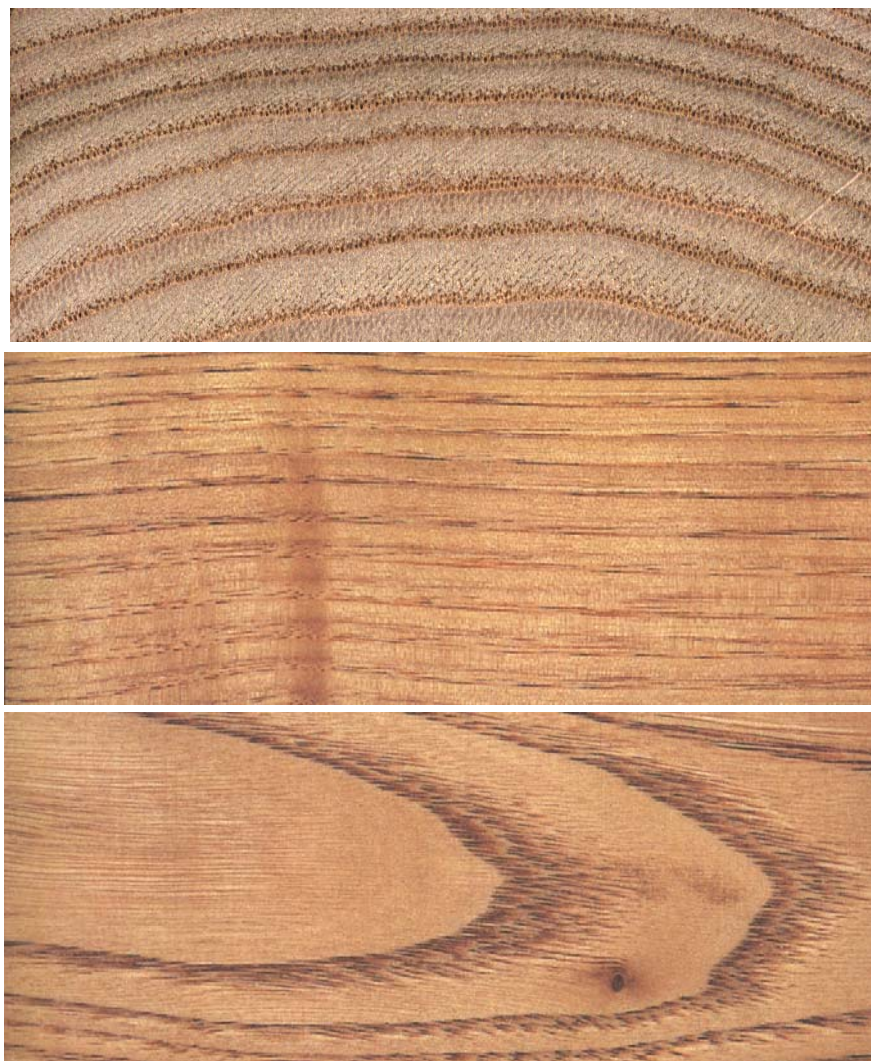
2.3 PRAVI KOSTANJ

Pri nas sta najbolj razširjena pravi ali domači kostanj (*Castanea sativa* Mill.) in pa divji kostanj (*Aesculus hippocastanum* L.). Divji kostanj spada med difuzno porozne listavce z neobarvano jedrovino in ozkimi do zelo ozkimi trakovi. Les je mehak in svetel, rumenkasto bel ali kredno bel, masten na dotik. Podoben je topolovini in vrbovini vendar težji. Pravi kostanj spada med venčasto porozne vrste z zelo ozkimi in nerazločnimi trakovi. Les ima obarvano jedrovino, grobe zatiljene traheje ranega lesa, in izrazite branike. Lesova sta si zelo različna, zato ju kljub podobnim imenom v slovenščini ne smemo zamenjevati (Wagenführ, 1996; Čufar, 2001).

Pravi kostanj je nizko do 35 m visoko in do 3 m debelo drevo. Drevesa, ki rastejo na prostem, so vejnata skoraj do tal in večdebela. Najstarejše drevo raste na področju vulkana Etna na Siciliji, z vsemi zraščeni poganki naj bi v obseg merilo kar 60 m. Kostanj je tudi v Sloveniji med najdebelejšimi drevesi. Gašperjev kostanj na Močilnem pri Radečah ima obseg debla nekaj čez 10 m in višino 15 m. V 20. stoletju je pravi kostanj prizadela glivična bolezen, ki izvira iz Azije. Razširil se je t.i. kostanjev rak, ki je tudi pri nas prizadejal veliko škode (Brus, 2000).

2.3.1 Makroskopska zgradba kostanjevine

Pravi kostanj je venčastoporozna drevesna vrsta z obarvano jedrovino. Ima zelo ozko beljavo umazano bele do rumenkaste barve, jedrovina je v svežem stanju obarvana sivorumeno, kasneje potemni do svetlo oz. temno rjave barve. Branike se med seboj ostro ločijo zaradi relativno velikih por ranega lesa, ki se po velikosti ločijo od mnogo manjših trahej kasnega lesa. Traheje ranega lesa so zatiljene. Traheje kasnega lesa tvorijo značilno radialno ali diagonalno usmerjena polja. Velike razlike med ranim in kasnim lesom znotraj prirastne plasti dajejo radialnemu prerezu značilen videz progaste teksture. Tangencialni prerez pa ima značilen plamenast videz.



Slika 1: Makroskopska zgradba kostanjevine (zgoraj-prečni prerez, sredina-radialni prerez, spodaj-tangencialni prerez)

2.3.2 Mikroskopska zgradba kostanjevine

Kostanjevina ima traheje v ranem lesu premera od 150 μm do 250 μm v kasnem lesu pa od 36 μm do 65 μm . V ranem lesu ima od 4 do 8 por na 1 mm^2 , v kasnem pa od 9 do 15 por na 1 mm^2 . Les je pogosto zatiljen, zato je v postopku sušenja nevarnost kolapsa. Pravi kostanj je na videz podoben hrastu, bistvena razlika so trakovi, ki so pri kostanju ozki in nerazločni, zato nima zrcal pri radialnem prerezu, kot jih poznamo pri hrastovini. Tukaj je tudi vzrok množičnega pojava kolesivosti, kajti natezna trdnost v radialni smeri je zaradi ozkih trakov in hkrati velikih razlik v trdnosti ranega in kasnega lesa zelo nizka.



Slika 2: Mikroskopska zgradba kostanjevine povečava 40× (levo-prečni prerez, sredina-radialni prerez, desno-tangencialni prerez) (Foto Katedra za tehnologijo lesa)

2.3.3 Lastnosti kostanjevine in uporaba

Dokaj gost les ($\rho_0 = 530..590 \text{ kg/m}^3$) daje kostanjevini dobro trdoto (pregl. 3). Povprečni radialni skrček kostanjevine je 4,3 %, tangencialni pa 6,4 %. Kazalniki dimenzijske stabilnosti so relativno ugodni (pregl. 2). Pri predelavi in obdelavi svežega kostanjevega lesa, se pogosto pojavljajo temnomodra do črna obarvanja, kot posledica reakcije tanina s kovinskimi ioni. Običajno ta obarvanja niso globoka in se dajo odstraniti s skobljanjem in beljenjem (npr. z vodikovim peroksidom). Beljava je neodporna in ne vsebuje jedrovinskih snovi. Zato jo je potrebno pri obdelavi odstraniti. Jedrovina je odporna proti glivam, nekoliko manj proti insektom, na splošno pa je les dokaj trajen in odporen. Manjša trajnost kostanjevine se pokaže pri večkratni izpostavitvi neugodnim vremenskim pogojem, predvsem padavinam. V vodi je les trajen. Pri pripravi žaganega lesa kostanjevine moramo biti pazljivi pri uporabi distančnih letvic, saj neosušene letvice povzročajo letvično progavost. Priporoča se uporaba osušenih distančnih letvic barvno neproblematičnih drevesnih vrst ali perforiranih letvic, ki dopuščajo delno kroženje zraka tudi pod njimi. Sušenje kostanjevine poteka počasi les je zaradi nizke radialne natezne trdnosti močno podvržen kolesivosti. Malenkost je nagnjen k zvijanju, kar preprečimo s pazljivim zlaganjem in po potrebi tudi z dodatno obtežitvijo. Zaradi močnega otiljenja, je hitrost sušenja posameznih elementov kostanjevine zelo neenakomerna. Les je biološko aktiven in povzroča dermatitis. Les se dobro žaga, skoblja, reže v furnir, vrta, rezka in brusi. Lepi se dobro, prav tako je površinska obdelava dobra.

Kostanjevina se uporablja za splošno mizarstvo, okna, vrata, železniške pragove, jambore, vodne konstrukcije, v ladjedelništvu, pode, opaže, stopnice, parket (mozaični, gotovi), vagone, karoserije, kot nadomestilo za rustikalno pohištvo, furnirje (rezane), les za rezljanje in struženje, za pridobivanje čreslovin, v sredozemlju tudi kot gradben les ter za pridobivanje celuloze in papirja.

Preglednica 2: Fizikalne lastnosti kostanjevine (Wagenführ, 1996)

gostota lesa v absolutno suhem stanju	530 - 590	kg/m ³
gostota zračno suhega lesa (u= 12 %-15 %)	590 -620 - 660	kg/m ³
gostota svežega lesa	1060	kg/m ³
poroznost	61	%
volumensko krčenje	11,3 - 11,6	%
vzdolžno krčenje	0,6	%
radialno krčenje	4,3	%
tangencialno krčenje	6,4	%
diferencialno nabrekanje R	0,17	%/%
diferencialno nabrekanje T	0,32	%/%
koeficient nabrekanja R	0,031	%/%
koeficient nabrekanja T	0,063	%/%
sorpcijski kvocient	0,18	%/%

Preglednica 3: Mehanske lastnosti kostanjevine (Wagenführ, 1996)

tlačna trdnost	40 - 52 -57	MPa
upogibna trdnost	64 - 77 - 91	MPa
natezna trdnost	135	MPa
strižna trdnost	8,0 - 9,5	MPa
udarna žilavost	5,5 - 5,9	J/cm ²
trdota po Brinellu vzporedno z vlakni	27 - 38 - 47	MPa
trdota po Janki vzporedno z vlakni	42 - 49	MPa
trdota po Brinellu pravokotno na vlakna	18	MPa
trdota po Janki pravokotno na vlakna	31	MPa
E- modul	9000	MPa

2.3.4 Napake kostanjevine

Debla kostanja so pri rasti v gostih sestojih pogosto zavita in necentrična, kar zmanjšuje izkoristek žaganega lesa. V deblo se že tekom rasti vgradijo rastne napetosti, ki pogosto že v živem drvesu povzročajo kolesivost (krožne razpoke). Kolesivost se še dodatno pojavi po poseku drevesa in po končanem sušenju. Vzrok močni podvrženosti kolesivosti pripisujemo majhnemu deležu trakovnega tkiva, ozkim trakovom, velikim razlikam v gostoti ranega in kasnega lesa in pa precej velikim trahejam v ranem lesu. Krožne razpoke so lahko tudi posledica zmrzali, saj kostanj ni odporen na nizke temperature. Pri kostanjevini lahko pride tudi do oksidativnih obarvanj, predvsem pri poškodovanem drevju, kjer je možnost vdora kisika velika. Posebnost so t.i. lunini obroči, ki so posledica nepopolne ojedritve. Na žaganem lesu je v jedrovinskem delu napaka vidna kot neobarvana jedrovina.

2.4 PRIMERJAVA HRASTOVINE S KOSTANJEVINO

2.4.1 Makroskopska primerjava

Hrast in kostanj sta venčastoporozni drevesni vrsti z obarvano jedrovino. Beljava pri hrastu je večinoma ozka, vendar širša kot pri kostanju. Traheje ranega lesa hrastovine so v jedrovini vselej otiljene in zelo velike, vidne tudi s prostim očesom. Traheje kasnega lesa so bistveno manjše in tvorijo radialne nize, kar lahko vidimo na prečnem prerezu z značilno plamenasto strukturo. Pri kostanju tvorijo traheje kasnega lesa radialno ali diagonalno usmerjena polja. Prehod med ranim in kasnim lesom je pri obeh vrstah večinoma oster. Poleg tudi z lupo komaj vidnih trakov, se v neenakomernih razdaljah pojavljajo pri hrastovini zelo široki (pogosto nad 1 mm) in do več mm visoki trakovi. Ti trakovi so vidni v tangencialnem prerezu kot temna dolga vretena, v radialnem pa kot zrcala. Ravno ti široki trakovi so bistvena razlika med pravim kostanjem in hrastom ter dajejo hrastu razpoznavnost. Trakovi izboljšujejo lastnosti, tako ne pride do kolesivosti zaradi radialnih rasnih napetosti. Hrastovina je trša, gostejša in težja od kostanjevine.

2.4.2 Mikroskopska primerjava

Les hrasta ima v ranem lesu zelo velike traheje premera od 150 μm do 270 μm in tudi 350 μm , podobno kot kostanj. Razlika je v kasnem lesu, hrast ima traheje s premerom od 30 μm do 70 μm in tudi 140 μm , medtem ko ima kostanj manjše premere trahej. V ranem lesu ima okrog 8 por na 1 mm^2 , v kasnem pa več kot 25 por na 1 mm^2 . Pri kostanjevini imamo v ranem lesu 4–8 por na 1 mm^2 , v kasnem pa 9–15 por na 1 mm^2 . Libriformska vlakna

hrastovine in kostanjevine opravljajo izključno mehansko nalogo, traheide pa sodelujejo pri prevajanju vode.

2.4.3 Primerjava lastnosti hrastovine in kostanjevine ter njuna uporaba

Gostota zelo niha v odvisnosti od rastišča, rastnih posebnosti in starosti. Bolj so široke branike, večja je gostota lesa in večja je tudi trdota. Nasprotno je pri ožjih branikah. V širokih branikah se poveča delež kasnega lesa s pretežno debelostenimi vlakni, kar se odraža v višji gostoti in trdnosti. Širina branike oz. delež ranega lesa bistveno vpliva na gostoto in s tem na lastnosti lesa ter na njegovo primernost za različne vrste končne uporabe. Gostota hrastovine je nekoliko večja od gostote kostanjevine.

Hrast in kostanj imata podobno trajnost, nekoliko slabša odpornost obeh lesov se pokaže pri večkratni izpostavitvi neugodnim vremenskim pogojem.

Hrastovina in kostanjevina veljata za skoraj neomejeno trajna lesova za podvodne konstrukcije. V splošnem se hrastovina dobro obdeluje ročno in strojno z vsemi orodji. Izjema je zelo trd hrast s širokimi branikami, ki se obdeluje težje. Hrastovina se lepo struži in rezlja ter brez težav predeluje v luščene in rezane furnirje. Kostanjevina se redkeje uporablja za stružene izdelke in za furnir. Hrast in kostanj se uporabljata tam, kjer so zaželeni visoka trdnost, trdota in trajnost, za gradben konstrukcijski les, les pri visokih in nizkih gradnjah, za mostove, vodne in jamske konstrukcije. Pri hrastovini so zaradi neenakomernega otiljenja traheje nepropustne za tekočine. V hrastovih sodih dozorevajo mnoge znane pijače, od vina, ruma, viskija do vinjaka. Čreslovine iz hrastovega lesa dajo pijači žlahtno barvo in aromo. Kostanjevina se v sodarstvu redkeje uporablja.

2.4.4 Primerjava napak lesa

Pri obeh vrstah se svež in vlažen les ob stiku z železovimi ioni zaradi reakcije s čreslovinami obarva. Umetno sušenje je potrebno v začetni fazi voditi previdno, ker je hrastovina nagnjena k zvijanju in pokanju, prav tako kostanjevina. Kostanjevina je še nekoliko bolj občutljiva zaradi podvrženosti kolesivosti. Pri nepravilnem sušenju lahko pride tudi do nezaželenih obarvanj. Pri kostanju lahko pride do letvične progavosti, zaradi uporabe neustrezno osušenih letvic. Problem je tudi uporaba alkalnih lepil, ki povzročajo madeže. Obe vrsti sta močno otiljeni zato poteka sušenje počasi in neenakomerno. Les kostanja je nekoliko nagnjen tudi k zvijanju, kar lahko preprečimo s pravilnim zlaganjem in po potrebi z obtežitvijo.

2.4.5 Primerjava fizikalnih in mehanskih lastnosti lesov

Z vidika uporabnosti lesa za talne obloge sta najpomembnejši lastnosti dimenzijska stabilnost in trdota. Obe lastnosti pa sta tesno povezani z gostoto.

Kostanjevine je dokaj gost les, povprečna gostota v absolutno suhem stanju je 560 kg/m^3 , hrastovina pa ima povprečno gostoto 650 kg/m^3 . Povprečna gostota kostanjevine je nekoliko nižja, vendar je pričakovati manjša odstopanja od povprečne vrednosti kot pri hrastu. Gostota kostanjevine v normalni klimi je 620 kg/m^3 .

Gostota je tudi eden od dejavnikov, ki vplivajo na krčenje lesa. Vzдолžni skrčki so zanemarljivi. Medtem pa so radialni in tangencialni skrčki še kako pomembni. Radialni skrček kostanja ($\beta_r = 4,3 \%$) je približno enak skrčku hrasta. Večje razlike pa so pri tangencialnem krčenju. Skrček kostanja ($\beta_t = 6,4 \%$) je bistveno manjši od skrčka hrasta ($\beta_t = 7,7 \% - 10 \%$). Te navidez majhne razlike v krčenju se še kako opazne pri talnih oblogah kjer imamo širine lesa tudi nad 10 m. Manjše razmerje med tangencialnim in radialnim krčenjem kostanjevine kaže na ugodno oblikovno stabilnost kostanjevine. Prečna krčitvena anizotropija pri kostanju je 1,5 pri hrastu pa 2,1. Zaradi večjega tangencialnega krčenja je tudi volumenski skrček pri hrastu večji.

Vsi kazalniki dimenzijske stabilnosti so pri hrastovini nekoliko večji, kar pomeni, da je kostanjevine bolj stabilna, to pa tudi na račun tangencialnega krčenja (pregl. 4). Še zlasti za lesene talne obloge je dimenzijska stabilnost pomemben pokazatelj uporabnosti.

Trdota je tudi pomembna lastnost talnih oblog. Trdota po Brinellu pravokotno na podlago znaša pri kostanju 18 MPa, pri hrastu pa 34 MPa (pregl. 5). Torej ima kostanj skoraj za polovico nižjo trdoto od hrasta. Vendar je trdota še vseeno višja od trdote nekaterih drugih drevesnih vrst. Opazno je, da so pri hrastu nekoliko večja odstopanja od srednje vrednosti (Wagenführ, 1996).

Preglednica 4: Primerjava fizikalnih lastnosti kostanjevine in hrastovine (Wagenführ, 1996)

	kostanj	hrast	
gostota lesa v absolutno suhem stanju	530 - 590	490 - 650 - 930	kg/m ³
gostota zračno suhega lesa (u= 12 %-15 %)	590 -620 - 660	430 - 690 - 960	kg/m ³
gostota svežega lesa	1060	900 - 1050	kg/m ³
poroznost	61	57	%
volumensko krčenje	11,3 - 11,6	12,2 - 15,0	%
vzdolžno krčenje	0,6	0,4	%
radialno krčenje	4,3	4 - 4,6	%
tangencialno krčenje	6,4	7,7 - 10	%
diferencialno nabrekanje R	0,17	0,19	%/%
diferencialno nabrekanje T	0,32	0,36	%/%
koeficient nabrekanja R	0,031	0,04	%/%
koeficient nabrekanja T	0,063	0,072	%/%
sorpcijski kvocient	0,18	0,2	%/%

Preglednica 5: Primerjava mehanskih lastnosti kostanjevine in hrastovine (Wagenführ, 1996)

	kostanj	hrast	
tlačna trdnost	40 - 52 - 57	54 - 61 - 67	MPa
upogibna trdnost	64 - 77 - 91	74 - 88 - 105	MPa
natezna trdnost	135	50 - 90 - 180	MPa
strižna trdnost	8,0 - 9,5	6,0 -11,0 -13,0	MPa
udarna žilavost	5,5 - 5,9	1,0 - 6 - 16	J/cm ²
trdota po Brinellu vzporedno z vlakni	27 - 38 - 47	66	MPa
trdota po Janki vzporedno z vlakni	42 - 49	47 - 78	MPa
trdota po Brinellu pravokotno na vlakna	18	34	MPa
trdota po Janki pravokotno na vlakna	31	41 - 64	MPa
E- modul	9000	11700	MPa

2.4.6 Primerjava zahtevanih lastnosti lesa za klasični parket

Les za izdelavo parketa se deli v tri kakovostne razrede označene z O, Δ, □, pri čemer je O najboljši parket. Standard SIST EN 13226 pozna še brez razredno kvaliteto, ki si jo stranka sama določi.

V preglednicah 6 in 7 so predstavljene zahtevane lastnosti kostanjevine in hrastovine za izdelavo klasičnega parketa. Na splošno so zahteve pri obeh vrstah v najboljšem razredu visoke. Standard opisuje zahteve za zgornjo stran deščice in posebej za spodnjo. Značilnosti na spodnji strani so pri obeh lesovih enake: ni omejitve v velikosti ali glede napak, razen če to ne poslabša namena ali kakovosti talne obloge. Dovoljena je zdrava beljava do 50 % debeline. Na zgornjem, vidnem delu so večje razlike. Standard dopušča le majhne grče, majhne razlike v teksturi in barvi. Pri nižjih razredih so grče lahko večje prav tako tudi razlike v barvi in teksturi. Pri kostanju ni v nobenem razredu dovoljena beljava, pri hrastu je v razredu Δ dovoljeno do 60 % površine zdrave beljave pri □ pa 15 %. Pri kostanju so dovoljeni večji premeri grč, zdravih in izpadajočih. Razred O dovoljuje pri kostanju celo do 5 mm velike izpadajoče grče, pri hrastu pa le 1 mm. Prav tako kostanj v razredu Δ dovoljuje do 20 mm velike vrasle grče, hrast pa le do 10 mm. Razlika je v razredu □, kjer so pri hrastu dovoljene vse kakovosti in dimenzijske omejitve, če le to ne poslabša namena in kakovosti parketa. Velike razpoke, vključki skorje in biološko okužen les niso dovoljeni niti pri hrastu (razen □) niti pri kostanju. Kostanj ima lahko valovit potek vlaken pri O do 50 % površine deščice, pri ostalih razredih pa po celi površini. Hrast ima v vseh razredih dovoljeno nagnjenost vlaken. Zdravo srce je dovoljeno pri kostanju do 20 % dolžine celotne deščice v najboljšem razredu, v ostalih razredih je dovoljeno po celi površini. Pri hrastu pa je dovoljeno le v najslabšem razredu. Kostanj ima lahko značilne rumene madeže, ki lahko v najboljšem razredu pokrivajo do 5 % površine, v srednjem do 50 %, v slabšem pa lahko obarvajo celo površino. Razpoke in čelne razpoke v najboljšem razredu kostanja niso dovoljene. V srednjem razredu so dovoljene čelne razpoke do 1 cm, v slabšem pa do 3 cm. Površinske razpoke pa so v srednjem razredu dovoljene, če dolžina ne presega debeline parketa. V najslabšem razredu je razpoka lahko dolga do 50 % dolžine deščice. Pri hrastu so opredeljene le razpoke, ki v najboljšem razredu niso dovoljene, v srednjem razredu so dovoljene do dolžine 15 mm, v najslabšem pa ni omejitve oz. so omejitve glede trdnosti. Rdeče obarvanje in črno srce prav tako nista dovoljena v najboljšem razredu. V srednjem sta obarvanje in črno srce dovoljena do dolžine, ki ne presega 20 % celotne dolžine deščice in v najslabšem razredu sta dovoljene do dolžine 50 % od celotne dolžine (SIST EN 13226: 2003).

Preglednica 6: Zahtevane lastnosti klasičnega parketa za pravi kostanj (EN 13226:2003)

Zgornja stran deščice			
	O	Δ	$\square$
Opis	Les z malimi grčami. Dopustne so manjše razlike v teksturi in barvi.	Les z grčami in manjšimi barvnimi razlikami jedrovine.	Zdrav les z grčami in večjimi barvnimi razlikami.
Zdrava beljava	Ni dovoljena	Ni dovoljena	Ni dovoljena
Zdrave in vrasle grče	Premer ≤ 10 mm	Premer ≤ 20 mm	Premer ≤ 25 mm
Izpadajoče grče	Premer ≤ 5 mm	Premer ≤ 8 mm	Premer ≤ 15 mm
Valovit potek vlaken	Dovoljeno do 50% površine	Dovoljeno	Dovoljeno
Zdravo srce	Dovoljeno do 20% dolžine	Dovoljeno	Dovoljeno
"Rumeni madeži"	Dovoljeno do 5% površine	Dovoljeni do 50% dovršine	Dovoljeni
Razpoke	Niso dovoljene	Dovoljene do dolžine, ki je $\leq$ debelini deščice	Dovoljene do dolžine, ki je $\leq 50\%$ dolžine deščice
Čelne razpoke po celotni debelini	Niso dovoljene	≤ 1 cm	≤ 3 cm
Rdeče obarvanje	Ni dovoljeno	Dovoljeno do 20% dolžine	Dovoljeno do 50% dolžine
Črno srce	Ni dovoljeno	Dovoljeno do 20% dolžine	Dovoljeno do 50% dolžine
Odklon vlaken	Je dovoljeno	Je dovoljeno	
Vključki skorje	Niso dovoljeni	Niso dovoljeni	Niso dovoljeni
Velike razpoke	Niso dovoljene	Niso dovoljene	Niso dovoljene
Biološka okužba	Ni dovoljen	Ni dovoljen	Ni dovoljen
Nevidni deli			
Splošno	Vse značilnosti so dovoljene brez omejitve velikosti ali kvalitete, če to ne poslabša namena ali kvalitete talne obloge. Zdrava beljava je dovoljena do 50 % debeline.		

Preglednica 7: Zahtevane lastnosti za hrast (EN 13226:2003)

Zgornja stran deščice			
	O	Δ	$\square$
Opis	Les z malimi grčami. Dopustne so manjše razlike v teksturi in barvi.	Les z grčami in manjšimi barvnimi razlikami jedrovine.	Zdrav les z grčami in večjimi barvnimi razlikami.
Zdrava beljava	Ni dovoljena	60 % površine je dovoljene	15 % površine je dovoljene
Zdrave in vrasle grče	Premer ≤ 8 mm	Premer ≤ 10 mm	Vse značilnosti so dovoljene brez omejitve velikosti ali kvalitete, če to ne poslabša namena ali kvalitete talne obloge.
Izpadajoče grče	Premer ≤ 1 mm	Premer ≤ 5 mm	
Razpoke	Niso dovoljene	Dovoljene do 15 mm dolžine	
Vključki skorje	Niso dovoljeni	Niso dovoljeni	
Velike razpoke	Niso dovoljene	Niso dovoljene	
Odklon vlaken	Dovoljeno	Dovoljeno	
Biološka okužba	Ni dovoljen	Ni dovoljen	
Barvne razlike	Manjše razlike dovoljene	Dovoljene pri temnem hrastu	
Strženovi trakovi (zrcalo)	Dovoljen	Dovoljen	
Nevidni deli			
Splošno	Vse značilnosti so dovoljene brez omejitve velikosti ali kvalitete, če to ne poslabša namena ali kvalitete talne obloge. Zdrava beljava je dovoljena do 50 % debeline.		

Stranka si lahko tudi sama izbere želene lastnosti lesa, katere bo imel parket. Standard določa poseben obrazec, na katerega se vpišejo lastnosti, ki jih potem proizvajalec upošteva. Standard vsebuje dve različni preglednici za mehak in trd les (Pregl. 8).

Preglednica 8: Prosti razred za trde lesove (listavci) (SIST EN 13226:2003)

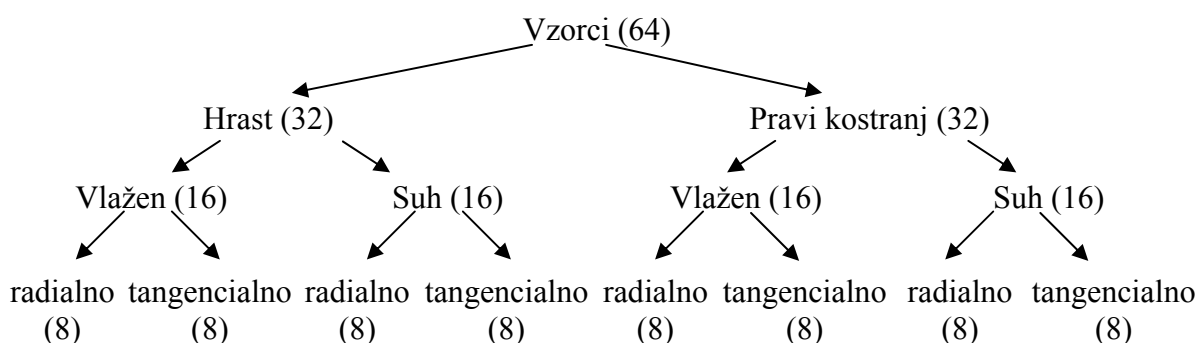
Zgornja stran deščice	
Oblika - napaka	Omejitve
Zdrava beljava	
Grče (zdrave, vrasle, izpadajoče)	
"Rumeni madeži"	
Razpoke	
Vključki skorje	
Velike razpoke	
Valovitost vlaken	
Potek vlaken	
Zdravo srce	
Biološka okužba	
Barvne razlike (črno srce, rdeče srce)	
Letvična progavost	
Strženov trak (zrcalo)	
Nevidni deli	
Splošno	

Standard predpisuje tudi vlažnost, ki jo mora imeti les. Za vse lesove je predpisana vlažnost $9 \% \pm 2 \%$, razen za kostanj, ki ima lahko vlažnost $10 \% \pm 3 \%$, če ni drugače dogovorjeno v pogodbi. Podobno se dimenzije za vse lesove merijo pri 9% , razen za kostanj, kjer se merijo pri 10% lesni vlažnosti.

3 MATERIAL IN METODE

3.1 MATERIAL

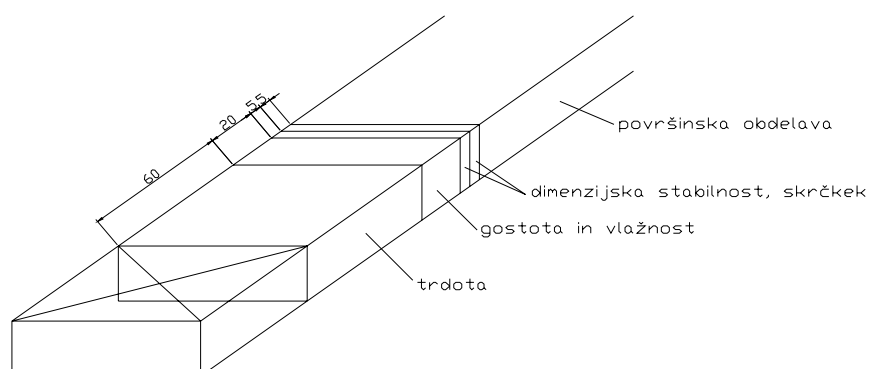
Vzorci kostanjevine in hrastovine smo izbrali slučajno iz elementov, namenjenih izdelavi deščičnega parketa. Izbrali smo po 32 deščic vsake vrste, polovico v svežem in polovico v že osušenem stanju. Deščice smo izbrali tudi po orientaciji; polovico radialnih in drugo polovico tangencialnih (sl. 3).



Slika 3: Shema vzorčenja preizkušancev za določanje fizikalnih lastnosti

Deščice smo poskobljali na debelino in širino. Po skobljanju smo deščice na krožnem žagalnem stroju očelili, približno 10 cm, da smo izničili vpliv čela na lastnosti. Nato smo elemente dolžinsko razžagali na preizkušance za določevanje trdote ($l = 60$ mm), gostote in vlažnosti ($l = 20$ mm), dimenzijske stabilnosti ($l = 5$ mm) in skrčka ($l = 5$ mm) (sl. 4).

Preostali del smo zbrusili na širokotračnem brusilnem stroju z brusnim papirjem granulacije 100 in 150, za preizkušanje kakovosti površinske obdelave.



Slika 4: Načrt razreza elementov v preizkušance za določevanje fizikalnih lastnosti in kakovosti površinske obdelave

3.1.1 Material za določanje fizikalnih lastnosti

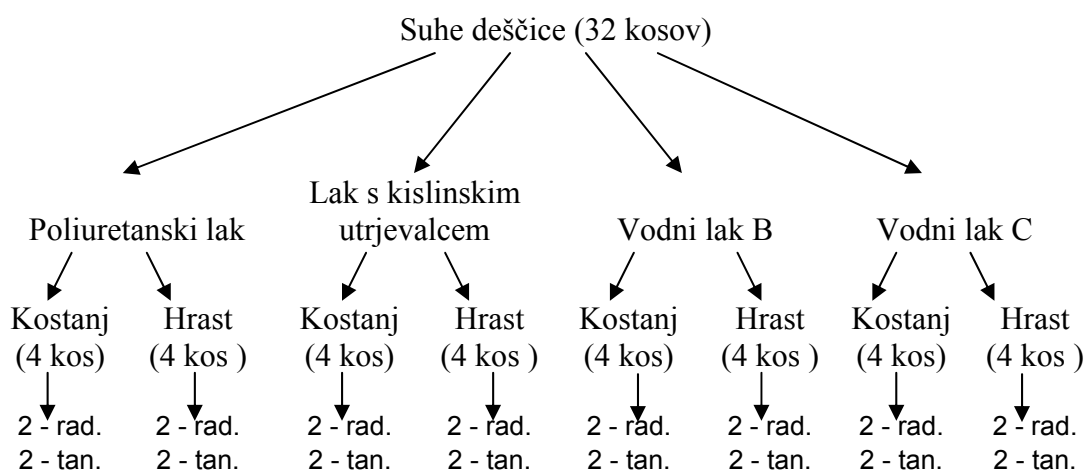
Med fizikalnimi lastnostmi smo določali: gostoto, vlažnost, dimenzijsko stabilnost in absolutne skrčke. Za gostoto in vlažnost smo iz vsakega kosa izžagali po en vzorec, skupno 64 vzorcev. Dimenzije smo merili s kljunastim merilom na 0,01 mm natančno, mase smo tehtali natančno na 0,001g. Dimenzijsko stabilnost smo določali na dveh zaporednih vzorcih, skupno smo potrebovali 128 vzorcev. Skrčke smo določali iz istih vzorcev, vendar smo uporabili samo vlažne vzorce, skupaj 64 vzorcev.

3.1.2 Material za določanje trdote

Trdoto smo določali na 64 suhih in vlažnih vzorcih, na vsakem trikrat. Trdoto smo določali na napravi, prirejeni za merjenje trdote po Brinellu. Premer udrtine smo merili na desetinko milimetra natančno.

3.1.3 Material za določanje lastnosti površinskega sistema

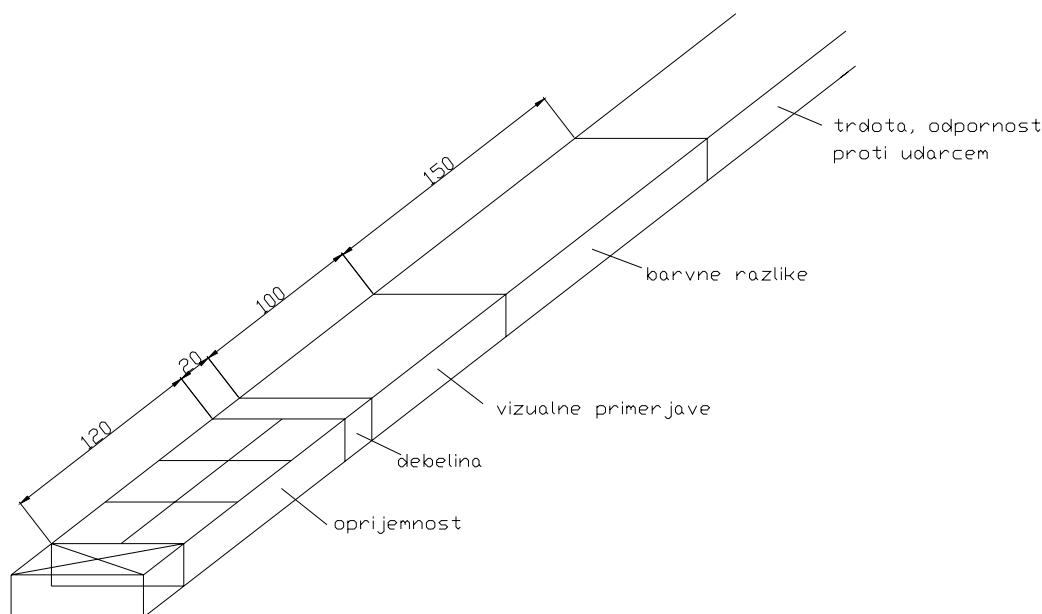
Preostanek deščic smo uporabili za proučevanje lastnosti površinskega sistema. Uporabili smo štiri vrste premazov in 32 deščic. Uporabili smo vse deščice, ki so bile suhe. Torej smo vsak premaz nanесли na 8 deščic. Štiri so bile radialne in štiri tangencialne (sl. 5).



Slika 5: Shema obdelave preizkušancev za proučevanje lastnosti površinskega sistema

Določali smo naslednje lastnosti površinskih sistemov: trdoto, odpornost proti udarcem, oprijemnost in debelino. Od deščic smo odrezali elemente dolžine 12 cm za določanje oprijemnosti, 2 cm za merjenje debeline utrjenega filma, 10 cm za vizualne primerjave, 15 cm za določanje barvnih razlik, preostali del pa smo imeli za določanje trdote in odpornosti proti udarcem. Za merjenje oprijemnosti smo deščico po dolžini razdelili na tri dele in po

širini na dva. Razrezali smo jo kasneje, po lepljenju pečatov. Oprijemnost smo določali samo na radialnih površinah (skupno 80 vzorcev). Debelino smo merili na 32 vzorcih, prav tako odpornost proti udarcem. Trdoto pa smo določali le na radialnih vzorcih, torej skupno na 16 vzorcih (sl. 6).



Slika 6: Načrt razreza površinsko obdelane deščice

Oprijemnost SIST ISO 4211-7 smo določali na trgalnem stroju s pripadajočo opremo (pečati, obročkar). Pečate smo lepili z dvokomponentnim epoksidnim lepilom (UHU plus endfest 300) z adhezijsko sposobnostjo večjo od 3000 N.

Debelino SIST ISO 2808 smo določali s svetlobnim mikroskopom proizvajalca Olympus.

Trdoto SIST ISO 1518 smo določali z vzmetnim svinčnikom.

Odpornost na udarce SIST ISO 4211-4 smo določali z napravo s kroglico premera 10 mm in 500 g utežjo.

Na vseh površinsko obdelanih vzorcih dolžine 150 mm, smo izvedli meritve barve po CIE L^*a^*b sistemu. Meritve smo izvajali na napravi proizvajalca Lange data- station.

Na lesenih podlagah smo preizkušali lastnosti štirih vrst parketnih lakov. Pripravili in nanašali smo jih po navodilih proizvajalcev (pregl. 9).

Preglednica 9: Način priprave in nanosa premazov

vrsta laka	nanos	razmerje med komponentami (%)			št. nanosov	količina nanosa (g/m ²)	vmesni čas med nanosi(h)	priporočen čas sušenja
		lak (%)	utrjevalec (%)	redčilo (%)				
poliuretanski	prvi nanos	33,3	33,3	33,3	1	67 - 83	24	
	ostali nanosi	35,7	35,7	28,6	2	67 - 83	24	48 h
lak s kislinskim utrjevalcem	prvi nanos	79,0	8,0	13,0	1	67 - 83	vsaj 8	
	ostali nanosi	86,6	8,6	4,8	2	67 - 83	vsaj 12	?
vodni B	temelj	100			2	40-50	1	
	končni	100			3	84- 100	6	2 tedna
vodni C		100			4	85-110	6	1 teden

Po končanem premazovanju smo vzorce shranili za 1 mesec, da je lak dokončno utrnil.

3.1.3.1 Poliuretanski parketni lak

Poliuretanski parketni lak je dvokomponenten lak visokega sijaja.

Nanašali smo ga v dveh nanosih z vsakokratnim nanosom 75 g/m². Mešanico smo pripravili iz enega dela laka (A) in enega dela utrjevalca (B). Mešanici laka in utrjevalca smo dodali za prvi nanos 50 % redčila glede na maso mešanice (A+B), za drugi nanos pa 40 % redčila glede na maso mešanice (A+B).

Parket, zrak in mešanica so imeli 20 °C. Prvi nanos smo brusili po 24 h. Drugi in tretji nanos pa je utrnil po 48 h.

3.1.3.2 Polikondenzacijski parketni lak s kislinskim utrjevalcem (»kislinski lak«)

Parketni lak s kislinskim utrjevalcem je sijajni lak za parket visoke trdote. Nanašali smo ga v treh slojih, vsakič na čisto, suho in odprašeno površino, na kateri ni bilo ostankov lesnega prahu.

Za prvi premaz smo uporabili 1 kg laka in 0,1 kg utrjevalca ter 0,15 kg redčila in ga sušili 8 ur. Pri drugem in tretjem nanosu smo pripravili 1 kg laka in primešali 0,1 kg utrjevalca in redčili z 0,05 kg redčila. Vmesni čas med nanosi je znašal 12 h.

1 kg mešanice zadostuje za troslojni nanos na površino velikosti 4 m²–5 m².

Po dodatku utrjevalca smo mešanico dobro premešali, da je postala prozorna.

3.1.3.3 Vodni parketni lak - B

Vodni parketni lak B smo nanašali v dveh temeljnih in treh končnih nanosih. Lak je bil že pripravljen, zato ni bilo potrebno mešanje posameznih komponent pred uporabo.

Nanašali smo pri temperaturi 20 °C na obrušeno in očiščeno podlago. Vmesni čas med temeljnima nanosoma je znašal 1 uro, med končnimi nanosi pa 6 ur. Po utrditvi vsakega nanosa smo površino pobrusili s papirjem granulacije 240. Temeljni nanos je znašal 45 g/m², končni pa 90 g /m².

3.1.3.4 Vodni lak za parket - C

Nanesli smo 4 nanose že pripravljenega premaza. Utrjene filme vmesnih nanosov smo brusili. Nanašali smo po 100 g/m².

Lak je bil suh za brušenje in ponovni nanos po 6 urah, za popolno obremenitev pa se je sušil 1 teden. Temperatura laka pri nanosu je bila 20 °C.

3.2 METODE

Uporabljali smo različne standardizirane in nestandardizirane metode (pregl. 10).

Preglednica 10: Pregled opravljenih preizkusov

	Vrsta preizkusa:	Dimenzija vzorcev: dolžina×širina× debelina [mm×mm×mm]	Št. vzorcev:	Metoda
Fizikalne lastnosti	gostota	20×78×25	64	EN 13183-1:2002
	vlažnost			
	dimenzijska stabilnost	5×78×25	128	EN 1910:2003
	skrček		64	
Mehanska lastnost	trdota lesa	60×78×25	64	EN 1534:2003 po Brinellu
Kakovost površinskih sistemov	oprijemnost premaza	40×40×25	16×5=80	SIST EN 24624: 1997
	debelina premaza	20×78×25	32	SIST ISO 2808:1999
	vizualne primerjave	100×78×25	32	
	barvne razlike	150×78×25	32	s kolorimetrom v sistemu CIE L*a*b*
	trdota sistema	200×78×25	16	SIST ISO 1518
	odpornost proti udarcem		32	SIST ISO 4211-4:1999

3.2.1 Metode za določanje fizikalnih lastnosti

3.2.1.1 Gostota

Gostoto smo določali na začetku uravnovešanja, po uravnovešanju v normalni klimi in v absolutno suhem stanju:

$$\rho_u = \frac{m_u}{V_u} \left[\frac{kg}{m^3} \right] \quad \dots(1)$$

ρ_u	gostota pri vlažnosti u
m_u	masa pri vlažnosti u
V_u	prostornina pri vlažnosti u

Ko smo vzorce izžagali, smo stehali maso vzorcev in izmerili dimenzije. Iz teh podatkov smo lahko po enačbi (1) izračunali gostoto lesa v začetnem stanju. Nato smo vzorce dali v komoro z normalno klimo. V komori smo relativno zračno vlažnost 65 % vzdrževali z nasičeno raztopino natrijevega nitrita. Klimo smo vzdrževali pri temperaturi 20 °C. Vzorci so se uravnovešali 5 tednov. Po uravnovešanju smo vzorce ponovno stehali in izmerili dimenzije. Iz podatkov smo izračunali gostoto v normalni klimi. Nazadnje smo še vzorce osušili na absolutno suhost. Sušili smo jih v komori najprej en dan pri 60 °C, da ni prišlo do razpok in nato še pri 103 °C ± 2 °C toliko časa, da je bila med dvema zaporednima tehtanjema v intervalu 2 ur razlika v masi manjša od 0,1%. Ko so bili vzorci suhi, smo jih zavili v nepropustno folijo in počakali, da so se ohladili. Nato smo jih stehali in izmerili dimenzije, ter izračunali gostoto absolutno suhega lesa.

3.2.1.2 Vlažnost

Vlažnost smo določali po standardizirani gravimetrični metodi SIST EN 13183-1:2002 in izračunali po definicijski formuli:

$$u = \frac{m_{vode}}{m_0} \times 100 = \frac{m_{vl} - m_0}{m_0} \times 100 [\%] \quad \dots(2)$$

u	vlažnost lesa
m_{vode}	masa vode
m_{vl}	masa vlažnega lesa
m_0	masa absolutno suhega lesa

Uporabili smo enake vzorce kot za določanje gostote. Vlažnost smo določali na začetku in pri uravnovešenih vzorcih.

3.2.1.3 Krčenje

Skrčki so definirani z razmerjem med dimenzijsko spremembo med krčenjem in dimenzijo pred krčenjem, največkrat glede na maksimalne dimenzije, to je pri lesni vlažnosti točke nasičenja celičnih sten ali višji.

$$\beta_{L,R,T} = \frac{l_{vl} - l_0}{l_{vl}} \left[\frac{m}{m} \right] \quad \dots(3)$$

β	skrček
l_{vl}	dimenzija pred krčenjem
l_0	dimenzija absolutno suhega lesa

Pri določevanju skrčkov smo uporabili enake vzorce kot pri določanju dimenzijske stabilnosti. Določali smo sušilnične in totalne skrčke (enačba 3).

3.2.1.4 Dimenzijska stabilnost

Dimenzijsko stabilnost smo določali po standardni metodi (SIST EN 1910).

Določali smo: diferencialno nabrekanje, koeficient nabrekanja in sorpcijski kvocient. Vsak kazalnik smo določali ločeno za radialno in tangencialno smer.

Ti kazalniki so relevantni na območju od 34 % do 86 % relativne zračne vlažnosti (t.i. kvazilinearno območje). Zato smo se tudi mi odločili, da jih primerjamo v tem območju.

- Diferencialno nabrekanje podaja spremembo prečnih dimenzij lesa, če se lesna vlažnost spremeni za 1%.

$$q_{T,R} = \frac{\Delta \check{s}}{\Delta u} = \frac{\check{s}_z - \check{s}_k}{\check{s}_0 \times (u_z - u_k)} \times 100 \left[\frac{\%}{\%} \right] \quad \dots(4)$$

q	diferencialno nabrekanje
$\check{s}_z$	začetna širina
$\check{s}_k$	končna širina
$\check{s}_0$	širina absolutno suhega lesa
u_z	začetna vlažnost
u_k	končna vlažnost

- Anizotropija kvazilinearnega območja, ki je podana z razmerjem med diferencialnim nabrekanjem v tangencialni in radialni smeri (q_T/q_R), nakazuje stabilnost oblike v oscilirajoči klimi.
- Koeficient nabrekanja nakazuje spremembo dimenzij, če se relativna zračna vlažnost spremeni za 1%.

$$h_{T,R} = \frac{\Delta \check{s}}{\Delta \varphi} = \frac{\check{s}_z - \check{s}_k}{\check{s}_0 \times (\varphi_z - \varphi_k)} \times 100 \left[\frac{\%}{\%} \right] \quad \dots(5)$$

h	koeficient nabrekanja
$\check{s}_z$	začetna širina
$\check{s}_k$	končna širina
$\check{s}_0$	širina absolutno suhega lesa
φ_z	začetna relativna zračna vlažnost
φ_k	končna relativna zračna vlažnost

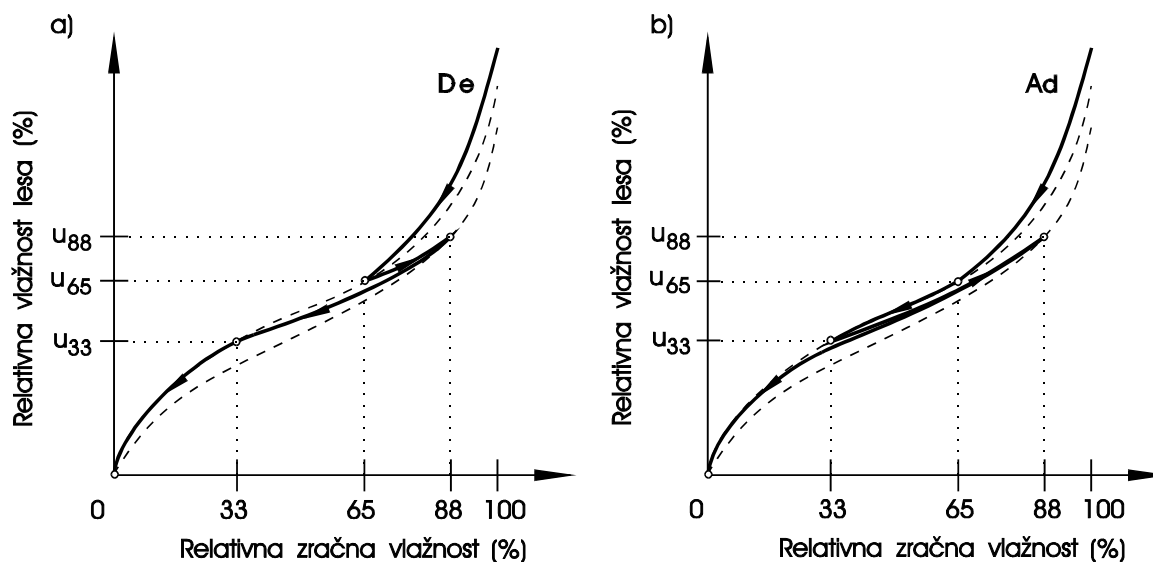
- Sorpcijski kvocient je neposredna mera lesne higroskopnosti, saj pove, za koliko se spremeni lesna vlažnost, če se relativna zračna vlažnost spremeni za 1%.

$$s = \frac{\Delta u}{\Delta \varphi} = \frac{h}{q} \left[\frac{\%}{\%} \right] \quad \dots(6)$$

s	sorpcijski kvocient
Δu	spmemba vlažnosti lesa
$\Delta \varphi$	spmemba relativne zračne vlažnosti
h	koeficient nabrekanja
q	diferencialno nabrekanje

Imeli smo po dva vzorca iz vsake deščice. Na začetku smo vzorce stehtali in izmerili njihove širine. Polovica vzorcev je bila tangencialno usmerjena, druga polovica pa radialno. Nato smo vse vzorce uravnovešali pri normalni klimi, ki smo jo uravnavali z nasičeno vodno raztopino NaNO_2 . Po uravnovešanju smo vzorce stehtali in izmerili njihove širine. Nato smo dali polovico vzorcev v komoro z ZnSO_4 , drugo polovico pa v komoro z MgCl_2 . Pri temperaturi 20 °C je bila v komori s ZnSO_4 ustvarjena konstantna relativna zračna vlažnost 86 %, v komori z MgCl_2 pa 34 %. Vzorce smo uravnovešali v komorah 1 mesec in jih potem ponovno stehtali in jim izmerili širino. Nato smo vzorce v

klimah zamenjali, tiste iz višje relativne zračne vlažnosti smo prestavili v komoro z nižjo relativno zračno vlažnostjo in obratno. Po enem mesecu, ko so bili vzorci uravnovešeni, smo jih ponovno stehali in izmerili njihove dimenzije (sl. 7). Nazadnje smo vse vzorce posušili na absolutno suhost v sušilniku.



Slika 7: Potek uravnovešanja v klimah različnih vlažnosti za:
levo) desorpcijske vzorce (De) in desno) adsorpcijske vzorce (Ad)

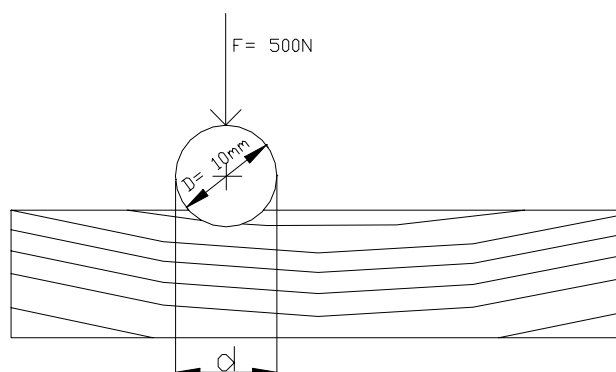
Po enačbah (4,5,6) smo izračunali kazalnike dimenzijske stabilnosti. Za izračune le-teh smo potrebovali tudi vlažnost, ki smo jo izračunali iz mas. Kazalnike dimenzijske stabilnosti smo računali v procesu desorpcije od 86 % do 34 % relativne zračne vlažnosti in v procesu adsorpcije od 34 % do 86 % relativne zračne vlažnosti.

3.2.2 Metoda za določanje trdote

Trdota predstavlja odpor materiala proti vdiranju drugega, tršega telesa. Testirali smo po modificirani Brinellovi metodi, ki jo podrobno opisuje standard SIST EN 1534:2003. Naprava, namenjena za tak preizkus ima kroglico, katero s pomočjo hidravlike vtiskamo v les (sl. 8). Premer kroglice je 10 mm. Vzorec smo obrnili tako, da je bila desna stran zgoraj. Nanj smo položili indigo in vzorec vstavili v napravo. Vzorec smo približali kroglici in začeli obremenjevati. Obremenili smo s silo 500 N. Najprej smo 15 s povečevali silo 0 N na 500 N, potem vzdrževali konstantno silo 500 N 10 s in potem popuščali 15 s s 500 N na 0 N. Zelo pomembno je bilo, da smo vse vzorce enakomerno dolgo obremenjevali, da smo dobili relativne razlike. Vsak vzorec smo obremenili trikrat na naključnih mestih. Nato smo z lupo ocenjevali največjo širino udrtine na 0,1mm natančno. Iz te širine smo pa enačbi (7) izračunali trdoto.

$$H_B = \frac{2 \cdot F}{\pi \cdot D \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2})} [N / mm^2 = MPa] \quad \dots(7)$$

H_B	trdota po Brinellu
F	sila (500 N)
D	premer kroglice (10 mm)
d	premer udrtine (mm)



Slika 8: Shema preizkušanja trdote

3.2.3 Metode za določanje lastnosti površinskega sistema

3.2.3.1 Debelina premaza

Debelino premaza smo določali po standardu SIST ISO 2808: 1999.

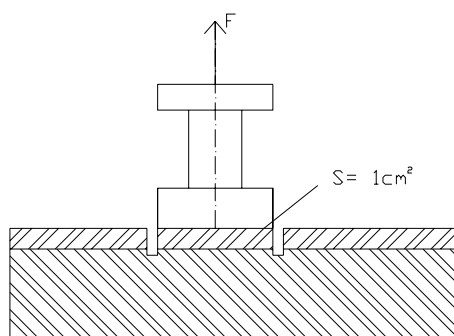
Vzorci smo pripravili s krožno žago, ter debelino premaza izmerili s svetlobnim mikroskopom pri 120× povečavi. Debelino smo določali na vsakem vzorcu na petih mestih. Vzorec smo tudi obrnili in merili še na drugi strani. Nismo pa ločevali radialnih in tangencialnih vzorcev, saj običajno na debelino filma orientiranost površine bistveno ne vpliva. Izračunali smo povprečno vrednost debeline v μm .

3.2.3.2 Oprijemnost premaza

Oprijemnost premaza smo določali z metodo odtrgovanja pečatov (SIST EN 24624: 1997).

Na 120 mm dolge deščice smo prilepili pečate. Pečate smo za prilepljanje pripravili tako, da smo najprej odstranili ostanke laka od prejšnjih testov in površine kovinskih pečatov pobrusili. Rahlo smo tudi pobrusili premaz (z enim potegom), da je lepilo bolje prijelo. Nato smo prilepili po šest pečatov na eno deščico, deščic je bilo 16 (samo radialne), skupaj smo torej prilepili 96 pečatov. Po 48 urah, ko se je lepilo dokončno utrdilo, smo vzorce označili in na tračni žagi razrezali deščice na vzorce. Sledilo je obročkanje s kovinskim cevastim nastavkom, zato, da smo ločili premaz pod pečatom od filma premaza okrog pečata.

Tako pripravljene vzorce smo vpeli v čeljusti trgalnega stroja in jih natežno obremenili toliko, da smo pečat odtrgali (sl. 9). Vse vzorce smo obremenjevali enakomerno, ker na silo porušitve vpliva tudi hitrost naraščanja obremenitve. Na skali smo odčitali silo, ki je bila potrebna za lom. Iz sile smo izračunali oprijemnost. Ocenjevali smo tudi vrsto loma: ali gre za adhezijski lom med filmom in podlago ali pa za kohezijski lom substrata ali premaza. Po standardu je lom adhezijski takrat, ko vsaj 60 % površine pečata prekriva lak oz. ko je na pečatu do 40 % lesa.



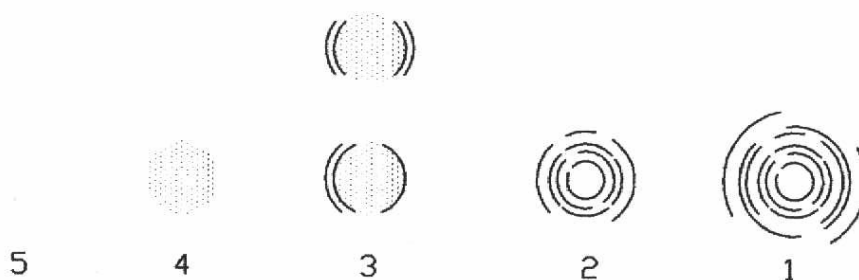
Slika 9: Metoda odtrgovanja pečatov – shematski prikaz prilepljenega pečata na površinskem sistemu

3.2.3.3 Odpornost površinskega sistema proti udarcem

Odpornost proti udarcem (SIST ISO 4211 – 4: 1999) smo preizkušali na vsaki deščici 5 krat. Na kroglico premera 14 mm na naključno izbranem mestu na površini preizkušanca smo spustili 500 g utež z višine 25 mm. Nastalo poškodbo smo ovrednotili (pregl. 11, sl. 10). Pri ocenah 4 in 5 (lak ni razpokal) premera udrtine nismo izmerili, pri ostalih ocenah pa in sicer samo premer udrtine brez upoštevanja razpok.

Preglednica 11: Ocene odpornosti proti udarcem

Ocena	Opis poškodbe
5	Ni vidnih poškodb
4	Film laka ni razpokal, vidne so udrtine
3	Film laka je malo razpokal
2	Film laka je razpokal, več razpok okrog udrtine
1	Film laka je razpokal, široke razpoke okrog udrtine



Slika 10: Ocenjevanje nastalih poškodb pri testu za določanje odpornosti proti udarcem

3.2.3.4 Trdota površinskega sistema (odpornost proti razenju)

Trdoto smo preizkušali z metodo razenja z vzmetnim svinčnikom (SIST ISO 1518).

Z vzmetnim svinčnikom, ki ima kroglico premera 1 mm, smo razili površino prečno na vlakna. Razili smo samo radialne površine. Svinčnik smo prislonili k ravnilu in potegnili razo. Pozorni smo bili na pravokotnost vzmetnega svinčnika glede na podlago. Najprej smo silo na svinčniku nastavili na 6 N in jo postopno povečevali, dokler svinčnik ni razil ali pa je bila udrtina širša od 0,5 mm. Do nastanka raze je vedno prišlo najprej na izstopu iz pore.

3.2.4 Določanje barve površinskega sistema

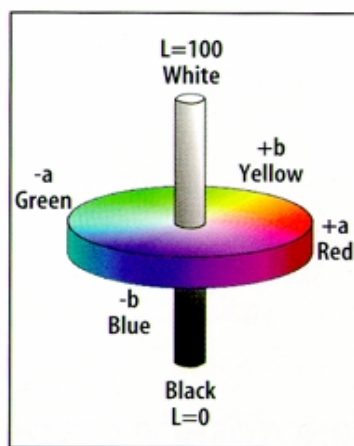
Barvo smo numerično ovrednotili po CIE L*a*b* sistemu (sl. 11). Na vsaki deščici smo izvedli po tri meritve.

Sondo za merjenje smo pozicionirali s pomočjo šablone, tako da smo na istem mestu merili lakirano in nelakirano površino deščice. Najprej smo izmerili barvo trikrat na lakirani površini, nato smo površino poskobljali do globine 2 mm in na istih mestih spet trikrat izmerili barvo.

Iz rezultatov smo izračunali barvno razliko med površinsko obdelanimi in neobdelanimi vzorci (enačba 8).

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \quad \dots(8)$$

ΔE	barvna razlika
ΔL	sprememba svetlosti barve (0 absolutno črno, 100 absolutno belo)
Δa	sprememba barve na rdeče-zeleni osi (rdeče +, zeleno -)
Δb	sprememba barve na rumeno-modri osi (rumeno +, modro -)



Lab model

Slika 11: CIE L*a*b* koordinatni sistem (www.lumen.iee)

4 REZULTATI

4.1 FIZIKALNE LASTNOSTI

Za oceno primernosti kostanjevine za talne obloge smo preverjali naslednje relevantne fizikalne lastnosti:

- gostoto,
- vlažnost,
- krčenje in
- dimenzijsko stabilnost.

4.1.1 Gostota

Povprečna gostota kostanjevine v svežem stanju je bila kljub večji vlažnosti nižja od povprečne gostote hrastovine. Razlike gostot so pri normalni klimi $\rho_{12\%}$ in v absolutno suhem stanju še bolj izrazite. V absolutno suhem stanju, ki je za primerjavo gostot najprimernejše, je gostota kostanjevine za pribl. 180 kg/m^3 manjša od gostote hrastovine. V svežem stanju je bilo pri kostanjevini večje odstopanje gostot, medtem ko je pri normalni klimi in pa pri absolutno suhem stanju odstopanje večje pri hrastovini (pregl.12; pril. A).

Preglednica 12: Gostota kostanjevine in hrastovine pri začetni vlažnosti, pri normalni klimi in pri absolutno suhem lesu

	$\rho_{85\%} [\text{kg/m}^3]$	$\rho_{65\%} [\text{kg/m}^3]$	$\rho_{12\%} [\text{kg/m}^3]$		$\rho_0 [\text{kg/m}^3]$	
	kostanj	hrast	Kostanj	hrast	kostanj	hrast
n:	16	16	32	32	32	32
povp:	898	1052	571	763	536	722
min:	773	955	466	633	433	594
maks:	990	1129	636	859	600	813
st. dev.:	55,56	47,34	42,88	66,85	41,92	64,53
KV[%]:	6,18	4,50	7,51	8,76	7,82	8,94

4.1.2 Vlažnost

Les ima pri različnih vlažnostih različne lastnosti, na spremembo lesne vlažnosti pa so vezane tudi njegove dimenzijske spremembe. Povprečna začetna vlažnost je bila pri kostanju višja od začetne vlažnosti hrastovine. Povprečna lesna vlažnost pri uravnovešanju z relativno zračno vlažnostjo 86 % je bila pribl. 16 %, pri uravnovešanju v relativni zračni

vlažnostji 34 % je znašala 8 % in pri uravnovešanju v relativni zračni vlažnostji 65 % je bila pribl. 12 %. Meritve smo izvajali pri 20 °C. Pri neposušnem kostanju je zaznati večje odstopanje posameznih meritev od povprečne vrednosti. Pri uravnovešanju v komorah pri različnih klimah pa je odstopanje od povprečne vrednosti minimalno (pregl. 13, pril. B).

Preglednica 13: Začetne vlažnosti kostanjevine in hrastovine ter ravnovesne vlažnosti pri relativnih zračnih vlažnostih 86 %, 34 % in v normalni klimi ($\varphi = 65\%$)

	u_z [%]		$u_{\varphi=86\%}$	$u_{\varphi=34\%}$	$u_{\varphi=65\%}$
	kostanj	hrast	ZnSO ₄	MgCl ₂	NaNO ₂
n:	16	16	128	128	128
povp:	85,4	65,5	16,2	8,1	12,2
min:	64,6	56,4	12,7	7,1	9,1
maks:	102,7	72,2	18,6	8,7	14,5
st. dev.:	11,57	4,67	1,32	0,30	1,71
KV[%]:	13,56	7,13	8,18	3,74	13,94

4.1.3 Krčenje

Povprečno totalno krčenje radialno orientiranih vzorcev je pri obeh lesovih enako, bistvena razlika pa je pri tangencialnem krčenju. Kostanjevine se je skrčila za 3,2 % manj kot hrastovina. Odstopanje je povsod približno enako, razen pri tangencialno orientirani hrastovini, kjer je odstopanje nekoliko manjše. Pri sušilniških skrčkih je povprečno radialno krčenje enako pri hrastu in kostanju. Povprečno tangencialno krčenje pa je pri kostanju za 2,7 % manjše kot pri hrastu. Rezultati so torej podobni kot pri totalnih skrčkih, le da so vrednosti manjše, saj se tukaj les osuši le na pribl. 9 % lesne vlažnosti. Odstopanja pri sušilniških skrčkih so povsod približno enaka (pregl. 14, pril. C).

Preglednica 14: Totalni in sušilniški skrčki kostanjevine in hrastovine v radialni in tangencialni smeri

	Totalni skrčki				Sušilniški skrčki			
	β [%] radialno		β [%] tangencialno		$\beta_{\text{suš.}}$ [%] radialno		$\beta_{\text{suš.}}$ [%] tangencialno	
	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast
n:	16	16	16	16	16	16	16	16
povp:	5,1	5,1	8,2	11,4	2,5	2,6	4,5	7,2
min:	4,2	4,3	7,2	10,9	2,1	2,0	3,7	6,5
maks:	6,1	5,8	9,0	12,1	2,9	3,0	5,3	7,9
st. dev.:	0,57	0,54	0,54	0,35	0,29	0,33	0,47	0,38
KV[%]:	11,04	10,48	6,62	3,12	11,71	12,94	10,54	5,32

4.1.4 Dimenzijska stabilnost

Povprečno diferencialno nabrekanje je v radialni smeri približno enako pri kostanjevini in hrastovini, v tangencialni smeri pa je pri kostanjevini manjše kot pri hrastovini. Pri postopnem sušenju je diferencialno nabrekanje manjše kakor pri prvem sušenju.

Preglednica 15: Kazalniki dimenzijske stabilnosti radialno in tangencialno usmerjene kostanjevine in hrastovine

Diferencialno nabrekanje								
	q [%/%]				q [%/%] predhodno osušen			
	radialno		tangencialno		radialno		tangencialno	
	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast
n:	16	16	16	16	16	16	16	16
povp:	0,19	0,20	0,31	0,41	0,15	0,19	0,27	0,35
min:	0,16	0,16	0,26	0,38	0,13	0,14	0,21	0,29
maks:	0,24	0,24	0,33	0,44	0,18	0,21	0,31	0,41
st. dev.:	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03
KV[%]:	10,80	11,20	6,22	3,44	9,58	10,00	9,62	9,72
Koefficient nabrekanja								
	h [%/%]				h [%/%] predhodno osušen			
	radialno		tangencialno		radialno		tangencialno	
	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast
n:	16	16	16	16	16	16	16	16
povp:	0,032	0,036	0,052	0,074	0,017	0,027	0,035	0,053
min:	0,027	0,028	0,042	0,070	0,016	0,020	0,026	0,043
maks:	0,040	0,043	0,057	0,078	0,019	0,032	0,042	0,065
st. dev.:	0,004	0,005	0,004	0,002	0,001	0,003	0,004	0,006
KV[%]:	10,87	13,71	7,74	3,15	5,23	11,92	12,50	11,90
Sorpcijski kvocient								
	s [%/%]				s [%/%] predhodno osušen			
	radialno		tangencialno		radialno		tangencialno	
	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast
n:	16	16	16	16	16	16	16	16
povp:	0,17	0,18	0,17	0,18	0,14	0,13	0,13	0,15
min:	0,16	0,16	0,16	0,17	0,13	0,12	0,12	0,15
maks:	0,18	0,19	0,18	0,19	0,16	0,15	0,15	0,17
st. dev.:	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
KV[%]:	3,61	5,32	3,89	4,78	6,73	6,10	6,10	4,37

Tudi koeficient nabrekanja v tangencialni smeri je pri kostanjevini manjši od koeficienta nabrekanja hrastovine. V radialni smeri so razlike manjše. Pri naslednjem sušenju je koeficient nabrekanja skoraj za polovico manjši kakor pri prvem sušenju.

Sorpcijski kvocient pa je pribl. enak pri radialno in tangencialno usmerjeni kostanjevini ter hrastovini (pregl. 15, pril. D).

Povprečna prečna krčitvena anizotropija je pri kostanju ugodnejša. Pri naslednjem sušenju pa se pri kostanjevini prečna krčitvena anizotropija poveča, pri hrastovini pa zmanjša.

Prečna krčitvena anizotropija je pri kostanju 1,6, pri hrastu pa 2,0 (pregl. 16).

Preglednica 16: Prečna krčitvena anizotropija kostanjevine in hrastovine v kvazi linearnem območju pri prvem in drugem sušenju

Les	q_T/q_R		q_T/q_R predhodno osušen les	
	kostanj	hrast	kostanj	hrast
n:	16	16	16	16
povp:	1,62	2,04	1,84	1,88
min:	1,29	1,72	1,36	1,36
maks:	1,89	2,52	2,17	2,43
st. dev.:	0,17	0,21	0,26	0,30
KV[%]:	10,48	10,53	14,05	15,91

4.2 TRDOTA

Trdoto kostanjevine in hrastovine smo določali v svežem stanju in na vzorcih uravnovešenih v normalni klimi.

Tangencialno usmerjena suha hrastovina ima največjo trdoto 30 MPa. Enako usmerjena suha kostanjevina ima trdoto 20 MPa. Tudi radialno usmerjena suha hrastovina ima večjo trdoto kot enako usmerjena kostanjevina. Trdota pri vlažnem lesu (nad TNCS) je povsod manjša kot pri suhem lesu. Razmerja kostanjevina hrastovina pa so podobna pri vlažnem kot pri suhem lesu (pregl. 17, pril. E). Odstopanja od povprečne vrednosti so v tangencialni smeri nekoliko večja kot v radialni smeri.

Preglednica 17: Trdota radialno in tangencialno usmerjene suhe ter vlažne kostanjevine in hrastovine

	Trdota [MPa] osušen les				Trdota [MPa] vlažen les			
	radialno		tangencialno		radialno		tangencialno	
	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast
n:	24	24	24	24	24	24	24	24
povp:	18	26	20	30	13	19	12	22
min:	13	16	16	18	10	15	10	16
maks:	26	36	30	45	16	26	13	30
st. dev.:	2,80	4,60	3,57	6,41	1,28	2,61	0,84	3,46
KV[%]:	15,56	17,44	17,84	21,35	9,98	13,51	7,21	15,71

4.3 LASTNOSTI POVRŠINSKEGA SISTEMA

Določali smo naslednje lastnosti površinskega sistema:

- debelino premaza,
- oprijemnost premaznega sistema,
- odpornost proti udarcem in
- trdoto površinskega sistema.

4.3.1 Debelina

Debeline filmov laka s kislinskim utrjevalcem, ter vodnih lakov B in C so bile približno enake. Poliuretanski lak pa je imel malenkost manjšo debelino. Značilne razlike glede na različne vrste podlag ni. Debeline premaznega sredstva se gibljejo okrog 80 μm (pregl. 18, pril. F).

Preglednica 18: Debeline laka s kislinskim utrjevalcem, poliuretanskega laka in vodnih lakov pri kostanjevini in hrastovini

	Lak s kislinskim utrjevalcem		Poliuretanski lak		Vodni lak B		Vodni lak C	
	Kostanj [μm]	Hrast [μm]	Kostanj [μm]	Hrast [μm]	Kostanj [μm]	Hrast [μm]	Kostanj [μm]	Hrast [μm]
n:	20	20	20	20	20	20	20	20
povp:	86	83	67	70	80	75	80	84
min:	75	75	58	58	66	66	66	66
maks:	100	100	83	83	91	100	100	100
st. dev.:	8,63	7,84	9,51	7,80	7,75	8,93	9,04	9,04
KV[%]:	10,05	9,40	14,24	11,19	9,67	11,96	11,29	10,73

4.3.2 Oprijemnost premaza

Oprijemnost premaza je eden izmed najpomembnejših dejavnikov kvalitete površinske obdelave. Vse oprijemnosti so bile večje od 2 MPa, kar ustreza normativom premazov za pohištvo. Pri premazovanju talnih oblog pa moramo imeti čim večjo oprijemnost, da se premaz zaradi izrazitejših mehanskih vplivov ne začne luščiti. Pri oprijemnosti laka s kislinskim utrjevalcem so bili rezultati dokaj solidni (7 MPa –10 MPa), pri kostanju nekoliko manjši (7 MPa). Oprijemnost poliuretanskega premaza je tudi primerna (večja od 8 MPa). Pri testu oprijemnosti PU lakov na kostanju je prišlo do kohezijskega loma podlage (lesa) in zato oprijemnosti nismo mogli določiti, je pa višja od ugotovljene vrednosti. Torej ima poliuretanski premaz večjo oprijemnost na kostanju od oprijemnosti na hrastu. Vodna laka imata dobro oprijemnost na hrastu, manjša pa je oprijemnost na kostanju. Vodni lak C ima še nižjo oprijemnost od vodnega laka B, kar je vsekakor premalo za kvalitetno površinsko obdelano talno oblogo (pregl. 19, pril. G).

Preglednica 19: Oprijemnost laka s kislinskim utrjevalcem, poliuretanskega laka in vodnih lakov na kostanjevini in hrastovini

	Lak s kislinskim utrjevalcem		Poliuretanski lak		Vodni lak B		Vodni lak C	
	Kostanj [MPa]	Hrast [MPa]	Kostanj [MPa]	Hrast [MPa]	Kostanj [MPa]	Hrast [MPa]	Kostanj [MPa]	Hrast [MPa]
n:	10	10	10	10	10	10	10	10
povp:	7,6	10,3	8,5k¹	8,9	4,5	7,0	3,3	7,0
min:	6,4	9,0	6,8k ¹	6,5	3,2	4,7	2,4	5,6
maks:	9,1	11,5	10,2k ¹	10,8	5,7	9,3	4,3	8,3
st. dev.:	0,77	0,85	1,04 k ¹	1,44	0,79	1,26	0,54	0,78
KV[%]:	10,25	8,24	12,17 k ¹	16,18	17,70	18,01	16,24	11,18

¹ prišlo je do kohezijskega loma kostanjevega lesa, oprijemnost je večja od izmerjene in neznana.

4.3.3 Odpornost površinskega sistema proti udarcem

Lak s kislinskim utrjevalcem se je glede odpornosti proti udarcem izkazal kot najslabši (ocena okrog 3). Nekoliko boljše se ta lak obnese na hrastu. Poliuretanski lak je dobro prenesel test, nekoliko slabši rezultat je bil pri radialno usmerjenem kostanju, vendar ne veliko. Ocenili smo ga z oceno 4. Najbolje se je izkazal vodni lak B, ki med testom ni nikoli razpokal. Je zelo prožen. Malo slabši je vodni lak C pri tangencialno usmerjenem kostanju, vendar je razlika zanemarljiva. Najbolj prožni so premazi na vodni osnovi, pri katerih ob udarcih ne pride do mehanske poškodbe premaza. Dobro se je obnesel tudi poliuretanski premaz. Najslabši pa je lak s kislinskim utrjevalcem, ker je trd in krhek. Pri poškodbah razpoka, kar je slabo za premaz (pregl. 20, pril. H).

Preglednica 20: Odpornost laka s kislinskim utrjevalcem, poliuretanskega laka in vodnih lakov na udarce pri kostanjevini in hrastovini

	Lak s kislinskim utrjevalcem				Poliuretanski lak				Vodni lak B				Vodni lak C			
	kostanj		hrast		kostanj		hrast		kostanj		hrast		kostanj		hrast	
Ocena / premer poškodbe [mm]	1-5	φ	1-5	φ	1-5	φ	1-5	φ	1-5	φ	1-5	φ	1-5	φ	1-5	φ
n:	20		20		20		20		20		20		20		20	
povp:	3,2	4,3	3,5	4,5	3,9	5,5	4		4,0		4,0		4,0	5	4,0	
min:	2,0	3,0	2,0	3,6	3,0	5,0	4,0		4,0		4,0		3,0	5	4,0	
maks:	4,0	5,3	4,0	5,5	4,0	6,0	4,0		4,0		4,0		4,0	5	4,0	
st. dev.:	0,70	0,67	0,61	0,71	0,31	0,71	0,0		0,00		0,00		0,22		0,00	
KV[%]:	21,7	15,7	17,3	15,8	7,89	12,9	0,0		0,00		0,00		5,66		0,00	

4.3.4 Trdota površinskega sistema

Najmanj primeren je lak s kislinskim utrjevalcem. Pri obeh vrstah lesa je pri poskusu prišlo do razenja premaza. Pri vseh ostalih premazih pa je bil mejnik za izmerjeno silo širina udrtine 0,5 mm in ne razenje. Pri laku s kislinskim utrjevalcem je bila izmerjena sila 5 N za hrast, pri poliuretanskem laku pa 9 N, kar je skoraj enkrat več. To pomeni, da je poliuretanski premaz veliko boljši. Malo nižjo trdoto ima vodni premaz B na obeh lesovih (8 N). Vodni premaz C pa ima nekoliko nižjo trdoto na hrastu (7 N), medtem ko je na kostanju trdota sistema 8 N. To je presenetljivo, saj je hrast trša podlaga (pregl. 21).

Preglednica 21: Trdota laka s kislinskim utrjevalcem, poliuretanskega laka in vodnih lakov po metodi razenja z vzmetnim svinčnikom na kostanjevini in hrastovini

	Lak s kislinskim utrjevalcem		Poliuretanski lak		Vodni lak B		Vodni lak C	
	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast
	sil/širina	sil/širina	sil/širina	sil/širina	sil/širina	sil/širina	sil/širina	sil/širina
Meritev	N/ mm	N/ mm	N/ mm	N/ mm	N/ mm	N/ mm	N/ mm	N/ mm
1	6/ R ¹	7/ R ¹	9/ 0,5	9/ 0,5	9/ 0,5	8/ 0,5	8/ 0,5	8/ 0,5
2	7/ R ¹	5/ R ¹	9/ 0,5	10/ 0,5	8/ 0,5	9/ 0,5	8/ 0,5	7/ 0,5
ocena povp.(min):	6/ R¹	5/ R¹	9/ 0,5	9/ 0,5	8/ 0,5	8/ 0,5	8/ 0,5	7/ 0,5

¹ Pri tej sili je prišlo do razenja

4.4 OVREDNOTENJE BARVE NEOBDELANE IN OBDELANE KOSTANJEVINE IN HRASTOVINE

Povsod je opazen temnejši odtenek lakirane površine od nelakirane. Pri kostanju so barvne razlike med lakirano in nelakirano površino najizrazitejše pri poliuretanskem laku, malo manj pri laku s kislinskim utrjevalcem. Pri hrastu so razlike povsod približno enake. Pri vodnih lakih so razlike med lakirano in nelakirano površino najmanjše, predvsem pri vodnem laku B na kostanjevi podlagi. Nelakiran hrast pa je temnejši od nelakiranega kostanja.

Lak s kislinskim utrjevalcem in poliuretanski lak površino obarvata izrazito rdečkasto. Medtem pa vodna laka površino proti rdeči obarvata minimalno. Največje razlike pri poliuretanskem in »kislinskem« laku so pri kostanju, pri vodnih lakih pa so razlike večje pri hrastu. Lak s kislinskim utrjevalcem obarva kostanjevino bolj rdeče kot hrastovino, tako da ima začetno manj rdečkasta kostanjevina na koncu bolj rdeč odtenek od hrastovine. Poliuretanski lak obarva hrastovino nekoliko manj kot »kislinski« lak, kostanjevino pa obarva močnejše od »kislinskega« laka. Torej imamo še bolj rdečkast odtenek kostanja. Vodni lak C malenkost bolj obarva kostanj na rdeče kot lak B. Obratno pa je pri hrastu. V kolikor ne želimo spremeniti naravne barve lesa proti rdeči, so najprimernejši premazi na vodni osnovi. Najbolj obarva kostanj na rdečkasto poliuretanski lak, malo manj pa lak s kislinskim utrjevalcem.

Lak s kislinskim utrjevalcem in poliuretanski lak obarvata kostanj in hrast na rumenkasto približno enakovredno. Vodni lak B v tem pogledu je najboljši, saj najmanj spremeni

barvo, mogoče malo bolj pri kostanju kot pa pri hrastu. Najbolj pa obarva na rumeno vodni lak C, predvsem kostanj (pregl. 22, pril. I, J, K, L).

Preglednica 22: Barva po CIE L*a*b sistemu (lakirane in nelakirane) kostanjevine in hrastovine, obdelane s poliuretanskim lakom, lakom s kisliniskim utrjevalcem in vodnima lakoma

	Lakirano						Nelakirano					
	L*		a*		b*		L*		a*		b*	
	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast
Poliuretanski lak												
n:	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
povp:	62,8	61,2	13,3	12,5	25,9	26,3	72,0	68,8	8,5	8,5	18,8	20,0
min:	57,37	54,66	11,60	10,09	24,43	22,18	66,75	64,96	7,72	7,51	17,83	17,07
maks:	69,04	69,54	14,69	15,12	26,92	28,92	76,44	73,09	9,16	9,17	19,61	22,11
st. dev.:	4,76	5,41	0,90	1,70	0,99	2,26	2,77	2,89	0,41	0,71	0,60	2,15
KV[%]:	7,59	8,85	6,76	13,62	3,81	8,58	3,85	4,19	4,84	8,34	3,22	10,77
Lak s kisliniskim utrjevalcem												
n:	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
povp:	64,6	59,9	12,9	12,8	25,3	26,4	73,0	67,2	8,3	9,1	18,6	20,8
min:	58,04	51,61	11,60	11,63	24,05	25,22	69,40	62,25	7,80	8,44	17,79	19,82
maks:	68,75	63,92	15,27	13,99	26,50	27,36	77,82	70,66	8,95	10,00	20,93	21,24
st. dev.:	3,74	4,42	1,26	0,85	0,87	0,78	3,08	3,07	0,31	0,54	0,86	0,38
KV[%]:	5,79	7,38	9,74	6,60	3,45	2,94	4,22	4,57	3,72	5,92	4,64	1,80
Vodni lak B												
n:	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
povp:	68,2	62,6	8,8	10,5	23,7	24,7	73,5	67,9	8,1	9,1	18,2	21,2
min:	65,04	60,52	8,08	8,95	23,05	23,36	71,15	63,84	7,57	7,70	15,54	21,01
maks:	71,15	67,72	10,52	11,30	24,65	25,79	75,88	71,01	8,77	9,91	19,28	21,86
st. dev.:	1,73	2,39	0,65	0,83	0,52	0,69	1,63	2,62	0,33	0,73	1,07	0,22
KV[%]:	2,53	3,82	7,30	7,91	2,18	2,79	2,22	3,85	4,06	8,05	5,84	1,01
Vodni lak C												
n:	11	12	11	12	11	12	11	12	11	12	11	12
povp:	66,4	63,7	9,4	10,2	27,2	27,1	72,7	69,2	8,5	9,2	18,8	21,5
min:	63,09	60,60	8,24	9,83	25,91	25,57	69,68	66,67	7,79	8,62	17,80	20,73
maks:	69,97	68,17	10,22	11,18	29,32	28,49	74,95	73,09	9,91	9,77	19,93	21,99
st. dev.:	2,29	2,77	0,51	0,48	1,15	0,75	1,65	2,38	0,61	0,33	0,78	0,45
KV[%]:	3,44	4,34	5,43	4,64	4,21	2,78	2,27	3,44	7,15	3,60	4,15	2,11

Barvne razlike (ΔE) med lakirano in nelakirano površino so največje pri poliuretanskem premazu in to najbolj pri kostanju. Tudi pri površinsko obdelani hrastovini je prišlo do največjih razlik pri poliuretanu. Lak s kisliniskim utrjevalcem je malo boljši glede barvnih sprememb. Manjša je tudi razlika med premazano hrastovino in kostanjevino. Vodni lak C je tudi spremenil barvo kostanju in to precej bolj kot hrastu. Najboljši pa je vodni premaz B, ki ima najmanjše barvne spremembe med temi premazi. Tudi tukaj se je kostanj bolj barvno spremenil kot hrast (pregl. 23).

Preglednica 23: Sprememba barve po lakiranju s poliuretanskim lakom, z lakom s kisliniskim utrjevalcem in z vodnima lakoma kostanjeve in hrastove površine

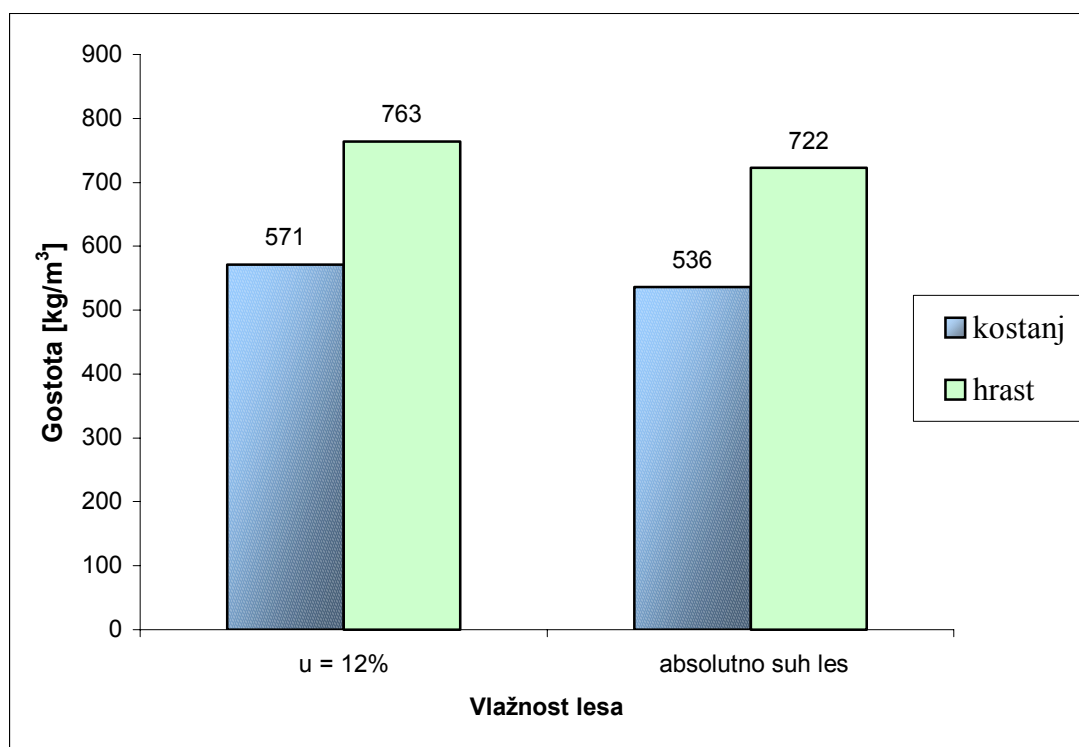
ΔE	Poliuretanski lak		Lak s kisliniskim utrjevalcem		Vodni lak B		Vodni lak C	
	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast
n:	12	12	12	12	12	12	12	12
povp:	12,8	10,4	11,8	10,0	7,8	6,6	10,7	8,0
min:	9,21	6,57	5,95	7,75	5,41	4,67	9,22	5,92
maks:	17,61	13,92	16,55	13,12	12,58	10,63	13,45	10,50
st. dev.:	2,85	2,68	3,12	1,66	2,56	1,98	1,34	1,38
KV[%]:	22,15	25,80	26,39	16,57	32,67	30,04	12,56	17,30

5 RAZPRAVA

5.1 FIZIKALNE LASTNOSTI

5.1.1 Gostota

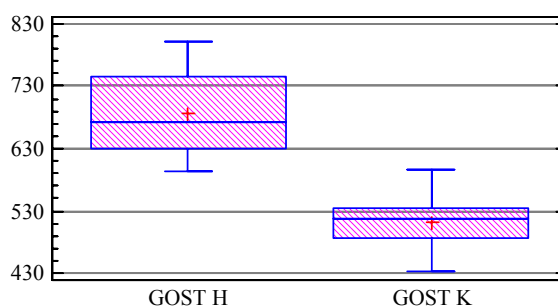
Povprečna gostota kostanjevine je nižja od hrastovine (sl. 12), kar je posledica njene večje poroznosti in specifične anatomske sestave. Odstopanje v svežem stanju je pri kostanjevini večje zaradi višje začetne vlažnosti. V normalni klimi in pri absolutno suhem stanju pa je odstopanje pri hrastovini večje, kar je posledica večjega nihanja gostote pri različnih širinah branik.



Slika 12: Gostota kostanjevega in hrastovega lesa pri normalni klimi in v absolutno suhem stanju

Povprečne gostote absolutno suhe kostanjevine in hrastovine se ujemajo s povprečnimi gostotami navedenimi v Wagenführ-jevem Holzatlasu. (pregl. 4, str. 22)

Pri statistični obdelavi podatkov absolutno suhega lesa je bilo pri hrastovini razvidno nekoliko večje odstopanje navzgor od povprečne vrednosti, pri kostanjevini pa navzdol. Gostota je odraz značilne anatomske sestave posamezne drevesne vrste in velikokrat pogojuje ostale lastnosti lesa (sl. 13).

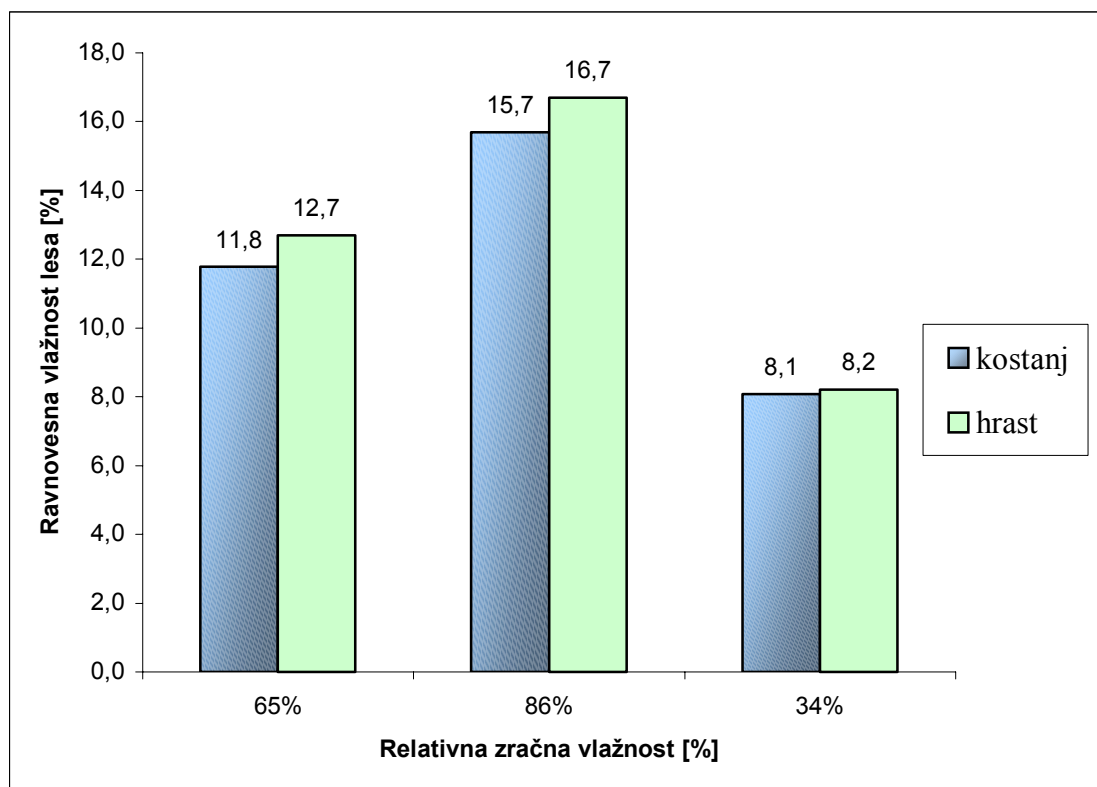


Slika 13: Statistična primerjava gostot [kg/m^3] med hrastovino in kostanjevino absolutno suhega lesa, potrjuje statistično značilno razliko

5.1.2 Vlažnost

Ravnovesne vlažnosti hrastovine so pri višjih relativnih zračnih vlažnostih za pribl. 1 % višje kot pri kostanjevini. Pri nižji relativni zračni vlažnosti pa je razlika med kostanjevino in hrastovino minimalna (sl. 14).

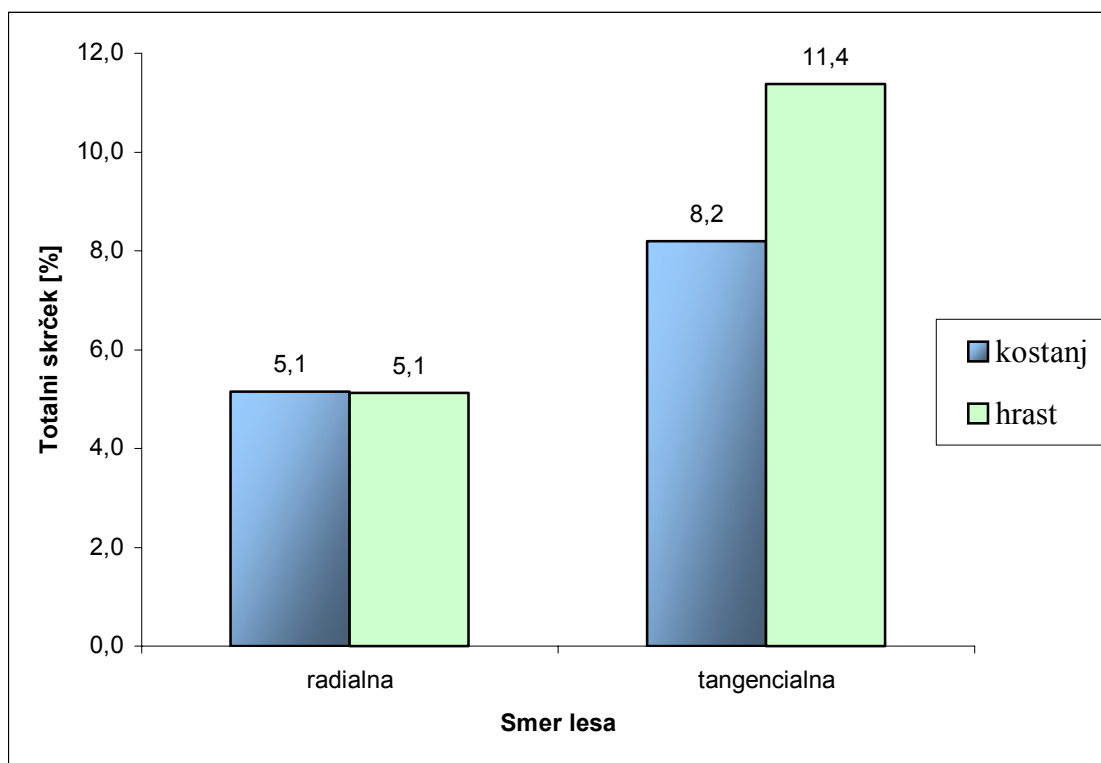
Lesova smo uravnovešali v komorah precej časa, zato so odstopanja od povprečne vrednosti minimalna in nesignifikantna.



Slika 14: Ravnovesne vlažnosti kostanjevine in hrastovine pri relativni zračni vlažnosti: 65 %, 86 % in 34 %

5.1.3 Krčenje

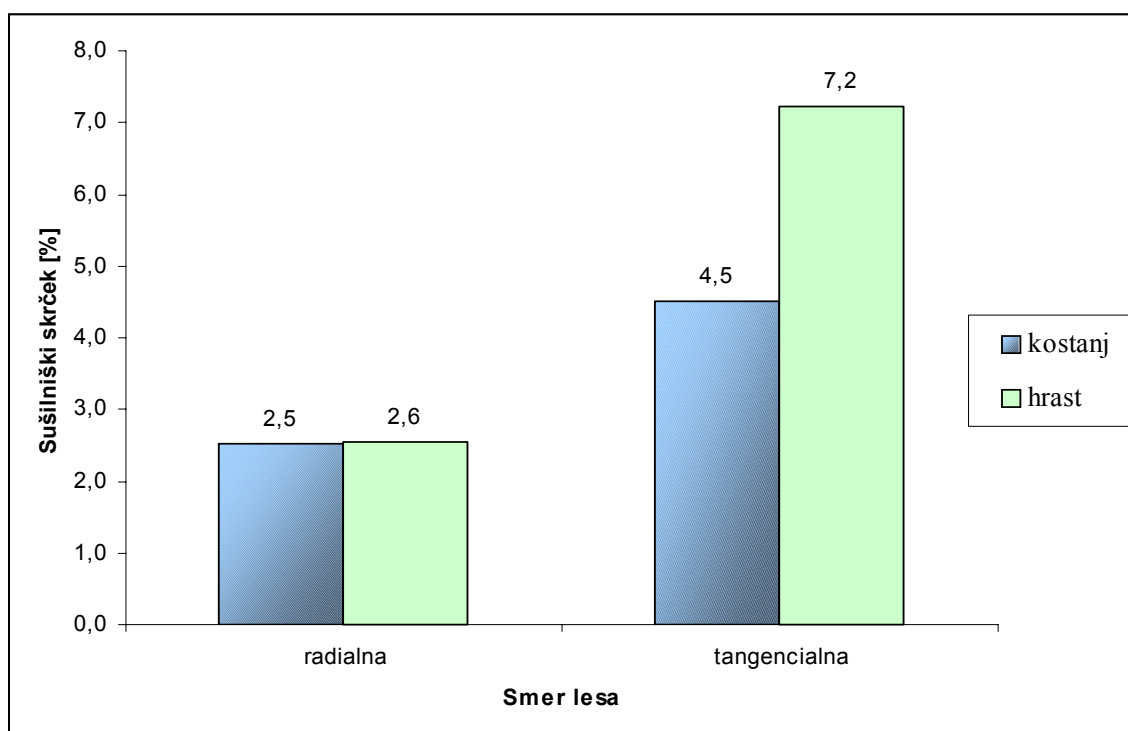
Tangencialno orientirana hrastovina se je bistveno bolj skrčila kot kostanjevina (sl. 15). Razlago lahko iščemo v gostoti, ker imajo jedrovinske snovi večji vpliv pri lesovih z nižjo gostoto. Gostejši lesovi imajo tudi debelejšše celične stene, posledično se pri sušenju izloči več vode in les se bolj skrči. Pri krčenju se kasni les bolj krči, rani manj. V tangencialni smeri se rani les prilagodi kasnemu, v radialni pa se krči vsak zase. Vsi ti dejavniki vplivajo na razlike pri krčenju.



Slika 15: Totalni skrčki kostanjevine in hrastovine v radialni in tangencialni smeri

Wagenführ navaja povprečno tangencialno krčenje hrastovine od 7 % do 10 %, mi pa smo izračunali povprečno tangencialno krčenje 11,4 %. Tudi povprečno tangencialno krčenje kostanjevine (8,2 %) je nekoliko večje od navedene (6,4 %). Vzrok je v heterogenosti lesa. (pregl. 4, str. 22)

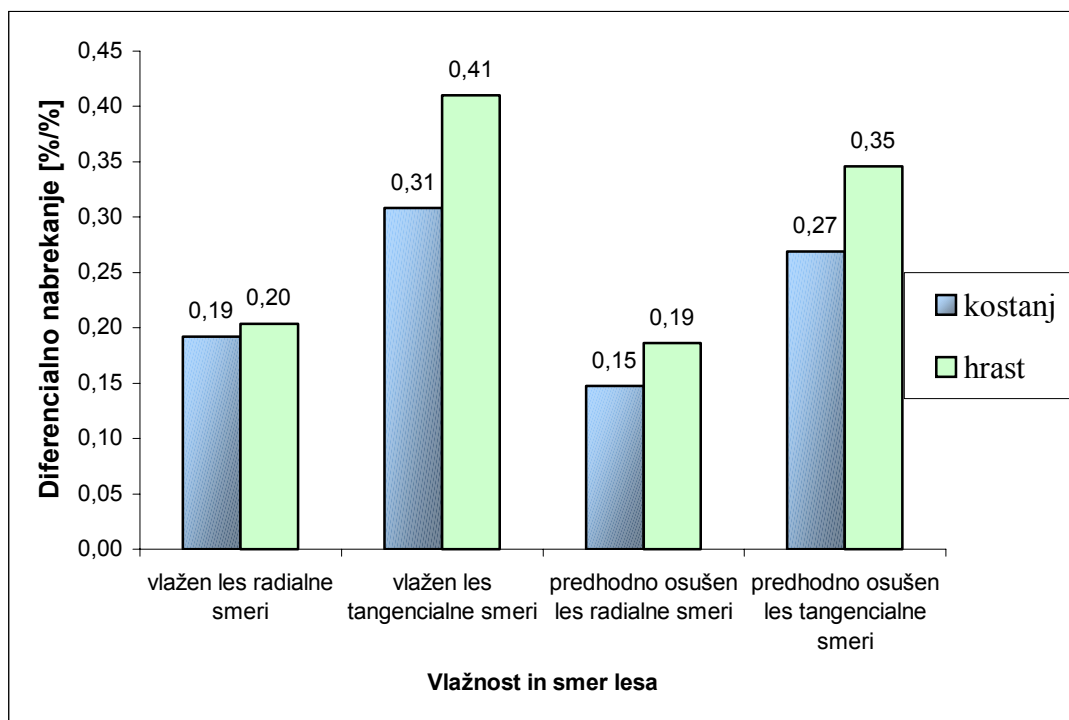
Sušilnični skrček je izračunan do lesne vlažnosti okrog 9 %. To pomeni, da se les skrči za sušilnični skrček od napojenega stanja do vlažnosti lesa 9 % (sl. 16).



Slika 16: Sušilniški skrčki kostanjevine in hrastovine v radialni in tangencialni smeri

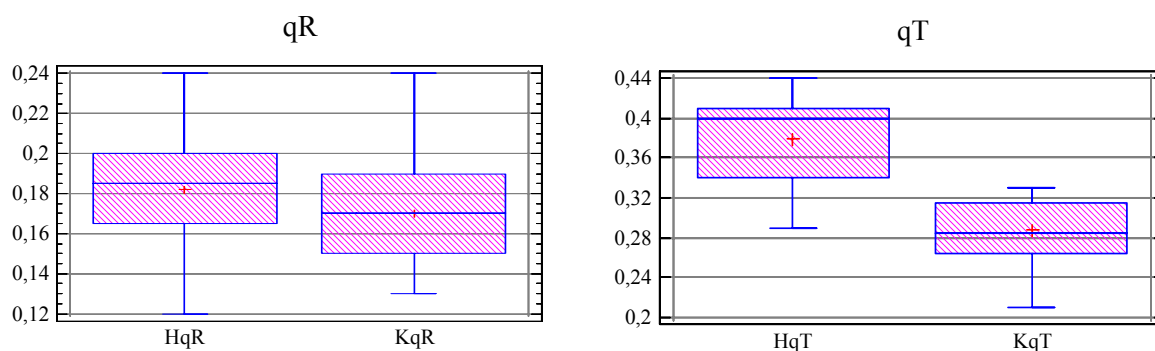
5.1.4 Dimenzijska stabilnost

Manjše diferencialno nabrekanje pri kostanju (sl. 17) je posledica nižje gostote in večjega vpliva jedrovinskih snovi. Vzroki so podobni kot pri krčenju. Pri predhodno že osušenem lesu je povprečno diferencialno nabrekanje manjše od diferencialnega pri prvem sušenju. To je posledica sorpcijske preteklosti in pa vpliva temperature pri sušenju.



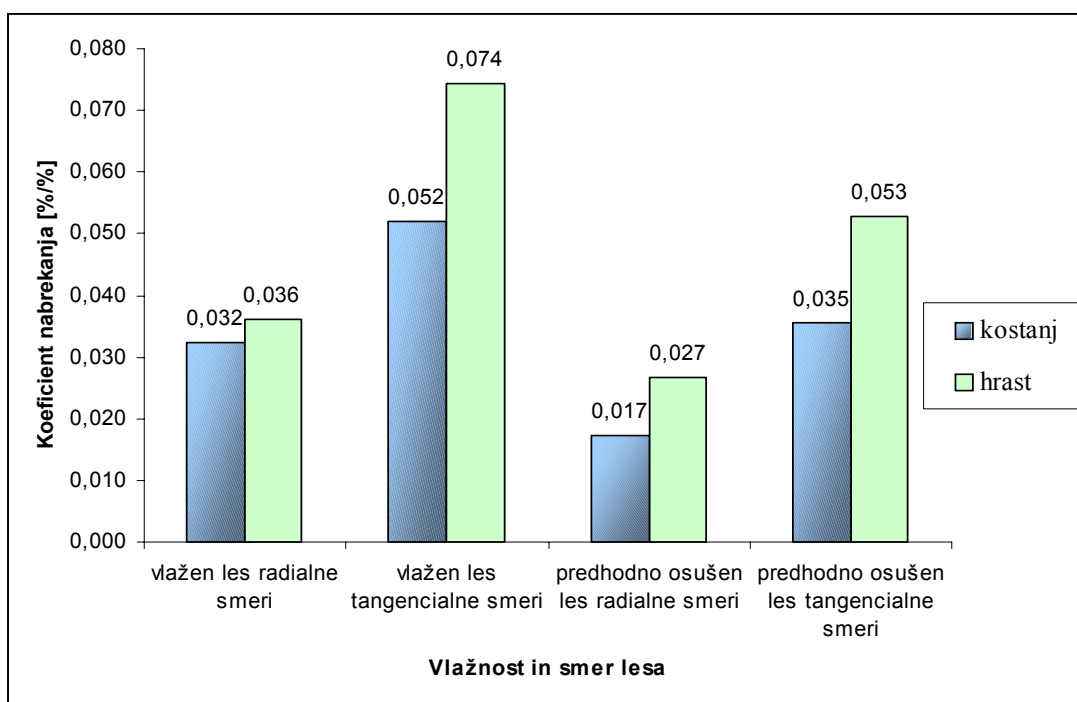
Slika 17: Diferencialno nabrekanje kostanjevine in hrastovine pri prvem in drugem sušenju ter pri različnih orientacijah

Iz statistične obdelave je razvidno enakomerno odstopanje meritev v radialni smeri. V tangencialni smeri pa je pri hrastu večje odstopanje navzdol, pri kostanju pa navzgor (sl. 18).

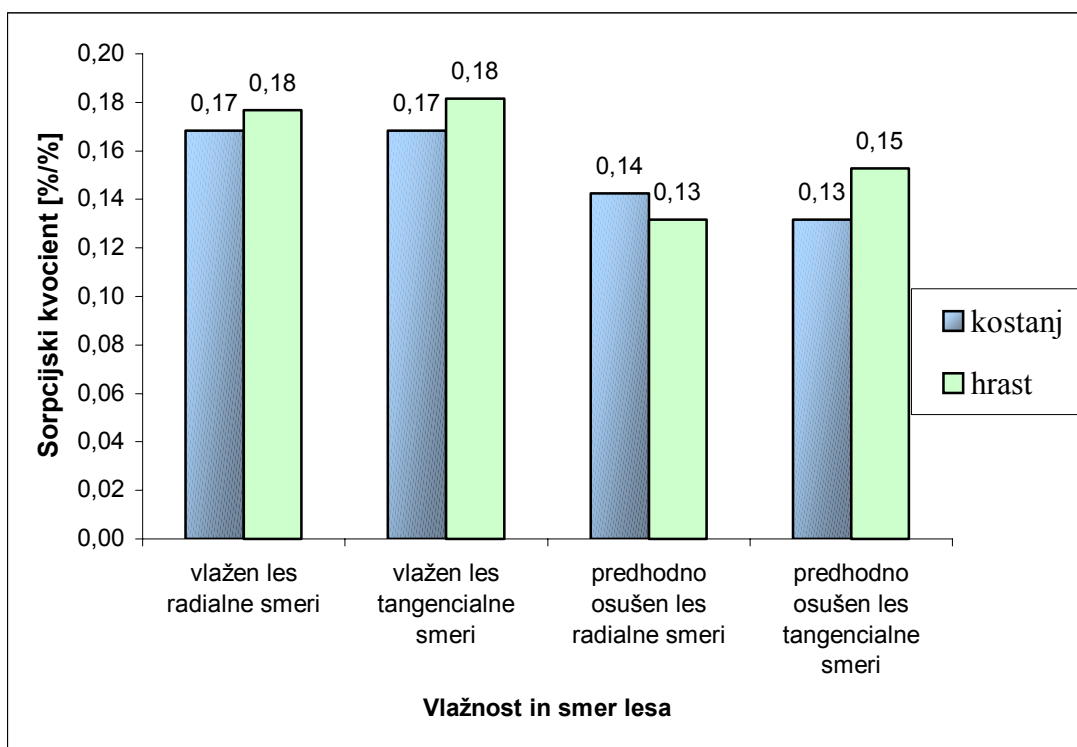


Slika 18: Statistično obdelani podatki za diferencialno nabrekanje (levo- radialne smeri, desno- tangencialne smeri) pri hrastovini in kostanjevini

Vzroki za razlike koeficienta nabrekanja (sl. 19) in sorpcijskega kvocienta (sl. 20) so podobni kot pri diferencialnem nabrekanju.

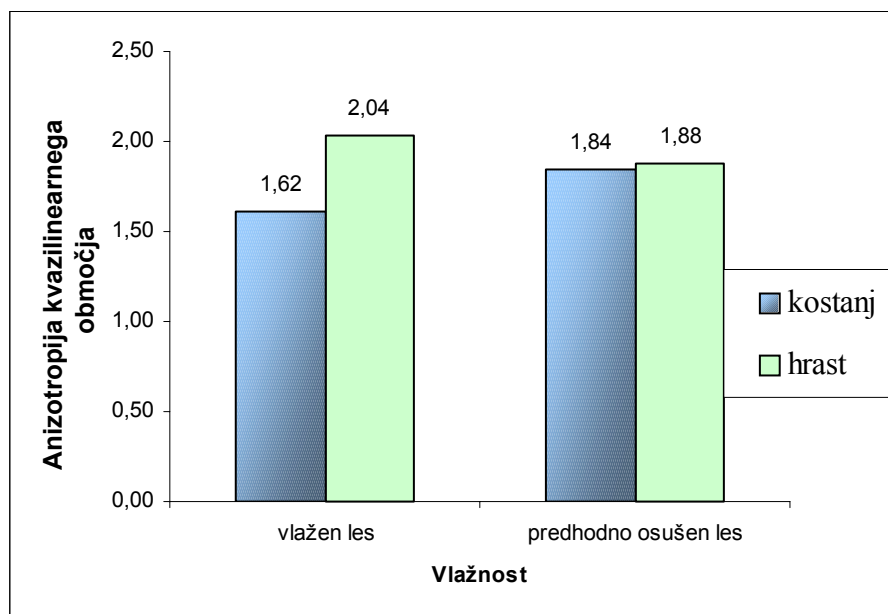


Slika 19: Koefficient nabrekanja kostanjevine in hrastovine pri prvem in drugem sušenju ter pri različnih orientacijah



Slika 20: Sorpcijski kvocient kostanjevine in hrastovine pri prvem in drugem sušenju ter pri različnih orientacijah

Kostanjevina ima najmanjšo povprečno krčitveno anizotropijo, ker ima najmanjše skrčke. Pri drugem sušenju je pri kostanju anizotropija nekoliko večja, zaradi večjih razlik med tangencialno in radialno smerjo. Pri hrastovini pa je anizotropija največja na začetku in se pri naslednjih sušenjih zmanjšuje (sl. 21).

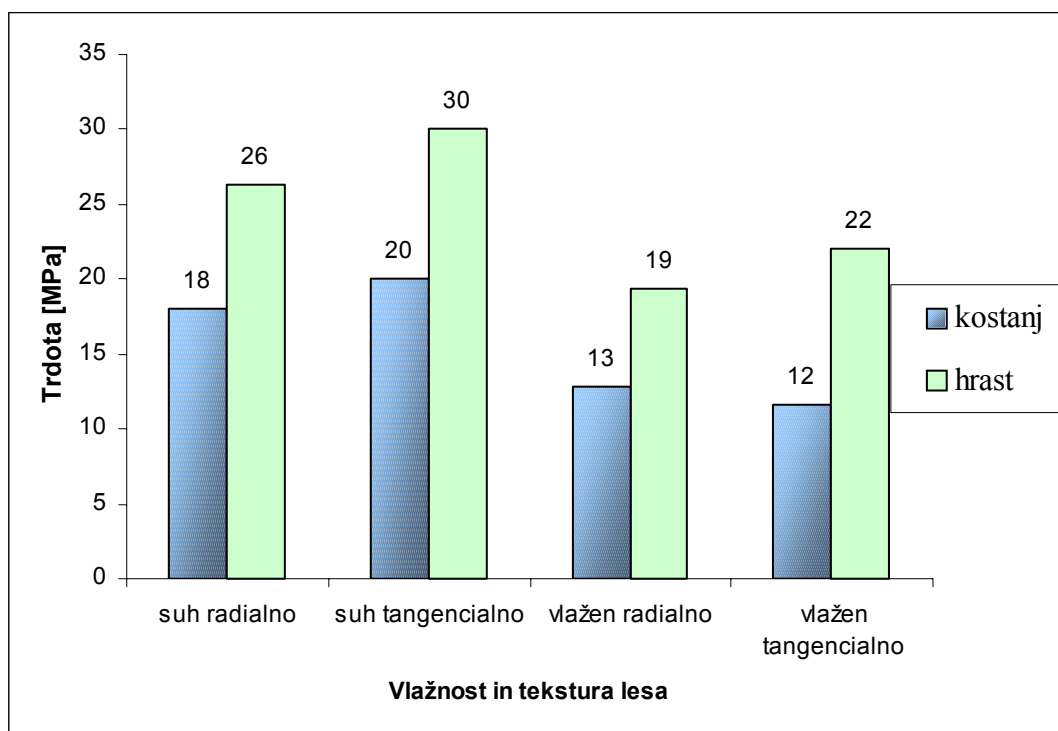


Slika 21: Anizotropija kvazilinearnega območja kostanjevine in hrastovine pri prvem in drugem sušenju

5.2 TRDOTA

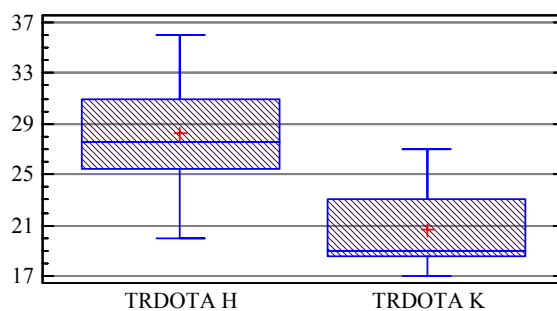
Trdota kostanjevine je nižja od trdote hrastovine (sl. 22). Na trdoto vpliva vlaga, ki »omehča« lesno tkivo. Tudi nižja gostota kostanjevine veliko prispeva k nižji trdoti lesa. Boljši rezultati v tangencialni smeri so zaradi večjega deleža kasnega lesa na površini, kakor v radialni smeri.

Wagenführ navaja povprečno trdoto kostanjevine 18 MPa, kar se skoraj ujema z našimi izračuni. Povprečna trdota hrastovine pa je nekoliko večja od izračunane iz naših vzorcev (pregl. 5, str. 22). Vzrok je v heterogenosti hrastovine in različnem rastišču.



Slika 22: Trdota suhe in vlažne kostanjevine in hrastovine v različnih smereh

Pri hrastovini imamo nekoliko večje odstopanje meritev od povprečne vrednosti navzgor. Tudi pri kostanjevine imamo odstopanje navzgor in sicer veliko večje kot pri hrastovini, zaradi poroznosti kostanjevine (sl. 23).

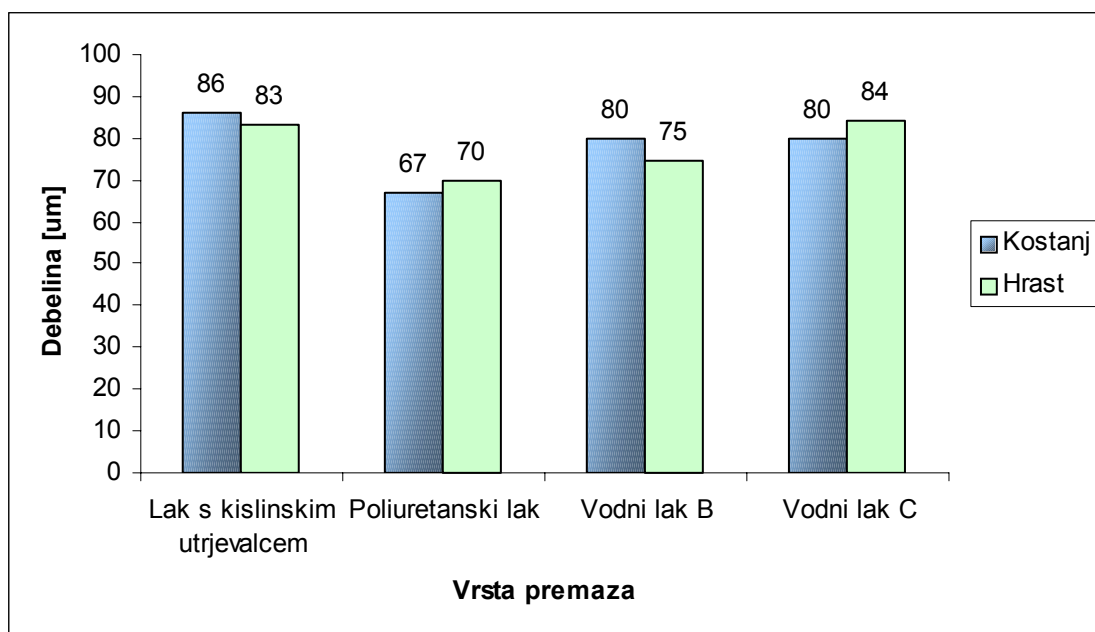


Slika 23: Statistično obdelani podatki za trdoto pri hrastovini in kostanjevine pri suhem lesu

5.3 LASTNOSTI POVRŠINSKEGA SISTEMA

5.3.1 Debelina

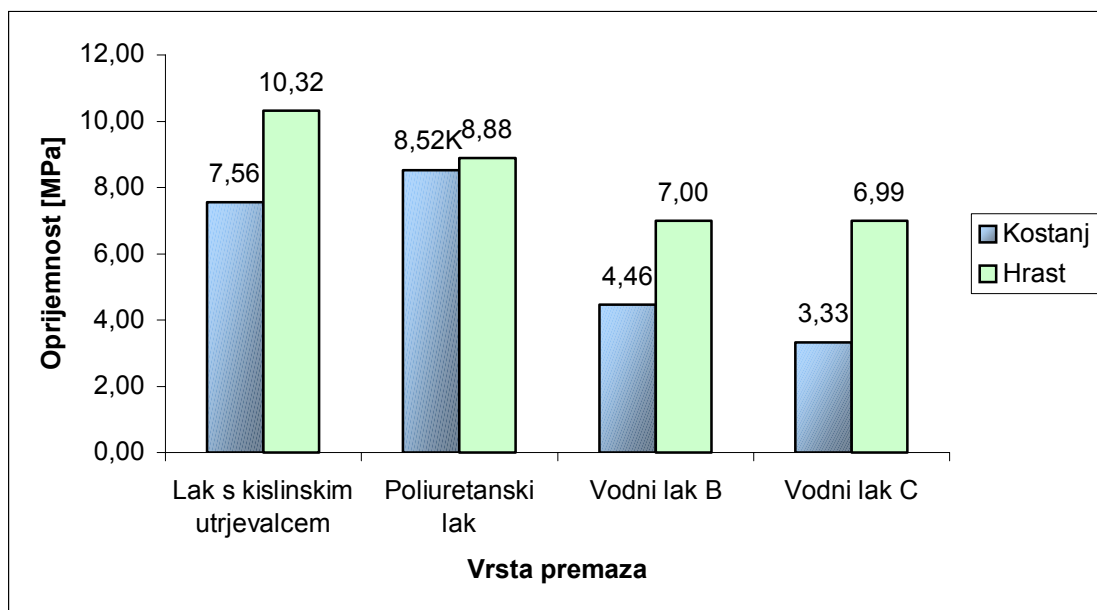
Debeline premazov, ki smo jih nanесли na različne podlage, so bile povsod približno enake. Vendar pa je pri tej ugotovitvi potrebno upoštevati, da smo vodne lake nanašali večkrat (v več slojih) kot poliuretanski lak in lak s kislinskim utrjevalcem. To je posledica dejstva, da so imeli vodni laki manjšo telesnino (sl. 24). To trditev dokazujejo tudi podatki proizvajalcev o vsebnosti nehlapnih snovi. Pri vodnih lakih proizvajalci navajajo od 30 % do 35 % vsebnosti nehlapnih snovi v laku. Medtem pa imajo poliuretanski premazi od 55 % pa do 60 % nehlapnih substanc.



Slika 24: Debelina laka s kislinskim utrjevalcem, poliuretanskega laka in vodnih lakov na kostanjevini in hrastovini

5.3.2 Oprijemnost premaza

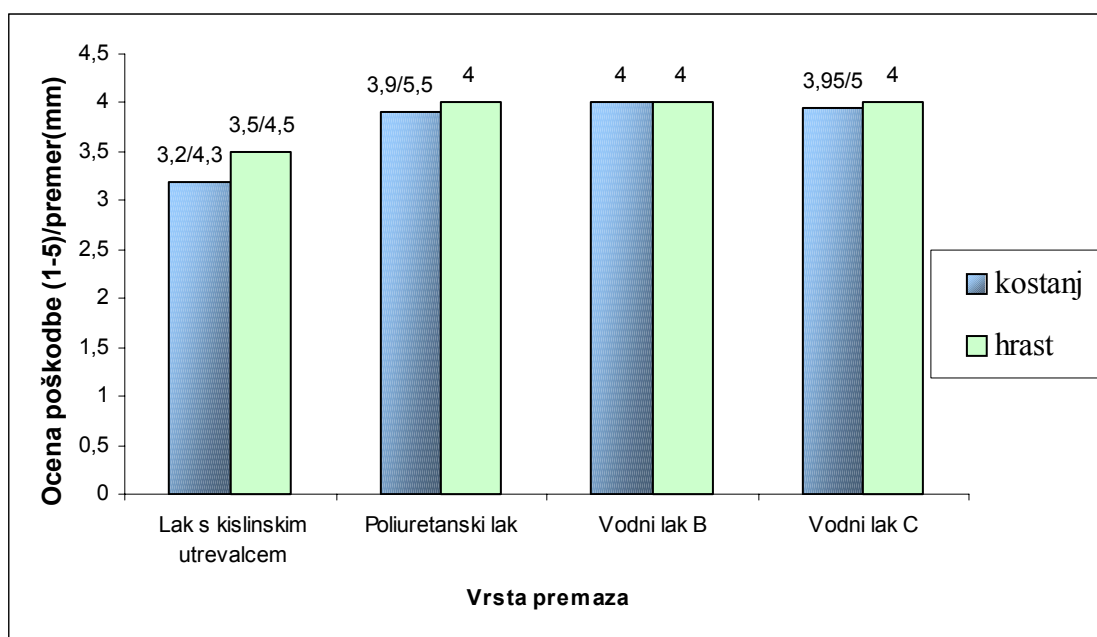
Oprijemnost je pri večini lakov na kostanjevi podlagi nižja, razen pri poliuretanskem laku. Pri poliuretanskem laku je prišlo pri določanju oprijemljivosti z metodo odtrgovanja pečatov do kohezijskega loma kostanjevega lesa. To pomeni, da prave oprijemnosti nismo mogli določiti, je pa le-ta prav gotovo višja od izmerjene vrednosti (8,5 MPa). Pri vodnih lakih so razlike kostanj - hrast največje, verjetno zaradi specifične sestave premaza in interakcije s kostanjevino (sl. 25).



Slika 25: Oprijemnost laka s kislinskim utrjevalcem, poliuretanskega laka in vodnih lakov na površini kostanja in hrasta

5.3.3 Odpornost površinskega sistema proti udarcem

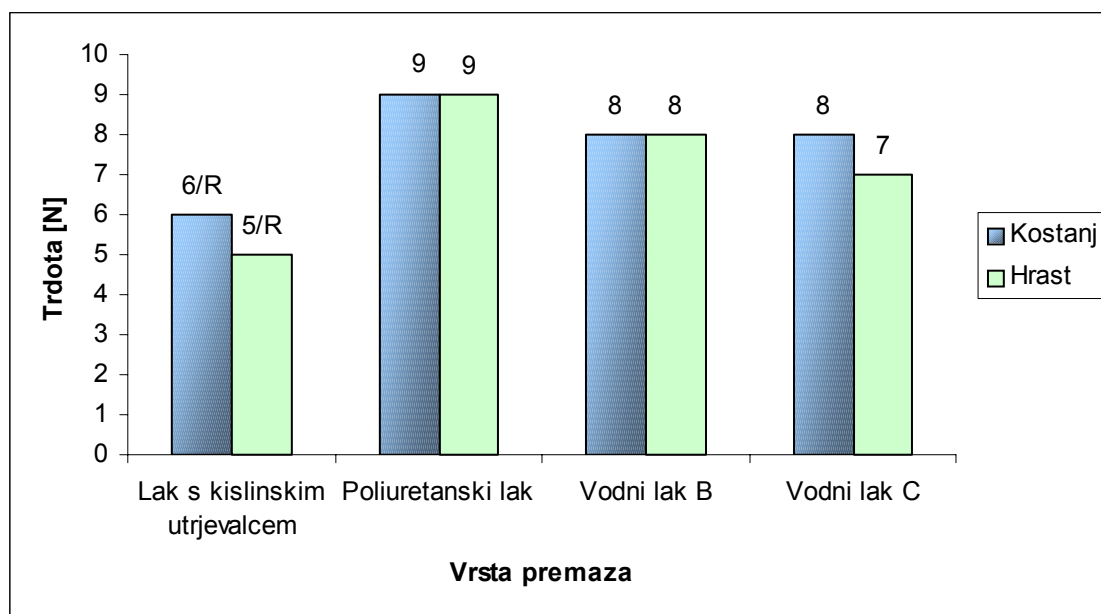
Odpornost površinskega sistema proti udarcem je najboljša pri vodnih lakih, ker njihova kemična sestava omogoča prožnost premaza. Lak s kislinskim utrjevalcem je dosegel najslabše rezultate zaradi svoje trdote, posledično krhkosti. Nekoliko slabši rezultati so na kostanjevi podlagi, ker je mehkejša (sl. 26).



Slika 26: Odpornost laka s kislinskim utrjevalcem, poliuretanskega laka in vodnih lakov proti udarcem na kostanjevini in hrastovini

5.3.4 Trdota površinskega sistema

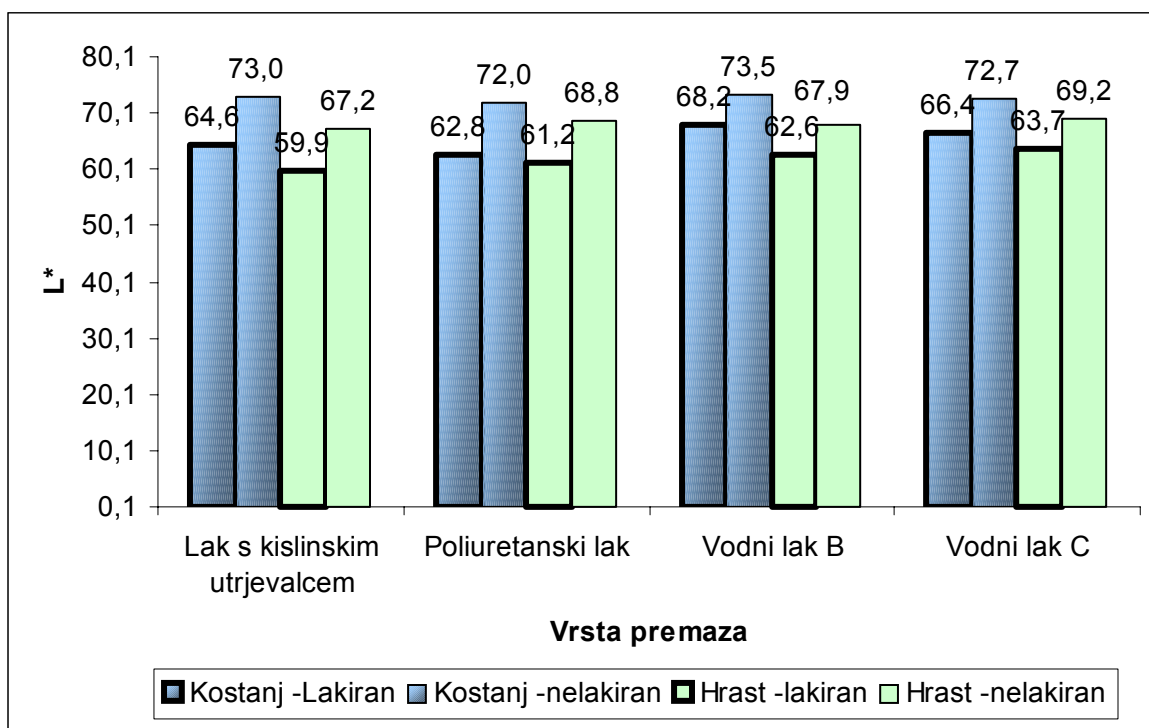
Na laku s kislinskim utrjevalcem so se med poskusom ustvarile raze, zaradi njegove kemične sestave, ki naredi lak preveč trd in neprožen. Medtem pa poliuretanski lak tvori trd in hkrati dovolj prožen film laka, da ne pride do nastanka razpok (sl. 27).



Slika 27: Trdota laka s kislinskim utrjevalcem, poliuretanskega laka in vodnih lakov na kostanjevini in hrastovini

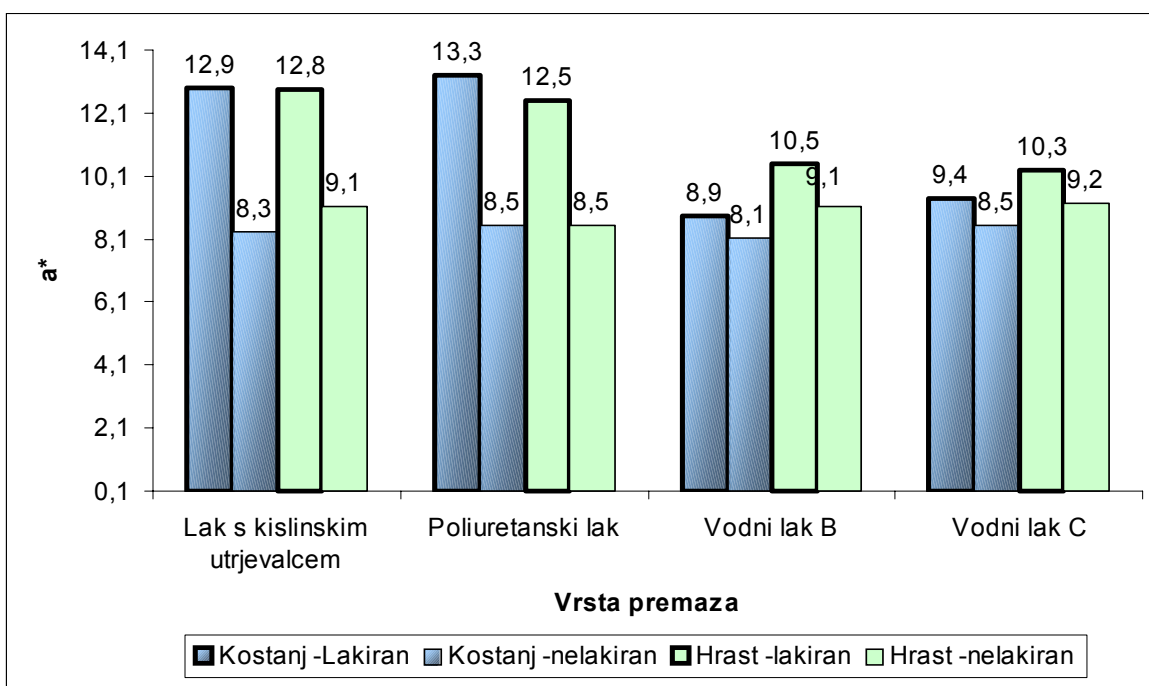
5.4 OVREDNOTENJE BARVE NEOBDELANE IN OBDELANE KOSTANJEVINE IN HRASTOVINE

Barve so odraz specifične kemične sestave lesa in kemične sestave premaza ter interakcije med njima. Neobdelana hrastovina je temnejša od neobdelane kostanjevine, kar je posledica anatomske in kemične sestave. Vsi laki podlago potemnijo (sl. 28).



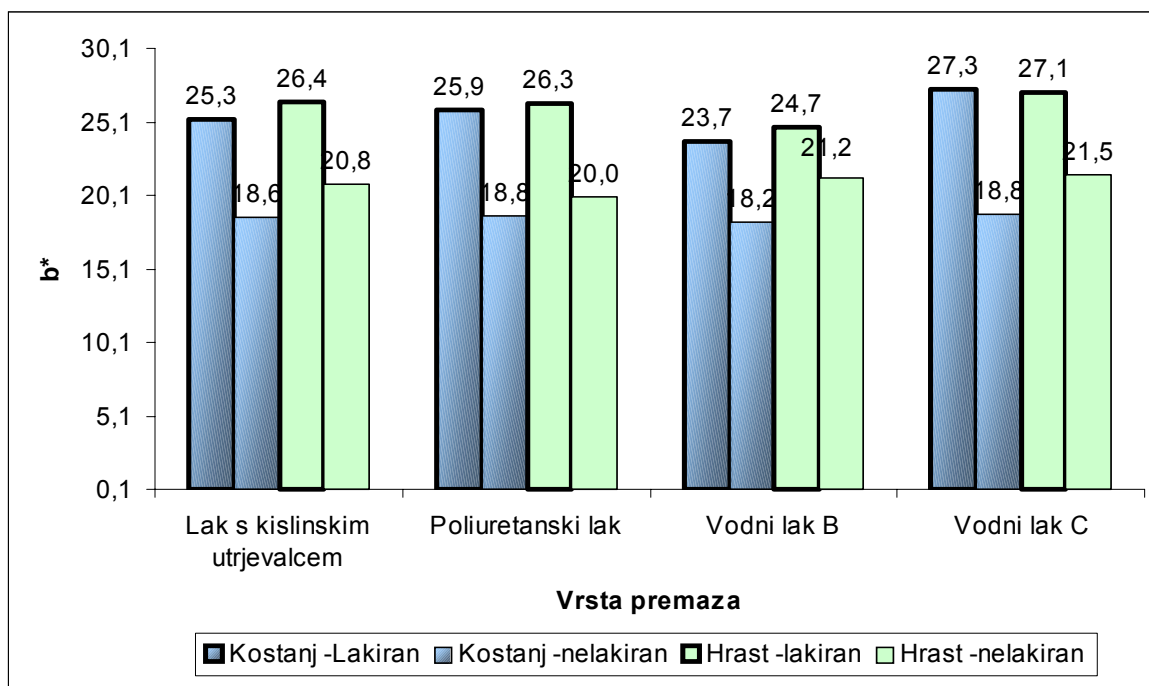
Slika 28: Svetlost barve (0 črna - 100 bela) pri lakirani in nelakirani kostanjevini in hrastovini

Lak s kislinskim utrjevalcem in poliuretanski lak površine obeh vrst lesov obarvata izrazito rdečkasto. Medtem pa vodna laka obarvata površino rdeče le minimalno. Vzrok je v kemični sestavi premaza in njegovi interakciji z lesom (sl. 29).



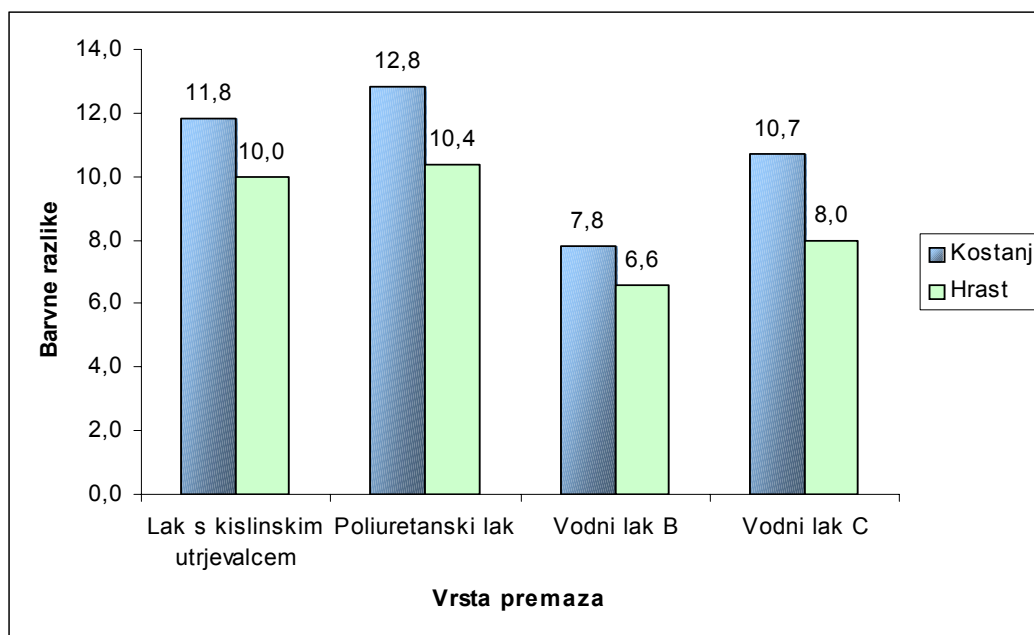
Slika 29: Barva (+ rdeča, - zelena) pri lakirani in nelakirani kostanjevini in hrastovini

Vodni lak C najbolj obarva kostanj na rumeno, bolj kot hrast. (slika 30).



Slika 30: Barve (+ rumena, - modra) pri lakirani in nelakirani kostanjevini in hrastovini

Površinsko obdelan kostanj se je povsod bolj barvno spremenil kot hrast (sl. 31), verjetno zaradi velikega deleža ekstraktivnih snovi v kostanjevini.



Slika 31: Barvne razlike med lakirano in nelakirano kostanjevino in hrastovino pri laku s kislinskim utrjevalcem, poliuretanskim lakom in vodnima lakoma

Lak s kislinskim utrjevalcem in poliuretanski lak obarvata površine na rdeče, vodni lak C pa na rumeno. Najboljši premaz glede barvnih sprememb je potemtakem vodni lak B.



Slika 32: Barvne razlike (levo hrast, desno kostanj) med različnimi vrstami premazov. Od leve proti desni sledijo poliuretanski lak, lak s kislinskim utrjevalcem, vodni lak C in vodni lak B.

6 SKLEPI

Pri proučevanju kostanjevine in primerjavi njenih lastnosti s hrastovino smo prišli do naslednjih sklepov:

- Gostota kostanjevine je bila nižja od gostote hrastovine.
- Skrček tangencialno usmerjene kostanjevine je bil bistveno manjši od tangencialno usmerjene hrastovine, radialna skrčka sta bila enaka.
- Dimenzijska stabilnost je bila pri kostanjevini večja od dimenzijske stabilnosti pri hrastovini. Pri naslednjih sušenjih se je dimenzijska stabilnost pri kostanjevini in hrastovini še povečala.
- Trdota kostanjevine je bila manjša od trdote hrastovine.

Pri proučevanju premaznih sistemov poliuretanskega laka, laka s kislinskim utrjevalcem, vodnega laka C in vodnega laka B na kostanjevini in hrastovini smo prišli do naslednjih sklepov:

- Debelina premazov je bila na vseh površinah enaka. Različno je bilo le število nanosov, saj smo vodne premaze nanašali večkrat, ker imajo manjšo telesnino.
- Oprijemnost poliuretanskega premaza na kostanjevini je bila največja, prišlo je do kohezijskega loma lesa. Nekoliko manjša je bila oprijemnost premaza s kislinskim utrjevalcem na kostanjevino, najmanjša pa je bila oprijemnost vodnih premazov na kostanjevini. Povsod so bili malenkost boljši rezultati pri hrastovini kakor pri kostanjevini, vendar so razlike nesignifikantne.
- Odpornost proti udarcem je najbolje prenesel vodni lak B, malenkost slabši je bil vodni lak C in pa poliuretanski lak. Najslabši je bil lak s kislinskim utrjevalcem, ki je ob poškodbah udarcev razpokal. Razpoke so bile večje na kostanjevini, ker je podlaga mehkejša.
- Trdota je bila največja pri poliuretanskem premazu in sicer enaka pri kostanjevini in hrastovini. Lak s kislinskim utrjevalcem je imel najnižjo trdoto in je razpokal. Vodna premaza B in C sta bila dovolj prožna, da do razpok ni prišlo.
- Vsi premazi podlago rahlo potemnijo. Izrazito rdečkast odtenek dobimo pri poliuretanskem laku in laku s kislinskim utrjevalcem. Ta odtenek je še nekoliko večji na kostanjevem lesu. Vodna premaza sta barvni odtenek na rdeče spremenila skoraj zanemarljivo. Pri vodnem laku C so bolj opazne spremembe na rumeno. Rahlo na rumeno obarvata podlago tudi lak s kislinskim utrjevalcem in poliuretanski lak, najmanj pa vodni lak B. Najmanjše barvne spremembe dosežemo s premazovanjem z vodnim premazom B, največje pa so se pojavile po nanosu poliuretanskega laka. Povsod pa so večje barvne razlike pri kostanju kot pri hrastu.

Kostanj je primeren za talne obloge, kot samostojen, kvalitativno zelo cenjen les. Glede na dimenzijsko stabilnost je celo boljši od hrastovine. Zaradi nekoliko nižje trdote ni primeren za zelo obremenjene prostore, lahko pa trdoto zvišamo z ustreznim izborom premaza. Najustreznejši premaz za kostanjevino je poliuretanski, saj z njim dosežemo najboljše lastnosti površine. Naravne barve lesa se najbolje ohrani pri uporabi vodnih parketnih lakov.

7 POVZETEK

Kostanjev rak povzroča odmiranje kostanjevine, posledično se pojavlja na tržišču kvalitetnejša hlodovina, kateri bi z ustrezno predelavo lahko še povečali vrednost. Ena izmed možnosti je uporaba kostanjevine za talne obloge.

Proučevali smo primernost uporabe kostanjevine za lesene talne obloge in njene lastnosti primerjali z že uveljavljeno hrastovino. Priporočiti smo želeli najprimernejši premaz, ki bi najboljše izboljšal lastnosti celotnega sistema.

Kot relevantne lastnosti za talne obloge smo proučevali: gostoto lesa, radialne in tangencialne skrčke, dimenzijsko stabilnost in trdoto. Proučevali smo tudi kakovost površinskega sistema z merjenjem: debeline premaza, oprijemnosti, odpornosti proti razenju, odpornosti proti udarcem in spremembe barve lakirane površine. Premazovali smo s poliuretanskim lakom, lakom s kislinskim utrjevalcem in dvema vodnima lakoma.

Gostota kostanjevine je bila za pribl. 180 kg/m^3 nižja od gostote hrastovine. Vlažnost smo določali s gravimetrično metodo. Radilani skrčki so bili pri obeh vrstah enaki (5,1 %), tangencialni skrčki pa so bili pri kostanjevini 8,2 % pri hrastovini pa 11,4 %. Tudi kazalniki dimenzijske stabilnosti so bili pri kostanjevini ugodnejši, predvsem v tangencialni smeri. Trdoto smo določali z modificirano Brinellovo metodo. Trdota kostanjevine je bila v radialni smeri 18 MPa, hrastovine pa 26 MPa. V tangencialni smeri je imel kostanjev les trdoto 20 MPa hrastov les pa 30 MPa. Trdota kostanjevine je bila nižja od trdote hrastovine, vendar jo lahko s primernim premazom izboljšamo. Debelino premaza smo določali z mikroskopom. Vsi premazi so tvorili približno enako debelino lak filma ($80 \mu\text{m}$). Oprijemnost premaza smo določali z metodo odtrgovanja pečatov. Najbolje se je izkazal poliuretanski lak, malenkost slabši je bil lak s kislinskim utrjevalcem, najslabša pa sta bila vodna laka. Test odpornosti proti udarcem sta najbolje prenesla vodna laka (ocena 4), malenkost slabši je bil poliuretanski lak. Lak s kislinskim utrjevalcem pa je ob poškodbah razpokal, ker je trd in krhek (ocena 3). Trdoto površinskega sistema smo določali z metodo razenja s vzmetnim svinčnikom. Pri laku s kislinskim utrjevalcem je prišlo do razenja in ocenili smo ga najslabše. Poliuretanski lak je prenesel 9 N

obremenitve, malenkost slabša sta bila vodna premaza. Pri določanju barvnih sprememb po metodi CIE L^*a^*b , je najmanj spremenil površino lesa vodni premaz B. Vodni premaz C je površino obarval rahlo rumenkasto. Lak s kislinskim utrjevalcem in poliuretanski lak pa sta obarvala površino rahlo rdečkasto. Povsod so bile opazne izrazitejše spremembe barve na kostanjevini.

Kostanj je vsekakor primeren za talne obloge, saj je s svojo barvitostjo lesa in igrivostjo branik estetsko dovršen. Ni primeren kot alternativa hrastovini, temveč kot samostojen, kvalitativno zelo cenjen les. Glede na dimenzijsko stabilnost je celo boljši od hrastovine. Njegova večja nevšečnost je pojav kolesivosti, ki se lahko pojavi takoj po poseku, v fazi razžagovanja in sušenja. Zaradi nekoliko nižje trdote ni primeren za zelo obremenjene prostore, lahko pa trdoto zvišamo z ustreznim izborom premaza. Najustreznejši premaz za kostanjevino je poliuretanski, saj z njim dosežemo najboljše lastnosti površine. V kolikor želimo ohraniti naravne barve lesa in želimo biti ekološko prijazni, pa se odločimo za vodne parketne lake.

8 LITERATURA

- Brus R. 2004. Drevesne vrste na Slovenskem. 1. izdaja. Ljubljana, Mladinska knjiga: 399 str.
- Bajt P. 2004. Primerjava lastnosti različnih parketnih lakov in olj. Dipl. nal. Ljubljana, BF, Oddelek za lesarstvo: 108 str
- Celar F. 2005. Kostanjev rak (*cryphonectria parasitica*) Murill barr.
http://www.fito-info.bf.uni-lj.si/Sl/Organizmi/OpisiSkod/Bolezni/cry_para.htm
(24.maj. 2005)
- Čufar K. Angleško slovenski slovar strokovnih izrazov. Študijska literatura. Ljubljana, BF, Oddelek za lesarstvo: 10 str.
- Čufar K. 2001. Opisi lesnih vrst. Študijska literatura. Ljubljana, BF, Oddelek za lesarstvo: 55 str.
- Gorišek Ž. Biološke, fizikalne in mehanske lastnosti lesa. Študijsko gradivo. Ljubljana, BF, Oddelek za lesarstvo
- Gergek R. 1991. Problematika proizvodnega programa lesenih talnih oblog. Dipl.nal. Ljubljana, BF, Oddelek za lesarstvo: 64 str.
- Hribšek B. 2005. Izgotovljeni parket. Moj dom, 10, 1:6
- Hrovatin J. 1999 Od česa je odvisno za kakšen tlak se bomo odločili. Tla, Gradnja in oprema- tematski priročnik
http://www.politron-mp.si/revija/tla_99/tla_od_cesa.htm (10.maj 2005)
- Landsmann W. 1994. Parkettarbeiten. 2. überarbeitete Auflage. Berlin, Bundesinstitut für Berufsbildung: 212 str.
- SIST EN 1534. Lesene talne obloge - Določanje trdote po Brinellu. 2003
- SIST EN 1910. Lesene talne obloge - Dimenzijska stabilnost lesa. 2003
- SIST EN 13183-1. Vlažnost lesa - Gravimetrična metoda določanja vlažnosti lesa. 2002

SIST EN 13226. Lesene talne obloge – Masivni parketni elementi z utori in/ali peresi (klasični parket). 1998: 27 str.

SIST EN 13227. Lesene talne obloge – Masivni lam parket. 1998: 21 str.

SIST EN 13228. Lesene talne obloge – Masivni parket vključno s kockami z utorom. 1998: 23 str.

SIST EN 13329. Laminatne talne obloge – Specifikacije, zahteve in preskusne metode. 2000: 27 str.

SIST EN 13488. Lesen talne obloge - Lamelni parket. 2003

SIST EN 13489. Lesen talne obloge - Večslojni parket. 2003

SIST EN 13629. Lesene talne obloge - Masivne sestavljene deske listavcev. 2003

SIST EN 13990. Lesen talne obloge - Masivne sestavljene deske iglavcev. 2003

SIST EN 24624. Barve laki – Preskušanje adhezije z odtrgovanjem filma. 1997

SIST EN ISO 2808. Barve in laki – Ugotavljanje debeline plasti. 1999: 46 str.

SIST EN ISO 1518. Barve in laki – Preskus z razenjem. 2001: 10 str.

SIST ISO 4211-4. Pohištvo – Preskusi površin – 4. del: Ugotavljanje odpornosti proti udarcu. 1999: 4 str.

Wagenführ R. 1996. Holzatlas: Mit zahlreichen abbildungen. 4. neubearbeitete Auflage. Leipzig, Fachbuchverlag: 688 str.

Zakšek R. 1999. Dimenzijska stabilnost lesenih talnih oblog. Dipl. nal. Ljubljana, BF, Oddelek za lesarstvo: 49 str.

ZAHVALA

Najprej bi se rad zahvalil mentorju prof. dr. Željku Gorišku za izčrpno pomoč in koristne napotke pri oblikovanju diplomskega dela. Enaka zahvala velja tudi somentorju prof. dr. Marku Petriču. Zahvaljujem se tudi prof. dr. Primožu Ovnu za opravljeno recenzijo diplomske naloge. Pri praktičnem delu sta mi pomagala Peter Cunder in Borut Kričej, zahvala tudi njima. Zahvala gre tudi mojim staršem, ki so mi omogočili študij in mi pomagali na moji poti.

Priloga A

Gostota kostanjevine in hrastovine v svežem stanju, pri ravnovesnem stanju v normalni klimi in v absolutno suhem stanju.

Vzorec	$\rho_{85\%}$ [kg/m ³]	$\rho_{65\%}$ [kg/m ³]	$\rho_{12\%}$ [kg/m ³]		ρ_0 [kg/m ³]	
	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast
1	919	955	510	799	481	770
2	915	1049	582	718	546	680
3	931	1129	553	826	519	785
4	878	1017	524	739	487	700
5	940	1001	574	659	541	624
6	898	978	570	633	535	594
7	951	1094	627	781	596	742
8	901	1061	519	669	484	630
9	952	1095	507	668	478	630
10	909	1057	556	700	524	663
11	990	1084	534	658	501	623
12	887	1081	536	703	500	663
13	872	1084	466	737	433	701
14	861	1088	560	788	524	748
15	797	1022	553	671	518	632
16	773	1039	564	833	532	801
17			622	747	588	700
18			604	854	565	811
19			617	859	580	813
20			617	737	584	698
21			636	733	600	691
22			609	743	577	698
23			632	797	596	750
24			597	797	559	750
25			601	829	562	786
26			541	817	502	779
27			605	815	566	771
28			624	814	585	769
29			530	812	497	765
30			545	829	511	783
31			585	808	551	763
32			574	851	539	796
n:	16	16	32	32	32	32
povp:	898	1052	571	763	536	722
min:	773	955	466	633	433	594
maks:	990	1129	636	859	600	813
st. dev.:	55,56	47,34	42,88	66,85	41,92	64,53
KV[%]:	6,18	4,50	7,51	8,76	7,82	8,94

Priloga B

Vlažnost kostanjevine in hrastovine v svežem stanju in pri relativnih zračnih vlažnostih 86 %, 34 % in 65 %.

Vzorec	u _z vlažen [%]		u _{komore} [%]								u _{nk} [%]			
	kostanj	hrast	u _{φ=86%}				u _{φ=34%}				u _{φ=65%}			
1	82,3	62,1	14,4	14,4	14,4	14,4	7,5	7,5	7,5	7,5	9,5	9,5	9,5	9,5
2	86,0	58,7	14,7	14,7	14,7	14,7	8,1	8,1	8,1	8,1	10,2	10,2	10,2	10,2
3	85,9	65,0	14,4	14,4	14,4	14,4	8,0	8,0	8,0	8,0	10,4	10,4	10,4	10,4
4	74,9	72,2	14,5	14,5	14,5	14,5	7,9	7,9	7,9	7,9	10,1	10,1	10,1	10,1
5	81,6	70,5	14,2	14,2	14,2	14,2	7,9	7,9	7,9	7,9	9,9	9,9	9,9	9,9
6	81,7	64,5	14,5	14,5	14,5	14,5	7,9	7,9	7,9	7,9	10,1	10,1	10,1	10,1
7	86,8	70,5	12,8	12,8	12,8	12,8	7,6	7,6	7,6	7,6	9,6	9,6	9,6	9,6
8	85,6	65,6	13,8	13,8	13,8	13,8	7,8	7,8	7,8	7,8	9,9	9,9	9,9	9,9
9	97,0	67,0	14,2	14,2	14,2	14,2	7,6	7,6	7,6	7,6	9,8	9,8	9,8	9,8
10	102,1	61,9	14,6	14,6	14,6	14,6	8,2	8,2	8,2	8,2	10,4	10,4	10,4	10,4
11	102,7	69,7	14,3	14,3	14,3	14,3	8,2	8,2	8,2	8,2	10,6	10,6	10,6	10,6
12	75,4	67,5	14,4	14,4	14,4	14,4	8,4	8,4	8,4	8,4	10,4	10,4	10,4	10,4
13	100,1	70,3	14,2	14,2	14,2	14,2	8,1	8,1	8,1	8,1	10,2	10,2	10,2	10,2
14	92,4	66,4	14,6	14,6	14,6	14,6	8,3	8,3	8,3	8,3	10,6	10,6	10,6	10,6
15	66,8	60,0	12,7	12,7	12,7	12,7	7,8	7,8	7,8	7,8	9,9	9,9	9,9	9,9
16	64,6	56,4	13,6	13,6	13,6	13,6	8,3	8,3	8,3	8,3	10,2	10,2	10,2	10,2
17			16,7	16,7	16,7	16,7	8,3	8,3	8,3	8,3	13,4	13,4	13,4	13,4
18			16,9	16,9	16,9	16,9	8,4	8,4	8,4	8,4	13,7	13,7	13,7	13,7
19			16,9	16,9	16,9	16,9	8,4	8,4	8,4	8,4	13,8	13,8	13,8	13,8
20			16,9	16,9	16,9	16,9	8,4	8,4	8,4	8,4	13,7	13,7	13,7	13,7
21			17,0	17,0	17,0	17,0	8,5	8,5	8,5	8,5	14,0	14,0	14,0	14,0
22			16,9	16,9	16,9	16,9	8,5	8,5	8,5	8,5	13,8	13,8	13,8	13,8
23			17,0	17,0	17,0	17,0	8,5	8,5	8,5	8,5	14,0	14,0	14,0	14,0
24			16,8	16,8	16,8	16,8	8,2	8,2	8,2	8,2	13,6	13,6	13,6	13,6
25			17,3	17,3	17,3	17,3	8,2	8,2	8,2	8,2	13,5	13,5	13,5	13,5
26			17,6	17,6	17,6	17,6	8,4	8,4	8,4	8,4	13,9	13,9	13,9	13,9
27			17,5	17,5	17,5	17,5	8,3	8,3	8,3	8,3	13,8	13,8	13,8	13,8
28			17,4	17,4	17,4	17,4	8,4	8,4	8,4	8,4	13,9	13,9	13,9	13,9
29			17,7	17,7	17,7	17,7	8,5	8,5	8,5	8,5	14,2	14,2	14,2	14,2
30			17,3	17,3	17,3	17,3	8,5	8,5	8,5	8,5	13,9	13,9	13,9	13,9
31			17,4	17,4	17,4	17,4	8,4	8,4	8,4	8,4	14,0	14,0	14,0	14,0
32			17,2	17,2	17,2	17,2	8,2	8,2	8,2	8,2	13,7	13,7	13,7	13,7
n:	16	16	128				128				128			
povp:	85,4	65,5	16,2				8,1				12,2			
min:	64,6	56,4	12,7				7,1				9,1			
maks:	102,7	72,2	18,6				8,7				14,5			
st. dev.:	11,57	4,67	1,32				0,30				1,71			
KV[%]:	13,56	7,13	8,18				3,74				13,94			

Priloga C

Totalni in sušilnični skrčki pri radialno in tangencialno usmerjeni hrastovini in kostanjevini.

Vzorec	Totalni skrči				Sušilnični skrčki			
	β [%] radialno		β [%] tangencialno		$\beta_{\text{suš.}}$ [%] radialno		$\beta_{\text{suš.}}$ [%] tangencialno	
	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast
1	5,5	5,8	9,0	11,5	2,8	3,0	5,3	7,3
2	4,3	5,6	7,2	10,9	2,1	2,9	3,8	6,5
3	4,8	5,5	8,6	12,0	2,3	2,6	4,9	7,9
4	5,3	5,4	8,2	11,4	2,5	2,6	4,3	7,2
5	5,2	5,0	7,9	11,4	2,5	2,5	4,2	7,3
6	6,1	5,0	8,0	11,4	2,9	2,6	4,3	7,3
7	5,5	4,4	8,5	10,9	2,8	2,2	4,7	6,9
8	4,5	4,3	8,2	11,1	2,2	2,1	4,6	7,3
9	5,5	5,7	9,0	11,8	2,8	3,0	5,3	7,4
10	4,5	5,7	7,2	11,0	2,1	3,0	3,7	6,5
11	4,8	5,5	8,8	12,1	2,3	2,6	4,8	7,8
12	5,2	5,4	8,2	11,4	2,4	2,6	4,3	7,3
13	5,3	5,0	7,9	11,6	2,6	2,4	4,2	7,4
14	6,0	5,0	7,9	11,6	2,9	2,6	4,3	7,2
15	5,6	4,4	8,5	11,0	2,8	2,1	4,7	6,8
16	4,2	4,3	7,9	11,2	2,2	2,0	4,7	7,2
n:	16	16	16	16	16	16	16	16
povp:	5,1	5,1	8,2	11,4	2,5	2,6	4,5	7,2
min:	4,2	4,3	7,2	10,9	2,1	2,0	3,7	6,5
maks:	6,1	5,8	9,0	12,1	2,9	3,0	5,3	7,9
st. dev.:	0,57	0,54	0,54	0,35	0,29	0,33	0,47	0,38
KV[%]:	11,04	10,48	6,62	3,12	11,71	12,94	10,54	5,32

Priloga D

Diferencialno nabrekanje in koeficient nabrekanja pri radialno in tangencialno orientirani kostanjevini in hrastovini.

Diferencialno nabrekanje

	q [%/%]				q [%/%] predhodno osušen			
	radialno		tangencialno		radialno		tangencialno	
	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast
1	0,20	0,22	0,33	0,42	0,13	0,18	0,28	0,35
2	0,16	0,24	0,26	0,41	0,14	0,17	0,28	0,33
3	0,18	0,23	0,32	0,44	0,15	0,19	0,26	0,38
4	0,19	0,20	0,33	0,42	0,14	0,21	0,26	0,31
5	0,19	0,21	0,29	0,42	0,16	0,18	0,21	0,34
6	0,22	0,20	0,30	0,42	0,13	0,16	0,27	0,37
7	0,20	0,18	0,31	0,42	0,17	0,20	0,26	0,34
8	0,17	0,19	0,32	0,42	0,15	0,19	0,31	0,41
9	0,20	0,23	0,31	0,41	0,14	0,19	0,28	0,33
10	0,17	0,22	0,28	0,41	0,15	0,18	0,28	0,32
11	0,18	0,22	0,32	0,41	0,15	0,19	0,26	0,36
12	0,20	0,20	0,32	0,40	0,14	0,21	0,26	0,29
13	0,19	0,20	0,30	0,40	0,16	0,18	0,22	0,34
14	0,24	0,19	0,31	0,40	0,13	0,14	0,28	0,35
15	0,20	0,16	0,33	0,40	0,18	0,21	0,27	0,31
16	0,17	0,17	0,32	0,38	0,16	0,19	0,31	0,41
n:	16	16	16	16	16	16	16	16
povp:	0,19	0,20	0,31	0,41	0,15	0,19	0,27	0,35
min:	0,16	0,16	0,26	0,38	0,13	0,14	0,21	0,29
maks:	0,24	0,24	0,33	0,44	0,18	0,21	0,31	0,41
st. dev.:	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03
KV[%]:	10,80	11,20	6,22	3,44	9,58	10,00	9,62	9,72

Se nadaljuje na naslednji strani

Priloga D nadaljevanje

Koeficient nabrekanja								
	h [%/%]				h [%/%] predhodno osušen			
	radialno		tangencialno		radialno		tangencialno	
	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast
1	0,032	0,039	0,054	0,073	0,017	0,030	0,039	0,055
2	0,027	0,042	0,042	0,072	0,018	0,025	0,036	0,051
3	0,029	0,040	0,053	0,078	0,018	0,029	0,035	0,065
4	0,031	0,034	0,053	0,072	0,017	0,029	0,038	0,047
5	0,031	0,035	0,046	0,072	0,019	0,025	0,027	0,051
6	0,036	0,033	0,048	0,070	0,016	0,021	0,040	0,054
7	0,034	0,029	0,050	0,073	0,017	0,027	0,034	0,051
8	0,027	0,030	0,051	0,074	0,017	0,025	0,042	0,062
9	0,036	0,043	0,054	0,077	0,018	0,032	0,037	0,051
10	0,030	0,041	0,049	0,077	0,018	0,025	0,035	0,049
11	0,032	0,043	0,057	0,078	0,018	0,028	0,033	0,059
12	0,034	0,037	0,056	0,075	0,016	0,030	0,036	0,043
13	0,034	0,038	0,052	0,075	0,018	0,025	0,026	0,050
14	0,040	0,035	0,053	0,074	0,016	0,020	0,037	0,051
15	0,035	0,028	0,057	0,076	0,017	0,029	0,033	0,046
16	0,029	0,030	0,054	0,073	0,016	0,025	0,041	0,062
n:	16	16	16	16	16	16	16	16
povp:	0,032	0,036	0,052	0,074	0,017	0,027	0,035	0,053
min:	0,027	0,028	0,042	0,070	0,016	0,020	0,026	0,043
maks:	0,040	0,043	0,057	0,078	0,019	0,032	0,042	0,065
st. dev.:	0,004	0,005	0,004	0,002	0,001	0,003	0,004	0,006
KV[%]:	10,87	13,71	7,74	3,15	5,23	11,92	12,50	11,90

Priloga E

Trdota radialno in tangencialno usmerjene kostanjevine in hrastovine pri suhem in vlažnem lesu.

	Trdota [MPa] Osušen les				Trdota [MPa] Vlažen les			
	radialno		tangencialno		radialno		tangencialno	
Vzorec	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	Hrast
1	16,5	29,7	17,8	23,7	13,3	17,2	11,1	23,7
2	19,3	24,8	18,6	29,7	13,3	18,6	11,1	20,1
3	19,3	29,7	19,3	23,7	13,3	25,9	12,8	19,3
4	15,3	28,4	25,9	38,1	12,8	18,6	11,5	29,7
5	18,6	25,9	19,3	44,8	14,2	17,2	10,8	19,3
6	17,8	15,9	23,7	29,7	12,8	19,3	11,9	20,1
7	22,8	29,7	20,9	29,7	11,9	19,3	11,9	23,7
8	15,3	20,1	16,5	38,1	13,7	18,6	11,1	23,7
9	13,3	28,4	16,5	17,8	13,7	19,3	11,1	20,9
10	17,8	27,1	17,2	28,4	15,9	20,9	11,9	15,9
11	18,6	36,2	24,8	29,7	12,8	24,8	13,3	19,3
12	15,9	28,4	25,9	34,4	14,2	19,3	12,3	23,7
13	19,3	24,8	17,2	38,1	13,3	18,6	12,3	18,6
14	25,9	22,8	18,6	25,9	12,3	15,3	10,1	20,9
15	19,3	28,4	19,3	28,4	13,3	17,2	11,9	27,1
16	14,2	24,8	19,3	36,2	13,7	17,8	13,3	18,6
17	15,9	29,7	17,8	36,2	12,3	18,6	11,1	27,1
18	19,3	24,8	16,5	25,9	11,5	21,8	11,5	21,8
19	17,2	32,7	20,1	22,8	12,3	23,7	11,9	19,3
20	16,5	20,1	21,8	31,2	10,4	19,3	12,8	28,4
21	17,2	21,8	15,9	21,8	11,1	17,2	11,5	19,3
22	20,9	20,1	19,3	29,7	10,1	15,9	10,8	23,7
23	20,1	28,4	18,6	23,7	13,3	20,9	10,8	22,8
24	15,3	29,7	29,7	32,7	11,9	18,6	10,8	21,8
n:	24	24	24	24	24	24	24	24
povp:	18	26	20	30	13	19	12	22
min:	13	16	16	18	10	15	10	16
maks:	26	36	30	45	16	26	13	30
st. dev.:	2,80	4,60	3,57	6,41	1,28	2,61	0,84	3,46
KV[%]:	15,56	17,44	17,84	21,35	9,98	13,51	7,21	15,71

Priloga F

Debeline laka s kislinskim utrjevalcem, poliuretanskega laka in vodnih lakov na kostanjevini in hrastovini.

	Lak s kislinskim utrjevalcem		Poliuretanski lak		Vodni lak B		Vodni lak C	
Vzorec	Kostanj [μm]	Hrast [μm]	Kostanj [μm]	Hrast [μm]	Kostanj [μm]	Hrast [μm]	Kostanj [μm]	Hrast [μm]
1	83,0	99,6	74,7	66,4	74,7	83,0	66,4	91,3
2	91,3	91,3	83,0	66,4	91,3	74,7	66,4	99,6
3	74,7	91,3	66,4	58,1	83,0	83,0	83,0	91,3
4	99,6	99,6	66,4	58,1	99,6	91,3	83,0	91,3
5	74,7	91,3	74,7	83,0	74,7	83,0	74,7	74,7
6	74,7	83,0	58,1	83,0	74,7	74,7	83,0	83,0
7	74,7	74,7	66,4	66,4	66,4	83,0	83,0	83,0
8	83,0	83,0	83,0	66,4	74,7	74,7	83,0	83,0
9	83,0	83,0	66,4	83,0	74,7	74,7	83,0	83,0
10	74,7	83,0	58,1	83,0	66,4	91,3	99,6	83,0
11	74,7	83,0	83,0	58,1	83,0	66,4	99,6	66,4
12	83,0	74,7	66,4	58,1	66,4	66,4	83,0	66,4
13	91,3	83,0	66,4	74,7	74,7	74,7	91,3	74,7
14	91,3	99,6	66,4	58,1	66,4	74,7	91,3	74,7
15	91,3	74,7	66,4	66,4	66,4	83,0	91,3	74,7
16	91,3	74,7	66,4	58,1	74,7	83,0	83,0	74,7
17	83,0	91,3	66,4	58,1	66,4	83,0	91,3	74,7
18	91,3	91,3	83,0	66,4	74,7	91,3	74,7	83,0
19	83,0	91,3	66,4	66,4	74,7	91,3	83,0	83,0
20	74,7	74,7	66,4	58,1	66,4	74,7	91,3	66,4
n:	20	20	20	20	20	20	20	20
povp:	86	83	67	70	80	75	80	84
min:	75	75	58	58	66	66	66	66
maks:	100	100	83	83	91	100	100	100
st. dev.:	8,63	7,84	9,51	7,80	7,75	8,93	9,04	9,04
KV[%]:	10,05	9,40	14,24	11,19	9,67	11,96	11,29	10,73

Priloga G

Oprijemnost laka s kislinskim utrjevalcem, poliuretanskega laka in vodnih lakov na kostanjevini in hrastovini.

	Lak s kislinskim utrjevalcem		Poliuretanski lak		Vodni lak B		Vodni lak C	
Vzorec	Kostanj [MPa]	Hrast [MPa]	Kostanj [MPa]	Hrast [MPa]	Kostanj [MPa]	Hrast [MPa]	Kostanj [MPa]	Hrast [MPa]
1	9,26	7,74	9,4	8,02k	7,19	3,19	6,36	3,19
2	8,98	7,33	7,88	8,98k	5,67	4,15	8,29	3,46
3	10,91	6,91	8,02	8,57k	7,74	4,84	5,57	2,36
4	11,47	9,12	6,50	8,15k	7,33	5,67	7,74	3,19
5	9,26	8,15	7,60	10,22k	6,64	4,98	6,64	2,91
6	11,05	8,15	10,78	9,95k	9,26	5,12	7,6	4,29
7	10,50	7,46	8,30	8,84k	4,70	4,01	6,64	2,91
8	10,64	7,33	10,01	7,6k	6,50	4,57	6,64	3,46
9	10,64	6,36	9,53	8,15k	8,02	3,32	7,19	3,74
10	10,50	7,05	10,78	6,77k	6,91	4,70	7,19	3,74
n:	10	10	10	10	10	10	10	10
povp:	7,56	10,32	8,52k¹	8,88	4,46	7,00	3,33	6,99
min:	6,36	8,98	6,77k ¹	6,5	3,19	4,7	2,36	5,57
maks:	9,12	11,47	10,22k ¹	10,78	5,67	9,26	4,29	8,29
st. dev.:	0,77	0,85	1,04 k ¹	1,44	0,79	1,26	0,54	0,78
KV[%]:	10,25	8,24	12,17 k ¹	16,18	17,70	18,01	16,24	11,18

¹ prišlo je do kohezijskega loma kostanjevega lesa, oprijemnost je večja od izmerjene in neznana.

Priloga H

Odpornost laka s kislinskim utrjevalcem, poliuretanskega laka in vodnih lakov proti udarcem na kostanjevini in hrastovini.

Ocena / premer [mm]	Lak s kislinskim utrjevalcem				Poliuretanski lak				Vodni lak B				Vodni lak C			
	kostanj		hrast		kostanj		hrast		kostanj		hrast		kostanj		hrast	
	1-5	φ	1-5	φ	1-5	φ	1-5	φ	1-5	φ	1-5	φ	1-5	φ	1-5	φ
1	3	3,7	3	3,7	4		4		4		4		4		4	
2	4		4		3	5	4		4		4		4		4	
3	4		4		4		4		4		4		4		4	
4	3	4,3	3	3,6	4		4		4		4		4		4	
5	3	3	4		4		4		4		4		4		4	
6	3	4,8	3	5,2	4		4		4		4		4		4	
7	3	4	2	4,7	4		4		4		4		4		4	
8	4		3	5,1	3	6	4		4		4		4		4	
9	3		4		4		4		4		4		4		4	
10	4		4		4		4		4		4		4		4	
11	2	5,3	4		4		4		4		4		4		4	
12	2	4,4	4		4		4		4		4		4		4	
13	3	3,7	4		4		4		4		4		4		4	
14	2	5,1	4		4		4		4		4		4		4	
15	4		4		4		4		4		4		4		4	
16	3	4,9	3	4,8	4		4		4		4		4		4	
17	3	4,1	4		4		4		4		4		4		4	
18	3	3,9	3	3,9	4		4		4		4		3	5	4	
19	4		3	5,5	4		4		4		4		4		4	
20	4		3	4	4		4		4		4		4		4	
n:	20		20		20		20		20		20		20		20	
povp:	3,2	4,3	3,5	4,5	3,9	5,5	4		4		4		3,95	5	4	
min:	2	3	2	3,6	3	5	4		4		4		3	5	4	
maks:	4	5,3	4	5,5	4	6	4		4		4		4	5	4	
st. dev.:	0,70	0,67	0,61	0,71	0,31	0,71	0,0		0,00		0,00		0,22		0,00	
KV[%]:	21,7	15,7	17,3	15,8	7,89	12,9	0,0		0,00		0,00		5,66		0,00	

Priloga I

Barva po CIE L*a*b sistemu surove površine kostanjevine in hrastovine in obdelane s poliuretanskim lakom.

	Lakirano						Nelakirano					
	L*		a*		b*		L*		a*		b*	
	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast
1	68,46	66,14	12,65	11,26	24,71	23,5	74,51	72,09	8,73	7,55	18,98	17,27
2	66,14	69,54	13,62	10,09	24,86	22,18	73,87	72,83	9,16	7,60	19,02	17,07
3	66,67	67,58	13,20	10,54	24,43	22,82	73,48	73,09	9,12	7,51	18,93	17,1
4	60,52	64,08	13,34	11,92	25,90	26,63	72,09	69,68	8,34	7,55	19,51	17,15
5	58,51	65,28	14,00	11,34	26,89	26,39	72,03	70,46	8,57	9,17	19,55	21,91
6	59,62	63,18	13,64	12,43	26,78	26,60	71,35	69,89	8,58	8,85	19,61	21,91
7	57,37	56,39	13,50	13,57	24,67	27,83	69,54	67,20	8,40	9,02	18,07	22,11
8	57,56	58,41	13,69	12,29	25,78	26,73	68,39	66,90	8,49	9,01	18,35	21,98
9	57,75	58,97	13,78	11,77	26,11	27,44	66,75	67,58	8,81	9,03	18,56	21,1
10	62,84	54,76	14,69	15,12	26,92	28,56	76,44	65,75	7,72	8,82	18,17	20,58
11	69,04	54,97	11,72	14,89	26,81	28,92	74,25	65,67	8,16	9,01	17,83	20,68
12	68,82	54,66	11,60	14,66	26,81	28,08	71,15	64,96	8,13	8,95	18,49	20,79
n:	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
povp:	62,78	61,16	13,29	12,49	25,89	26,31	71,99	68,84	8,52	8,51	18,76	19,97
min:	57,37	54,66	11,60	10,09	24,43	22,18	66,75	64,96	7,72	7,51	17,83	17,07
maks:	69,04	69,54	14,69	15,12	26,92	28,92	76,44	73,09	9,16	9,17	19,61	22,11
st. dev.:	4,76	5,41	0,90	1,70	0,99	2,26	2,77	2,89	0,41	0,71	0,60	2,15
KV[%]:	7,59	8,85	6,76	13,62	3,81	8,58	3,85	4,19	4,84	8,34	3,22	10,77

Priloga J

Barva po CIE L*a*b sistemu surove površine kostanjevine in hrastovine in obdelane z lakom s kislinским utrjevalcem.

	Lakirano						Nelakirano					
	L*		a*		b*		L*		a*		b*	
	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast
1	63,92	63,92	12,79	12,37	24,87	27,22	72,3	70,59	8,32	8,46	18,06	20,85
2	64,08	63,59	11,6	12,26	24,12	27,31	71,55	70,66	8,29	8,44	18,28	20,80
3	62,17	63,59	12,32	11,63	24,2	25,79	69,89	69,68	8,28	8,69	18,04	21,24
4	68,46	63,26	12,63	11,97	26,37	25,22	77,82	69,04	7,80	9,04	17,79	20,97
5	67,20	63,67	13,28	12,08	26,50	25,93	77,58	68,97	8,04	8,81	17,9	21,02
6	68,75	62,76	12,37	12,14	25,95	26,55	76,98	69,82	7,94	8,71	18,18	20,90
7	67,65	57,94	11,67	13,13	25,35	26,96	71,76	66,06	8,51	9,51	19,39	21,12
8	64,08	60,25	12,29	13,29	25,36	26,64	75,08	66,21	8,15	9,16	18,83	21,20
9	68,75	59,25	11,65	13,52	25,95	25,90	70,46	67,20	8,95	9,09	20,93	20,92
10	58,41	51,61	15,27	13,99	25,71	25,32	70,52	62,76	8,48	9,80	18,82	19,82
11	58,04	53,71	15,09	13,89	24,05	27,05	72,16	63,43	8,42	9,80	18,57	20,57
12	63,92	54,76	13,9	13,78	24,66	27,36	69,40	62,25	8,56	10,00	18,46	20,76
n:	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
povp:	64,62	59,86	12,91	12,84	25,26	26,44	72,96	67,22	8,31	9,13	18,60	20,85
min:	58,04	51,61	11,60	11,63	24,05	25,22	69,40	62,25	7,80	8,44	17,79	19,82
maks:	68,75	63,92	15,27	13,99	26,50	27,36	77,82	70,66	8,95	10,00	20,93	21,24
st. dev.:	3,74	4,42	1,26	0,85	0,87	0,78	3,08	3,07	0,31	0,54	0,86	0,38
KV[%]:	5,79	7,38	9,74	6,60	3,45	2,94	4,22	4,57	3,72	5,92	4,64	1,80

Priloga K

Barva po CIE L*a*b sistemu surove površine kostanjevine in hrastovine in obdelane z vodnim lakom B.

	Lakirano						Nelakirano					
	L*		a*		b*		L*		a*		b*	
	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast
1	68,39	63,18	8,73	11,12	23,5	25,51	73,48	70,32	8,04	9,21	18,93	21,01
2	68,24	61,13	9,06	11,30	23,43	25,79	72,43	70,52	8,43	9,00	18,88	21,38
3	68,02	62,51	8,55	11,22	23,05	25,45	71,15	70,32	8,77	9,39	18,64	21,18
4	70,11	60,52	8,43	10,79	23,66	24,73	73,68	66,29	8,00	9,91	18,83	21,15
5	71,15	60,52	8,08	10,79	23,43	24,73	74,51	66,60	7,86	9,78	18,41	21,13
6	70,25	60,69	8,19	11,03	24,25	24,57	74,13	66,52	8,14	9,54	18,60	21,18
7	68,02	66,6	8,68	8,95	23,41	23,73	71,96	71,01	8,24	7,70	19,28	21,24
8	67,50	67,72	8,90	9,13	23,42	24,73	72,5	70,94	8,09	8,00	19,15	21,12
9	67,87	64,00	9,08	9,47	23,88	23,36	71,49	68,39	8,33	8,26	15,54	21,21
10	65,90	61,74	10,52	10,98	24,65	24,79	75,70	65,51	7,65	9,51	17,30	21,86
11	67,72	61,48	8,61	10,62	23,26	24,57	75,88	64,88	7,57	9,50	17,35	21,15
12	65,04	61,22	9,41	10,62	24,56	25,02	75,33	63,84	8,15	9,66	18,01	21,28
n:	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
povp:	68,18	62,61	8,85	10,50	23,71	24,75	73,52	67,93	8,11	9,12	18,24	21,24
min:	65,04	60,52	8,08	8,95	23,05	23,36	71,15	63,84	7,57	7,70	15,54	21,01
maks:	71,15	67,72	10,52	11,30	24,65	25,79	75,88	71,01	8,77	9,91	19,28	21,86
st. dev.:	1,73	2,39	0,65	0,83	0,52	0,69	1,63	2,62	0,33	0,73	1,07	0,22
KV[%]:	2,53	3,82	7,30	7,91	2,18	2,79	2,22	3,85	4,06	8,05	5,84	1,01

Priloga L

Barva po CIE L*a*b sistemu surove površine kostanjevine in hrastovine in obdelane z vodnim lakom C.

	Lakirano						Nelakirano					
	L*		a*		b*		L*		a*		b*	
	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast	kostanj	hrast
1	66,9	61,22	9,22	10,24	27,36	27,35	71,96	67,13	8,08	8,62	19,74	21,69
2	66,52	61,74	9,44	9,97	28,12	27,31	72,16	68,31	8,17	8,77	19,93	21,96
3	69,26	61,22	9,05	9,86	29,07	26,64	74,95	66,67	8,45	9,02	19,31	21,81
4	69,4	63,92	9,15	9,89	29,32	26,57	74,64	67,8	8,77	9,77	19,34	21,07
5	69,97	64,16	8,24	10,10	27,49	26,35	74,57	68,75	8,52	9,47	19,51	21,50
6	63,09	63,92	9,73	9,89	26,68	25,57	73,22	68,31	7,79	9,62	18,04	21,61
7	65,12	68,17	9,56	9,83	26,53	27,39	71,69	73,09	7,86	9,11	18,06	21,99
8	64,88	68,09	9,34	10,15	25,91	27,26	70,94	73,02	8,46	9,17	18,44	21,88
9	65,36	67,43	9,65	10,42	26,73	27,47	69,68	72,89	9,91	9,35	18,31	21,50
10	63,92	61,74	10,22	11,06	26,35	28,49	72,89	68,61	9,16	9,43	18,20	21,08
11	66,37	60,6	9,81	11,18	26,24	27,25	73,42	68,61	8,46	9,30	17,80	20,73
12		62,59		10,76		27,85		67,2		9,15		20,74
n:	11	12	11	12	11	12	11	12	11	12	11	12
povp:	66,44	63,73	9,40	10,28	27,25	27,13	72,74	69,20	8,51	9,23	18,79	21,46
min:	63,09	60,60	8,24	9,83	25,91	25,57	69,68	66,67	7,79	8,62	17,80	20,73
maks:	69,97	68,17	10,22	11,18	29,32	28,49	74,95	73,09	9,91	9,77	19,93	21,99
st. dev.:	2,29	2,77	0,51	0,48	1,15	0,75	1,65	2,38	0,61	0,33	0,78	0,45
KV[%]:	3,44	4,34	5,43	4,64	4,21	2,78	2,27	3,44	7,15	3,60	4,15	2,11