

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Aleš ŠAVEL

**ODPORNOSTNE LASTNOSTI LAKA Z NANO DELCI
ZA PARKET**

Diplomski projekt
Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja

Ljubljana, 2013

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Aleš ŠAVEL

ODPORNOSTNE LASTNOSTI LAKA Z NANO DELCI ZA PARKET

Diplomski projekt
Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja

**RESISTANCE PROPERTIES OF THE NANO PARTICLE
CONTAINING PARQUET COATING**

B. Sc. Thesis
Professional Study Programme

Ljubljana, 2013

Diplomski projekt je zaključek visokošolskega strokovnega študija Tehnologije lesa in vlaknatih kompozitov. Izveden je bil na Katedri za lepljenje, lesne kompozite in obdelavo površin na Oddelku za lesarstvo, na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani.

Senat Oddelka za lesarstvo je za mentorja diplomskega projekta imenoval prof. dr. Marka Petriča, za somentorja asist. dr. Matjaža Pavliča in za recenzenta prof. dr. Milana Šerneka.

Mentor: prof. dr. Marko Petrič

Somentor: asist. dr. Matjaž Pavlič

Recenzent: prof. dr. Milan Šernek

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Diplomski projekt je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje diplomske naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Aleš Šavel

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dv1
DK	UDK 630*829.17:630*833.18
KG	nanodelci/parket/površinska obdelava tal
AV	ŠAVEL, Aleš
SA	PETRIČ, Marko (mentor)/PAVLIČ, Matjaž (somentor)/ŠERNEK, Milan (recenzent)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo
LI	2013
IN	ODPORNOSTNE LASTNOSTI LAKA Z NANODELCI ZA PARKET
TD	Diplomski projekt (Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja)
OP	VIII, 35 str., 12 pregl., 17 sl., 19 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Raziskovali smo odpornostne lastnosti nanopremaza, ki smo ga nanесли na masivne vzorce bukve. Testirali smo po izbranih standardnih metodah. Pred testiranjem smo vzorce ustrezno površinsko obdelali. Najprej smo jim izmerili debelino filma. Pri merjenju debeline utrjenega filma smo ugotovili, da so med vzorci zelo majhne razlike v debelini. Merjenje sijaja je prav tako prineslo zelo dobre rezultate, saj so bile razlike v sijaju zelo majhne, kar pomeni enakomeren sijaj na površini vzorcev. Vsi testirani vzorci so dosegli zelo dobre vrednosti pri odpornosti proti udarcem pri obeh standardnih višinah (10 mm in 25 mm). Pri odpornosti površine proti razenju smo dobili precej podobne rezultate na vseh testiranih vzorcih. Sila, pri kateri se je pojavil vtis v širini več kot 0,5 mm, je bila 13 N, kar je precej dobro. Nekoliko slabši rezultat od pričakovanega smo zabeležili pri merjenju odpornosti površine proti mikrorazenju. Sila, pri kateri se je pojavila sklenjena raza v več kot 90 %, je bila le 2 N. Pri merjenju oprijemnosti premaza na podlago smo ugotovili, da je oprijemnost dobra. Dobljeni rezultati pri merjenju odpornosti proti hladnim tekočinam so pokazali, da je lak dobro odporen proti vsem testiranim tekočinam, malo manj pa proti alkoholu. Pri merjenju trdote smo dobili precej zanimive rezultate. Merili smo trdoto na podlagi brez premaza in skupaj s premazom. Zanimivo je, da je trdota površine zaradi premazovanja nekoliko nižja. V povprečju je to za okrog 2 N/mm ² . Primerjava (nanolak/običajni lak) je pokazala, da nanolak ustreza zahtevam. Pri večini testov - oprijem premaza na podlago, odpornost proti udarcem, razenju in obrabi ter odpornost proti toploti in različnim tekočinam - se je nanolak odrezal boljše od običajnega laka, le pri odpornosti proti hladnim tekočinam smo dobili pri odpornosti proti alkoholu slabšo oceno, vendar kljub temu še zadovoljivo glede na zahteve v standardu.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dv1
 DC UDC 630*829.17:630*833.18
 CX nanoparticles/parquet flooring/surface finishing
 AU ŠAVEL, Aleš
 AA PETRIČ, Marko (supervisor)/PAVLIČ, Matjaž (co-supervisor)/ŠERNEK, Milan (reviewer)
 PP SI-Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
 PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Wood Science and Technology
 PY 2013
 TI RESISTANCE PROPERTIES OF THE NANO PARTICLE CONTAINING LACQUER FOR PARQUET
 DT B. Sc. Thesis (Professional Study Programmes)
 NO VIII, 35 p., 12 tab., 17 fig., 19 ref.
 LA sl
 AL sl/en
 AB We studied the resistance properties of the nanocoating, applied on solid beech wood samples. Standard testing methods were selected. Prior to testing, the samples were properly surface finished with a coating. At first, we measured the thickness of the film. We found out that the differences in thickness were very small. Measuring gloss also yielded very good results, because the differences were again very small, indicating a uniform gloss on the surface of samples. All tested specimens exhibited very good values for resistance to impact at both standard heights (10 mm and 25 mm). Surface resistance to scratching gave very similar results at all tested samples. The force at which the impression of the width larger than 0.5 mm appeared was 13 N, which was quite good. A slightly worse result than expected was recorded by the measurement of surface resistance against micro scratching. The force, at which the scratch was continuous in more than 90 %, was only 2 N. When measuring coating adhesion to the substrate, we found out that adhesion was good. The results obtained at the measurement of resistance to cold liquids showed that the paint was well resistant to all tested liquids, but a bit less to alcohol. The hardness measurements exhibited quite interesting results. We measured the hardness of uncoated substrates as well as of the finished ones. Interestingly, the surface hardness of the coated specimens was slightly lower. On the average, this was around 2 N/mm². A comparison (nanocoating vs. conventional finish) showed that the nanocoating met the requirements. At majority of tests – adhesion of a coating to a substrate, resistance against impact, scratching and abrasion and against heat and various liquids – the nanocoating performed better than the conventional paint. As regard the resistance against cold liquids only the resistance against alcohol was worse, but still satisfactory according to the standard requirements.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VIII
1 UVOD	1
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA	1
1.2 CILJ NALOGE.....	1
1.3 DELOVNE HIPOTEZE	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 PREMAZI ZA POVRŠINSKO OBDELAVO LESENIH TALNIH OBLOG.....	3
2.2 SESTAVA POVRŠINSKIH PREMAZOV.....	3
2.3 NAJPOMEMBNEJŠE LASTNOSTI UTRJENIH PREMAZOV	3
2.4 NANO DELCI V PREMAZIH ZA TALNE OBLOGE.....	4
2.5 KAJ JE NANOTEHNOLOGIJA IN KAJ SO NANO MATERIALI	4
2.6 NANOMATERIALI NA PODROČJU LESARSTVA	5
2.7 NANO DODATKI V SREDSTVIH ZA LES	6
2.8 VPLIVI NANOMATERIALOV NA ZDRAVJE	6
2.9 DELITEV GOTOVIH PARKETOV.....	7
2.9.1 Masivni gotovi parket.....	7
2.9.2 Dvoslojni gotovi parket	7
2.9.3 Troslojni gotovi parket.....	7
3 MATERIALI IN METODE	8
3.1 MATERIALI	8
3.2 METODE	8
3.2.1 Priprava vzorcev.....	8
3.2.2 Preučevanje lastnosti utrjenih površinskih premaznih sistemov.....	9
3.2.3 Merjenje debeline utrjenega filma.....	9
3.2.4 Merjenje sijaja	10
3.2.5 Merjenje odpornosti proti udarcem	10
3.2.6 Merjenje odpornosti proti razenju	11
3.2.7 Določanje odpornosti proti mikrorazenju.....	12
3.2.8 Merjenje oprijemnosti premaznega sredstva na podlago.....	13
3.2.9 Določanje odpornosti proti hladnim tekočinam	14
3.2.10 Določanje trdote po Brinellu	15
4 REZULTATI.....	17
4.1 NANOSI PREMAZNEGA SISTEMA.....	17
4.2 MERJENJE DEBELINE UTRJENEGA FILMA.....	17
4.3 MERJENJE SIJAJA	18
4.4 MERJENJE ODPORNOSTI PROTI UDARCEM.....	18
4.5 MERJENJE ODPORNOSTI PROTI RAZENJU	19
4.6 MERJENJE ODPORNOSTI PROTI MIKORAZENJU.....	20
4.7 MERJENJE OPRIJEMNOSTI PREMAZNEGA SREDSTVA NA PODLAGO	20
4.8 MERJENJE ODPORNOSTI PROTI HLADNIM TEKOČINAM.....	21
4.9 DOLOČANJE TRDOTE PO BRINELLU	21

5 RAZPRAVA	23
5.1 MERJENJE DEBELINE UTRJENEGA FILMA.....	23
5.2 SIJAJ.....	24
5.3 ODPORNOST PROTI RAZENJU	24
5.4 ODPORNOST PROTI UDARCEM.....	25
5.5 OPRIJEMNOST PREMAZNEGA SISTEMA NA PODLAGO.....	25
5.6 ODPORNOST PROTI HLADNIM TEKOČINAM.....	26
5.7 TRDOTA PO BRINELLU	26
6 SKLEPI	28
7 POVZETEK	30
8 VIRI	32
ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Testni vzorci	8
Preglednica 2: Ocenjevanje poškodb po SIST ISO 4211-4:1995.....	11
Preglednica 3: Ocenjevanje odpornosti površine proti mikrorazenju po SIST EN 438- 2:2005	12
Preglednica 4: Nanosi laka	17
Preglednica 5: Povprečne debeline utrjenega filma	18
Preglednica 6: Povprečne vrednosti sijaja pri kotu merjenja 60 °	18
Preglednica 7: Meritve odpornosti površine proti udarcem	19
Preglednica 8: Odpornost površine proti razenju	19
Preglednica 9: Odpornost površine proti mikrorazenju.....	20
Preglednica 10: Vrednosti oprijemnosti premaznega sredstva.....	20
Preglednica 11: Rezultati določanja odpornosti proti hladnim tekočinam.....	21
Preglednica 12: Povprečne vrednosti določanja trdote.....	22

KAZALO SLIK

Slika 1: Stereomikroskop Olympus SZH z dodatno osvetlitvijo.....	9
Slika 2: Merilec sijaja AcuGloss	10
Slika 3: Naprava za usmerjeno določanje udarcev	11
Slika 4: Vzmetni svinčnik za določanje odpornosti površine proti razenju	12
Slika 5: Naprava Erichsen Universal Scratch Tester 413 za določanje odpornosti površine proti mikrorazenju	13
Slika 6: Naprava Defelsko PosiTest AT Adhesion Tester za določanje oprijemnosti in vzorec z nalepljenimi pečati	13
Slika 7: Papirnati diski, pokriti s standardiziranimi čašami	14
Slika 8: Standardizirana črna komora.....	14
Slika 9: Naprava Zwick Z100 za določanje trdote	16
Slika 10: Primerjava debeline utrjenega filma	23
Slika 11: Primerjava vrednosti sijaja	24
Slika 12: Primerjava odpornosti proti razenju	24
Slika 13: Primerjava odpornosti proti udarcem	25
Slika 14: Primerjava oprijemnosti premaza.....	25
Slika 15: Primerjava odpornosti proti hladnim tekočinam	26
Slika 16: Primerjava določanja trdote po Brinellu	26
Slika 17: Skupna primerjava metod	27

1 UVOD

Les je naravni material. Ima zelo širok spekter uporabe in sodi med obnovljive vire. Že nekdanj je bil les nepogrešljiv material, saj so ljudje iz njega izdelovali orodje, orožje za lov, z njim so se gredli in ga uporabljali kot gradbeni material. Podobno je tudi danes, le da se je njegova uporaba še razširila. Danes najdemo les vsepovsod, tako v stanovanjih, v katerih živimo, kot tudi izven njih. Iz lesa lahko izdelujemo najrazličnejše izdelke, od pohištva za notranjo opremo prostorov, stavbno pohištvo, predmete za zunanjo uporabo, gradimo objekte iz lesa, lesene fasade itd.

Les ima kljub dobrim lastnostim tudi pomanjkljivosti. Zelo velika pomanjkljivost je njegova naravna trajnost. Les je organski material in je zato izpostavljen razgradnji, ki omejuje njegovo trajnost. Ta razgradnja poteka pod vplivom različnih dejavnikov, ki so lahko abiotični (to so različni vremenski vplivi, kot recimo vlaga, temperatura, UV sevanje, obraba), ki se najbolj kažejo pri izdelkih na prostem in pa biotični (sem prištevamo predvsem glive in insekte, katerim služi les kot vir hrane in je tudi bivališče številnim organizmom). Da bi preprečili propadanje lesa, ga moramo zaščititi in mu tako povečati njegovo odpornost ter mu podaljšati uporabnost.

Zaščita lesa je prisotna že od nekdanj, ko so les ščitili z najrazličnejšimi sredstvi. Na začetku so bila to naravna zaščitna sredstva, kot so razni voski, olja in smole. S časom pa so se razvijala vedno nova zaščitna sredstva, ki so bila boljša od dotedanjih. Danes dosežemo zelo dobro zaščito že s konvencionalnimi premazi, vendar imajo ti precej pomanjkljivosti. Te pomanjkljivosti lahko odpravimo ali pa vsaj močno izboljšamo z uporabo nanopremazov, ki sodijo med najsodobnejše zaščitne premaze. Nanopremazi so trenutno najboljši zaščitni premazi, s katerimi lahko dosežemo zelo dobre lastnosti. Z njimi dosežemo samočistilnost površin, nekajkrat izboljšano trdnost premaza, UV odpornost, lahko preprečimo rast plesni, lahko povzročijo odboj ali privlak vode ali olj, povečajo ali zmanjšajo gladkost, spremenijo absorpcijo, dosežemo zelo visoko odpornost proti razenju in obrabi itd.

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

V zadnjem času se na trgu pojavlja vedno več tako imenovanih nanopremazov za les. Njihovi proizvajalci zatrjujejo, da imajo omenjeni laki različne odlične lastnosti. Vprašanje je, kakšne so te lastnosti v resnici, oziroma, koliko so le-te le propagandne (komercialne) narave.

1.2 CILJ NALOGE

Uporabnik – polagalec parketov – nam je dostavil tako imenovani nano parketni lak. V nalogi bomo preverili, kakšne so njegove izbrane najpomembnejše odpornostne lastnosti in jih primerjali z že znanimi lastnostmi klasičnih parketnih lakov.

1.3 DELOVNE HIPOTEZE

Možno je, da na izbrani realni podlagi odpornostne lastnosti nano parketnega laka niso take, kot v propagandnem materialu zatrjuje proizvajalec. Verjetno pa je, da izkazuje nano parketni lak nekatere mehanske lastnosti boljše, v primerjavi s klasičnimi parketnimi laki.

2 PREGLED OBJAV

2.1 PREMAZI ZA POVRŠINSKO OBDELAVO LESENIH TALNIH OBLOG

Lesena tla so med uporabo izpostavljena različnim vplivom, zato jih moramo ustrezno zaščititi oz. površinsko obdelati. Površinska obdelava lesa ima dve nalogi – estetsko (dekorativno) in zaščitno. S prvo poudarimo lepoto lesa, z drugo mu podaljšamo trajnost in odpornost.

Za površinsko obdelavo parketa so na voljo različni laki in olja, vendar se ti med seboj močno razlikujejo. Zato moramo za pravilno izbiro ustreznega premaza za parket dobro poznati njegove lastnosti in upoštevati razmere, ki jim bo parket izpostavljen (Petrič, 2007).

2.2 SESTAVA POVRŠINSKIH PREMAZOV

Premazi so sestavljeni iz hlapnih spojin (po nanosu izparijo) in iz nehlapnih, ki ostanejo na površini lesa. Med hlapne sestavine spadajo topila in redčila. Topila raztapljajo komponente in omogočajo primerno viskoznost. Redčila so namenjena uravnavanju delovne viskoznosti premaza, ki je potrebna za optimalno nanašanje na površino.

Filmotvorna snov oziroma vezivo je najpomembnejša nehlapna sestavina premaza. To so lahko različne naravne ali sintetične smole. Vrsta veziva zelo močno vpliva na končne lastnosti premaza. Bistvena vloga veziva je v nastajanju filma, vezavi delcev premaza med seboj in vezavi premaza na les.

Pomembne sestavine premazov so tudi barvila (obarvajo premaz) in pigmenti (obarvajo in prekrijejo teksturo lesa). Premaz lahko vsebuje še dodatke ali aditive (mehčala, polnila, sikative), to so snovi, ki tudi močno vplivajo na lastnosti premaza (Petrič, 2007).

2.3 NAJPOMEMBNEJŠE LASTNOSTI UTRJENIH PREMAZOV

Premaz in podlaga skupaj tvorita površinski sistem. To pomeni, da ima podlaga velik vpliv na lastnosti premaza. Na primer, še tako trd lak na mehkem lesu ne more zagotoviti visoke trdote in s tem skupne odpornosti proti udarcem. Najpomembnejše lastnosti premaza so: oprijem na podlago, odpornost proti udarcem, razenju in obrabi ter odpornost proti toploti in različnim tekočinam. Seveda pa ne smemo pozabiti estetski lastnosti – barvo in sijaj – ter odpornost proti staranju zaradi izpostavitve sončni svetlobi.

Pri izbiri premaza moramo upoštevati omenjene lastnosti, najbolje je, če so bile te pri premazu izmerjene (Petrič, 2007).

2.4 NANO DELCI V PREMAZIH ZA TALNE OBLOGE

Nanometer je ena milijardinka metra, kar je približno širina treh ali štirih atomov. Povprečen človeški las je širok okoli 25.000 nanometrov (CRN, 2012).

Nano delci so se najprej pojavili v površinskih premazih, tudi v premazih za les. Z njimi lahko pomembno izboljšamo odpornost proti delovanju vidne in UV-svetlobe. Prav tako lahko uravnavamo barvo premaza, dosežemo boljšo vodoodbojnost, odpornost proti razenju in obrabi (Petrič, 2007).

2.5 KAJ JE NANOTEHNOLOGIJA IN KAJ SO NANO MATERIALI

Nanotehnologija pomeni manipulacijo, sintezo in kontrolo snovi na ravni posameznih molekul oz. nanometrskih dimenzij in se pojavlja na vseh področjih obstoječe industrije od kemijske, tekstilne, računalništva in informatike, transporta, energetike, avtomobilske, še posebej pa farmacevtske in obrambne industrije. Nanotehnologija nam omogoča izdelavo materialov ali naprav, ki so lažje, hitrejše, močnejše, ki imajo popolnoma nove ali pa dodatne, specifične lastnosti.

Koncept nanotehnologije pripisujejo Nobelovemu nagrajencu Richardu Feynman-u. Prvi pa je izraz nanotehnologija uporabil Norio Taniguchi l. 1974, ki jo je definiral kot proizvodno tehnologijo, s katero dosežemo izredno natančnost in ultra majhne dimenzije (Nanotehnologija, 2012).

Nanotehnologija je interdisciplinarna veja temeljnih in aplikativnih znanosti, s katero nadzorujemo in kontroliramo snov na submikroskopskem, atomarnem in molekularnem dimenzijskem nivoju. Predpona nano prihaja iz mednarodnega sistema enot in pomeni 10^{-9} . Nanoznanost pojasnjuje nove pojave in lastnosti na nanometrskem dimenzijskem nivoju (Petrič, 2008).

Nanomateriali imajo bodisi vsaj eno od dimenzij v nanosvetu do 100 nm (so torej delci, žičke/cevke ali tanki sloji) ali pa so masivni (največkrat ciljno sestavljeni in oblikovani) materiali v mikro- ali makrodimenzijah, sestavljeni iz praviloma nanostrukturiranih delcev, žičk ali slojev. Tako delce kot izdelke je mogoče uspešno proizvajati z razgradnimi metodami, ko masivni ne-nanomaterial, najpogosteje Si ali polimer, s fotojedkanjem ali vtiskovanjem preoblikujemo v zelene funkcionalne nanostrukture ali pa z laserji, plazmo ali kemijsko razbijemo material na nano delce. Preciznejše, v prihodnosti tudi cenejše in zato obetavnejše metode, so generativne, kjer materiale ciljno nalagamo brez izgub. Najpreciznejše, a zaenkrat najbolj počasno in drago, je sestavljanje z mikroskopsko-strojnimi metodami: atom na atom (Navodnik, 2007).

Nanomaterial je snov, ki vsebuje nanostrukture dimenzij med 1 nm in 100 nm. 100 nm je dimenzijska meja, pri kateri se lastnosti nanomateriala bistveno spremenijo. Zaradi svojih izredno majhnih dimenzij imajo namreč nanomateriali drugačne lastnosti od običajnih materialov. Takšni materiali se odlikujejo po svoji nizki gostoti, ki je šest krat nižja od gostote jekla ter po izjemni trdnosti, ki je 200 krat višja od jekla (Petrič, 2008).

Nanomateriali so snovi, ki vsebujejo izredno majhne delce, okrog 1 nanometra oziroma 1×10^{-9} m. To je velikost, ki je značilna za svet molekul in atomov. Sodobne tehnologije – nanotehnologije – pa omogočajo nadzorovano manipulacijo nano delcev. Iz njih lahko sestavimo nanocevice, nanokroglice in različne druge »nanostrukture«. Snovi, ki vsebujejo nano delce, imajo lahko popolnoma drugačne, nove lastnosti ali pa z nanotehnologijami močno izboljšamo oziroma popravimo pomanjkljivosti materialov, ki že obstajajo. Tako lahko izboljšamo mehanske lastnosti, gostota in toplotna prevodnost pa se sočasno znižata (Navodnik, 2007).

2.6 NANOMATERIALI NA PODROČJU LESARSTVA

Premazi za fasade in strehe vsebujejo nanosrebro ali druge biocidne nano delce, posebej za strehe se pogosto uporabljajo steklene, votle kroglice in reflektirajoči pigmenti, tako da premazi odbijajo do 90 % svetlobe. Nano delci hkrati zagotovijo hidrofobnost in prost pretok pare. V pohištveni industriji se zahtevajo površine, odporne proti razenju in obrabi. V ta namen je bila razvita specialna nanomodifikacija polimernih zaščitnih slojev, ki se precej razlikuje od alternativnih oslojevanj. Firma Württembergische Kunststoffwerke je skupaj z inštitutom za površinsko modifikacijo (IOM) razvila na praske odporne lake. Osnovni princip je uvedba pirogene kremenčeve kisline direktno v akrilate, ki se utrjujejo s sevanjem. Na ta način dobijo cenovno ugodne lake brez topil in z dolgim časom skladiščenja, ki jih nato z elektronskim- ali UV-sevanjem utrdijo kot zaščitni sloj na dekorativnih folijah za pohištvo ali pa na ploščah. Sloj je transparenten in ima visoko odpornost proti razenju in obrabi. Nanokompozitni (akrilatni) laki vsebujejo od 30 % – 50 % specialno modificiranega nano SiO_2 in so kljub temu transparentni in nizkoviskozni. Nanašajo se lahko z valji, polivanjem ali brizganjem, utrjujejo pa z UV- ali elektronskim sevanjem ali termično. Imajo izjemne mehanske lastnosti. V lakih uporabljamo nanotehnologijo najpogosteje kot samočistilno nanostrukturo ali za preprečitev nastanka razpok pri udarcih, in sicer z visokoelastičnimi nanopolnili (npr. silikon Genioperl). Lakom in lepilom lahko tako povečamo tudi temperaturno stabilnost preko 260 °C. Z akrilno raztopino nano Al_2O_3 (Nanobyk) koncentracije 0,5 % – 5 % dobimo lake, odporne proti razenju. Za lakiranje parketa se uporablja nanos 40 g/m² oz. debeline 30 µm in utrjevanje s Hg – svetilko z dodatkom korunda. Abrazijsko odpornost še povečamo od 15 obratov/µm na 40 obratov/µm (Navodnik, 2007).

Nanopremazi so eno prvih komercialno uspešnih področij nanotehnologije. Ščitijo pred umazanijo, plesnijo, mahom. Za uporabo nanomaterialov v lesarski industriji so se odločili v obratu Lesne industrije v Radljah ob Dravi. Lastnost njihovih klasičnih lesenih oken in vrat je nanotehnološka obdelava, ki zagotavlja trajnost lesa, kot da bi bili plastični. Vodja obrata upa, da bodo njihovi izdelki spet povrnili zaupanje v stari dobri les.

Brez nanotehnologije se takšne trajnosti ne da zagotoviti. "Nanotehnološki" zaščitni premaz za les je dolgo delujoč sistem zaščite, na vodni osnovi, v katerega so vgrajeni majhni gradniki, nano delci. Iz aktivnih komponent se na površini tvori ultra tanka, prosojna plast, ki odbija umazanijo, vodo in maščobe. Ščiti lesene površine, lesu pa dovoljuje, da diha ter preprečuje vpijanje vode in trohnenje; ščiti pred vlago, maščobnimi madeži in mahom. Nano delci obdajo pore in preprečujejo pronicanje vode v les, ta pa istočasno prepušča zrak in soparo; voda in maščobe preprosto zdrsnejo s površine, takšna

okna so popolnoma zaščitena pred umazanijo, morsko vodo, pred zrakom, polnim soli, in tudi pred kislim dežjem." Kljub nanoobdelavi pa zaščita ni večna, po petih letih je treba les premazati s posebno zaščito, saj tako ne nastajajo razpoke, čistilo in tekočina pa zagotavljata odpornost proti krčenju, preprečujeta nabrekanje materialov in pokanje.

Nanozaščita zmanjša oprijem umazanije in preprečuje propadanje, takšna impregnacija pa ni samo za okenske okvirje, pač pa tudi za vrtno pohištvo, vrtno hišice, ograje, primerna je za vse neobdelane, nenaoljene in nevoskane lesene površine (Šprogar, 2010).

Tudi na področje lesarstva nanotehnologija in nano materiali kar hitro prodirajo. Dejstvo je, da je les sam po sebi pravzaprav nano kompozitni material. Tako so recimo celulozna vlakna glede na svojo definicijo nano vlakna. Najbolj so se nanomateriali uveljavili na področju površinske obdelave.

Poznan je samočistilni učinek lotosovega lista. Zaradi nano hrapavosti površine, le-te vodne kapljice ne omočijo in odtečejo z nje. Na njihovi poti se jih zaradi površinske napetosti vode oprimejo delci umazanije, ki jih voda odplakne. S pomočjo nanotehnologije so že izdelali površinske premaze, ki imajo povečano ognjeodpornost, odpornost proti abiotskim in biotskim dejavnikom. V kozmetični industriji že dalj časa uporabljajo titanov dioksid, kot odlično zaščitno sredstvo proti UV sevanju (Petrič, 2008).

2.7 NANO DODATKI V SREDSTVIH ZA LES

Uporabljajo se sredstva z biocidnim delovanjem. Zaščitna sredstva za les z biocidi v obliki nano delcev ali v nano kapsulah, iz katerih se sproščajo kontrolirano, so okolju prijaznejša alternativa klasičnim sredstvom, kot so npr. raztopine CCA ali CCB. Poznamo tudi biocide v nano obliki, srebro (Ag) in cinkov oksid (ZnO). Nano delci ZnO prodrejo v lumne in celo stene lesnih celic in tako zagotavljajo dolgotrajno zaščito. Nano delci gline pa lahko izboljšajo odpornost površine proti gorenju (Petrič, 2008).

2.8 VPLIVI NANOMATERIALOV NA ZDRAVJE

Kljub prednostim nanomaterialov moramo biti pri njihovi uporabi zelo previdni, kajti mnogi vplivi na človeka še niso preizkušeni. Nekatere raziskave kažejo na povečano toksičnost. Predvsem je problematična velika površina nano delcev in s tem povečana reaktivnost. Nano delci lahko prodrejo v telo preko kože, pljuč in prebavnega trakta ter v notranjih organih povzročajo vnetja in različne poškodbe, ki bi lahko privedle tudi do rakastih obolenj (Petrič, 2008).

V človeško telo lahko delci pridejo skozi kožo, prebavila in predvsem dihala. Na vse tri načine lahko pridejo v krvni obtok, ki jih raznese po vsem telesu. Organi, ki so najbolj prizadeti zaradi vdora nano delcev so jetra, vranica, ledvice in bezgavke, v splošnem pa so delci lahko vzrok vseh bolezni, povezanih s krvnim obtokom.

Nano delci v tekočem mediju se obravnavajo kot nenevarni s stališča, da bi prišlo do nenadzorovanega vdihavanja, to velja tudi v primeru tankih nanosov, ko tekočina izpari, delci pa se aglomerirajo in jih pri tem mehansko ne obremenjujemo (Remškar, 2009).

»Pomembno je, da so nano delci trdno vezani na makromateriale in torej varni za človeka in okolje« (Navodnik, 2007).

2.9 DELITEV GOTOVIH PARKETOV

Gotovi parket je že tovarniško površinsko obdelan - lakiran, kar je ena njegovih glavnih prednosti, saj so pogoji lakiranja v tovarni bistveno boljši kot na samem objektu. Gotove parkete v glavnem delimo na:

- masivni,
- dvoslojni,
- troslojni.

2.9.1 Masivni gotovi parket

Masivni gotovi parket je zaradi svoje velike debeline (od 15 mm – 20 mm) primeren za večkratno obnavljanje (brušenje). Dimenzije parketov se razlikujejo po proizvajalcih, dolžine lamel pa so običajno od 400 mm do 1500 mm, širine pa od 80 mm do 150 mm. Od klasičnih parketov se razlikujejo v tem, da so površinsko že izgotovljeni (lakirani, krtačeni, oljeni,...). Parket se spaja na pero in utor in ga je potrebno po celotni površini lepiti na tla. Takšen parket ni primeren za polaganje v prostore, kjer imamo talno gretje (Alpod, 2009a).

2.9.2 Dvoslojni gotovi parket

Dvoslojni gotovi parket je sestavljen iz več manjših deščic, s peresom in utorom na vseh štirih straneh, njegova površina pa je že obdelana (brušena in šest do sedemkrat lakirana). Parket sestoji iz dveh slojev, osnova je lahko vezana plošča, HDF-plošča ali smrekova deska, na vrhu pa je sloj prvovrstnega lesa (od 3,5 mm – 4 mm). Takšen parket lepimo po celotni površini na podlago. Zelo moramo paziti pri montaži na tla s talnim ogrevanjem, kjer moramo strogo upoštevati navodila, ki vključujejo postopke ogrevanja pred montažo, med njo in po njej. Dvoslojni parket ima poleg toplote in naravne lepote še dobro toplotno prevodnost. Zaradi tega in dveh slojev je med vsemi najprimernejši za polaganje na tla s toplovodnim talnim ogrevanjem. Zaradi lastnosti lesa se lahko pri previsoki temperaturi in premajhni zračni vlagi na parketu pojavijo reže, ki jih lahko zmanjšamo ali se jim izognemo z vzdrževanjem stalne temperature med 18 °C in 21 °C (temperatura tal naj ne bi preseгла 25 °C) ter od 50 % - 60 % relativne zračne vlažnosti (Alpod, 2009b).

2.9.3 Troslojni gotovi parket

Troslojni gotovi parket je sestavljen iz treh osnovnih slojev. Dimenzije parketa so različne od proizvajalca do proizvajalca, v večini pa se gibljejo od 14 mm do 20 mm po debelini in od 1 m do 2,5 m po dolžini in daljše. Parket je štiristransko obdelan na pero in utor. Zgornji in spodnji sloj sta iz pravega lesa, vmesni sloj pa sestavlja smrekov les ali različne lesne plošče. Proizvajalci ponujajo različno debelino zgornjega (plemenitega) sloja, navadno med 4 mm in 6 mm. Polagamo ga lahko na vse vrste podlag, saj ga lahko lepimo, privijamo ali polagamo plavajoče (Tratar, 2010).

3 MATERIALI IN METODE

3.1 MATERIALI

V eksperimentalnem delu smo za testiranje uporabili mehansko obdelane vzorce iz lesa bukve. Vzorci predhodno niso bili površinsko obdelani. Vsi testni vzorci so bili po zagotovitvi proizvajalca ustrezne kvalitete.

Preglednica 1: Testni vzorci

Številka vzorca	Vrsta parketa	Podlaga	Način mehanske obdelave
1.	Masivni	Bukev	Ravna površina
2.	Masivni	Bukev	Ravna površina
3.	Masivni	Bukev	Ravna površina
4.	Masivni	Bukev	Ravna površina
5.	Masivni	Bukev	Ravna površina
6.	Masivni	Bukev	Ravna površina
7.	Masivni	Bukev	Ravna površina
8.	Masivni	Bukev	Ravna površina
9.	Masivni	Bukev	Ravna površina

3.2 METODE

Z izbranim parketnim lakom proizvajalca Saer smo po navodilih proizvajalca površinsko obdelali vzorce bukovega lesa (*Fagus sylvatica* L.) in po utrditvi ter kondicioniranju po standardnih metodah preverili nekaj klasičnih površinskih lastnosti, kot so debelina utrjenega filma, sijaj, odpornost proti razenju, mikrorazenje, odpornost proti udarcem, oprijemnost, odpornost proti hladnim tekočinam in trdota. Vodni lak za parket 2K je izdelan po Nano tehnologiji, za zelo velike obremenitve, z ekstremno visoko odpornostjo na praske in obrabo, kakor tudi z odličnimi vrednostmi kemične odpornosti. Zelo enostaven je za čiščenje. Namenjen je samo za notranjo uporabo, za lakiranje močno obremenjenih lesenih tal in parketov v šolah, pisarnah, muzejih prireditvenih prostorih. Lak popolnoma ustreza strogim zahtevam nemškega standarda DIN 18032 (izredna protidrnost). Poraba laka je pri nanosu z valjčkom 11 / 8 do 10 m².

3.2.1 Priprava vzorcev

Dimenzije vzorcev so bile: 86 mm x 440 mm x 20 mm. Vzorce smo pripravili po navodilih proizvajalca. Brusili smo jih na tračnem brusilnem stroju, s papirjem granulacije 40, 60, 80, 100 in z rotacijskim brusilnim strojem s papirjem 100. Na vzorce smo z valjčkom iz mikrofibre nanesli 3 nanose laka, v nanosih 80 g/m² – 100 g/m². Lak je bil mešan z utrjevalcem v razmerju 10:1 (10 enot laka in 1 enota utrjevalca). Na vzorce smo najprej nanesli prvi nanos. Drugi nanos laka smo nanesli po eni uri brez vmesnega brušenja vzorcev. Tretji nanos smo nanašali drugi dan, saj je proizvajalec predvidel končni nanos po 24 urah. Pred nanašanjem laka smo vzorce pobrusili z brusnim papirjem granulacije 120 –

mrežica in jih obrisali s krpo ter jih očistili s stisnjenim zrakom. Čas sušenja zadnjega nanosa je bil 24 ur.

3.2.2 Preučevanje lastnosti utrjenih površinskih premaznih sistemov

Izvedli smo naslednje poizkuse:

- merjenje debeline utrjenega filma,
- merjenje sijaja,
- merjenje odpornosti proti udarcem,
- merjenje odpornosti proti razenju,
- določanje odpornosti proti mikrorazenju,
- merjenje oprijemnosti premaznega sredstva na podlago,
- določanje odpornosti proti hladnim tekočinam,
- določanje trdote po Brinellu.

3.2.3 Merjenje debeline utrjenega filma

Debelino utrjenega filma smo merili po standardu SIST EN ISO 2808:2007. Vzorec smo najprej (prečno na potek lesnih vlaken) odrezali, da smo dobili manjši vzorec, nato pa površino še dodatno porezali s skalpelom, na treh mestih. Vzorec smo opazovali pod stereomikroskopom Olympus SZH (slika 1) z dodatno osvetlitvijo in pri 120 kratni povečavi.



Slika 1: Stereomikroskop Olympus SZH z dodatno osvetlitvijo

3.2.4 Merjenje sijaja

Sijaj premaznega sredstva smo merili po standardu SIST EN ISO 2813:1999. Uporabili smo instrument za merjenje sijaja X – Rite AcuGloss TRI (slika 2). Pred začetkom merjenja smo instrument morali umeriti s pomočjo kalibracijske plošče, ki je priložena. Merili smo pod vpadnim kotom svetlobe 60° in v vzdolžni smeri na lesna vlakna. Izvedli smo po pet meritev na vzorec, na naključnih mestih.



Slika 2: Merilec sijaja AcuGloss

3.2.5 Merjenje odpornosti proti udarcem

Meritve za določanje odpornosti proti udarcem smo izvedli po standardni metodi SIST ISO 4211-4:1995. Meritve smo opravljali z napravo za usmerjeno določanje udarcev (slika 3). Napravo smo položili na vzorec, ki je bil v vodoravnem položaju in nanj spuščali utež z maso 500 g na jekleno kroglico premera 10 mm. Najprej smo to naredili z višine 10 mm nato pa še z višine 25 mm. Naredili smo po pet meritev na vsakem vzorcu. Na koncu smo ocenili vzorce s pomočjo lupe pri 10 kratni povečavi in zapisali ocene, kot jih navaja standard (preglednica 2).



Slika 3: Naprava za usmerjeno določanje udarcev

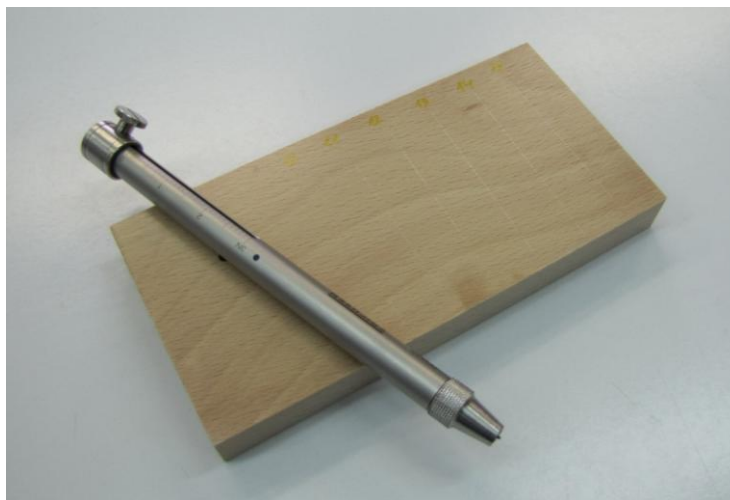
Preglednica 2: Ocenjevanje poškodb po SIST ISO 4211-4:1995

Ocena	Opis
5	Ni nobenih sprememb
4	Razpok v filmu laka ni, na mestu udarca zasledimo le deformacijo v obliki udrtine, ki je vidna v soju odbite svetlobe.
3	Na površini se pojavijo manjše razpoke (po navadi ena ali dve), ki so lahko krožne ali polkrožne oblike.
2	Pojavi se večje število razpok, ki so omejene znotraj deformacije oz. udrtine
1	Znotraj in zunaj deformacije oz. udrtine, se pojavi večje število razpok in/ali prihaja do luščenja filma laka.

3.2.6 Merjenje odpornosti proti razenju

Merjenje odpornosti proti razenju smo izvajali po standardni metodi SIST EN ISO 1518:2001. Uporabili smo vzmetni svinčnik s konico premera 1 mm (slika 4). Silo razenja smo nastavili s pomikom drsnega obroča, nato pa smo s svinčnikom razili površino vzorca prečno na potek vlaken. Dolžina raze je bila okrog 70 mm. Hitrost pomikanja svinčnika smo poskušali vzdrževati čim bolj enakomerno in med 30 mm/s in 40 mm/s. Obremenitev konice smo povečevali tako dolgo, da je na površini nastala mehanska poškodba ali pa se je pojavila plastična deformacija, ki je bila širša od 0,5 mm (sled igle). Sila, pri kateri je

nastala mehanska poškodba, je služila kot rezultat meritve. Širino raze pa smo izmerili z lupo pri 10kratni povečavi.



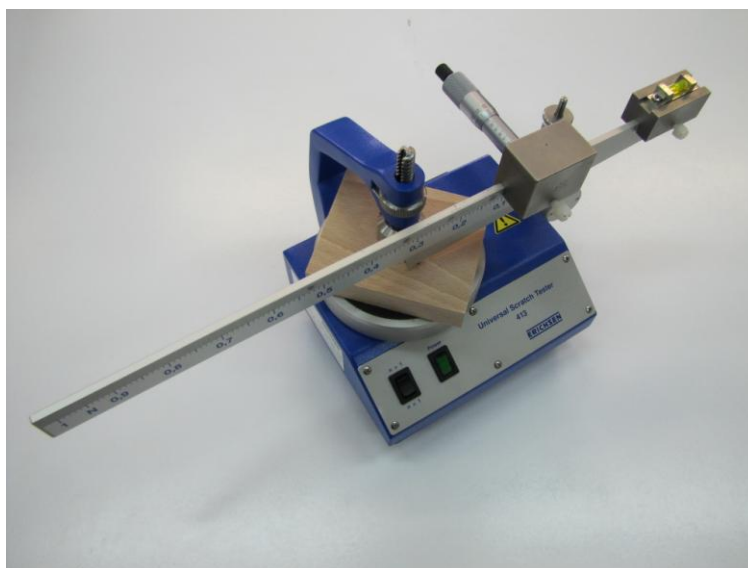
Slika 4: Vzmetni svinčnik za določanje odpornosti površine proti razenju

3.2.7 Določanje odpornosti proti mikrorazenju

Mikrorazenje smo izvedli z napravo Erichsen Universal Scratch Tester 413 (slika 5). Za določanje smo uporabljali metodo po standardu SIST EN 438-2:2005. V napravo smo vpeli vzorec in nanj pravokotno položili konusno diamantno konico s končnim radijem 90 μm . Najprej smo površino razili z manjšo silo 1 N, nato pa vedno z večjo (2 N, 4 N in 6 N). Razenje je potekalo iz centralnega dela navzven. Na koncu smo zaradi lažje ocenitve v raze na vzorcu vtrli kontrastni medij.

Preglednica 3: Ocenjevanje odpornosti površine proti mikrorazenju po SIST EN 438-2:2005

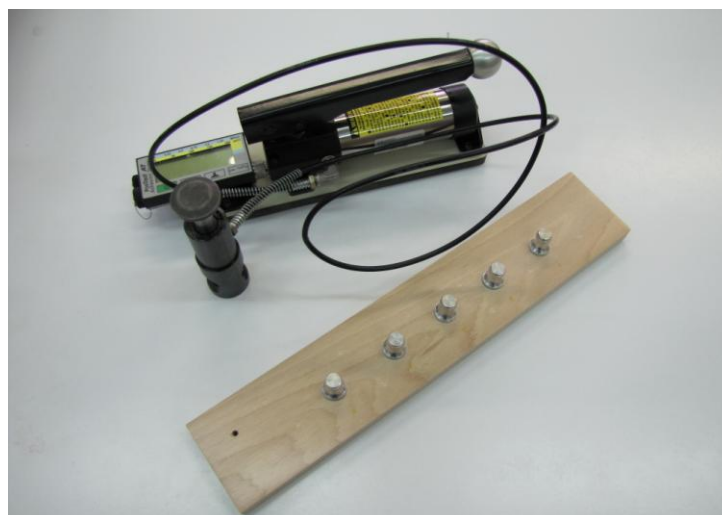
Ocena	Nesklenjena raza ali sled brez kakršnih koli poškodb	Jasno vidna sklenjena raza v več kot 90 %
5	6 N	> 6 N
4	4 N	6 N
3	2 N	4 N
2	1 N	2 N
1	-	1 N



Slika 5: Naprava Erichsen Universal Scratch Tester 413 za določanje odpornosti površine proti mikrorazenju

3.2.8 Merjenje oprijemnosti premaznega sredstva na podlago

Oprijemnost premaznega sredstva na podlago smo določali z metodo odtrgovanja pečatov po standardu SIST EN ISO 4624:2004. Pred začetkom poskusa smo pečate najprej malo pobrusili in jih očistili s krpo, prav tako smo pobrusili tudi vzorce. Na vzorce smo prilepili po pet pečatov premera 2 cm. Uporabili smo dvokomponentno epoksidno lepilo UHU plus. Po 24 urah, ko je lepilo utrnilo, smo okrog pečatov zarezali film laka in tako razmejili površino pečatov od ostale površine. Nato smo s trgalno napravo Defelsko PosiTest AT Adhesion Tester (slika 6) pečate odtrgali od podlage in vrednosti zabeležili v MPa. Zraven smo določili tudi vrsto loma pečata.



Slika 6: Naprava Defelsko PosiTest AT Adhesion Tester za določanje oprijemnosti in vzorec z nalepljenimi pečati

3.2.9 Določanje odpornosti proti hladnim tekočinam

Določanje odpornosti površine proti hladnim tekočinam smo opravljali po standardni metodi SIST EN 12720:1997. Papirnate diske iz mehkega filtrirnega papirja premera 25 mm smo pomočili za 30 sekund v izbrano tekočino temperature $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$, nato pa jih s pinceto položili na površino vzorcev. Tako omočene diske smo pokrili s steklenimi čašami 400 mm premera in 25 mm višine (slika 7). Po določenem času smo papirnate diske odstranili s površine in po 16 do 24 urah od izpostavitve ocenili poškodbe. Pred ocenjevanjem smo površino očistili s standardiziranim čistilom. Ocenjevali smo pri sobni svetlobi in v standardizirani črni komori (slika 8).



Slika 7: Papirnati diski, pokriti s standardiziranimi čašami



Slika 8: Standardizirana črna komora

3.2.10 Določanje trdote po Brinellu

Določanje trdote po Brinellu smo izvajali na napravi Zwick Z100 (slika 9) po standardu SIST EN 1534:2003 z vtiskanjem jeklene kroglice premera 10 mm. Na vzorcih smo na naključnih mestih izvedli po 10 meritev/vzorec. S silo 1000 N smo vtiskali jekleno kroglico v les, to smo dosegli v času 15 sekund. Obremenitev 1000 N smo nato vzdrževali 25 sekund in nato površino razbremenili v 15 s. Kroglico smo izdrli po 3 minutah in izmerili premer odtisa kroglice na površini pravokotno in vzporedno z vlakni. Pri izračunu smo upoštevali povprečni premer. Trdoto po Brinellu smo izračunali po spodnji enačbi (1) iz SIST EN 1534:2003:

$$HB = \frac{2xF}{\pi xD \left(D - \left(D^2 - d^2 \right)^{\frac{1}{2}} \right)} \quad \dots(1)$$

HB – trdota po Brinellu (N/mm²)

F – sila obremenjevanja (N)

D – premer jeklene kroglice (mm)

d – povprečni premer vtisa (mm)

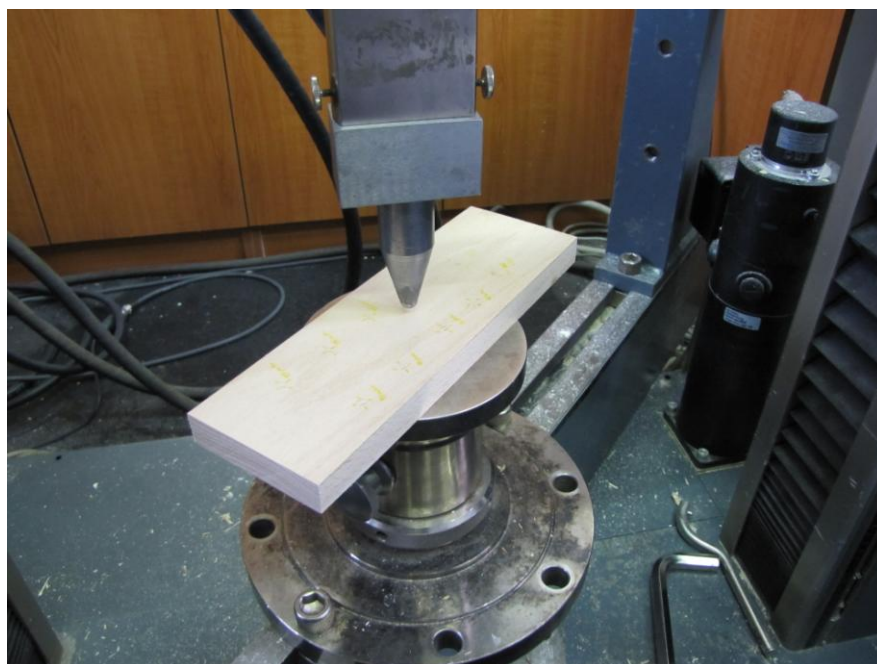
Na napravi Zwick Z100 smo premer deformacije izračunali na podlagi globine deformacije, ki smo jo natančno zajeli s programsko opremo Zwick/Roell testXpert® II, po izpeljani enačbi (2) (Pavlič, 2009).

$$d = 2x\sqrt{r^2 - (r - dL)^2} \quad \dots(2)$$

d – povprečni premer vtisa (mm)

r – premer jeklene kroglice (mm)

dL – globina deformacije (mm)



Slika 9: Naprava Zwick Z100 za določanje trdote

4 REZULTATI

4.1 NANOSI PREMAZNEGA SISTEMA

Vzorci smo po vsakem nanosu stehali in tako dobili maso nanosa laka. Nanos laka se je gibal med 2,89 g – 3,60 g/vzorec. Torej je bil povprečni nanos 3,3 g/vzorec. Površina vzorca je znašala 0,0374 m². Na podlagi teh podatkov smo izračunali nanos za posamezen vzorec. To smo naredili tako, da smo maso nanosa laka delili s površino in dobili nanos v g/m².

Vrednosti posameznih nanosov so podane v preglednici 4. Imeli smo devet vzorcev enake lesne vrste in enakih dimenzij. Na vse vzorce smo nanесли enak premazni sistem (Aqua nanolak za parket NT100 polsijaj) v treh nanosih. Kot že ime pove, je to vodni lak, izdelan po nano tehnologiji za zelo velike obremenitve, z ekstremno visoko odpornostjo proti razenju in obrabi, kakor tudi z odličnimi vrednostmi kemične odpornosti. Lak smo nanašali z valjčkom iz mikrofibre v nanosih okrog 80 g/m² – 100 g/m².

Preglednica 4: Nanosi laka

Št. vzorca	1. nanos (g/m ²)	2. nanos (g/m ²)	3. nanos (g/m ²)	Σ (vsota) (g/m ²)
1	98,93	95,99	78,07	272,99
2	101,60	94,39	79,14	275,13
3	81,55	93,58	82,35	257,48
4	85,03	92,51	85,03	262,57
5	77,81	93,05	83,16	254,02
6	80,21	90,91	80,21	251,33
7	79,68	92,78	83,69	256,15
8	77,27	93,32	83,69	254,28
9	77,54	92,25	86,89	256,68

4.2 MERJENJE DEBELINE UTRJENEGA FILMA

Merjenje debeline utrjenega filma smo izvajali na treh vzorcih (1, 2, 3). Na vsakem vzorcu smo opravili po tri meritve tako, da smo najprej naredili po tri zareze s skalpelom. S tem smo dobili bolj čisti rez, da smo lahko debelino bolj natančno izmerili. Na vsakem mestu smo vzeli neko srednjo vrednost (ne največje in ne najmanjšo). Vzeli smo merilo 1 cm = 83 μm. Meritve smo zaokrožili na 1 decimalno mesto natančno.

V preglednici 5 so prikazani rezultati meritev debelin utrjenega filma, ki so povprečja izmerjenih vrednosti. Debelina utrjenega filma je odvisna od penetracije premaznega sredstva v podlago pri prvem nanosu, količine nanosa pri posameznih slojih, odvzetega volumna zaradi brušenja, števila slojev in deleža nehlapnih snovi. Ker smo imeli vzorce enake lesne vrste in tudi enako premazno sredstvo, lahko opazimo zelo majhna odstopanja debeline filma. Po tem lahko sklepamo tudi, da se je lak dobro razlil.

Preglednica 5: Povprečne debeline utrjenega filma

Številka vzorca	Meritve (μm)	Povprečje meritev (μm)	Standardni odklon (μm)
1.	83,0	83,17	83,17 \pm 6,74
1.	75,0		
1.	91,5		
2.	83,0	88,67	88,67 \pm 4,01
2.	91,5		
2.	91,5		
3.	91,5	85,83	85,83 \pm 4,01
3.	83,0		
3.	83,0		

Skupno povprečje meritev = 85,9 μm

4.3 MERJENJE SIJAJA

V preglednici 6 vidimo vrednosti meritev sijaja, ki smo ga merili pod kotom 60°, vzdolžno na vlakna. Vrednosti so povprečja 5 meritev na vsakem vzorcu. Meritve smo izvedli na vseh vzorcih. Sijaj je zelo malo variiral, kar je dobro. Pomeni, da je sijaj na površini enakomeren.

Preglednica 6: Povprečne vrednosti sijaja pri kotu merjenja 60 °

Številka vzorca	1. meritev	2. meritev	3. meritev	4. meritev	5. meritev	Povprečje	Standardni odklon
1.	32,1	32,4	33,6	33,2	32,4	32,74	32,74 \pm 0,56
2.	32,9	33,8	32,7	32,1	31,5	32,60	32,60 \pm 0,77
3.	31,8	32,6	31,5	31,5	33,4	32,16	32,16 \pm 0,74
4.	33,4	34,4	33,9	34,6	33,4	33,94	33,94 \pm 0,50
5.	33,7	33,0	33,9	33,8	34,0	33,68	33,68 \pm 0,35
6.	33,7	32,0	34,2	33,5	32,1	33,10	33,10 \pm 0,89
7.	31,9	32,2	33,6	34,7	32,9	33,06	33,06 \pm 1,01
8.	35,7	34,6	34,4	33,9	34,4	34,60	34,60 \pm 0,66
9.	34,0	35,0	36,2	34,0	32,7	34,38	34,38 \pm 1,17

Skupno povprečje meritev = 33,4

4.4 MERJENJE ODPORNOSTI PROTI UDARCEM

Odpornost proti udarcem smo izvedli na prvih treh vzorcih, in sicer po pet meritev na vsakem vzorcu. V preglednici 7 so podane ocene poškodb, ki so nastale pri spuščanju uteži na jekleno kroglico z višin 10 mm in 25 mm ter premeri nastalih udrtin v površini. Višina 10 mm velja za mehkejše lesove z veliko anatomsko nehomogenostjo, višina 25 mm pa za trše lesove z anatomsko homogeno zgradbo. Standard navaja, da je površina odporna proti udarcem, kadar ocenimo deformacijo s 5 ali 4. Ocena 5 pomeni, da ni vidnih sprememb na

površini, ocena 4 pa, da je vidna deformacija v obliki vtisa, a ni razpok filma. Kot je razvidno iz preglednice 7, smo vse deformacije ocenili s 4, kar je precej dobro. Ocene 5 nismo zabeležili, saj smo na vseh vzorcih opazili vsaj manjšo poškodbo površine. Najmanjši premer je opažen na vzorcu 3 pri višini spusta 10 mm, in sicer 2 mm, največji premer deformacije pri isti višini pa pri 1. vzorcu, 3 mm. Pri spuščanju uteži z višine 25 mm so se premeri pričakovano povečali, največ za 1,6 mm pri vzorcih 2 in 3. Najmanjši premer smo opazili pri 1. vzorcu, to je 2,7 mm in največjega (3,7 mm) pri vzorcu 2.

Preglednica 7: Meritve odpornosti površine proti udarcem

Številka vzorca	h = 10 mm		h = 25 mm	
	Premer (mm)	Ocena	Premer (mm)	Ocena
1.	3,0	4	3,6	4
1.	2,3	4	3,1	4
1.	2,5	4	3,1	4
1.	2,4	4	2,7	4
1.	3,0	4	3,2	4
2.	2,8	4	3,5	4
2.	2,8	4	3,5	4
2.	2,2	4	3,0	4
2.	2,1	4	3,7	4
2.	2,7	4	3,3	4
3.	2,1	4	3,3	4
3.	2,0	4	3,6	4
3.	2,3	4	2,8	4
3.	2,1	4	3,3	4
3.	2,2	4	3,5	4
Povprečje vrednosti	2,4	4	3,3	4

4.5 MERJENJE ODPORNOSTI PROTI RAZENJU

Odpornost površinskega sistema proti razenju je fizikalna lastnost, ki jo lahko vidno zaznamo. Merilo odpornosti površine proti razenju je sila na konico, kjer nastane raza (film razpoka) ali pa vtis (plastično preoblikujemo površino), širši od 0,5 mm. V preglednici 8 so prikazane sile, pri katerih je film laka razpokal ali pa je bila širina plastične deformacije večja od 0,5 mm. Razenje smo izvedli na prvih treh vzorcih. Ugotovimo lahko, da film laka pri nobenem vzorcu ni razpokal, pri vseh pa je bila vzrok za širino raze sila, ki je služila kot merilo odpornosti. Kot rezultat se je največkrat uporabil modus vrednosti 13 N.

Preglednica 8: Odpornost površine proti razenju

Številka vzorca	Sila (N)	Opomba
1.	14	Širina raze je 0,55 mm, film laka ni razpokal
2.	13	Širina raze je 0,65 mm, film laka ni razpokal
3.	13	Širina raze je 0,55 mm, film laka ni razpokal

Skupno povprečje sile = 13,3 N

4.6 MERJENJE ODPORNOSTI PROTI MIKRORAZENJU

V preglednici 9 je podana ocena odpornosti površine proti mikrorazenju, ki predstavlja silo, pri kateri se je pojavila jasno vidna sklenjena raza v več kot 90 %. Glede na to, da proizvajalec laka zatrjuje odlično odpornost proti razenju, bi pričakovali večjo silo, ki je potrebna za nastanek raze.

Preglednica 9: Odpornost površine proti mikrorazenju

Številka vzorca	Ocena	Opomba
8.	2	Pri sili 2 N se je pojavila sklenjena raza filma - lak

4.7 MERJENJE OPRIJEMNOSTI PREMAZNEGA SREDSTVA NA PODLAGO

Oprijemnost je odvisna od vrste lesa, vrste premaza in njegovih lastnosti, klimatskih okoliščin, hrapavosti in vlažnosti lesa. Pri merjenju oprijemnosti premaza smo poleg sile loma beležili tudi vrsto loma. Do loma lahko pride med dvema slojema laka (adhezijski lom), v podlagi (kohezijski lom) in med lakom in podlago (adhezijski lom). Oprijemnost premaza na podlago je pravilno izmerjena le v zadnjem primeru. Oprijemnost je dobra, ker je material heterogen, in ne dobimo pravilne razporeditve napetosti na površini in tudi ne pravega loma. V preglednici 10 vidimo, da je bil delež kohezijskega loma v lesu relativno visok (37,7 %), kljub temu pa je delež adhezijskega loma nad 60 %, ki je meja za veljavnost dobljenih rezultatov. Kljub vsemu pa lahko zaradi večjega deleža kohezijskega loma sklepamo, da je realna oprijemnost laka še višja od dobljenih vrednosti.

Preglednica 10: Vrednosti oprijemnosti premaznega sredstva

Številka vzorca	Lom (%)		Oprijemnost (MPa)
	Kohezijski tip	Adhezijski tip	
5.	5	95	4,01
5.	5	95	3,26
5.	10	90	5,50
5.	25	75	5,04
5.	40	60	4,74
6.	40	60	4,32
6.	40	60	4,19
6.	75	25	5,30
6.	25	75	4,63
6.	40	60	4,52
7.	60	40	6,30
7.	40	60	6,06
7.	60	40	6,43
7.	45	55	5,79
7.	55	45	6,26
Povprečje vrednosti	37,7	62,3	5,09

4.8 MERJENJE ODPORNOSTI PROTI HLADNIM TEKOČINAM

Odpornost proti hladnim tekočinam smo ocenjevali z ocenami od 1 do 5 (1 pomeni zelo slabo in 5 zelo dobro odpornost). Najslabše rezultate smo dobili pri izpostavljenosti alkoholu, najboljše pa pri vodi in olju. V preglednici 11 so prikazani časi izpostavitve posameznim medijem in ocene, ki smo jih določili.

Preglednica 11: Rezultati določanja odpornosti proti hladnim tekočinam

Sredstvo	Čas izpostavitve (h)	Ocena
Destilirana voda	24	5
Olje	24	5
Čistilno sredstvo	24	4
Alkohol 48%	1	3(4)

4.9 DOLOČANJE TRDOTE PO BRINELLU

Trdoto smo določali po Brinellovi metodi na treh vzorcih, po deset meritev na vzorec. V preglednici 12 so prikazane vrednosti trdote podlage s premazom in brez premaza ter povprečne vrednosti.

Zaradi heterogene zgradbe lesa in anatomskih posebnosti je zelo težko natančno določiti trdoto. Pri lesu moramo zato upoštevati smer obremenjevanja, gostoto in vlažnost lesa. Na trdoto vplivajo še potek vlaken, hitrost, način in trajanje obremenitve, temperatura ter anomalne rasti (grče, odkloni vlaken – spiralni, diagonalni potek, reakcijski les, smolni in lateksni kanali, rastne anomalije in razpoke). Zaradi korektno primerjave izvajamo meritve na čistih in orientiranih vzorcih brez rasti anomalij.

Iz preglednice je razvidno, da je v večini rezultatov (21 od 30 meritev) dobljena višja sila pri podlagi brez premaza. Le pri 9 meritvah smo dobili večje sile, ko je bila podlaga premazana s premazom. Če primerjamo rezultate sistema s premazom in sistema brez premaza, opazimo nekoliko večje odstopanje pri meritvah: 1 (vzorec 5), 13, 15 (vzorec 6) in 29 (vzorec 7). Pri teh meritvah je razlika več kot 10 N/mm^2 in sicer v prid sistemu s premazom pri 1. meritvi, pri meritvah 13, 15 in 29 pa v prid sistemu brez premaza.

Preglednica 12: Povprečne vrednosti določanja trdote

Meritev	Vrednosti (N/mm ²)	
	Sistem s premazom	Sistem brez premaza
1	35,25	21,95
2	33,89	34,86
3	37,53	38,25
4	36,67	33,93
5	38,39	35,88
6	36,46	38,81
7	33,97	32,08
8	36,09	38,03
9	41,93	38,07
10	36,46	36,88
11	26,74	33,47
12	31,20	35,56
13	23,06	35,92
14	33,68	33,02
15	25,36	35,64
16	34,90	33,12
17	35,28	36,58
18	32,44	33,64
19	34,37	35,05
20	28,39	35,01
21	32,64	37,75
22	34,97	35,80
23	30,20	37,84
24	36,67	33,64
25	29,86	36,25
26	35,17	38,21
27	31,57	37,40
28	32,28	34,04
29	32,21	42,61
30	36,75	34,48
Povprečje	33,48	35,46

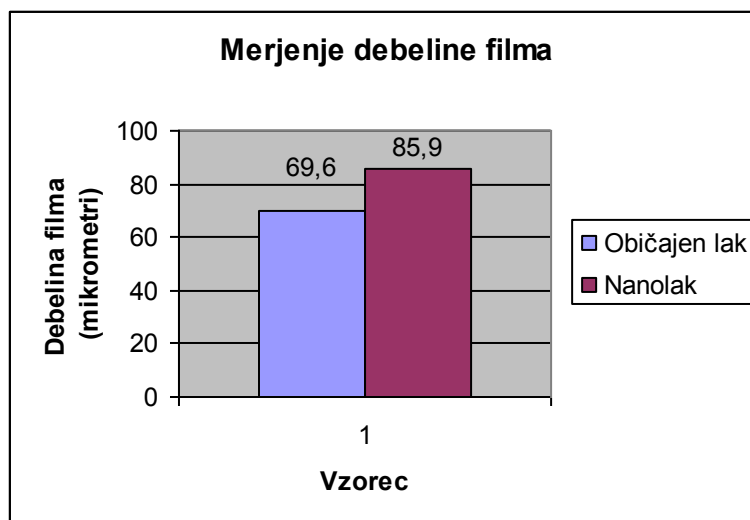
5 RAZPRAVA

Za boljšo predstavitev in sklep o tem, ali je nanolak dejansko boljši od običajnega premaza, smo naredili primerjavo rezultatov, ki smo jih dobili pri naših meritvah, z rezultati meritev iz diplomske naloge (Tratar, 2010), v kateri so bile preučevane enake lastnosti, le da je bil uporabljen običajen premaz in ne nanolak. Metoda mikrorazenja ni vključena v primerjavo, ker je bila uporabljena samo v naši nalogi. Iz naloge (Tratar, 2010) so za primerjavo vzeti samo vzorci, ki so imeli enako vrsto parketa (masivni parket) in enak način mehanske obdelave (ravna površina).

V naši nalogi smo uporabili vzorce iz enake lesne vrste (bukev) in ročno površinsko obdelane (valjček iz mikrofibre), v Tratarjevi nalogi (2010) pa so bili uporabljeni vzorci različnih lesnih vrst (črna breza, hrast, jesen, cumaru, črni siris, tigerwood, kuku, bambus in tik) in vsi UV lakirani. Kot rezultat za primerjavo smo vzeli skupno povprečje meritev.

5.1 MERJENJE DEBELINE UTRJENEGA FILMA

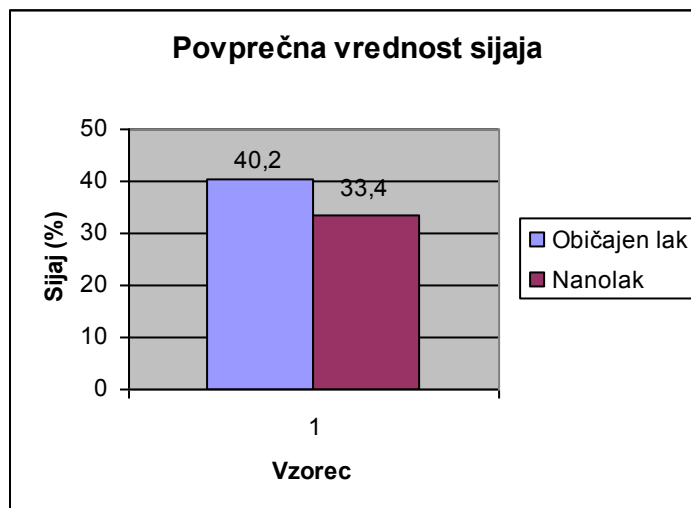
Izmerjena debelina filma je bila večja pri nanolaku (slika 10). Najverjetneje je to posledica ročnega nanosa laka, kajti običajen lak je bil nanešen strojno.



Slika 10: Primerjava debeline utrjenega filma

5.2 SIJAJ

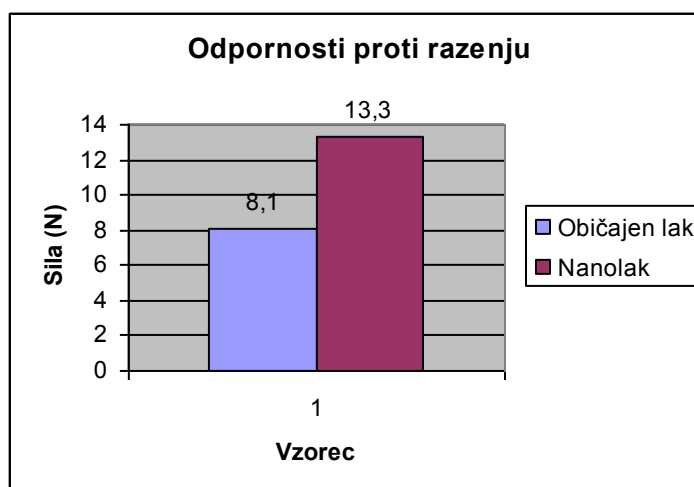
Ugotovili smo, da je sijaj manjši pri nanolaku (slika 11), navkljub večji debelini nanolaka (večja debelina filma običajno da večji sijaj). Možen vzrok za nižji sijaj nanolaka je posledica prisotnosti nanodelcev. Treba je omeniti, da je pri določanju sijaja v nalogi (Tratar, 2010) bil en vzorec lakiran s sijajnim UV lakom in prav tisti je dosegel zelo visoko vrednost (okrog 70 enot), kar je zelo vplivalo na povprečje rezultatov.



Slika 11: Primerjava vrednosti sijaja

5.3 ODPORNOST PROTI RAZENJU

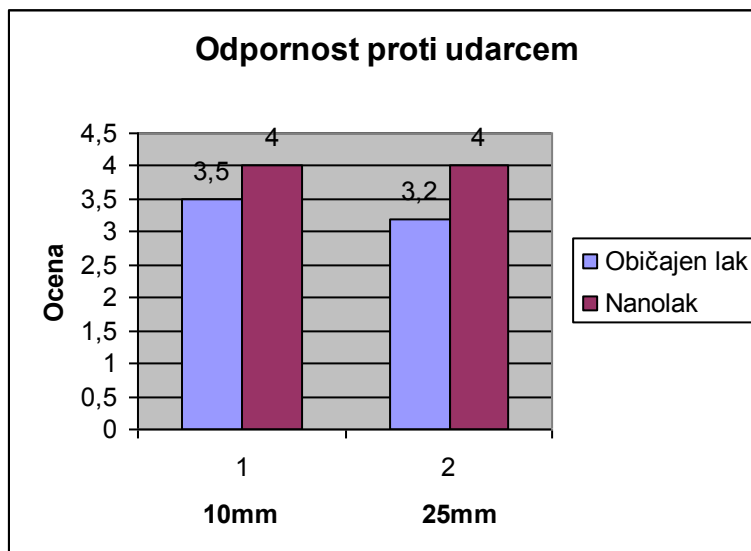
Primerjava je pokazala večjo odpornost proti razenju pri nanolaku (slika 12). Tak rezultat je bil pričakovan zaradi prisotnosti nanodelcev, kateri bi naj povzročili večjo odpornost proti razenju, vendar gre vsaj del opaženega povečanja verjetno tudi na račun višje debeline premaznega sistema.



Slika 12: Primerjava odpornosti proti razenju

5.4 ODPORNOST PROTI UDARCEM

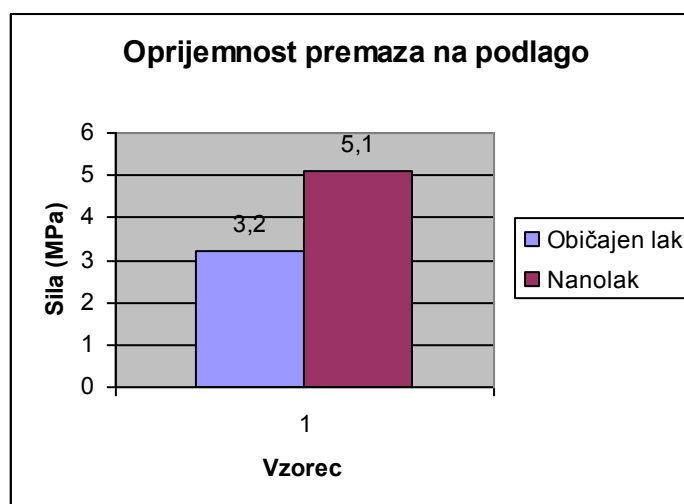
Rezultat kaže na večjo odpornost proti udarcem pri nanolaku (slika 13). Vzrok za to je verjetno posledica prisotnosti nanodelcev kot tudi večja debelina premaznega sistema.



Slika 13: Primerjava odpornosti proti udarcem

5.5 OPRIJEMNOST PREMAZNEGA SISTEMA NA PODLAGO

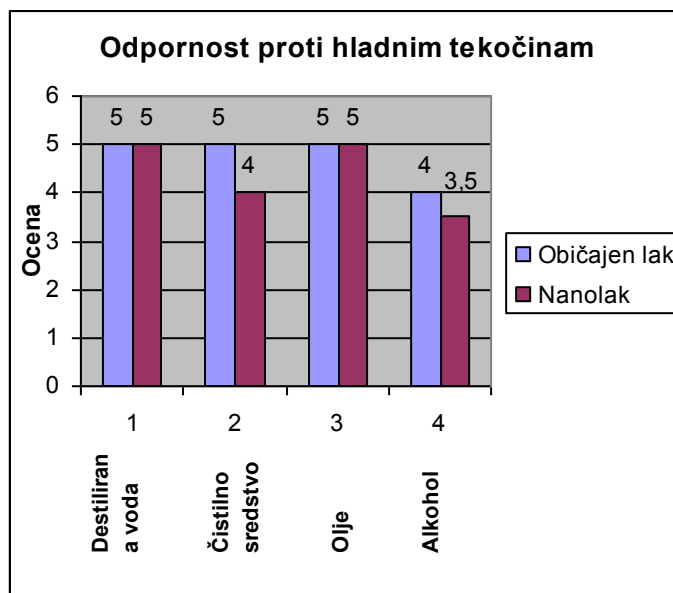
Oprijemnost premaza je bila bistveno boljše pri nanolaku (slika 14).



Slika 14: Primerjava oprijemnosti premaza

5.6 ODPORNOST PROTI HLADNIM TEKOČINAM

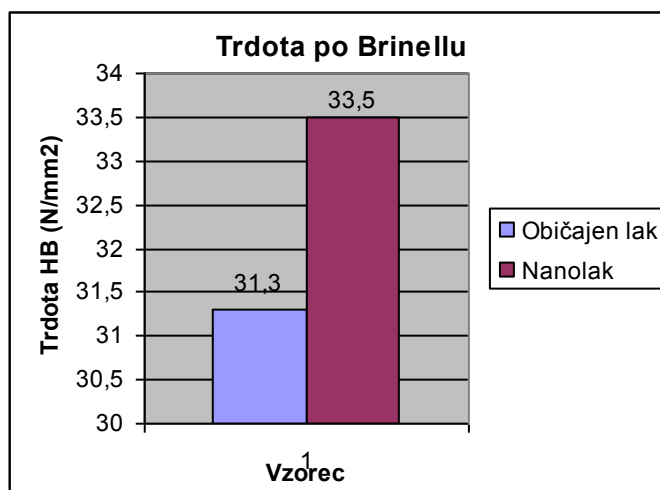
Primerjava odpornosti proti hladnim tekočinam je pokazala nekoliko slabšo odpornost nanolaka na čistilno sredstvo in alkohol (slika 15), kar je v nasprotju z navedbami proizvajalca, ki pravi, da naj bi imel lak odlične vrednosti kemične odpornosti.



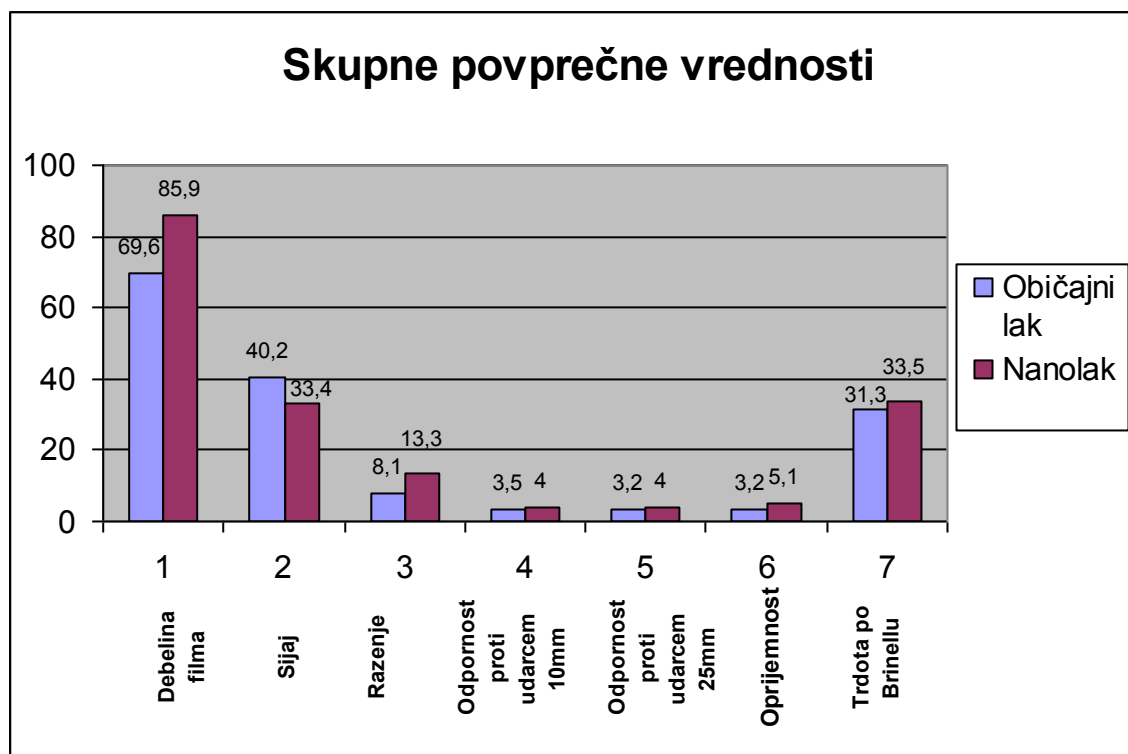
Slika 15: Primerjava odpornosti proti hladnim tekočinam

5.7 TRDOTA PO BRINELLU

Boljši rezultat, ki smo ga dosegli z nanolakom pri merjenju trdote (slika 16), je pričakovan, saj je eden temeljnih namenov dodatka nanodelcev povečanje trdote. Verjetno pa lahko del povečanja pripišemo tudi večji debelini filma pri nanolaku.



Slika 16: Primerjava določanja trdote po Brinellu



Slika 17: Skupna primerjava metod

Na sliki 17 vidimo, da je bila debelina filma pri nanolaku precej večja, kar je vplivalo tudi na druge rezultate. Ta vpliv je viden tudi pri razenju, odpornosti proti udarcem in trdoti. Glavno vlogo pa lahko najverjetneje pripišemo nanodelcem, kateri bi naj izboljšali odpornost proti mehanskim in kemičnim poškodbam in naredili lak bolj odporen. To se je izkazalo za pravilno le pri mehanski odpornosti, kajti nanolak se je proti kemičnim poškodbam odrezal nekoliko slabše kot običajen lak. Tudi oprijemnost je bila boljša pri nanolaku, kar je mogoče posledica drevesne vrste, kajti v primerjalni nalogi so bili uporabljeni v večini zelo trdi lesovi iz tropskih drevesnih vrst. Oprijemnost premaznega sredstva v podlago se pa zmanjšuje z večjo trdoto lesa.

6 SKLEPI

V nalogi smo testirali izbrane odpornostne lastnosti nanolaka, to je laka ki vsebuje nanodelce, za katerega proizvajalec zagotavlja ekstremno visoko odpornost proti razenju in obrabi, veliko kemično odpornost in odpornost proti zelo velikim obremenitvam. Zanimalo nas je, ali nanodelci bistveno izboljšajo lastnosti površinskega sistema.

Nanosi posameznih slojev laka so bili v povprečju taki, kot jih je navedel proizvajalec ($80 \text{ g/m}^2 - 100 \text{ g/m}^2$). Največji skupni nanos je imel drugi vzorec ($275,13 \text{ g/m}^2$), najmanjšega pa šesti vzorec ($251,33 \text{ g/m}^2$).

Pri debelini utrjenega filma smo med sabo primerjali tri vzorce. Največjo debelino smo zabeležili pri vzorcu 2 ($88,67 \mu\text{m}$), najmanjšo pa pri vzorcu 1 ($83,17 \mu\text{m}$). Razlike so bile zelo majhne, samo okrog $5 \mu\text{m}$. Torej lahko sklepamo, da se je lak dobro razlil.

Merjenje sijaja površine je pokazalo zelo majhne razlike med testiranimi vzorci, kar pomeni enakomeren sijaj na površini. Kriterij za še dopustno neenakomernost sijaja površinsko obdelane lesene talne obloge pravi, da je maksimalno dopustno odstopanje od povprečne izmerjene vrednosti ± 5 enot. Največje odstopanje pri naših vzorcih je bilo 1,17 enot. Lahko rečemo, da ima lak zelo dobre vrednosti sijaja.

Pri merjenju odpornosti površine proti udarcem smo dobili zelo dobre rezultate pri obeh višinah (spust uteži z 10 mm in s 25 mm). Odpornost površine proti udarcem je odvisna od debeline filma in trdote podlage. Razlike v premerih deformacije, ki jo je povzročila jeklena kroglica, so bile zelo majhne, kar je pričakovano, saj smo imeli enako podlago in tudi debeline filmov so bile zelo podobne. Pri vseh vzorcih smo podali oceno 4, kar pomeni, da so vse površine odporne proti udarcem.

Pri merjenju odpornosti površine proti razenju smo dobili precej podobne rezultate. Največkrat se je kot rezultat uporabil modus 13 N. Največji vpliv pri odpornosti površine proti razenju ima trdota podlage. Lak oziroma debelina premaznega sredstva nima posebnega vpliva. Od filma premaznega sistema ne moremo pričakovati, da bo odločilno povečal trdoto sistema, če je nanosen na mehko podlago. Dobre rezultate dobimo edino v primeru, kadar imamo na ustrezno trdi podlagi nanosen trd in hkrati prožen površinski sistem.

Merjenje odpornosti površine proti mikrorazenju je podalo slabši rezultat, kot bi pričakovali glede na proizvajalčeve trditve o zelo dobri odpornosti proti razenju. Izmerili smo silo 2 N pri sklenjeni razi.

Ugotovili smo, da je oprijemnost nanolaka dobra. Ker je material heterogen, ne dobimo pravilne razporeditve napetosti na površini in tudi ne pravilnega loma (velik delež kohezijskega loma). Delež kohezijskega lesa je bil relativno visok ($37,7 \%$), kljub temu pa je bil delež adhezijskega loma nad 60% , ki je meja za veljavnost dobljenih rezultatov. Zaradi večjega deleža kohezijskega loma lahko sklepamo, da je realna oprijemnost laka še višja od dobljenih vrednosti. Oprijemnost premaznega sredstva je odvisna od nekaterih

ključnih dejavnikov, kot so vrsta in vlažnost lesa, vrsta in lastnosti premaznega sredstva, klimatske razmere pri nanašanju.

Pri določanju odpornosti proti hladnim tekočinam smo dobili zelo dobre rezultate pri vodi, olju in čistilnem sredstvu, le pri alkoholu je bil rezultat malo slabši, a še vedno zadovoljiv. Lahko rečemo, da je premaz odporen proti vsem testiranim hladnim tekočinam.

Trdoto po Brinellu smo merili na vzorcih brez premaza in nato še s premazom. Pri meritvah s premazom opazimo največjo doseženo silo pri 5. vzorcu, najmanjšo pa pri 6. Vzorec 7 je bil po izmerjeni sili nekje na sredini. Razlika med posameznimi vzorci je bila okrog 3 N/mm². Pri meritvah brez premaza pa je vzorec 6 dosegel spet najmanjšo silo, vzorec 5 malenkost višjo, pri vzorcu 7 pa je bila dosežena sila za 2 N/mm² višja. Ker smo imeli enako podlago in enak premazni sistem, lahko sklepamo, da je prišlo do takih odstopanj zaradi nehomogenosti lesa, čeprav smo meritve izvajali na naključnih mestih in s tem poskušali zmanjšati vpliv nehomogenosti.

Iz primerjave, ki smo jo naredili z rezultati v diplomski nalogi Tratarja (2010), v kateri so bile izvedene meritve po enakih metodah kot v naši nalogi, le z lakom brez nano delcev, je razvidno, da je lak z nano delci precej dober.

Pri lastnostih odpornost proti razenju, odpornost proti udarcem, trdota in oprijemnost smo dobili boljše rezultate z nanolakom, slabše se je nanolak odrezal pri sijaju in odpornosti proti hladnim tekočinam (alkohol), vendar je treba omeniti, da je pri določanju sijaja v nalogi (Tratar, 2010) bil en vzorec lakiran s sijajnim UV lakom in prav tisti je dosegel zelo visoko vrednost (okrog 70 enot), kar je zelo vplivalo na povprečje rezultatov. Pri odpornosti proti hladnim tekočinam smo zabeležili pri nanolaku slabšo oceno (alkohol) v primerjavi z običajnim lakom, vendar je ocena po kriterijih za vrednotenje še sprejemljiva, tako da lahko rečemo, da je nanolak odporen proti hladnim tekočinam. Pri merjenju debeline utrjenega filma premaznega sredstva pa smo dobili višje vrednosti, v povprečju za 16,3 μm, kar je najverjetneje posledica načina nanašanja, saj smo naše vzorce lakirali ročno, primerjalni vzorci pa so bili UV lakirani.

7 POVZETEK

V diplomski nalogi smo ugotavljali nekatere odpornostne lastnosti površinskega sistema. Za podlago smo uporabili mehansko obdelane vzorce bukovine, za premazno sredstvo pa vodni nano lak. Proizvajalec laka zagotavlja ekstremno dobre odpornostne lastnosti tega laka, tako proti razenju in obrabi, kot tudi kemično odpornost. Lak bi naj bil tudi primeren za zelo velike obremenitve.

Lak smo nanašali po navodilih proizvajalca in v ustreznih klimatskih razmerah. Na pripravljene bukove vzorce smo z valjčkom iz mikrofibre v kontroliranih nanosih med 80 g/m² in 100 g/m² nanašali lak. Pravilne nanose smo zagotovili s tehtanjem vzorcev. Na vzorce smo nanесли po tri nanose laka, in sicer prvi in drugi nanos brez vmesnega brušenja, tretji nanos pa z vmesnim brušenjem, saj smo ga nanašali po preteku 24 ur. Tako so bili vzorci pripravljene na določanje odpornostnih lastnosti.

Merjenja, ki smo jih izvedli, so bila:

- merjenje debeline utrjenega filma,
- merjenje sijaja,
- merjenje odpornosti proti udarcem,
- merjenje odpornosti proti razenju,
- določanje odpornosti proti mikrorazenju,
- merjenje oprijemnosti premaznega sredstva na podlago,
- določanje odpornosti proti hladnim tekočinam,
- določanje trdote po Brinellu.

Pri merjenju debeline utrjenega filma smo ugotovili, da so med vzorci zelo majhne razlike v debelini, saj smo imeli enako podlago pri vseh vzorcih in tudi enako premazno sredstvo. Glede na skoraj enake debeline lahko tudi sklepamo, da se je lak dobro razlil po površini.

Pri merjenju sijaja smo dobili zelo dobre rezultate, saj so bile razlike v sijaju zelo majhne, kar pomeni enakomeren sijaj na površini vzorcev.

Vsi testirani vzorci so dosegli zelo dobre vrednosti pri odpornosti proti udarcem pri obeh standardnih višinah (10 mm in 25 mm) in posledično tudi dobre ocene, po katerih lahko sklepamo, da so površine odporne proti udarcem.

Pri odpornosti površine proti razenju smo dobili precej podobne rezultate na vseh testiranih vzorcih. Sila, pri kateri se je pojavil vtis v širini več kot 0,5 mm, je bila 13 N, kar je precej dobro. Film laka ni razpokal pri nobenem vzorcu.

Nekoliko slabši rezultat od pričakovanega smo zabeležili pri merjenju odpornosti površine proti mikrorazenju. Sila, pri kateri se je pojavila sklenjena raza v več kot 90 %, je bila le 2 N. Glede na nanolak, ki naj bi bil zelo odporen proti praskam, bi pričakovali večjo silo.

Pri merjenju oprijemnosti premaza na podlago smo ugotovili, da je oprijemnost dobra, čeprav je bil delež kohezijskega loma nekoliko večji. Sklepamo, da je do tega prišlo zaradi

nehomogenosti podlage in s tem do nepravilne razporeditve napetosti, kar je privedlo do nepravilnega loma.

Dobljeni rezultati pri merjenju odpornosti proti hladnim tekočinam so pokazali, da je lak odporen proti vsem testiranim tekočinam, izjema je alkohol (48 %), kjer smo zabeležili nekoliko slabšo oceno od povprečja, vendar še vedno zadovoljivo.

Pri merjenju trdote smo dobili precej zanimive rezultate. Merili smo podlage brez premaza in skupaj s premazom. Zanimivo je, da je trdota površine zaradi premazovanja nekoliko nižja. V povprečju je to za okrog 2 N/mm². Pričakovali bi prej obratno. Lahko gre za napako pri meritvah, ker smo uporabili hrbtno stran vzorca (vpliv konkavnosti in konveksnosti), za premalo število meritev in vpliv variabilnosti podlage.

Primerjava (nanolak/običajni lak) je pokazala, da nanolak ustreza zahtevam. V večini metod, sploh pri tistih, s katerimi vrednotimo kakovost površinskega sistema (Petrič, 2007), te so: oprijem premaza na podlago, odpornost proti udarcem, razenju in obrabi ter odpornost proti toploti in različnim tekočinam, se je nanolak odrezal boljše od običajnega laka, le pri odpornosti proti hladnim tekočinam smo dobili pri alkoholu slabšo oceno, vendar kljub temu zadovoljivo glede na kriterije. Zanimivo bi bilo videti primerjavo med istimi vzorci (enaka drevesna vrsta, način mehanske obdelave, enak način površinske obdelave), saj bi tako dobili še bolj točne rezultate, kajti, kot smo že navedli, so bili primerjalni vzorci iz naloge (Tratar, 2010) različni in druge drevesne vrste kot pri naši nalogi.

V splošnem lahko glede na skupne rezultate sklenemo, da je nanolak precej dober. Vendar pa iz izkušenj vemo, da samo kvaliteta premaza ni ustrezen kriterij za določanje kakovosti talne obloge. Pravo oceno o kakovosti nam podajo le lastnosti celotnega sistema, ki ga sestavljata premaz in podlaga. Glede na dobljene rezultate v naših poizkusih lahko rečemo, da je kombinacija premaza in podlage v našem primeru precej dobra.

8 VIRI

Alpod, 2009a

<http://www.alpod.si/parket/masivni-parketi/> (22. nov. 2012)

Alpod, 2009b

<http://www.alpod.si/parket/dvoslojni-gotovi-parket/> (22. nov. 2012)

Center for Responsible Nanotechnology (CRN). 2002-2008.

<http://www.crnano.org/basics.htm> (14. nov. 2012)

Nanotehnologija.

<http://www.nanosvet.com/Nanotehnologija/nanotehnologija.htm> (16. nov. 2012)

Navodnik J. 2007. Slovenija je ustvarjena za nanotehnologije: izdelki in tehnologije prihodnosti. 1. izd. Celje, Založba Navodnik: 399 str.

Pavlič M. 2009. Lastnosti površinskih premazov v odvisnosti od njihovih interakcij s termično modificiranim lesom. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 155 str.

Petrič M. 2008. Nelesni materiali v izdelkih lesnopredelovalne in pohištvene industrije. Ljubljana, Oddelek za lesarstvo, Biotehniška fakulteta: 148 str.

Petrič M, 2007, Premazi za površinsko obdelavo lesenih talnih oblog – 1. del, Korak, št. 3/2007, <http://www.korak.ws/clanki/premazi-za-povrsinsko-obdelavo-lesenih-talnih-oblog-1del.html> (15.11. 2012)

Remškar M. 2009. Nanodelci in nanovarnost. Ljubljana, Ministrstvo za zdravje, Urad RS za kemikalije. 103 str.

SIST EN ISO 1518:2001 – Barve in laki – Preskus z razenjem (ISO 1518:1992) – paints and varnishes – Scratch test (ISO 1518:192)

SIST EN ISO 2813: Barve in laki – Določevanje sijaja neefektivnih premaznih sredstev pod koti 20°, 60° in 85° (ISO 2813:1994, vključno s tehničnim popravkom 1:1997) – Paints and varnishes – Determination of specular gloss of non metallic paint films at 20°, 60° in 85° (ISO 2813:1994, Including Technical Corrigendum 1:1997). 1999: 11 str.

SIST EN ISO 4624. Barve in laki – Merjenje oprijema z metodo odtrganja filma (Pull-off test) (ISO 4624:2002) – Paints and varnishes – Pull-off test for adhesion (ISO 4624:2002). 2004: 14 str.

SIST EN 12720. Pohištvo – Ugotavljanje odpornosti površine proti hladnim tekočinam – Furniture – Assessment of surface resistance of cold liquids. 1997: 15 str.

SIST ISO 4211-4. Pohištvo – Preskusi površin – 4. del: Ugotavljanje odpornosti proti udarcu – Furniture – Tests for surfaces – Part 4: Assessment of resistance to impact. 1995: 4 str.

SIST EN 1534. Wood and parquet flooring – Determination of resistance to indentation (Brinell) – Test method. 2003: 10 str.

SIST EN ISO 2808. Barve in laki – Ugotavljanje debeline plasti (ISO 2808:2007) – Paints and varnishes – Determination of film thickness (ISO 2808:2007). 2007: 46 str.

SIST EN 438-2. Dekorativni visokotlačni laminati (HPL) – Plošče na osnovi duromernih smol – 2. del: Ugotavljanje lastnosti (ISO 4586-2:1988, spremenjen). Decorative high pressure laminates (HPL) – Sheets based on thermosetting resins – Part 2: Determination of properties (ISO 4586-2:1988, modified). 2005: 79 str

Šprogar U. 2010. Bo nanotehnologija povrnila ugled lesu?.

<http://web.vecer.com/portali/vecer/v1/default.asp?kaj=3&id=2010012705506916> (3 mar. 2013)

Tratar M. 2010. Primerjava površinskih lastnosti različnih talnih oblog. Diplomsko delo, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 53 str.

ZAHVALA

Zahvaljujem se svojemu mentorju prof. dr. Marku Petriču in somentorju asist. dr. Matjažu Pavliču za pomoč pri vodenju in izvedbi diplomskega projekta ter pri iskanju ustreznega gradiva.

Za recenzijo se zahvaljujem prof. dr. Milanu Šerneku.

Za pomoč pri izvedbi testiranj v laboratoriju se zahvaljujem strok. svet. Borutu Kričejju in somentorju asist. dr. Matjažu Pavliču.

Zahvalil bi se tudi gospe Darji Vranjek in gospe Maji Valič za pomoč pri pregledu strukture in oblikovanju diplomskega projekta, gospe Mileni Bizjan za pomoč pri urejanju uradnih zadev ter prof. Nadi Kuzmin za lektoriranje angleškega teksta.

Zahvala gre tudi moji družini, ki mi je bila v pomoč in oporo ter vsem ostalim, ki so kakorkoli pripomogli pri nastanku diplomskega projekta.