

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Jani PLEČNIK

**IZBIRA NAJPRIMERNEJŠEGA PREMAZNEGA
SISTEMA ZA LESEN OVITEK MOBILNEGA
TELEFONA**

DIPLOMSKI PROJEKT

Univerzitetni študij - 1. stopnja

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Jani PLEČNIK

**IZBIRA NAJPRIMERNEJŠEGA PREMAZNEGA SISTEMA ZA
LESEN OVITEK MOBILNEGA TELEFONA**

DIPLOMSKI PROJEKT
Univerzitetni študij - 1. stopnja

**SELECTION OF THE MOST APPROPRIATE COATING SYSTEM
FOR A WOODEN MOBILE PHONE CASE**

B. SC. THESIS
Academic Study Programmes

Ljubljana, 2016

Diplomski projekt je zaključek Univerzitetnega študija Lesarstva – 1. stopnja. Delo je bilo izvedeno v Laboratoriju za obdelavo površin (Katedra za lepljenje, lesne kompozite in obdelavo površin) na Oddelku za lesarstvo Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani.

Senat Oddelka za lesarstvo je za mentorja diplomskega dela imenoval prof. dr. Marka Petriča, za somentorja asist. dr. Matjaža Pavliča, za recenzentko doc. dr. Manjo Kitek Kuzman.

Mentor: prof. dr. Marko Petrič

Somentor: asist. dr. Matjaž Pavlič

Recenzentka: doc. dr. Manja Kitek Kuzman

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

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

Jani Plečnik

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Du1
DK	UDK 674.6:630*829.1
KG	lesen ovitek za telefon/bukev/hrast/poliuretanski lak/odpornostne lastnosti
AV	PLEČNIK, Jani
SA	PETRIČ, Marko (mentor)/PAVLIČ, Matjaž (somentor)/KITEK KUZMAN, Manja (recenzentka)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo
LI	2016
IN	IZBIRA NAJPRIMERNEJŠEGA PREMAZNEGA SISTEMA ZA LESEN OVITEK MOBILNEGA TELEFONA
TD	Diplomski projekt (Univerzitetni študij - 1. stopnja)
OP	VII, 34 str., 8 pregl., 17 sl., 21 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Pri ovitkih za telefon je poleg videza pomembna tudi njihova zaščitna funkcija. Da bi ugotovili, kakšno zaščito mobilnega telefona lahko dosežemo z bukovim ali hrastovim lesenim ovitkom, obdelanim z dvokompomemtnim poliuretanskim vodnim lakom, smo preskušali oprijemnost premaznega sistema in odpornost proti razenju, tekočinam in udarcem. Rezultate smo medsebojno primerjali. Ocenili smo vrednosti, za katere menimo, da so za ovitke iz površinsko obdelanega lesa sprejemljive, in z njimi primerjali rezultate meritev. Pri bukovih vzorcih smo določili nekoliko boljše lastnosti, kar je najverjetneje posledica anatomskih značilnosti hrastovega lesa, ki smo ga uporabili za pripravo vzorcev (dokaj široke branike). Menimo, da sta tako površinsko obdelana bukovina kot hrastovina izkazala povsem zadovoljive lastnosti, zato bi se lahko odločili za nakup lesenega ovitka za telefon. Izdelali smo tudi predlog izvedbe lesenega ovitka za telefon v kombinaciji s 3D tiskano gumo in pripravili pregled lastnosti ovitkov iz najpogostejših materialov na tržišču, v primerjavi z lesenim ovitkom za telefon. Izbiro lesenega ovitka za telefon bi svetovali vsem, ki jim je všeč izgled lesa.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Du1

DC UDC 674.6:630*829.1

CX wooden mobile phone case/beech/oak/polyurethane finish/resistance properties

AU PLEČNIK, Jani

AA PETRIČ, Marko (supervisor)/PAVLIČ, Matjaž (co-advisor)/Kitek Kuzman, Manja (reviewer)

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

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

PY 2016

TY SELECTION OF THE MOST APPROPRIATE COATING SYSTEM FOR A WOODEN MOBILE PHONE CASE

DT B. Sc. Thesis (Academic Study Programmes)

NO VII, 34 p., 8 tab., 17 fig., 21 ref.

LA sl

Al sl/en

AB Mobile phone cases have a protective function, but to provide an attractive appearance is their equally important role.. In order to determine what level of protection can provide the mobile phone cases, we determined the adhesion of the two-component polyurethane coating system, its resistance to scratching, cold liquids, resistance to impact. The tests were performed on the samples made of oak and beech wood, finished with a two-component waterborne polyurethane coating. The comparison of the results was carried out, and we estimated the values, that were believed to be sufficient when applied to wooden mobile phone cases. The results of our measurements were compared with the estimated required values. The beech samples exhibited somewhat better properties than the oak wood ones, most likely due to the anatomical characteristics of the oak wood, which was used for sample preparation (quite broad ring width). We believe that surface-treated beech and oak proved satisfactory properties, so the decision of buying a wooden cover for the phone can be made without any hesitations. We made a proposal for preparation of a wooden cover for the phone in combination with 3D printed rubber. An overview of properties of covers on the market, made of the most common materials was prepared, and comparison with wooden mobile phone cases was carried out. We recommend wooden mobile phone case to all who like the appearance of wood.

KAZALO VSEBINE

	Str.
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 CILJI NALOGE.....	1
1.3 DELOVNE HIPOTEZE	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 HRAST	2
2.1.1 Osnovne značilnosti	2
2.1.2 Uporaba	2
2.1.3 Razširjenost.....	2
2.2 BUKEV.....	2
2.2.1 Osnovne značilnosti	2
2.2.2 Uporaba	3
2.3 POLIURETANSKI LAKI	3
2.3.1 Osnovne sestavine	3
2.3.2 Značilnosti poliuretanskih lakov	3
2.3.3 Vrste poliuretanskih lakov.....	3
2.3.3.1 PU izolacije	3
2.3.3.2 PU brezbarvni laki.....	4
2.3.3.3 PU barvni laki.....	4
2.3.3.4 PU akrilni laki	4
2.3.4 Uporaba	4
2.4 3D TISKANJE	4
2.4.1 Osnovne značilnosti	4
2.4.2 Načini 3D tiskanja	5
2.4.3 Uporaba 3D tiskanja	5
2.4.4 Guma	5
2.5 OVITKI ZA TELEFON.....	6
2.5.1 Poliuretan	8
2.5.2 Polikarbonat.....	9
2.5.3 Karbonska vlakna	10
2.5.4 Les	11
2.5.5 Usnje (naravno, sintetično).....	12
2.5.6 Kovina.....	14
2.5.7 Silikon	15
3 MATERIALI IN METODE	16
3.1 MATERIALI	16
3.2 METODE.....	17
3.2.1 Debelina suhega filma premaznega sistema.....	17

3.2.2	Oprijemnost premaznega sistema	17
3.2.3	Odpornost proti tekočinam	18
3.2.4	Odpornost proti razenju	19
3.2.5	Odpornost proti udarcem	20
4	REZULTATI IN RAZPRAVA	21
4.1	PREDLOG IZVEDBE OVITKA ZA TELEFON	21
4.2	PRIMERJAVA LESA Z DRUGIMI MATERIALI ZA OVITKE	24
4.2.1	Les – poliuretan	24
4.2.2	Les – polikarbonat	25
4.2.3	Les – karbonska vlakna	25
4.2.4	Les – usnje (naravno, sintetično).....	25
4.2.5	Les – kovina.....	26
4.2.6	Les – silikon.....	26
4.2.7	Celovita primerjava.....	27
4.3	PRESKUŠANJE USTREZNOSTI IZBRANEGA PREMAZNEGA SISTEMA.	27
4.3.1	Debelina utrjenih filmov	27
4.3.2	Oprijemnost premaznega sistema na podlago	27
4.3.3	Odpornost proti tekočinam	28
4.3.4	Odpornost proti razenju	29
4.3.5	Odpornost proti udarcu	30
5	SKLEPI	31
6	POVZETEK	32
7	VIRI	33

ZAHVALA

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Najpomembnejše prednosti in slabosti materialov, iz katerih so ovitki za telefone najpogosteje izdelani	8
Preglednica 2: Prednosti in slabosti lesa za ovitke za mobilne telefone v primerjavi z drugimi materiali	24
Preglednica 3: Povprečne debeline utrjenih filmov	27
Preglednica 4: Oprijemna trdnost premaznega sistema	28
Preglednica 5: Odpornost proti tekočinam	29
Preglednica 6: Odpornost proti razenju	29
Preglednica 7: Odpornost površine proti udarcu (PU lak na bukovi podlagi)	30
Preglednica 8: Odpornost površine proti udarcu (premaz na hrastovini)	30

KAZALO SLIK

Slika 1: Poliuretanski ovitek	9
Slika 2: Ovitek iz polikarbonata	10
Slika 3: Ovitek iz karbonskih vlaken	11
Slika 4: Lesen ovitek za telefon.....	12
Slika 5: Usnjen ovitek za telefon	13
Slika 6: Kovinski ovitek za telefon	14
Slika 7: Silikonski ovitek za telefon	15
Slika 8: Bukovi vzorci po premazovanju	16
Slika 9: Hrastov vzorec po premazovanju	17
Slika 10: Preskušanje oprijemnosti (zgoraj) in odpornosti proti tekočinam (spodaj) na hrastovi podlagi.....	18
Slika 11: Preskušanje oprijemnosti (zgoraj) in odpornosti proti tekočinam (spodaj) na podlagi iz bukovine.....	19
Slika 12: Preskušanje odpornosti proti razenju na podlagi iz bukovega lesa.....	19
Slika 13: Preskušanje odpornosti proti udarcu na hrastovem lesu	20
Slika 14: Ocene poškodb pri preskusu odpornosti proti udarcu, po standardu SIST ISO 4211-4:1995	20
Slika 16: Načrt ovitka za telefon	22
Slika 17: Sprednja stran ovitka za telefon	23
Slika 18: Zadnja stran ovitka za telefon	23

1 UVOD

Ovitek za telefon ima dve ključni nalogi, in sicer sta to zaščita telefona in zagotovitev čim ugodnejšega estetskega videza. Ščiti ga pred praskami, različnimi tekočinami, ki lahko pustijo madeže, in pred poškodbami zaradi raznih udarcev. Zato je pomembno, da je ovitek premazan z ustrezno izbranim premazom.

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

Leseni ovitki spadajo med specifične lesene izdelke. Vendar se pri tem pojavlja problem, da meje, pri katerih lahko trdimo, da je ovitek kakovosten, niso natančno določene. Kakovost premaznega sistema je odvisna od dobre oprijemnosti in njegove odpornosti proti udarcem, tekočinam in razenju.

1.2 CILJI NALOGE

Določili bomo meje oz. lastnosti premaza, pri katerih bomo lahko trdili, da je ovitek kakovosten. Na podlagi standardnih preskusov bomo preskusili premaz, za katerega bomo predvideli, da je ustrezen. Izbira premaza bo temeljila na podatkih o površinski obdelavi lesenih ovitkov, ki jih bomo poiskali v literaturi, ocenili obremenitev lesenega ovitka med uporabo ter poznavanju najpomembnejših lastnosti različnih lesnih premazov. Poleg tega bomo predlagali model oz. konstrukcijo lesenega ovitka, ki ga bomo narisali z računalniškim programom SolidWorks. Predlagamo, da je ovitek sestavljen iz dveh elementov. To sta lesena ploščica iz hrastovega lesa, premazana s poliuretanskim lakom in 3D tiskan okvir iz gume, ki telefon oprime ob robovih. Dela sta spojena z lepilom. Ovitek je namenjen za telefon Iphone 5s.

1.3 DELOVNE HIPOTEZE

Izbrani površinski premaz bomo z vidika primernosti za lesene ovitke mobilnih telefonov okarakterizirali s standardnimi preskusi utrjenega filma na podlagah iz hrastovega in bukovega lesa. Pomembno je, da med uporabo ovitka za telefon ne pride do odstopanja premaza od podlage. Ovitek mora biti tudi odporen proti tekočinam, na površini lahko med uporabo nastanejo različne praske, prav tako pa se pogosto dogaja, da nam telefon pade na tla. Predvidevamo, da bo oprijemnost izbranega premaza primerna, da bo premaz zagotovil zadostno odpornost proti kavi, vodi, alkoholu in znoju (kar so tekočine, ki jim je ovitek med uporabo najpogosteje izpostavljen), da bo odporen proti razenju in pred udarci.

2 PREGLED OBJAV

2.1 HRAST

2.1.1 Osnovne značilnosti

Hrast spada med listavce. Drevo zraste do 45 m visoko in doseže 2,5 m premera. Ima močan in dobro razvit koreninski sistem. Skorja je siva, v mladosti gladka, kasneje pa razpoka. Uporablja se v zdravilstvu zaradi čreslovine. Listi so pernato krpati s 5 do 7 parov krp, dolgi do 15 cm in široki do 10 cm. Listi imajo kratek pecelj. Plod hrasta je želod in se uporablja za prehrano domačih živali (Čufar, 2006).

Minimalna gostota hrastovega lesa je 390 kg/m^3 , srednja 650 kg/m^3 , maksimalna pa 930 kg/m^3 . Hrast je zelo trajen les, na suhem zdrži tudi do 800 let. Spada med trd les. Je odporen proti obrabi in ima dobre mehanske lastnosti. Je srednje prožen in srednje delujoč les (krčenje in nabrekanje lesa). Sušenje je težavno (Čufar, 2006). Hrast ima svetlo rjav do rjavkast barvni odtenek. Po ceni je med dražjimi lesovi.

2.1.2 Uporaba

Hrastovina je izredno kakovosten in cenjen les in ga uporabljamo za: pohištvo, parket, v ladjedelništvu za jambore, furniranje pohištva, železniške pragove, zunanje konstrukcije, pilote in v mizarstvu. V proizvodnji sodov je zelo priljubljen zaradi odpornosti proti vlagi ter značilne arome in barve, ki jih dajejo čreslovine iz hrastovega lesa (Čufar, 2006).

2.1.3 Razširjenost

V naših gozdovih se pojavlja 5 različnih vrst hrasta: dob (*Quercus robur* L.), graden (*Quercus petraea* L.), puhasti hrast (*Quercus pubescens* L.), cer (*Quercus cerris* L.), črnika (*Quercus ilex* L.) in oplutnik (*Quercus crenata* L.). Od vseh naštetih vrst sta pri nas najbolj razširjena dob (*Quercus robur* L.) in graden (*Quercus petraea* L.), najdemo pa tudi puhasti hrast in cer. V Sloveniji predstavljajo okoli 8 % lesne zaloge v gozdovih (Hrast, 2016).

2.2 BUKEV

2.2.1 Osnovne značilnosti

Bukev (*Fagus sylvatica* L.) spada med listavce. Zraste do 30 m visoko in ima premer debla 100-150 cm. Skorja je srebrnosive barve, ob tem ima biseren lesk in je na otip gladka.

Minimalna gostota je 490 kg/m^3 , srednja 680 kg/m^3 , maksimalna pa 880 kg/m^3 . Je pri nas najbolj razširjen listavec, ob tem pa tudi naša najpomembnejša lesna vrsta (Čufar, 2006). Brez obarvane jedrovine je navadno les rdečkastobeale barve. Bukov les se zelo krči in nabreka, je trd in ima visoko gostoto. Je malo elastičen, zelo žilav in trden. V primeru, da je bukovina nezaščiten, je izpostavljena okužbam z glivami in insekti. Ob okužbi je bukev le zmerno trajna, zato je po poseku zelo pomembna hitra in ustrezna manipulacija (Čufar, 2006).

2.2.2 Uporaba

Na tržišču so na voljo hlodovina, žagan les, furnirji, vezan les in razni polizdelki. Uporaba bukovega lesa je zelo pestra. Uporabljajo ga v gradbenem mizarstvu, za stopnice, opaže, parket, pohištvo, kjer se uporablja masiven, krivljen in vezan les. Ustrezno impregnirana bukovina je odlična za železniške pragove. Pogosto pa se uporablja tudi za delavniške mize, ročaje orodij, gospodinjske pripomočke, igrače, embalažo, pridobivanje oglja in celuloze. V preteklosti so bukovino uporabljali predvsem za kurjavo (Čufar, 2006).

2.3 POLIURETANSKI LAKI

Poliuretanski (PU) laki postajajo vedno bolj pomembna skupina eno- in dvokomponentnih reakcijskih lakov s srednje visoko vsebnostjo filmotvorne snovi (od 30 % do 60 %). Nastanejo z reakcijo med izocianatnimi skupinami in spojinami, ki vsebujejo -OH skupine, kar pomeni tudi z vodo (Žabčič, 2013). Poliuretan mora vsebovati vsaj 2 uretanski skupini. Stopnja zamreženja je odvisna od števila funkcionalnih skupin, ki so na voljo za reakcijo.

2.3.1 Osnovne sestavine

Pri dvokomponentnih poliuretanskih lakih je vezivo sestavljeno iz dveh reakcijskih komponent. Med prvo komponento uvrščamo nizkoviskozne puste alkidne in akrilne smole z zadostnim številom prostih hidroksilnih skupin, med drugo pa raztopine različnih nizko- in srednjemolekularnih izocianatov z določenim številom prostih reakcijskih izocianatnih skupin. Komponenti veziva po mešanju v pravem razmerju s kemijsko reakcijo adicije tvorita reakcijski produkt poliuretan, ki je prostorsko zamrežen polimer odličnih lastnosti za površinske filme na lesu (Kotnik, 2003).

Poznamo zelo različne vrste poliuretanskih lakov, npr. tako imenovane DD poliuretanske lake, transparentne poliuretanske lake, kjer so -OH skupine na poliakrilatnih verigah, poliuretanske lake z visokim deležem suhe snovi, ki med utrjevanjem reagirajo z vlago iz zraka, pigmentirane poliuretanske sisteme ipd. (Žabčič, 2013).

2.3.2 Značilnosti poliuretanskih lakov

Prednosti poliuretanskih lakov so: dobra odpornost proti vlagi in kemikalijam, dobra oprijemnost, utrjevanje, elastičnost, trdota, mehanska odpornost, vodoodpornost, majhen delež emisij hlapnih organskih spojin (HOS), trajnost in vezava pigmentov. Na žalost pa nimajo samo prednosti. Njihova glavna slabost je, da je mnogo poliuretanskih lakov nagnjenih k rumenenju pod vplivom UV svetlobe (Žabčič, 2013). Ostale negativne lastnosti so še: počasno utrjevanje, slabša odpornost proti alkoholu in pa njihova relativno visoka cena.

2.3.3 Vrste poliuretanskih lakov

2.3.3.1 PU izolacije

To so nizkoviskozni brezbarvni laki, z manjšo vsebnostjo snovi, ki tvori film. Uporabljamo jih pri nekaterih lesnih vrstah pred nadaljnjo obdelavo s poliestrskimi laki. Tako

izboljšamo oprijem poliestrskih lakov na podlago, obenem pa zmanjšamo škodljiv vpliv nekaterih sestavin iz lesa na potek utrjevanja (Kotnik, 2003).

2.3.3.2 PU brezbarvni laki

Na podlagi tvorijo polne filme, ob tem pa jih odlikuje dobra oprijemnost, trajna elastičnost, žilavost in površinska trdota. Za motne lake je značilen gladek in mehek otip, z lepim in enakomernim leskom. Nanašamo jih predvsem z brizganjem in polivanjem (Kotnik, 2003).

2.3.3.3 PU barvni laki

Po osnovnih lastnostih so podobni brezbarvnim. Če za utrjevanje uporabljamo cenejše aromatske izocianate, je svetlobna obstojnost slabša. Tako takih sistemov ne uporabljamo pri popolnoma belih, modrih in drugih občutljivih barvnih tonih (Kotnik, 2003).

2.3.3.4 PU akrilni laki

Bistvena razlika glede na druge PU lake je v tem, da namesto alkidne smole vsebujejo akrilno smolo z ustrezno količino –OH skupin. Pri utrjevanju pa uporabljajo iste izocianatne utrjevalce. Njihova bistvena prednost v primerjavi z običajnimi PU in večino drugih lakov so: boljši oprijem na podlago, elastičnost, mehanska in kemijska odpornost, ter svetlobna obstojnost filma (Kotnik, 2003).

2.3.4 Uporaba

Dvokomponentne poliuretanske lake uporabljamo predvsem za kvalitetno pohištvo iz MDF plošč, furniranih plošč in masivnega lesa (sobno in kuhinjsko pohištvo, mizne plošče, stole, mizna podnožja). Enokomponentne pa zaradi enostavne priprave uporabljamo za lakiranje parketa, vrat iz masivnega lesa in v mizarski izdelavi pohištva (Kotnik, 2003).

2.4 3D TISKANJE

2.4.1 Osnovne značilnosti

3D tiskanje je postopek, pri katerem na osnovi digitalnega modela, izrisanega v računalniškem programu, dobimo 3D fizični objekt. 3D model lahko izrišemo v različnih programih kot so: SolidWorks, Geomagic, Rhinoceros. Ko zaključimo z risanjem, datoteko pošljemo na tiskalnik. Ta jo obdela in razdeli na tanke plasti, ki jim rečemo »layer«-ji (3D skeniranje in 3D tiskanje, 2016).

Pri nanosu tiskalniki uporabljajo različne materiale (guma, plastika, papir, poliuretanski materiali, kovine). Pri najcenejših se za nanos na podlago, ki poteka skozi majhno šobo, uporablja topljeni polimer. Med delovanjem se mora biti sposobna premikati v vseh treh oseh. Veljalo naj bi, da vsako os poganja svoj motor. Tiskalniki veljajo za izjemno natančne. Kvalitete tiska se spreminja glede na natančnost in kvaliteto pogonskih in transportnih komponent. Zelo pomembno pa je tudi vodenje motorjev. Od tradicionalnih postopkov se bistveno razlikuje po tem, da gre pri tradicionalnih proizvodnih tehnikah za

odstranjevanje materiala z rezanjem ali vrtnjem. V zadnjih časih 3D tiskanje postaja vedno bolj dostopno, saj se cena tiskalnikov zmanjšuje (3D tiskanje, 2016).

2.4.2 Načini 3D tiskanja

Ločimo 3 najpogostejše načine tridimenzionalnega tiskanja. Najpogostejši je način, kjer se material nalaga, podobno kot pri navadnih tiskalnikih, le da se pri 3D tiskanju material nalaga v višino. V brizgalno glavo je vpeta nit plastike, ki jo tiskalnik najprej stali in nato ciljno nalaga plast za plastjo ter tako ustvari končni model. Program, v katerem je model izrisan, tiskalniku narekuje kako naj nalaga material. Drugi način poteka z laserskim taljenjem. Najperspektivnejše pa je 3D tiskanje s svetlobo in z na svetlobo občutljivimi utekočinjenimi polimeri, ki ob osvetlitvi utrdijo. Po navadi je natančnost tiskanja 100 mikrometrov. (Vičič, 2014).

2.4.3 Uporaba 3D tiskanja

3D tehnologija tiskanja se uporablja predvsem za izdelavo prototipov in proizvodnjo na področjih konstruiranja, arhitekture, inženirstva, nakita, obutve, letalske in avtomobilske industrije (3D tiskanje, 2016).

Nabor materialov za 3D tiskanje je zelo pester. Med njih spadajo: guma, plastika, papir, kovine, poliuretanski materiali in drugi. Pri izbiri materiala pa je potrebno upoštevati zmogljivost in tip tiskalnika (3D tiskanje, 2016).

Tehnologija 3D tiskanja ponuja neizmerne nove možnosti izdelave izdelkov in je trenutno ena izmed najbolj atraktivnih tehnologij. 3D tiskanje omogoča, da iz virtualnega računalniškega modela ustvarimo dejanske predmete in s tem odpira nepredstavljive možnosti uporabe.

Tehnologija 3D tiskanja spada med dodajalne izdelave in predstavlja postopek, s katerim neposredno iz 3D računalniškega modela s pomočjo dodajanja materiala naredimo/zgradimo fizični izdelek. Taka tehnologija je nasprotje klasični izdelavi kot na primer CNC rezkanje, kjer nastane izdelek z odvzemanjem/odrezovanjem materiala.

Obstaja več vrst postopkov 3D tiskanja, vsem pa je skupna izdelava po slojih. Na ta način lahko izdelamo tudi kompleksne oblike, kakršne s preoblikovanjem ali vlivanjem v kalup niso mogoče. Dodajalna izdelava zaradi širokega nabora postopkov izdelave in materialov (umetne mase, kovina in različni kompoziti) postaja uporabna na vse več področjih. S 3D tiskanjem lahko izdelujemo že končne izdelke in ne le prototipov.

2.4.4 Guma

Najpomembnejši vir za pridobivanje naravne gume oz. kavčuka je v soku drevesa *Hevea brasiliensis*, kjer se nahajajo dispergirani drobni delci gume. Lateks je lahko naravna ali sintetična stabilna suspenzija (emulzija) polimernih mikrodolcev, ki je v vodni raztopini. Izkoriščamo ga lahko v različne namene, kot so: v tekstilni industriji, za izdelavo gumenih premazov, ali pa kot polnilo v oblažinjenem pohištvu. Naravna guma je naravni polimer, ki je sestavljen iz cis-1,4 izoprenskih enot. Metilne ($-\text{CH}_3$) skupine in vodik (H) imajo cis razporeditev glede na položaj dvojne vezi, kar ima za posledico to, da so polimeri naravne gume v naravnem stanju zviti v klobčiče. Če klobčiče natežno obremenimo, se ti razvijejo in iz tega izhaja dejstvo, da ima guma elastomerne lastnosti. Že pri nizkih nateznih obremenitvah je sposobna velike deformacije.

Naravna in neobdelana guma je sicer za večino tehničnih izdelkov neuporabna, ker bi elastični deformaciji nezamrežene naravne gume sledila visokoelastična in plastična deformacija. Če za primer vzamemo nit iz naravne gume, se deformacija kaže v tem, da bi se guma stanjšala in na koncu tudi pretrgala. Tako je bilo potrebno izboljšati lastnosti naravne gume. Kot prvemu je to uspelo Charlesu Goodyearu (1800-1860), ki je s procesom delnega zamreženja poliizoprenskih enot, ki ga imenujemo vulkanizacija, močno izboljšal lastnosti naravne gume. Proces vulkanizacije je dobil ime po reagentu za zamreženje – elementarnem žveplu, ki so ga stari Rimljani povezovali z njihovim bogom ognja Vulkanom.

Stopnja zamreženja vpliva na mehanske lastnosti vulkanizirane gume in sicer je to šolski primer povezave njegovih lastnosti z notranjo zgradbo. Navadno guma vsebuje okrog 3 % žvepla. Če pa povečujemo vsebnost žvepla, stopnja zamreženja narašča, s tem pa tudi trdota in trdnost gume. Tako ločimo mehke gume (3 % - 10 % žvepla) in trde gume (10 % - 50 % žvepla).

Sintetično gumo pridobivamo s polimerizacijo različnih monomerov, kot so izopren (2-metil-1,3-butadien), 1,3-butadien, kloropren ali izobutilen z dodatkom manjšega deleža izoprena za premreževanje. Naštete monomere lahko kombiniramo pri izdelavi različnih kopolimerov s širokim naborom različnih mehanskih, kemijskih in fizikalnih lastnosti. Za stirensko-butadienske kopolimere in akrilonitril butadien stiren lahko rečemo, da so se še posebej uveljavili.

Področja uporabe gume so zelo pestra, od izdelkov v gospodinjstvu do najrazličnejših industrijskih namenov. Dejstvo je, da največ gume porabimo za proizvodnjo avtomobilskih plaščev in zračnic. Pri oknih in vratih so gumasti trakovi prisotni v obliki tesnil. V gospodinjstvu se zelo pogosto uporabljajo rokavice, ki so narejene iz gume. Pri otrocih je zelo pester nabor različnih otroških igrac. Zanimivo je, da se guma uporablja tudi za izdelavo gumenih lepil in površinskih premazov. V tekstilni industriji imamo veliko različnega tekstila. Eden od tega je tudi tekstil z elastičnimi lastnostmi, kjer imajo pomembno vlogo gumena vlakna. Za konec moramo omeniti še spenjalno gumo, kot material za oblazinjeno pohištvo (Petrič, 2008).

2.5 OVITKI ZA TELEFON

Ovitki za telefon imajo veliko različnih namenov, zaradi česar so dobra investicija. Danes smo postali zelo odvisni od mobilnih telefonov, zato si prizadevamo, da bi imeli kar se da dolgo življenjsko dobo, skladno s ceno in modelom aparata. Še posebej pomembna je zaščita telefona z vidika količine shranjenih pomembnih podatkov v aparatu. To so razlogi, zaradi kateri se zdi smiselno nekaj časa nameniti razmisleku pri iskanju najprimernejšega ovitka za naš mobilni telefon. Še posebej, če upoštevamo dejstvo, da za telefon namenimo več sto evrov.

Redko se najde najnižja cena na internetnih straneh, kjer se izdelujejo oz. proizvajajo ovitki za telefon. Ko najdemo zelen ovitek, je zato vredno nameniti nekaj dodatnega časa in preveriti cene na čim več različnih spletnih naslovih. Splošno je znano, da sta med najcenejšima Amazon in eBay. Ob nakupu ovitka na spletnih straneh proizvodnje nekatera podjetja ponujajo doživljenjsko garancijo. To velja le za nakupe na spletnih straneh proizvajalcev, kar je običajno razlog za zahtevane višje cene.

Naslednja pomembna stvar je, da naredimo pregled lastnosti, ter da preberemo komentarje in mnenja kupcev ovitka, za katerega se zanimamo. Če ne najdemo pregleda za ovitek, ki smo si ga izbrali, lahko še vedno to storimo za podobne izdelke. Zelo uporabne so tudi slike, ki jih objavijo zadovoljni/nezadovoljni kupci. Še posebej pomembne so potrditve, da so ovitki natančno narejeni.

Odločanje o tem, koliko zaščite potrebujemo, je odvisno predvsem od predvidenih pogojev izpostavitve. Odločiti se moramo, ali želimo ovitek, kjer tudi padec na beton ne bo povzročil nastanka poškodb, ali pa smo previdni in želimo le osnovno zaščito, in nam zato ni potrebno porabiti toliko denarja.

Glede na navedeno ločimo naslednje vrste ovitkov:

- masivni ovitki: so težji, močno zmanjšajo možnost poškodbe telefona, enostavni za držanje, imajo dober oprijem, težje jih je pospraviti v žep, nekoliko otežujejo uporabo telefona, prekriti so vsi robovi, skupaj z ekranom in gumbi,
- trdi ovitki: le-te izberemo, če želimo, da ovitek prepreči padec brez poškodb, ob tem pa ni pretežek in preveč masiven. Standardna kombinacija materialov pri teh ovitkih sta trd polikarbonat in silikon, ki absorbira sile pri padcu, pogosto je silikon dodan tudi za boljši oprijem, kar zmanjšuje možnost da nam telefon pade iz rok,
- tanki oz. osnovni ovitki: izberemo jih, ko v žepu ne želimo nositi masivnega in težkega izdelka in ko izgled prevlada nad zaščito. Taki ovitki ščitijo telefon pred praskami in povečajo možnosti za preživetje telefona ob padcu, vseeno pa se na to ne moremo preveč zanašati. Za naše potrebe so dovolj dobri, če ocenimo da nam zadostujeta osnovna zaščita in nižja cena. Hkrati pa imamo še vseeno na voljo velik nabor različnih vrst in barv,
- listni ali preklopni ovitki: so moderni, privlačnega izgleda, primerni za nošenje v žepu, glede zaščite pred padci pa zelo variabilni. Narejeni so iz poliuretana ali pa iz pravega usnja. Nekateri lahko služijo tudi kot denarnica, večina pa dodatno samo kot prostor za shranjevanje kreditnih kartic,
- ovitki z dodatno baterijo: za nekaj ur podaljšajo delovanje baterije, vedno so masivni in težki, pomembna je njihova zmožnost skladiščenja energije,
- zaščita za ekran: zmanjšujejo možnost nastanka prask na ekranu na dotik; pomembno je da so izdelani za izbran model telefona, kar zmanjšuje možnost pojava mehurčkov na ekranu s folijo. Pri namestitvi folije moramo biti potrpežljivi in natančno upoštevati navodila za namestitev (Hill, 2014).

V spodnji preglednici (preglednica 1) so zbrane najpomembnejše prednosti in slabosti materialov iz katerih so ovitki za telefon najpogostejše izdelani.

Preglednica 1: Najpomembnejše prednosti in slabosti materialov, iz katerih so ovitki za telefone najpogostejše izdelani

Material	Prednosti	Slabosti
Poliuretan	- poceni, omogoča dobro zaščito	- lahko neprijeten vonj, cenen izgled
Polikarbonat	- odporen proti krušenju, praskam in razpokam	- nagnjen k temu, da pri izpostavitvi sončni svetlobi spremeni barvo, ni najbolj eleganten in estetski
Karbonska vlakna	- ovitki iz te snovi imajo izjemno odpornost proti mehanskim silam, tanek in lahek	- visoka cena
Les	- nekaj posebnega, edinstven in atraktiven izgled	- nekoliko višja cena
Usnje (naravno in sintetično)	Naravno usnje: - elegantno, moderno, daje občutek dragega in kakovostnega izdelka Sintetično usnje: - cenejši, neuporaba naravnega usnja je prijazna do živali	Naravno usnje: - neprijazno do živali - visoka cena Umetno usnje: - nižja kvaliteta
Kovina	- visoka zaščita	- težek, slabši signal, dražji
Silikon	- idealna tekstura, ki ni spolzka, kar zmanjšuje možnost padcev iz torbice, žepa in roke, nižja cena	- ni moderen, ni najbolj privlačnega videza, spremeni barvo

Materiali, ki so zbrani v preglednici 1, so podrobneje opisani in pojasnjeni v besedilu v nadaljevanju.

2.5.1 Poliuretan

Poliuretanski ovitki so po navadi dosegljivi v trdi in mehki obliki. Pri tem jih zlahka oblikujemo v želeno obliko in so enostavni za recikliranje, kar je pomembno iz okoljevarstvenega vidika. Zaradi lažjega oblikovanja imamo pester nabor različnih oblik in vzorcev, kar omogoča veliko izbiro pri iskanju najustrežnejšega ovitka (slika 1) (Dallas, 2015).



Slika 1: Poliuretanski ovitek (Intl.target, 2016)

Prednosti poliuretanskih ovitkov:

- so poceni
- enostavni so za oblikovanje in prilagajanje oblike
- enostavni za držanje, z dobrim oprijemom (»gripom«) in brez težav zdrsnejo v žep
- omogočajo dobro zaščito
- so zlahka dosegljivi

Slabosti poliuretanskih ovitkov:

- poceni izgled
- lahko neprijeten vonj
- manj trajni
- večja verjetnost, da počijo ali se zlomijo, če udarijo v trdo podlago

2.5.2 Polikarbonat

Polikarbonat je trd, vzdržljiv in lahek material (slika 2), ki omogoča dobro zaščito telefona pri padcih (Dallas, 2015).



Slika 2: Ovitek iz polikarbonata (Shanklin, 2013)

Prednosti ovitkov iz polikarbonata:

- dobra čvrstost in odpornost
- lahek material
- prilagodljiv za oblikovanje
- dobra odpornost pred poškodbami
- odporni proti krušenju, praskam in razpokam

Slabosti ovitkov iz polikarbonata:

- nagnjenost k temu, da pri izpostavitvi sončni svetlobi spremenijo barvo
- spolzkost
- niso najbolj elegantni in estetski
- hitro se umažejo, nase navzamejo maščobo, znoj, prstne odtise, kar povzroči, da površina izgleda manj sveža, obrabljena

2.5.3 Karbonska vlakna

Material je narejen s tkanjem karbonskih vlaken, kar omogoča nastanek zelo lahkega materiala, ki je močnejši celo do jekla. Sicer spada med najdražje ovitke za telefon (slika 3), vendar ceno opravičuje videz tkanega materiala, ki je nekaj posebnega. To daje občutek lahkega in močnega materiala (Dallas, 2015).



Slika 3: Ovitek iz karbonskih vlaken (Flipcases, 2016)

Prednosti ovitkov iz karbonskih vlaken:

- izjemno privlačni
- zelo tanki in lahki
- izjemno odporni proti mehanskim silam
- vzdržljivi

Slabosti ovitkov iz karbonskih vlaken:

- visoka cena
- omejeni vzorci in barve

2.5.4 Les

Les je enostaven za ustvarjanje po meri, prilagajanje in ustvarjanje edinstvenih modelov. Leseni ovitki (slika 4) ob ustrezni obdelavi lahko izgledajo kot velike umetnine. V trgovinah so zelo redko dostopni, kupimo pa jih lahko pri nekaterih ponudnikih na spletu (Dallas, 2015).



Slika 4: Lesen ovitek za telefon

Prednosti lesenih ovitkov:

- zelo prilagodljivi
- les omogoča oblikovanje po meri
- les, ki je uporabljen za ovitke za telefon, je trajnejši od plastike
- enostaven za držanje
- nekaj posebnega, edinstveni in atraktivni

Slabosti lesenega ovitka:

- nekoliko višja cena
- omejene zaloge
- omejena zaščita pred večjimi vplivi in udarci

2.5.5 Usnje (naravno, sintetično)

Ločimo naravno in sintetično usnje. Naravno pridobivajo iz živalskih kož, medtem ko je sintetično izdelano iz sintetičnih polimerov, kot sta poliester in poliuretan. Naravno in umetno usnje sta glavni izbiri, ko želimo stil in eleganco (slika 5), kar pa ne velja za zaščito. Ščiti le pred praskami in drugimi manjšimi dnevnimi obrabami, vendar ne pred padci. Obe vrsti dajeta mehak občutek, s tem da je naravno usnje bolj trpežno in kakovostnejše (Dallas, 2015).



Slika 5: Usnjen ovitek za telefon (Aliexpress, 2016).

Prednosti usnjenih ovitkov:

Naravno usnje

- vodoodporno
- dolgotrajno
- se izboljšuje s starostjo
- elegantno
- moderno, daje občutek dragega in kakovostnega izdelka

Umetno usnje

- cenejše
- ni neprijazno do živali
- vodoodporno

Slabosti usnjenih ovitkov:

Naravno usnje:

- neprijazno do živali
- visoka cena
- ne ščiti najboljše pred večjimi vplivi

Umetno usnje:

- nižja kvaliteta
- lažje se uniči ali strga

2.5.6 Kovina

Kovina ima pri ovitkih za mobilne telefone dober ugled (slika 6). Občutek imamo, da je ovitek gladek in drag. Na žalost so ovitki iz kovine težji od ostalih materialov, ob tem pa lahko oslabijo telefonski signal. Kovinski ovitki omogočajo najboljšo zaščito. Med kovinami za ovitke najpogosteje najdemo: aluminij, medenino, titan, itd. Kovina je najtrša in sposobna zaščititi telefon pred najtežjimi obremenitvami, kakor tudi pred manjšimi in intenzivnejšimi praskami (Dallas, 2015).



Slika 6: Kovinski ovitek za telefon (Cellaccessoriesforless, 2016)

Prednosti kovinskih ovitkov:

- zaščita pred najtežjimi pogoji izpostavitve
- visoka zaščita
- prepoznavni izgled

Slabosti kovinskih ovitkov:

- težki
- slabši signal
- dražji v primerjavi z drugimi materiali
- spolzki in zahtevni za držanje

2.5.7 Silikon

Silikon je anorganski polimer, ki vsebuje element silicij in je kot gel mehka snov. Ovitki za telefon iz silikona (slika 7) so prilagodljivi in jih lahko raztegnemo preko telefona ter tako ohranijo obliko telefona in stil. Sposobni so absorbirati udarce in s tem ustvarjajo zaščito pred poškodbami zaradi padcev z manjših višin (Dallas, 2015).



Slika 7: Silikonski ovitek za telefon (Alibaba, 2016)

Prednosti silikonskih ovitkov:

- mehki, zato se ne zlomijo
- idealna tekstura, ki ni spolzka, kar zmanjšuje možnost padcev iz torbic, žepov in rok
- nižja cena
- vzdržljivi
- enostavni za držanje, dober oprijem (»grip«)

Slabosti silikonskih ovitkov:

- težje jemanje iz žepa
- niso moderni in ne najbolj privlačnega videza
- samo nekaj možnosti glede prilagajanja oblike
- zahtevni za čiščenje
- čez čas spremenijo barvo

3 MATERIALI IN METODE

Vzorci – podlage, na katerih smo preskušali izbrane lastnosti poliuretanskega laka, smo pripravili iz masivnega lesa hrasta in bukve. Najprej smo jih površinsko obdelali z brušenjem in nato premazali s poliuretanskim lakom. Vse standardne preskuse smo izvedli v Laboratoriju za obdelavo površin na Oddelku za lesarstvo na Biotehniški fakulteti v Ljubljani.

3.1 MATERIALI

Vzorci smo pripravili iz bukovega in hrastovega lesa. Uporabili smo 4 vzorce iz bukovega lesa dimenzij $0,13\text{ m} \times 0,60\text{ m}$ in 1 vzorec hrastovega lesa dimenzij $0,32\text{ m} \times 0,57\text{ m}$. Uporabili smo vodni lak na poliuretanski osnovi, znamke Stauf (temelj + dvokomponentni vodni končni lak). Lak je primeren za obdelavo talnih oblog. Zato smo ocenili, da je primeren tudi za ovitek za telefon (podobne obremenitve). Pri obdelavi smo se držali navodil proizvajalca: temelj (nanos $100\text{--}120\text{ ml/m}^2$, brušenje granulacije $100\text{--}120$) in dvokomponentni vodni lak (nanos $100\text{--}120\text{ ml/m}^2$, brušenje granulacije $100\text{--}120$). Pri končnem laku smo za pripravo uporabili mešalno razmerje $10 : 1$. Pred premazovanjem smo površino pobrusili s papirjem granulacije 120 in za tem spihali ves prah, ki je ostal na površini po brušenju. Najprej smo s čopičem nanesli temeljni nanos (bukev 146 g/m^2 in hrast 120 g/m^2) in ga potem 24 ur zračno sušili. Po tem času smo temelj pobrusili s papirjem granulacije 150 in očistili prah s površine. Nato smo površino premazali s končnim lakom (bukev $87,5\text{ g/m}^2$ in hrast $85,0\text{ g/m}^2$) pri normalni zračni temperaturi $22\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vzorci smo zračno sušili 24 ur pri zračni temperaturi $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ in relativni zračni vlažnosti 55% (sliki 8 in 9).



Slika 8: Bukovi vzorci po premazovanju



Slika 9: Hrastov vzorec po premazovanju

3.2 METODE

Ali izbrani premazni sistem dosega pričakovano kakovost glede na pričakovan namen uporabe in pogoje izpostavitve, smo ocenjevali na osnovi naslednjih lastnosti:

- debelina suhega filma premaznega sistema
- oprijemnost premaznega sistema
- odpornost premaznega sistema proti udarcem
- odpornost premaznega sistema proti tekočinam
- odpornost premaznega sistema proti razenju

3.2.1 Debelina suhega filma premaznega sistema

Debelino premaznega sistema smo merili z mikroskopsko metodo (SIST EN ISO 2808:2007). Iz vzorca smo v prečni smeri glede na potek vlaken izžagali po 2 vzorca hrasta in 2 vzorca bukve. Vzorci so bili približno 1 cm dolgi in 15 cm široki. Izvedli smo po 5 meritev na reprezentativnih mestih filma. Izračunali smo povprečno vrednost, rezultate pa izrazili v μm .

3.2.2 Oprijemnost premaznega sistema

Oprijemnost smo določili z metodo odtrgovanjem pečatov po SIST EN ISO 4624: 2014 (sliki 10 in 11).

Da smo dobili čisto površino, smo jo najprej pobrusili s papirjem granulacije 150. Nato smo z dvokomponentnim epoksidnim lepilom znamke Uhu nanjo prilepili pečate. Po 24 urah utrjevanja lepila smo s posebnim nožem okoli pečatov obrezali utrjeni film premaznega sistema vse do podlage. Za tem smo z enakomernim pritiskom na vzvod odtrgali pečate in na napravi odčitali (oprijemno) trdnost (MPa).



Slika 10: Preskušanje oprijemnosti (zgoraj) in odpornosti proti tekočinam (spodaj) na hrastovi podlagi

3.2.3 Odpornost proti tekočinam

Odpornost proti tekočinam smo določili po SIST EN:12720:2009. Določili smo odpornost proti kavi, vodi, alkoholu in znoju. Uporabili smo okrogle nebarvne papirnate diske gramature 450 g/m^2 in premera 25 mm. Disk smo pomočili v izbrano tekočino za 30 s, da se je napojil. Za tem smo s pinceto vzeli disk iz tekočine in ga položili na površino. Papir smo pokrili s stekleno čašo premera 40 mm in višine 25 mm (sliki 10 in 11). Po pretečenem času, ki je znašal 1 uro, smo odstranili papir in čašo. Površino smo pobrisali s papirnato brisačko. 24 ur po končanem čiščenju smo površino ocenili z ocenami od 5 do 1.

Kriteriji za določitev poškodb:

- 5- ni nobenih sprememb
- 4- majhna sprememba v sijaju ali barvi, vidna le v soju odbite svetlobe ali nekaj izoliranih manj poškodovanih mest
- 3- manjša poškodba, vidna iz več zornih kotov, npr. vidno celotno mesto izpostavitve filtrirnega tampona ali čaše
- 2- večja poškodba, struktura površine večinoma nespremenjena
- 1- večja poškodba s spremenjeno strukturo površine ali popolnoma ali delno odstranjen površinski sloj ali se filtrirni papir lepi na površino.



Slika 11: Preskušanje oprijemnosti (zgoraj) in odpornosti proti tekočinam (spodaj) na podlagi iz bukovine

3.2.4 Odpornost proti razenju

Odpornost proti razenju smo določili po SIST EN ISO 1518:2001. Preskus smo opravili z vzmetnim svinčnikom (slika 12), ki ima konico premera 1 mm. Na vzmetnem svinčniku lahko nastavljamo različno obremenitev s stiskanjem in raztegovanjem vzmetnega vratu. Ko smo nastavili ustrezno obremenitev, smo razili po površini prečno na vlakna, približno 10 cm.

Trdoto površine, ki smo jo preskušali, smo ocenili na osnovi rezultatov preskušali odpornosti proti razenju, glede na silo, ki je bila potrebna za tvorbo sledi, pri kateri je premaz razpokal oz. ko opazimo širino sledi večjo od 0,5 mm.



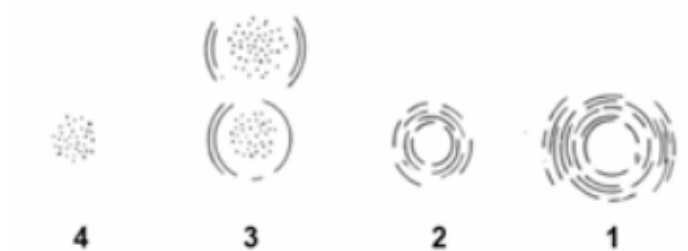
Slika 12: Preskušanje odpornosti proti razenju na podlagi iz bukovega lesa

3.2.5 Odpornost proti udarcem

Odpornost proti udarcem smo določili po SIST ISO 4211-4:1995. Iz različnih višin – (10, 25, 50, 100, 200, 340 in 400) cm - smo spuščali utež, ki je tehtala 500 g, na jekleno kroglico s premerom 14 mm (slika 13). Po zaključenem preskusu smo površino natančno pregledali in ocenili poškodbe z vrednostmi od 5 do 1 (slika 14).



Slika 13: Preskušanje odpornosti proti udarcu na hrastovem lesu

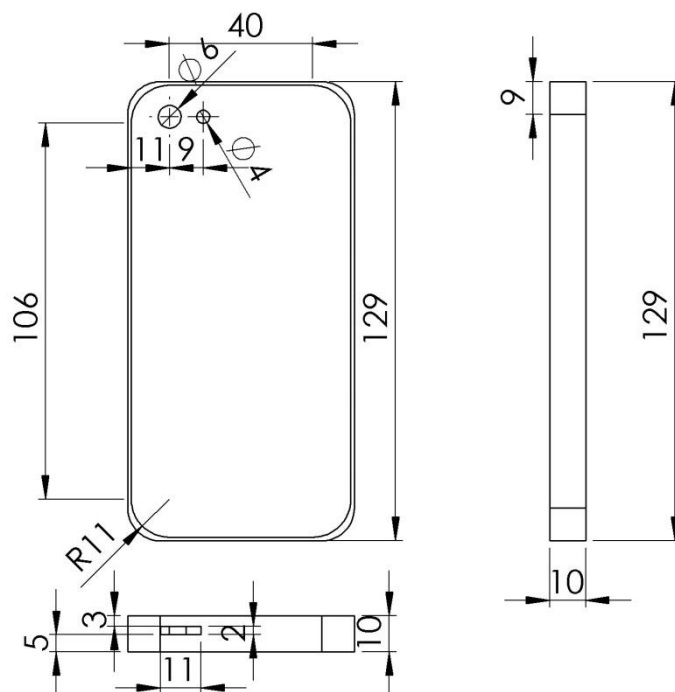


Slika 14: Ocene poškodb pri preskusu odpornosti proti udarcu, po standardu SIST ISO 4211-4:1995

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

4.1 PREDLOG IZVEDBE OVITKA ZA TELEFON

Ovitek za telefon je sestavljen iz dveh elementov (slika 15). To sta lesena ploščica iz hrastovega (ali bukovega) lesa in 3D tiskan okvir iz gume, ki telefon oprime ob robovih. Dela sta spojena z lepilom. Razlog, da je narejen iz dveh delov, je predvsem praktične narave, kajti guma je dovolj raztegljiva oz. prilagodljiva. Ko ovitek nataknemo na telefon, se skrči, kar omogoča, da se telefona dobro oprime in preprečuje, da bi se ovitek med uporabo snel. Element iz gume je narejen s 3D tiskanjem, ki omogoča da z računalniškim programom, v mojem primeru je bil to SolidWorks, narišemo izdelek in ga nato natisnemo. Drugi element je lesena ploščica iz hrastovega (ali bukovega) lesa, ki se, ko je ovitek na telefonu, nahaja na hrbtni strani telefona. Ima predvsem estetsko vlogo, poleg tega ima pa tudi primerne mehanske lastnosti. Na tržišču so najpogostejši ovitki iz umetnih materialov kot so silikonski, poliuretanski in ovitki iz sintetičnega usnja. Tako uvrščamo lesene ovitke med specifične, kar pa jim daje po našem mnenju na tržišču tudi nekaj prednosti. Les je naraven material. Iz okoljevarstvenega vidika je pomembno to, da je razgradljiv in obnovljiv vir. V primerjavi z drugimi ovitki iz umetnih materialov, je prednost lesa, da daje občutek toplote. V primeru, da se telefon ali baterija močno segrejeta, čutimo ob dotiku nižjo temperaturo. Razlog je v tem, da je les slab prevodnik toplotne energije. Odločili smo se, da pri načrtovanju ovitka za lesno vrsto izberemo hrast, odpornostne lastnosti lakirane lesene površine pa smo ocenili tudi na podlagah iz bukovega lesa, ki bi bil lahko pri izdelavi ovitka alternativa hrastovini. Razlog je bil predvsem, ker nam je všeč izgled hrastovega lesa, poleg tega pa ima veliko pozitivnih fizikalnih in mehanskih lastnosti. Glede na to, da je glavna naloga ovitka, da ščiti telefon pred udarci in poškodbami, se nam zdi pomembno dejstvo, da je ovitek izdelan iz trdega lesa. S tem je v primerjavi z večino drugih lesnih vrst bolj odporen proti udarcem. Pozitivna lastnost je tudi ta, da je odporen proti obrabi. Danes telefone ves čas uporabljamo in so zato zelo izpostavljeni. Do obrabe prihaja, ko ga imamo v rokah, ko ga dajemo v žep in iz njega, ko ga položimo ali zadržamo po mizi in še v mnogih drugih situacijah. Hrast sicer spada med dražje lesove, vendar to pri tako majhni površini, kot je ovitek za telefon, ne bi smelo imeti bistvene vloge.



Slika 15: Načrt ovitka za telefon

Na sliki 15 je načrt ovitka prikazan v narisu (levo zgoraj, hrbtne strani ovitka), v stranskem risu (desno zgoraj), ter v tlorisu (levo spodaj) je pogled z vrha.

Na pogledu levo zgoraj vidimo pravokotno površino, ki nima ostrih robov, ampak so zaobljeni v radiju. Na tej površini vidimo tudi dve luknjici. Vse mere so določene glede na mere aparata Iphone 5s. Višina ovitka je 129 mm, telefona pa 124 mm. Tako na vrhu in na dnu debelina ovitka znaša skupaj 5 mm oz. na vsaki strani 2,5 mm. Širina telefona je 58,5 mm, ovitka pa 62 mm. To pomeni, da je debelina ovitka na obeh straneh skupaj 3,5 mm oz. na vsaki strani 1,75 mm. Radij zaobljenega kota znaša 11 mm in je določen glede na radij zaobljenega kota telefona.

Kljub temu, da smo se odločili, da hrbtne strani telefona prekrijemo z leseno ploščico, tega seveda ne smemo storiti v celoti. Namreč, narediti moramo odprtini za kamero in bliskavico. Če gledamo z leve proti desni, na sliki 15 najprej vidimo večjo luknjico s premerom 6 mm, nato pa še manjšo s premerom 4 mm. Središči luknjic sta od vrha oddaljeni 9 mm. Luknjici sta medsebojno oddaljeni 9 mm. Večja luknjica, namenjena kameri, je od levega roba oddaljena 11 mm, manjša luknjica, ki je namenjena bliskavici, pa 20 mm. Debelina ovitka je 10 mm, kar vidimo na sliki desno zgoraj. Debelina telefona je 7 mm, kar pomeni da je debelina hrastove ploščice na hrbtne strani med 2,5 do 3 mm.

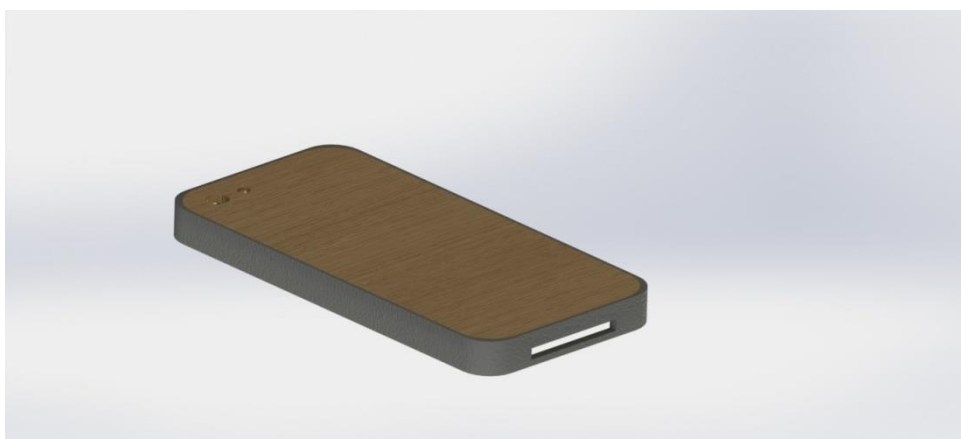
Na levi strani telefona Iphone so ob strani trije gumbi, in sicer so namenjeni za vklop/izklop tihega načina zvonjenja, ter dvig in zmanjšanje jakosti zvonjenja. Zato smo se odločili, da tukaj naredimo pravokotno odprtino, ki bo omogočala doseg do gumbov. Če bi guma prekrivala gumbe, bi bilo pritiskanje na njih nekoliko oteženo. Tudi tukaj so pomembne dimenzije in lega te odprtine, in sicer je visoka 28 mm in široka 5 mm. Od zgornjega roba je oddaljena 16 mm, od desnega roba pa 1,8 mm.

Nekaj pomembnih detajlov imamo tudi na zgornji strani ovitka, kjer imamo gumb za vklop/izklop telefona. Podobno kot pri prejšnjem primeru, smo tudi tukaj naredili pravokotno odprtino, ki je velikosti prej omenjenega gumba. Širina odprtine je 9,5 mm in višina 2,4 mm. Od levega roba je oddaljena 9 mm, od spodnjega pa 3 mm.

Na koncu nam ostane še dno telefona, kjer se nahajata zvočnik in priključek za slušalke. Če ne želimo preveč zadušiti zvoka in s tem zmanjšati kakovosti, ob tem pa pustiti možnost priklopa slušalk, moramo tudi tukaj narediti odprtino. Širina odprtine je 45 mm, višina pa 2,4 mm. Iz pogleda, kjer telefon leži na hrbtu se odprtina nahaja 6,5 mm od levega roba in 3 mm od zgornjega roba. Prikaz ovitka s sprednje in hrbtni strani vidimo na slikah 16 in 17.



Slika 16: Sprednja stran ovitka za telefon



Slika 17: Zadnja stran ovitka za telefon

4.2 PRIMERJAVA LESA Z DRUGIMI MATERIALI ZA OVITKE

V primeru, da razmišljamo o nakupu lesenega ovitka za telefon, se veliko lažje odločimo, če les primerjamo z drugimi materiali, ki se uporabljajo za izdelavo ovitkov za mobilne telefone. Tako nas lahko nekatere njegove lastnosti v primerjavi z lastnostmi drugih materialov prepričajo, da se odločimo za nakup lesenega ovitka. Po drugi strani pa lahko tako istočasno ugotovimo, da nam les ne ustreza in se raje odločimo za material, ki je bolj po našem okusu. Na osnovi podatkov o lastnostih materialov za ovitke, ki so prikazani v prvem delu naloge (preglednica 1, poglavja 2.6.1 do 2.6.7) smo lastnosti lesa primerjalno z drugimi materiali povzeli v preglednici 2 in v poglavjih 4.2.1 do 4.2.6)

Preglednica 2: Prednosti in slabosti lesa za ovitke za mobilne telefone v primerjavi z drugimi materiali

Material	Prednosti	Pomanjkljivosti
Les- poliuretan	- privlačen, estetski in atraktiven izgled	- višja cena
Les- polikarbonat	- veliko bolj estetski, privlačen izgled	- dražji, omejene zloge
Les- karbonska vlakna	- nižja cena, večji nabor različnih vzorcev	- slabše mehanske lastnosti
Les- usnje (naravno in sintetično)	- ščiti tudi pred padci in ne samo pred praskami	- usnje je bolj elegantno, še posebej naravno
Les- kovina	- lažji, material ne moti signala, cenejši	- slabša zaščita kot pri kovini
Les- silikon	- bolj privlačen, estetski in atraktiven izgled	- slabše absorbira sile pri udarcu, dražji

4.2.1 Les – poliuretan

Prednosti lesa v primerjavi s poliuretanom:

- privlačen, estetski in atraktiven izgled
- nima neprijetnega vonja
- bolj trajnosten
- manjša verjetnost, da poči ali se zlomi, če udari ob trdo podlago

Slabosti lesa v primerjavi s poliuretanom:

- višja cena
- omejene zaloge lesenih ovitkov
- manjši nabor oblik, vzorcev in barv

Naše mnenje je, da smo pripravljeni plačati nekoliko višjo ceno za lesen ovitek, kljub manjšemu naboru oblik, vzorcev in barv, ker ocenjujemo, da je ta nabor povsem zadovoljiv. Prepričajo nas boljše mehanske, estetske in trajnostne lastnosti.

4.2.2 Les-polikarbonat

Prednosti lesa v primerjavi s polikarbonatom:

- ni spolzek
- veliko bolj estetski, privlačen izgled
- manj občutljiva površina za umazanijo

Slabosti lesa v primerjavi s polikarbonatom:

- slabše mehanske lastnosti
- težji
- dražji
- omejene zloge lesenih ovitkov

Naše mnenje je, da smo tudi tukaj pripravljeni plačati nekoliko višjo ceno, ker se nam zdijo bistvene predvsem boljše estetske lastnosti. Tudi površina je veliko manj spolzka in občutljiva na umazanijo. Mehanske lastnosti so sicer slabše, vseeno pa se nam še vedno zdijo povsem zadovoljive.

4.2.3 Les-karbonska vlakna

Prednosti lesa v primerjavi s karbonskimi vlakni:

- nižja cena
- manj omejene zaloge
- večji nabor različnih vzorcev

Slabosti lesa v primerjavi s karbonskimi vlakni:

- slabše mehanske lastnosti
- manj vzdržljiv
- težji
- debelejši

Naše mnenje je, da je v tem primeru pozitivno, da je les cenejši material. Za oba materiala je značilno, da sta po videzu nekaj posebnega, vendar je les še vedno bolj po našem okusu. Karbonska vlakna imajo bistveno boljše mehanske lastnosti, ampak ocenili smo, da tako dobrih ne potrebujemo. Les je nekoliko debelejši in težji, vendar še vedno v mejah zadovoljivega. Pozitivno pri lesu je tudi, da je veliko bolj dostopen in s tem imamo večjo izbiro glede cene in različnih modelov.

4.2.4 Les-usnje (naravno, sintetično)

Prednosti lesa v primerjavi z usnjem:

- ščiti tudi pred padci in ne samo pred praskami
- za razliko od naravnega usnja vprašanje zaščite živali ni relevantno

- cenejši od naravnega usnja
- bolj vzdržljiv od sintetičnega usnja

Slabosti lesa v primerjavi z usnjem:

- usnje je bolj elegantno, še posebej naravno
- dražji od sintetičnega usnja

Naše mnenje je, da bi se odločili za les, saj je bolj vzdržljiv material in ima boljše mehanske lastnosti, s tem pa boljše ščiti telefon pred udarci. Ob tem pa smo tudi prijaznejši do živali.

4.2.5 Les-kovina

Prednosti lesa v primerjavi s kovino:

- lažji
- enostaven za držanje
- material ne moti signala
- cenejši

Slabosti lesa v primerjavi s kovino:

- slabša zaščita pred težjimi pogoji izpostavitve
- slabša zaščita kot pri kovini

Menimo, da bi se med tema dvema materialoma odločili za les, ker se nam zdi kovinski ovitek nekoliko pretežek. Zelo moteče je tudi dejstvo, da moti signal, ki je ključen za pogovor preko telefona. Pri lesu je telefon sicer slabše zaščiten, vendar smo ocenili, da vseeno telefon zadovoljivo ščiti.

4.2.6 Les-silikon

Prednosti lesa v primerjavi s silikonom:

- bolj privlačen, estetski in atraktiven izgled
- lažje jemanje iz žepa

Slabosti lesa v primerjavi s silikonom:

- slabše absorbira sile pri udarcu
- lažje ga je zlomiti
- dražji

Silikon ima zelo dobre lastnosti kot so: enostaven za držanje, z dobrim oprijemom (»gripom«), težko se ga zlomi, je vzdržljiv, dobro absorbira sile pri padcu. Kljub temu pa bi se vseeno odločili za les, ker nam je bolj všeč njegov videz. Silikonski ovitek izgleda še posebej neestetsko, če se zgodi, da po nekem določenem času spremeni barvo.

4.2.7 Celovita primerjava

Kot je bilo opisano v prejšnjih poglavjih, po našem mnenju primerjava lastnosti različnih materialov za ovitek telefona izkaže kar veliko prepričljivih prednosti, ki bi kupce lahko prepričale v to, da se odločijo za lesen ovitek. Zelo pomembno vlogo pri odločitvi bi imel lahko edinstven izgled lesa. Izgleda nekaj posebnega, v nekaterih primerih celo kot umetnina. Pred večjimi obremenitvami in udarci nudi omejeno zaščito, vendar smo ocenili, da je zaščita povsem zadovoljiva, kar je prikazano z rezultati poskusov, ki so opisani v nadaljevanju. Zelo pomembno pa je tudi dejstvo, da je les naraven, obnovljiv material in s tem tudi prijazen do okolja. Je dobro dosegljiv material, saj imamo v Sloveniji ogromno lesa, po deležu pokritosti površine z gozdovi smo v Evropi na tretjem mestu. S tem, ko bi povečali prodajo lesenih ovitkov, pa bi vsaj delno spodbujali tudi gozdno-lesni sektor v Sloveniji in promovirali uporabo lesa kot materiala tudi za druge namene.

4.3 PRESKUŠANJE USTREZNOSTI IZBRANEGA PREMAZNEGA SISTEMA

4.3.1 Debelina utrjenih filmov

Debelino utrjenih filmov smo določili z mikroskopom po standardu SIST EN ISO 2808:2007. Pri bukvi smo ugotovili, da povprečna vrednost debeline premaznega sistema znaša 42 μm , pri hrastu pa 58 μm (preglednica 3).

Preglednica 3: Povprečne debeline utrjenih filmov

Vzorec	Debelina filma
Hrast 1	58 μm
Hrast 2	58 μm
Bukev 1	42 μm
Bukev 2	42 μm

4.3.2 Oprijemnost premaznega sistema na podlago

Dobra oprijemnost premaznega sistema na podlago je pomembna, da ne pride do odstopanja utrjenega filma od podlage. Oprijemno trdnost smo določili z metodo odtrgovanja pečatov (preglednica 3). Pri adhezijskem tipu loma, pride do loma med suhim filmom in podlago. Imeli smo podobno število adhezijskih lomov, kjer je prevladoval lom med suhim filmom in podlago (F-P) in adhezijskih lomov, kjer je prevladoval lom med lepilom in pečatom (L-P), vseeno pa je bilo nekoliko več takih med suhim filmom in podlago. Pri izračunu povprečne vrednosti smo uporabili samo vrednosti, kjer je prevladoval lom med suhim filmom in podlago. Vrednosti, kjer je prevladoval lom med lepilom in pečatom pa nam pove kakšna je trdnost lepilnega spoja med lepilom in pečatom. Tako pri bukovih, kot pri hrastovih vzorcih pa smo dosegali zelo dobre vrednosti, če upoštevamo da je po dolgoletnih izkušnjah Laboratorija za obdelavo površin priporočena

minimalna vrednost oprijemne trdnosti 2 MPa. Na bukovem lesu je bila povprečna vrednost oprijemne trdnosti 4,04 MPa, pri hrastu pa 4,62 MPa. To pomeni, da je premaz dobro sidran v podlago in ne bi smeli imeti problemov z odstopanjem premaznega sistema od podlage. Pri hrastu smo dosegli nekoliko višjo povprečno vrednost. Glavni razlog je verjetno v tem, da je hrastov les bolj porozen, kar je omogočilo premaznemu sistemu, da se je boljše usidral v podlago. Sidranje je sicer odvisno od morfologije površine, torej ne samo od poroznosti, ampak tudi od hrapavosti, ki jo uravnavamo z brušenjem. Pomemben dejavnik je tudi debelina filma. Pri tanjših filmih pričakujemo višje vrednosti oprijemne trdnosti.

Preglednica 4: Oprijemna trdnost premaznega sistema

Meritev	Bukev (MPa)	Hrast (MPa)
1	3,93 (*F-P)	3,17 (*F-P)
2	3,68 (*F-P)	3,50 (*L-P)
3	3,15 (*L-P)	4,65 (*F-P)
4	4,88 (*F-P)	5,64 (*F-P)
5	4,37 (*L-P)	4,12 (*F-P)
6	3,73 (*L-P)	5,55 (*F-P)
7	4,17 (*F-P)	3,97 (*F-P)
8	4,01 (*F-P)	5,26 (*F-P)
9	3,49 (*F-P)	4,65 (*L-P)
10	4,11 (*F-P)	4,26 (*L-P)
Povprečje	4,04	4,62

*F-P: Prevladoval je adhezijski tip loma med suhim filmom in podlago

*L-P: Prevladoval je adhezijski tip loma med lepilom in pečatom

4.3.3 Odpornost proti tekočinam

S tem preskusom smo želeli ugotoviti, kako bi se obnesel ovitek za telefon v primeru, da med uporabo pride v stik z različnimi tekočinami. Pogosto odložimo telefon na mizo in ob tem ne opazimo na mizi tekočin kot so voda, kava, kdaj pa je lahko prisoten tudi alkohol. Pogosto pa pride v stik tudi z znojem, ko telefon držimo v rokah. Zato smo preverili tudi njegov odziv v primeru, da nanj deluje znoj (bodisi v obliki bazične bodisi kisle raztopine). Dobili smo dobre rezultate. Na površini tako na bukovi kot na hrastovi podlagi ni bilo videti nobenih sprememb po izpostavitvi vsem naštetim tekočinam. To pomeni, da smo vse ocenili z oceno 5. V preglednici 4 so ti rezultati tudi prikazani.

Preglednica 5: Odpornost proti tekočinam

Tekočina	Bukev (ocena)	Hrast (ocena)
V (voda)	5	5
AL (alkohol)	5	5
B (znoj bazične raztopine)	5	5
K (znoj kisle raztopine)	5	5
KA (kava)	5	5

4.3.4 Odpornost proti razenju

Za preskušanje odpornosti proti razenju smo se odločili, ker se pogosto dogaja, da na ovitku nastanejo različne praske. Razlog za to je predvsem v tem, da telefon ni ves čas na istem mestu, ampak ga po prenehanju uporabe ves čas nekam odlagamo. Za primer lahko vzamemo, da telefon odložimo na mizo. Po navadi ga ne odložimo povsem navpično in previdno, ampak to naredimo bolj na hitro in obenem še za kakšen centimeter zadržamo telefon po površini. V primeru, da je v tem trenutku na površini kakšen oster majhen predmet (majhen kamenček), obstaja možnost, da ob tem na ovitku za telefon nastane praska. Tako smo se odločili, da najprej izračunamo s kakšno silo deluje telefon na nek oster predmet, če upoštevamo le silo zaradi teže telefona. Ker je masa telefona 0,112 kg, sila zaradi teže telefona v neki izpostavljeni točki (npr. ostro zrno na odlagalni površini) približno 1 N. Pri našem poizkusu pa je potrebno upoštevati tudi, da je ta oster predmet poloblasta konica s premerom 1 mm. Tako smo pri našem poizkusu nastavili obremenitev 1 N in prečno na vlakna naredili 10 cm dolgo razo. Tako pri laku na bukovini, kot tudi na hrastovi podlagi ni bilo vidnih sprememb. Pri bukvi so bili doseženi nekoliko boljši rezultati kot pri hrastu. Meja, pri kateri je bila širina raze večja kot 0,5 mm je bila pri bukvi 9 N in pri hrastu 8 N. V spodnji preglednici so prikazani rezultati, kjer smo obremenitev povečevali po 1 N.

Preglednica 6: Odpornost proti razenju

Obremenitev (N)	Širina sledi (mm)	
	Bukev	Hrast
1	ni sledi	ni sledi
2	0,05	0,1
3	0,1	0,1
4	0,2	0,2
5	0,4	0,4
6	0,4	0,4
7	0,4	0,5
8	0,5	0,6
9	0,6	/

4.3.5 Odpornost proti udarcu

Odpornost proti udarcu smo določali z metodo, pri kateri utež spuščamo z različnih višin in sicer z (10, 25, 50, 100, 200, 340 in 400) mm. Za vsako višino smo izvedli po 5 meritev na končno površinsko obdelano površino na bukvi in po 5 meritev na končni površinski obdelani površini hrastovega lesa. Višina 340 mm v standardu ni predvidena in smo jo določili sami. Namen je bil simulacija odpornosti ovitka, ko nam iz rok telefon pade na tla. Iphone 5s (z maso 0,112 kg) nam pade z višine 1,5 m na tla, pri tem pa je potrebno upoštevati tudi, da tla niso ravna ampak pade lahko telefon na manjši predmet, npr. na površino, ki je enaka kot pri jekleni (pol)krogli s premerom 14 mm. Tako smo na osnovi enačbe $W = m \cdot g \cdot h$ (W pomeni delo oz. energijo, m je masa telefona, g je konstanta gravitacijskega pospeška, h pa višina), ocenili, da če nam telefon pade z višine 1,5 m je to približno enako, kot če 500 g težko utež spustimo z višine 0,34 m. Rezultati določanja odpornosti proti udarcu so zbrani v preglednicah 6 in 7.

Preglednica 7: Odpornost površine proti udarcu (PU lak na bukovi podlagi)

Višina (mm)	Meritev 1 ocena (premer mm)	Meritev 2 ocena (premer mm)	Meritev 3 ocena (premer mm)	Meritev 4 ocena (premer mm)	Meritev 5 ocena (premer mm)	Povprečje ocena (premer mm)
10	5	5	5	5	5	5
25	4 (4,6)	4 (3,5)	4 (4,1)	3 (4,7)	4 (4,7)	3,8 (4,3)
50	3 (5,0)	3 (5,0)	3 (4,3)	3 (5,6)	3 (5,6)	3,0 (5,1)
100	3 (5,7)	2 (5,7)	3 (5,3)	3 (5,0)	3 (6,5)	2,8 (5,6)
200	2 (6,0)	2 (5,6)	3 (4,8)	3 (6,2)	3 (6,2)	2,6 (5,8)
340	2 (6,7)	2 (6,5)	2 (5,6)	2 (6,9)	2 (6,6)	2,0 (6,6)
400	2 (6,2)	2 (6,2)	2 (6,9)	2 (7,1)	2 (6,6)	2,0 (6,6)

Preglednica 8: Odpornost površine proti udarcu (premaz na hrastovini)

Višina (mm)	Meritev 1 ocena (premer mm)	Meritev 2 ocena (premer mm)	Meritev 3 ocena (premer mm)	Meritev 4 ocena (premer mm)	Meritev 5 ocena (premer mm)	Povprečje ocena (premer mm)
10	5	5	5	5	5	5
25	3 (4,3)	3 (4,0)	3 (4,5)	2 (4,5)	2 (5,1)	2,6 (4,5)
50	2 (4,6)	3 (5,2)	2 (5,2)	2 (5,5)	2 (5,0)	2,4 (5,1)
100	2 (4,6)	2 (5,2)	2 (5,0)	2 (6,0)	2 (5,7)	2,0 (5,3)
200	2 (5,5)	2 (6,5)	2 (6,5)	2 (5,8)	2 (6,3)	2,0 (6,1)
340	1 (7,1)	1 (6,5)	2 (6,3)	1 (7,5)	2 (6,0)	1,4 (6,7)
400	1 (6,6)	1 (6,2)	1 (7,1)	1 (7,7)	2 (6,2)	1,2 (6,8)

Iz rezultatov lahko vidimo, da se s povečevanjem višine, s katere smo spuščali utež, povečuje premer poškodbe in poškodba podlage (manjša kot je ocena, večja je poškodba). Če primerjamo poškodbe na bukovi in hrastovi podlagi, vidimo, da je v tem primeru lakirana bukev nekoliko bolj odporna proti udarcem, saj smo v tem primeru zabeležili boljše ocene, medtem ko so premeri poškodb pri obeh vrstah zelo podobni. Načeloma bi sicer pričakovali, da bomo pri laku na hrastovini dosegli boljše rezultate. Naše rezultate bi morda lahko razložili s tem, da je hrast zelo variabilna vrsta. Glede na rezultate bi se zato raje odločili za bukev, ker bi se v tem primeru ovitek pri padcu telefona boljše obnesel. Tudi odpornost proti razenju je bila nekoliko boljša pri lakirani bukovini kot pri premazanem hrastovem lesu. V primeru, da nam telefon pade iz rok, kar je približno z 1,5 m (340 mm pri uteži) višine, je razlika v povprečni med obema podlagama oceni 0,6, v prid sistemu na bukovi podlagi.

5 SKLEPI

Ocenili smo ustreznost dvokomponentnega vodnega poliuretanskega premaza, ki je sicer originalno namenjen obdelavi lesenih talnih oblog, za lesen ovitek mobilnega telefona. Tako na bukovem kot na hrastovem lesu je bila oprijemna trdnost premaza zelo dobra (bukov 4,02 MPa, hrast 4,62 MPa). Pri izpostavitvi tekočinam nismo zaznali nobenih sprememb, kar pomeni da je material za ovitek telefona v obeh primerih tudi v tem pogledu primerna izbira. Pri razenju ni bilo vidnih nobenih sprememb pri mejni obremenitvi 1 N, ki predstavlja simulacijo manjše obremenitve pri drsanju telefona po mizni plošči. Pri bukvi je bila meja, kjer je širina raze v laku presegla 0,5 mm pri 9 N, pri hrastu pa 8 N. Preskušali smo tudi odpornost ovitka proti udarcem. Ugotovili smo, da se s povečevanjem višine povečujejo poškodbe na preskušancu. Pri spuščanju uteži so se poškodbe začele pojavljati pri višini 25 mm. Preračunali smo tudi kakšna bi bila poškodba v primeru, da nam telefon pade na jekleno kroglico premera 14 mm z višine 1,5 m. Pri bukvi smo dobili povprečno oceno 2,0 pri hrastu pa 1,4 (5-ni poškodb, 1-največja poškodba). Tako odpornosti proti pri razenju kot pri odpornosti proti udarcu velja, da se les težko primerja z materialom kot je kovina, vendar pa je naše mnenje, da je les pri naših poskusih vseeno izkazal povsem zadovoljive rezultate. V primerjavi z drugimi materiali pa so nas zanimale tudi nekatere druge lastnosti lesa kot materiala za lesen ovitek. Pri izbiri ovitka za telefon je zelo pomemben njegov izgled oz. estetski videz (kar za lesen ovitek velja). Nekateri leseni ovitki izgledajo celo kot umetnine. Tukaj bi se v primerjavi z bukvijo morda raje odločili za hrast, vendar je to stvar osebne okusa. V primerjavi s cenami najcenejših ovitkov, ki smo jih zasledili med raziskovanjem za diplomsko nalogo, je morda res nekoliko dražji, vendar se nam cena zdi še vedno povsem zadovoljiva in sprejemljiva. Pozitivne lastnosti, ki so pomembne med uporabo telefona so tudi to, da je lesen ovitek zelo lahek, ni spolzek, enostavno ga držimo v roki in jemljemo iz žepa. Če pa poskušamo gledati nekoliko širše, lahko najdemo še kar nekaj drugih pozitivnih lastnosti lesa kot snovi za ovitke mobilnih telefonov. Vsekakor je zelo pomembno dejstvo, da je les naraven, obnovljiv material in s tem tudi prijazen do okolja. V Sloveniji velja za še posebej dosegljiv material, saj smo po deležu površine, ki je pokrita z gozdovi na tretjem mestu v Evropi. S tem, ko bi se odločili za lesen ovitek, bi tudi promovirali uporabo in uporabnost lesa. Ne nazadnje, bi pozitivno prispevali k razvoju lesno-predelovalne gospodarske dejavnosti v naši državi.

6 POVZETEK

Lesen ovitek za mobilni telefon spada med specifične lesene izdelke. Pri tem pa se pojavlja izziv, da njegove lastnosti za tak namen uporabe niso najbolj znane in ovrednotene. Zato smo se odločili, da preverimo, kakšna je oprijemnost izbranega premaznega sistema in odpornost proti tekočinam, razenju in udarcem. Za preskuse smo uporabili podlage iz hrastovega in bukovega lesa in nato rezultate medsebojno primerjali. Na vzorce smo nanесли po en nanos temelja za dvokomponentni poliuretanski premazni sistem na vodni osnovi (nanos: bukev 146 g/m² in hrast 120 g/m²) in po en nanos dvokomponentnega vodnega končnega laka (nanos: bukev 87,5 g/m² in hrast 85,0 g/m²). Ugotovili smo dobro oprijemnost premaznega sistema, ki je potrebna, da utrjen film med uporabo ne odstopi od podlage. Pri bukvi smo določili povprečno vrednost oprijemne trdnosti 4,04 MPa, pri hrastu pa 4,62 MPa. Po izpostavitvi izbranim tekočinam nismo opazili nobenih sprememb na površini, kar pomeni da bi bili taki ovitki za telefon povsem odporni proti izbranim tekočinam. Pri odpornosti proti razenju, ni bilo vidnih sprememb pri sili obremenitve 1 N, kar naj bi ustrezalo normalnim pogojem uporabe, ko telefon odložimo na neko površino. Raze, širše od 0,5 mm so nastale pri vrednosti 8 N pri hrastu in 9 N pri bukvi. Pri odpornosti proti udarcem sta bila padcu uteži z višine 340 mm (simulacija padca telefona Iphone 5s z višine 1,5 m) tako bukov (povprečna ocena 2,0) kot tudi hrastov vzorec (povprečna ocena 1,4) kar precej poškodovana. Seveda pa je tukaj potrebno upoštevati, da bi bil rezultat drugačen, če ne bi šlo za padec na predmet, kot je jeklena kroglica premera 14 mm. Po primerjavi rezultatov lahko sklenemo, da obdelani hrastovi vzorci izkazujejo nekoliko boljše vrednosti oprijemne trdnosti laka, pri bukovih vzorcih pa smo ugotovili nekoliko boljšo odpornost proti razenju in udarcem. Vseeno bi se pri izbiri raje odločili za hrastovino, predvsem zaradi njegovega videza, kar pa je stvar subjektivne odločitve posameznika.

S programom SolidWorks smo tudi izdelali predlog izdelave lesenega ovitka za telefon. Ploščica na hrbtni stani je iz lesa, v našem primeru iz hrastovine. 3D tiskan element, ki telefon oprime po robovih, pa bi bil iz gume. Elementa sta spojena z lepilom. Ovitek seveda vsebuje tudi kar nekaj detajlov. To sta luknjici za kamero in bliskavico na hrbtni strani in luknjice za vklop/izklop telefona, glasnost, vklop tihega načina in odprtina za zvočnik in priklop slušalk.

Menimo, da je lesen ovitek po lastnostih lahko povsem primerljiv z ovitki iz drugih materialov, ki so prisotni na tržišču. Od kovinskega je sicer veliko slabši, če gledamo samo odpornost proti udarcem. Je tudi nekoliko dražji v primerjavi z silikonskimi, poliuretanskimi in ovitki iz polikarbonata. Če pa pogledamo celotno sliko lastnosti, lahko trdimo, da je les zelo primeren material in si zasluži visoko oceno. Navedene pomanjkljivosti lesa po naši oceni niso ključne, še posebej, če upoštevamo dejstvo, da imajo tudi ostali ovitki določene pomanjkljivosti kot so teža, motenje signala in cena pri kovinskem, ali pa ne najbolj privlačen videz in sprememba barve pri silikonskem ovitku. .

7 VIRI

3D skeniranje in 3D tiskanje

http://fs-server.uni-mb.si/si/inst/itkp/lttk/izpiti-zs/R_1%20v%20tekstilstvu/3D%20SKENERJI%20IN%203D%20SKENIRANJE.pdf (7.1.16)

3D tiskanje

<https://sl.wikipedia.org/wiki/3D-tiskanje>, (7.1.16)

Alibaba

http://www.alibaba.com/product-detail/rectangle-shape-silicone-cheap-mobile-phone_60206787314.html (17.1.16)

Aliexpress

<http://www.aliexpress.com/item/High-Quality-Retro-Luxury-PU-Leather-Case-For-iphone-5C-5S-5G-Photo-Frame-With-Wallet/1801850461.html?spm=2114.40010308.4.44.UP1gp3> (20.1.16)

Cellaccessoriesforless

<http://cellaccessoriesforless.com/main/product/cell-accessories-for-less-tm-for-apple-iphone-5-metal-sticker-cover-case-cool-blue-by-thetargetbuys-free-shipping/> (20.1.16)

Čufar K. 2006. Anatomija lesa. Univerzitetni učbenik. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 185 str.

Dallas M. 2015. What is the best cell phone case material?

<http://www.ghostekproducts.com/blog/best-cell-phone-case-materials/> (12.1.16)

Flipcases

<http://www.flipcases.xyz/index.php/2014/12/23/iphone-6-cases-kevlar/> (20.1.16)

Hill S. 2014. How to pick the best case to protect your device from life's daily hazards.

<http://www.digitaltrends.com/mobile/pick-good-case-cover/> (7.1.16)

Hrast

<http://www.gozd-les.com/slovenski-gozdovi/drevesa/hrast> (12.1.16)

Intl.target

http://intl.target.com/p/belkin-grip-candy-cell-phone-case-for-iphone-6-blue-f8w502btc06/-/A-17225631#prodSlot=medium_1_3 (20.1.16)

Kotnik D. 2003. Površinska obdelava v izdelavi pohištva. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 30 str.

Petrič M. 2008. Nelesni materiali v izdelkih lesnopredelovalne in pohištvene industrije.

Univerzitetni učbenik. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 148 str.

Shanklin W. 2013. Review: iPhone 5c

<http://www.gizmag.com/iphone-5c-review/29806/> (20.1.16)

SIST EN 12720. Pohištvo – Ocenjevanje odpornosti površine proti hladnim tekočinam – Furniture – Assessment of surface resistance to cold liquids. 2009: 15 str.

SIST EN ISO 1518. Barve in laki – Preskus z razenjem (ISO 1518:1992). Paints and varnishes – Scratch test (ISO 1518:1992). 2001: 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 ISO 4211-4:1995 – Pohištvo – Preskusi površin – 4. del: Ugotavljanje odpornosti proti udarcu – Furniture – Tests for surfaces – Part 4: Assessment of resistance to impact

SIST EN ISO 4624:2014 - Barve in laki - Preskušanje oprijema z odtrganjem filma (ISO/DIS 4624:2014) Paints and varnishes – Pull-off test for adhesion (ISO 4624:2002)

Vičič D. 2014. Krasni novi svet 3D-tiska. Mladina, 11: 52-55

<http://www.mladina.si/154810/krasni-novi-svet-3d-tiska/> (19.1.16)

Žabčič G. 2013. Primerjava obdelave mizne plošče iz masivne hrastovine z lakom na osnovi organskih topil in z vodnima lakoma. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 62 str.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mojemu mentorju prof. dr. Marku Petriču, somentorju dr. Matjažu Pavliču in recenzentki prof. dr. Manji Kitek Kuzman za vso pomoč pri diplomu. Hvala tudi Juretu Žigonu za pomoč pri meritvah in Maji Valič za pregled diplome. V veliko pomoč pa mi je bila tudi družina. Hvala moji puncu Mojci, mami, bratu Lukatu in dedku.