

58. srečanje mladih raziskovalcev Slovenije



LESARSKA ŠOLA MARIBOR

Srednja lesarska in gozdarska šola Maribor

Lesarska ulica 2, 2000 Maribor

## **LESENI NOGOMETNI ŠČITNIKI**

Raziskovalno področje:

Aplikativni inovacijski predlogi in projekti

Mentorica:

Petra URLEP, univ.dipl.inž.les

Avtorja:

Aljaž Žalik,

Sven Ploj

**Maribor, 2024**

# 1 Kazala

## 1.1 Kazalo vsebin

### Vsebina

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| 1 Kazala.....                                          | 1  |
| 1.1 Kazalo vsebin .....                                | 1  |
| 1.2 Kazalo slik.....                                   | 2  |
| 2 POVZETEK .....                                       | 3  |
| 3 ZAHVALA.....                                         | 3  |
| 4 UVOD .....                                           | 3  |
| 4.1 Hipoteze.....                                      | 4  |
| 4.2 Cilji.....                                         | 4  |
| 5 STANJE ŠČITNIKOV NA TRGU .....                       | 5  |
| 6 DRUŽBENA ODGOVORNOST .....                           | 6  |
| 7 IZBRANI LES.....                                     | 6  |
| 7.1 Jesenov furnir .....                               | 7  |
| 7.2 Bukov furnir .....                                 | 7  |
| 7.3 Mahagonijev furnir.....                            | 8  |
| 8 SKENIRANJE ŠČITNIKOV .....                           | 8  |
| 9 PRIPRAVA MODELA S POLIESTRSKO SMOLO .....            | 12 |
| 10 IZBIRA LEPILA ZA FURNIR.....                        | 15 |
| 11 IZBIRA OZIROMA RAZPORED MATERIALA ZA ŠČITNIKE ..... | 16 |
| 12 IZDELAVA PRVEGA ŠČITNIKA .....                      | 17 |
| 13 EVA PENA .....                                      | 19 |
| 14 IZDELAVA VSEH PAROV .....                           | 20 |
| 15 VZDOLŽNO IN PREČNO LEPLJENJE.....                   | 21 |
| 16 BRUŠENJE ŠČITNIKOV .....                            | 21 |
| 17 LEPILO ZA LEPLJENJE PENE.....                       | 22 |
| 18 LEPLJENJE PENE NA ŠČITNIKE.....                     | 23 |
| 19 TESTIRANJE.....                                     | 25 |
| 20 ANKETA.....                                         | 28 |
| 21 ZAKLJUČEK.....                                      | 29 |
| 22 VIRI.....                                           | 30 |

## 1.2 Kazalo slik

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 1 : 3D skeniranje ščitnika (lasten vir).....                             | 9  |
| Slika 2 : Skeniran ščitnik (lasten vir) .....                                  | 10 |
| Slika 3 : Oblikovanje ščitnika v model (lasten vir) .....                      | 11 |
| Slika 4 : Prvo oblivanje poliestra (lasten vir) .....                          | 13 |
| Slika 5 : Zaščita plastičnega ščitnika (lasten vir) .....                      | 14 |
| Slika 6 : Pripravljeni formati furnirja (lasten vir).....                      | 16 |
| Slika 7 : Prvi ščitnik (lasten vir).....                                       | 18 |
| Slika 8 : Rezanje pene (lasten vir).....                                       | 19 |
| Slika 9 : Zlepljeni ščitnik v modelu.....                                      | 20 |
| Slika 10 : Lepilo, ki sva ga uporabljala (internetni vir).....                 | 22 |
| Slika 11 : Nanos lepila (lasten vir) .....                                     | 24 |
| Slika 12 : Testiranje ščitnika – brca (lasten vir).....                        | 25 |
| Slika 13 : Testiranje ščitnika – platenka z vodo (lasten vir) .....            | 26 |
| Slika 14 : Ščitnik po prejetih udarcih – brez znakov poškodb (lasten vir)..... | 27 |

## 2 POVZETEK

Za raziskovanje lesenih nogometnih ščitnikov sva se odločila, ker nama raziskovalna naloga predstavlja nov izziv. Zaključni izdelek sva izdelovala že v 3-letnem programu, tako da sva se hotela preizkusiti še na malo bolj tujem področju. Za raziskovanje lesenih nogometnih ščitnikov sva se odločila, ker je nogomet zanimiv šport in ker je Maribor mesto nogometa. Prav tako tega izdelka še nisva zasledila na spletnem trgu oziroma vsaj ne v večji meri, zato meniva, da bi lahko bil prava senzacija. Za izdelavo bova uporabila furnir, ki bo lepljen na različne načine (vzdolžno, križno). V notranjosti bova ščitnik obdelala z EVA peno, in sicer za bolj udoben in nogi prijazen občutek.

## 3 ZAHVALA

Zahvaljujemo se mentorici za pomoč in nasvete pri izdelavi najine naloge. Zahvaljujemo se tudi lektorici za slovnični pregled najine naloge.

## 4 UVOD

Pred izdelavo naloge sva premišljevala, kako bi prispevala k reševanju problema okolja, ki je prisoten po celem svetu, in sicer imava v mislih onesnaževanje s plastiko ter drugimi umetnimi materiali. Narediti sva želela izdelek, ki bi nadomestil plastiko z drugim in trajnostnim materialom. Eden boljših materialov, ki ustreza zgornjemu opisu, je les, zato sva se zanj tudi odločila. Ideja o izdelavi lesenih ščitnikov naju je zelo pritegnila, kajti trg z nogometnimi ščitniki se zelo razvija, vendar zgolj z umetnimi materiali, kar pa ni okolju prijazno. Zamisel o izdelku se nama je utrnila, saj eden od naju trenira nogomet, oba pa ga spremljava že od malih nog. Na spletnem tržišču sva tak izdelek že zasledila, a v majhni meri oziroma zgolj enega proizvajalca lesenih ščitnikov, in še ti so iz bambusa. Zato sva se odločila, da trgu predstaviva nov, unikaten izdelek iz lesa oziroma furnirja. Ščitnike bova poskusila čim bolj prilagoditi nogometašem in njihovim željam, kajti v sodobnem nogometu želijo ti imeti čim lažjo in čim manj obremenjeno nogo.

## 4.1 Hipoteze

Predpostavila sva, da:

- bo ščitnik iz furnirja lažji v primerjavi z izdelkom iz umetne mase,
- bo ščitnik ekološko prijaznejši,
- bo izdelava velik izziv,
- bo ščitnik zdržal različne izzive (blato, voda, potenje),
- ščitniki čez čas ostanejo nespremenjeni.

## 4.2 Cilji

Najin izdelek sledi naslednjim ciljem:

- manjša poraba plastike,
- večji izkoristek domačega materiala,
- spodbuditi uporabo naravnih materialov,
- da ščitnik iz lesa ublaži udarce vsaj toliko kot ščitnik iz umetne mase.

## 5 STANJE ŠČITNIKOV NA TRGU

Trenutno stanje plastičnih ščitnikov na trgu je močno in raznovrstno ter z veliko različnimi modeli in možnostjo osebnih preferenc. Plastični ščitniki so široko uporabljeni zaradi svoje dostopnosti, raznolikosti in tudi zaradi zaščitnih lastnosti, hkrati pa se neprestano razvijajo z novimi dizajni in materiali.

Plastični ščitniki za nogomet so na voljo v različnih materialih. V največji meri so izdelani iz polipropilena (PP) in polietilena (PE), nekateri pa so izdelani iz steklenih vlaken, spominske pene ali celo iz kovine. Zadnje čase prihajajo v ospredje ščitniki zgolj iz spominske pene, saj so lahki in udobni, ampak niso tako odporni na udarce kot plastični ali leseni ščitniki.

V splošnem je na trgu veliko priljubljenih in dostopnih možnosti s pestro izbiro, ki ustreza različnim potrebam in proračunom, saj so nekateri kvalitetnejši ščitniki s posebnimi lastnostmi dražji, medtem ko cenejši niso tako kakovostni, lahko izgubijo barvo, se zlomijo ali ne ponujajo dobre zaščite.

Na trgu prav tako nisva zasledila velike izbire lesenih nogometnih ščitnikov, pravzaprav sva zasledila samo enega proizvajalca, ki izdeluje ščitnike iz bambusa.

Glede na ta dejstva sva spoznala, da mora biti ščitnik lahek, trpežen in estetski, da bo lahko konkurenčen na trgu, zato želiva trgu predstaviti čim lažje in udobnejše ščitnike s čim večjo zaščitno funkcijo.

## 6 DRUŽBENA ODGOVORNOST

Zelo pomembno je, da se zavedamo okolja, v katerem živimo, zato sva hotela zamenjati plastiko z drugim ekološkim in trajnostnim materialom. S pomočjo mentorice sva se odločila, da bova uporabili les, ki ga največ uporabljamo v naši stroki. Predvsem hočeva dokazati, da je les eden najpomembnejših in inovativnih materialov v današnjem svetu, poleg vsega pa je naravni material, kar pomeni, da ne onesnažuje okolja in je lahko razgradljiv, okolju neškodljiv ter na dosegu vsem, ki se želijo ukvarjati z lesnimi izdelki.

## 7 IZBRANI LES

Na začetku sva morala izbrati primerno vrsto lesa, saj je izbira zaradi veliko različnih lastnosti, ki jih imajo drevesne vrste, zelo pomembna. Potrebujemo namreč takšno vrsto, ki dobro prenaša udarce, se ne lomi in, kar je pri izdelavi ščitnikov najpomembnejše, da ima dobre upogibne lastnosti.

Te pogoje izpolnjuje bukov furnir, ker pa želiva, da so ščitniki privlačnejšega videza, bova dodala še mahagonijev furnir, kajti njegov estetski videz je zelo privlačen in ima podobne lastnosti kot bukov furnir. Kar pa je pri obeh omenjenih furnirjih najbolj pomembno, je, da sta trajnostna, kajti ščitniki so izpostavljeni pogojem in razmeram.

Naprej bova izdelala ščitnik iz bukovega furnirja in se prepričala, ali bova lahko hipoteze, ki sva jih predvidevala, potrdila ali ovrgla.

Postopek bova ponovila še z mahagonijevim furnirjem in se tako prepričala, kaj drži oziroma ne drži in kako lahko odpraviva pomanjkljivosti.

Eden najinih ciljev pa je estetski videz ščitnikov, zato bova po izdelavi ščitnika iz bukovega furnirja in ščitnika po izdelavi mahagonijevega furnirja vse skupaj kombinirala. To pomeni, da bova izbrani furnir ploskovno lepila enega na drugega, vendar bo vsaka druga plast iz različnega materiala po predstavljenem principu: mahagonij, bukev, mahagonij, bukev, ...

Ker sva sproti ugotovila, da bukov furnir ni velik prenosnik vlage, sva se odločila, da vključiva še jesenov furnir in koto furnir. Vse furnirje bova testirala in se prepričala, kateri je ustrežnejši.

### **7.1 Jesenov furnir**

Ker smo v šoli z mentorico razpravljali o izbiri furnirja pri izdelavi ščitnikov, sva po pregledu virov ugotovila, da bukov furnir naj ne bi dobro prenašal vlage, kar bi pri najinem izdelku bilo problematično, kajti nogometni ščitniki so izpostavljeni vsem vremenskim vplivom. Seveda bova izdelala tudi nekaj modelov, kjer bo vključen bukov furnir, da bi se v praksi prepričala, ali ta trditev res drži. Kot furnir, ki bo zamenjal bukovega, pa sva se odločila za jesenov furnir. Jesen je svetla drevesna vrsta precej podobna bukvi, zato bo ščitnik skorajda identičen, kot če bi uporabila bukov furnir. Les jesena je trden in žilav, kaj bi nama omogočilo dobro izdelavo ščitnikov, kajti ravno to pri izdelavi potrebujeva. Jesenov les se nasplošno največ uporablja v splošnem mizarstvu za srednje obremenjene, zlasti notranje konstrukcije, pode, parkete, tudi za stružene in rezbarske izdelke, pohištvo, luščen in rezan furnir, v ladjedelništvu, v strojogradnji za orodja (ročaji ipd.) in zlasti kvalitetna športna orodja. Lesna vrsta je zelo primerna za termično obdelavo. Termično modificiran jesenov les se uporablja celo za zunanje terase in ograje, kar pokaže, kako dobro prenaša vlago in zunanje vremenske vplive. Zato vsi skupaj mislimo, da bo kombinacija jesena in mahagonija odlično odigrala svojo vlogo pri lesenih ščitnikih.

### **7.2 Bukov furnir**

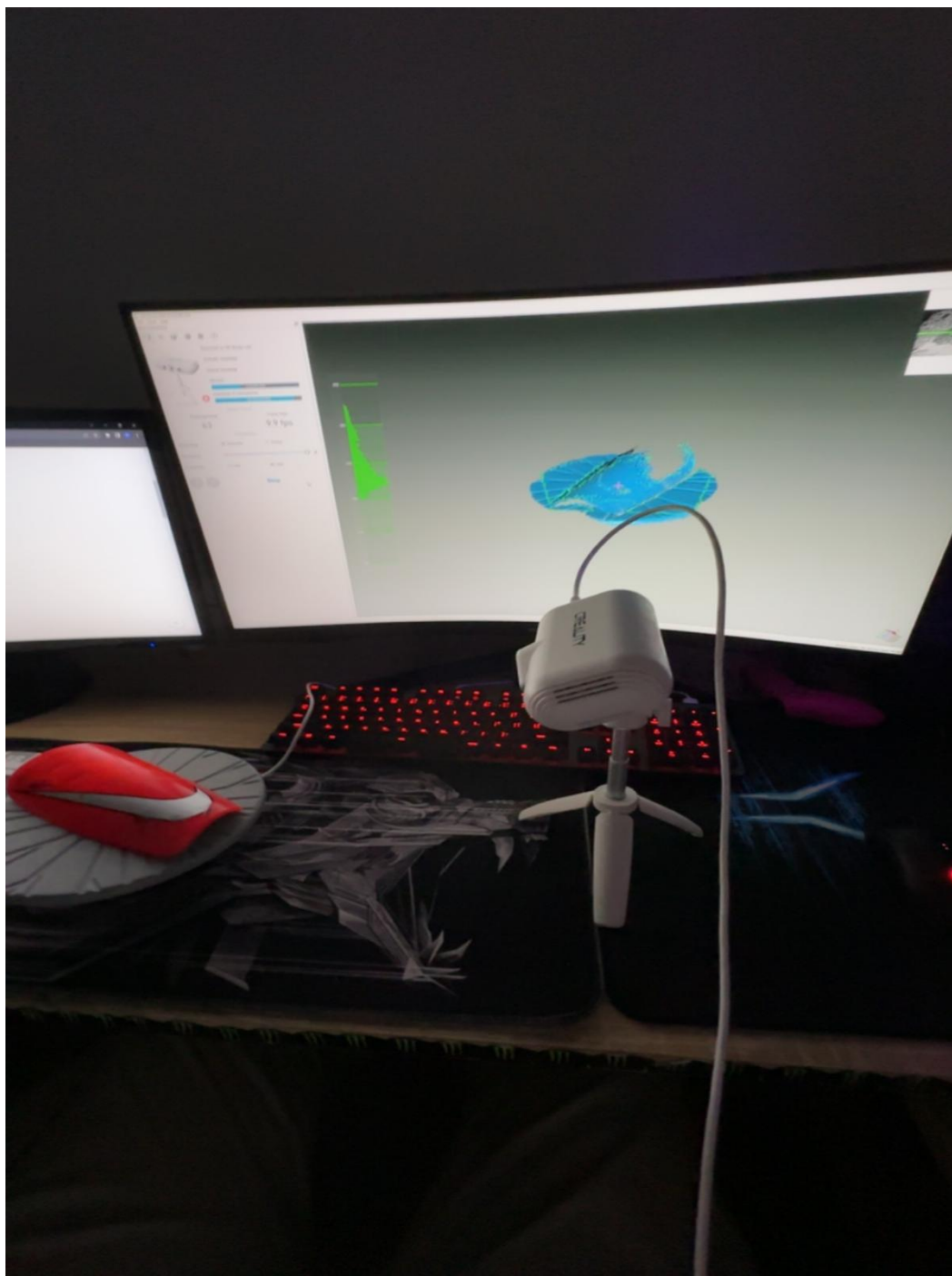
Bukov les oziroma furnir ima zelo fino teksturo, visoko homogenost, nizko anizotropijo, srednjo do visoko gostoto, dobre mehanske lastnosti, dobro strojno obdelavo, lepljenje, površinsko obdelavo ter možnost krivljenja, ki omogočajo široko rabo bukovine. Ravno zato sva se odločila za to vrsto furnirja pri izdelavi nogometnih ščitnikov. Edina stvar, ki naju skrbi oziroma nama povzroča dvome, je, da bukev ni odporna na vodo, kar je za ščitnike pomembno, saj so izpostavljeni vsem vremenskim vplivom. Ne glede na to sva se odločila, da bova bukov furnir vključila v izdelek, kajti danes preveč bukovine porabimo za pridobivanje energije, zato bi za njeno boljšo izrabo morali oživiti ali povečati proizvodnjo novih izdelkov. Na koncu bova izdelek testirali in le tako bova videla, kako se bo obnesel bukov furnir v najinem izdelku.

### 7.3 Mahagonijev furnir

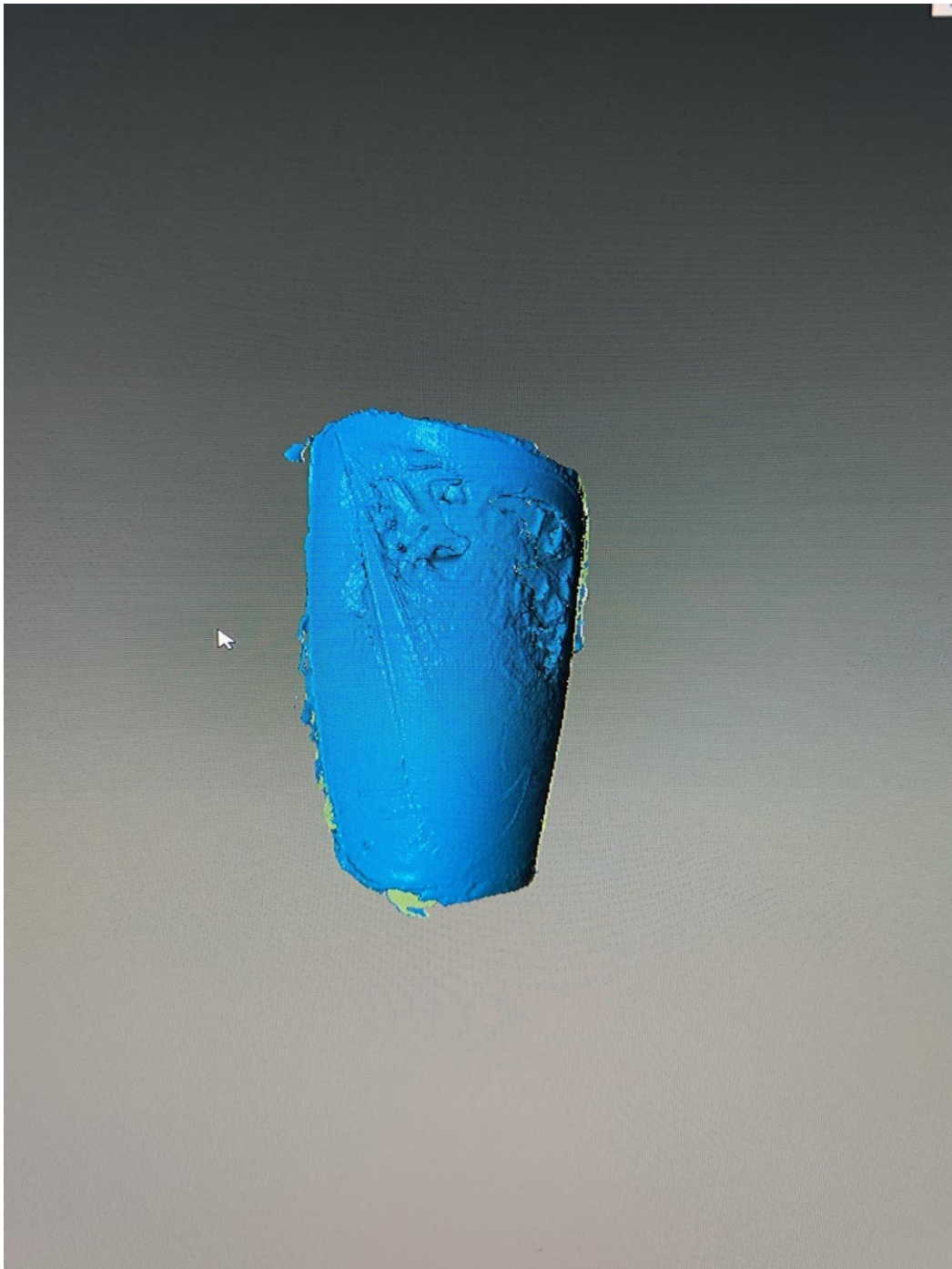
Za uporabo mahagonija sva se odločila predvsem zaradi njegove barve. Ker mora imeti določene lastnosti, da ga lahko uporabiva pri najinem izdelku, sva morala preveriti tudi to. Za mahagonij je značilno, da raste zelo počasi. Njegova življenjska doba se lahko izračuna kar v stoletjih. Enostaven je za obdelavo, z lahkoto ga lahko režemo, krtačimo, poliramo in brusimo. Mahagonij se tudi zelo hitro posuši, kar je v najinem primeru zelo pomembno. Kar je prav tako bistveno, je, da les ni podvržen uničenju zaradi časovnega vpliva in ima dolgo življensko dobo, kajti izdelki iz mahagonija ohranjajo svojo podobo tudi do 100 let. Les je zelo močen, ni podvržen deformacijam pod udarnimi obremenitvami, odporen je na vlago in kemikalije, je tudi biološko stabilen. Ima približno enake upogibne napetosti kot bukev.

## 8 SKENIRANJE ŠČITNIKOV

Pri najinem projektu inovacijskega predloga sva si za izdelavo modela v šoli izposodila 3D skener, s katerim sva skenirala ščitnike. Delo s skenerjem je bilo kar zahtevno, hkrati pa tudi zanimivo in zabavno. Vloženega je bilo kar nekaj časa in volje za delo. Delo je potekalo takole. Najprej sva napravo priključila na računalnik in naložila program, preko katerega sva ščitnike skenirala in opazovala potek skeniranja. Pri delu sva imela srečo, da so ščitniki ustrezali na kolut, ki se vrti in s pomočjo katerega skener opravi svoje delo. Če bi bili ščitniki preveliki, bi vse morala opraviti ročno, kar bi vzelo kar nekaj dodatnega časa in truda. Ko so se ščitniki poskenirali, sva s pomočjo programa, ki sva ga naložila, odpravila oz. zapolnila dele, ki jih skener ni skeniral. Pred delom s skenerjem sva se seznanila z navodili in z napravo, da sva sploh videla princip dela. Skeniranje ščitnikov je nato trajalo približno pol minute z vsake strani dvakrat, da se nato lažje odpravijo napake. Morava zapisati tudi to, da nama skeniranje sprva ni uspelo, tako da se sva morala malo poučiti, in sicer preko Youtube videoposnetkov, nato vse skupaj ponoviti in na srečo sva bila uspešna v drugem poskusu. Skeniranje nam omogoči prilagajanje velikosti ščitnikov glede na uporabnikovo nogo, če bi se odločila za nadaljnjo in bolj specializirano izdelavo ščitnikov. Morava pa poudariti tudi, da je bilo delo zelo zanimivo, hkrati pa sva se nekaj novega tudi naučila.

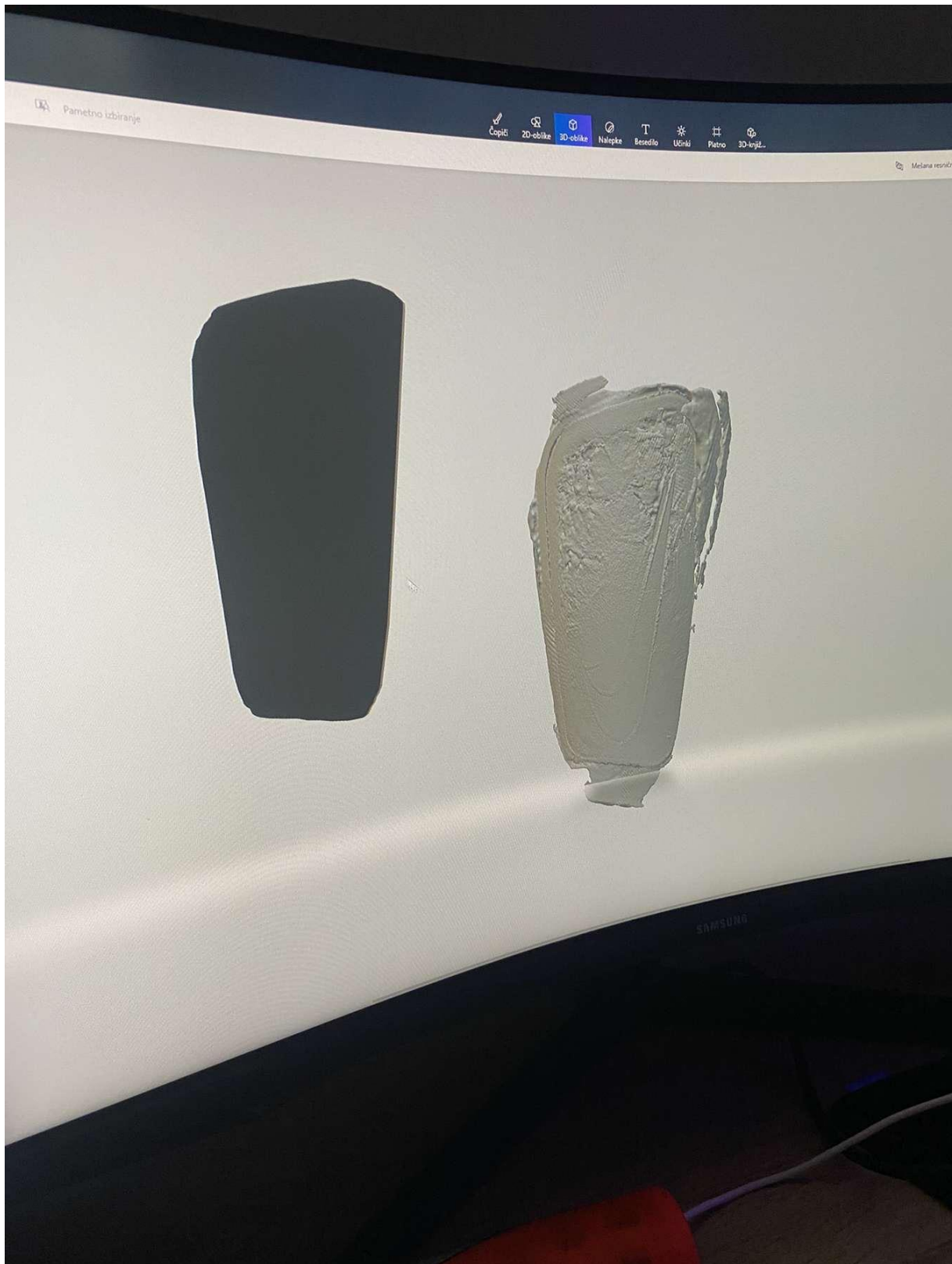


Slika 1: 3D skeniranje ščitnika (lasten vir)



Slika 2: Skeniran ščitnik (lasten vir)

## LESENI NOGOMETNI ŠČITNIKI



Slika 3: Oblikovanje ščitnika v model (lasten vir)

## 9 PRIPRAVA MODELA S POLIESTRSKO SMOLO

Za pomoč pri izdelavi lesenih ščitnikov sva se odločila, da bova uporabila poliestrsko smolo, saj ko se smola strdi, je zelo trdna, kar nama bo omogočilo dobro stiskanje ščitnikov. Najprej sva želela iz lesa narediti model, s katerim bi si pomagala pri stiskanju lesenih ščitnikov, vendar bi bila to veliko težje izdelati oziroma bi pri izdelavi lesenega modela za stiskanje izgubila veliko več časa, zato sva se odločila, da poskusiva s poliestrsko smolo. Najprej sva ščitnike iz plastike povila z lepilnim trakom, da jih ne bi umazala s smolo. Pred delom sva očistila delovno površino, da naju prah ne bi oviral pri delu s smolo, ki je občutljiva nanj. Zatem sva nadaljevala z delom po navodilih proizvajalca. V posodo sva nalila smolo in dodala 5 % trdilca in vse skupaj premešala. Začela sva z oblivanjem plastičnih ščitnikov. Odločila sva se, da bova oba plastična ščitnika oblila dvakrat, da bova lahko oblikovala bolj močen sloj poliestrske smole. Po prvem oblitju sva počakala dobrih 40 minut, da sva vse skupaj ponovila, kajti hitrost utrjevanja smole je odvisna od temperature prostora, v katerem delamo, v najinem primeru je bila okoli 20 stopinj Celzija. Ko se je tudi druga plast poliestrske smole utrdila, sva odstranila model smole s plastičnega ščitnika in maso, ki sva jo dobila, malo pobrusila in oblikovala, da bo stiskanje lesenih ščitnikov lažje potekalo.



Slika 4: Prvo oblivanje poliestra (lasten vir)



Slika 5: Zaščita plastičnega ščitnika (lasten vir)

## **10 IZBIRA LEPILA ZA FURNIR**

Odločila sva se, da bova za lepilo uporabila Mekol 1001, ker gre za disperzijsko lepilo, ki se uporablja za površinsko lepljenje melaminskih laminatov, stiropora na lesene in druge porozne površine, ploskovno lepljenje ivernih plošč in vlaknenih plošč, lepljenje drevesnih vrst nizke gostote, montažno spajanje z mozniki, furniranje, ki je za naju tudi najbolj pomembno, kajti izdelek izdelujeva iz furnirja. To je lepilo, ki je primerno za notranjo uporabo, je okolju in uporabnikom prijazno in enostavno za čiščenje.

## 11 IZBIRA OZIROMA RAZPORED MATERIALA ZA ŠČITNIKE

Glede na to, da sva imela na voljo več kot en material, sva morala izbrati material za vsak ščitnik. Za prvi ščitnik sva izbrala bukov furnir, formati pa so izgledali tako:



Slika 6: Pripravljeni formati furnirja (lasten vir)

## 12 IZDELAVA PRVEGA ŠČITNIKA

Ko sva izdelala model, sva začela z izdelavo lesenih ščitnikov. Za prvi par ščitnikov sva se odločila za bukov furnir. Nato sva ga z velikimi škarjami razrezala na približno enake formate. Izrezala sva pet formatov furnirja, kajti želela sva, da so ščitniki čim lažji, kajti na koncu bova zavoljo udobnosti ščitnikom dodala še pride EVA peno. Formate sva začela premazovati z lepilom Mekol 1001, in sicer ročno s čopiči. Pazila sva, da ne bi nanesla preveč lepila, saj bi lahko prodrlo skozi furnir, ne smemo pa ga nanesti premalo, kajti lepilo mora furnirje med seboj dobro povezati. Kose furnirjev sva enega za drugim, in sicer v vzdolžni smeri, pazljivo zlagala v model, ki sva ga prej izdelala iz polisterske smole. Ko sva vseh pet slojev položila v model, sva z majhnimi svorami oziroma stiskači vse skupaj stisnila, robove pa oblepila z lepilnim trakom, da so bili tudi robovi dobro zvezani. Po treh urah sva ščitnike vzela iz modela. Postopek sva ponovila še z drugim ščitnikom, da bova kasneje dobili en par. Nato sva zlepljene ščitnike pustila stati še en dan in jih nato začela končno obdelovati, in sicer tako, da sva obrezala robove ščitnika z manjšo tračno žago in jih ročno pobrusila, da sva potem dobila željeno končno dimenzijo. Robove sva brusila z brusnim papirjem granulacije 150.



Slika 7: Prvi ščitnik (lasten vir)

## 13 EVA PENA

Za bolj udoben občutek na nogi bova uporabila EVA peno. Peno bova zalepila na notranjo stran ščitnikov. EVA pena so plošče iz zaprtocelične kakovostne pene, ki ne vsebuje človeku škodljivih sestavin (ni toksična) in se lahko uporablja tudi za otroške igrače. Odlikuje jo velika fleksibilnost in trpežnost. Najbolj pomembno v najinem primeru je, da izdelek ni toksičen, kajti pena bo s ščitnikom v stiku z nogo, obenem pa si ne želiva morebitnih stranskih učinkov. EVA pena se drugače uporablja za različne športne opreme (blazine, smučarske čevlje, kolesarske sedeže, rokavice, čelade, športne copate, komercialne ribolovne pripomočke ipd.), kot nadomestek plute, v gradbeništvu in za pakiranje paketov ter kampiranje, saj ima nizko absorpcijo vode in prepustnost pare. Zato meniva, da ima ta pena vse ustrezne kriterije za najin izdelek.



Slika 8: Rezanje pene (lasten vir)

## 14 IZDELAVA VSEH PAROV

Izdelava in proces sta bila popolnoma enaka, le da sva uporabila različne drevesne vrste in kombinacije lesa. Izdelala sva tri pare kombinacije iz mahagonija (prečno) in kota (vzdolžno). Naredila sva tudi en par, in sicer iz mahagonija (prečno) in jesena (vzdolžno), izdelala sva tudi en par iz mahagonija (vzdolžno) in kota (prečno) in na koncu še tri pare iz bukev (vzdolžno) in mahagonija (vzdolžno). Seveda sva izdelala tudi nekaj parov iz vsake drevesne vrste posamezno, ampak ker hočeva, da je najin izdelek bolj unikaten, sva se odločila za kombiniranje.



Slika 9: Zlepljeni ščitnik v modelu

## 15 VZDOLŽNO, PREČNO IN KRIŽNO LEPLJENJE

Pri izdelavi lesenih ščitnikov sva v praksi uporabljala tri načine lepljenja, in sicer vzdolžno, prečno in križno. Seveda bi si želela, da so vsi ščitniki zaradi boljše trdnosti pri končnem izdelku izdelani po križnem postopku lepljenja, vendar tega določene vrste lesa niso dopuščale, zato sva s križnim lepljenjem kombinirala le nekatere pare ščitnikov. Ena izmed drevesnih vrst, ki sva jo lahko lepila prečno, je bila mahagonij, zato sva jo tudi največkrat vključila v same izdelke. Vsi skupaj menimo, da bodo pari, ki so kombinirani s prečnimi listi mahagonija, najbolje opravili svoje naloge, vendar se morava na koncu prepričati, ali bo to držalo, zato bova vsak par posebej testirala. Ne smeva pa odpisati vzdolžno lepljenih parov, kajti na koncu bova na notranjo stran zalepila še EVA peno za boljšo udobnost in dodatno trdnost, kasneje pa se prepričala, katere hipoteze opustiti in katere ne.

## 16 BRUŠENJE ŠČITNIKOV

Vsak izdelek je treba po izdelavi tudi pobrusiti, kar sva storila tudi s ščitniki. Ščitnike oziroma robove ščitnikov sva brusila z brusnim papirjem granulacije P120. Začela sva z brušenjem robov, kar je pomenilo, da sva morala biti nežna in pazljiva, kajti če smo nepazljivi, lahko hitro kak sloj furnirja tudi okrušimo, kar se nama je enkrat tudi zgodilo, vendar sva manjkajoči kos pokrpala. Pobrusila sva vse notranje in zunanje robove ter površino, na kateri sva ščitnike rezala, da je bilo vse lepo gladko in da se pri morebitni uporabi ne bi kdo porezal. Ko sva to naredila, sva se odločila, da bova rahlo pobrusila tudi zunanjo površino ščitnika zaradi lepšega občutka ob dotikih. Za brušenje sva uporabila brusni papir granulacije P240. Brusila sva v smeri lesnih vlaken in seveda na rahlo. Vso brušenje sva izvajala ročno, tudi na notranji strani, kajti površina mora biti gladka in čista, saj bova na notranjo stran zalepila EVA peno.

## 17 LEPILO ZA LEPLJENJE PENE

Za lepljenje pene sva uporabila kontaktno lepilo v spreju Hranifix premium, ki se večinoma uporablja za lepljenje ABS-robnih trakov na iveral in za ploskovno lepljenje iverala. Lepilo je brez vonja in barve, vodoodporno, prav tako pa je odporno na temperature do 130 °C. Pred lepljenjem površino ustrezno pripravimo (počistimo, posušimo) in naneseemo lepilo iz razdalje 15–25 cm. Za najboljši učinek prekrijemo 80 do 100 % celotne površine, počakamo 3 minute in ko je lepilo na dotik suho, zlepimo dve površini skupaj. Za to lepilo sva se odločila predvsem zaradi njegove vodoodporne funkcije, saj se pri športu potimo, zaradi česar bi lahko pena odpadla, če bi uporabila neustrezno lepilo.



Slika 10: Lepilo, ki sva ga uporabljala (internetni vir)

## 18 LEPLJENJE PENE NA ŠČITNIKE

Najprej sva s pomočjo ščitnikov izdelala še model, po katerem sva potem iz EVA pene izrezala želeno obliko. Ko sva vse izrezala, sva odšla v delavnico, kjer sva najprej pripravila prostor za delo in poskrbela za primerno delavsko obleko kot doslej. Pri delu sva uporabljala tračni brusilni stroj s papirjem granulacije P120. Izrezane modele iz pene sva položila enega na drugega, da bodo približno enaki, nato sva začela z brušenjem na stroju. Vse izrezane pene sva položila eno na drugo in pobrusila vse hkrati, da bodo vse približno enake. Zatem sva vzela brusni papir granulacije P240 in robove rahlo pobrusila še ročno s tem papirjem. Ko sva vse to postorila, sva peno položila na ščitnike, z lepilnim trakom zaščitila površino, kjer pene ne bo, da se ščitniki ne bi umazali zaradi lepila. Ko je bilo vse zaščiteno, sva se lotila lepljenja. Uporabljala sva zgoraj omenjeno kontaktno lepilo. Na površino, ki jo bova lepila, sva nanescila lepilo, lepilo sva nanescila tudi na površino pene, saj v navodilih proizvajalca piše, da moramo lepilo nanesti na obe površini. Ko sva to naredila, sva počakala minuto in vse skupaj ročno stisnila, kajti lepilo zelo hitro veže. Ko je lepilo prijelo, sva odstranila lepilni trak, ki sva ga nanescila, in očistila morebitno lepilo, ki je ostalo na površini.



Slika 11: Nanos lepila (lasten vir)

## 19 TESTIRANJE

Ščitnike sva na koncu tudi testirala, in sicer z dvema metodama. Najprej sva si nadela ščitnik in ga udarjala s plastenko vode, nato pa sva si nadela ščitnik in vanj brcala. Moč brc sva stopnjevala in bila nad rezultatom pozitivno presenečena. Najini ščitniki so ne samo zdržali udarce in brce, temveč so bili tudi manj občutni. Pena je udarce še bolj ublažila in s tem nudila boljšo zaščito ob prejetih udarcih. Testirala oziroma stehala sva tudi ščitnik iz lesa in navadni ščitnik iz plastike ter ugotovila, da so ščitniki najine izdelave lažji od plastičnih, in sicer za približno 10 gramov, odvisno od vrste lesa, ki sva jo vključila v izdelavo. Plastični ščitniki tehtajo 68 gramov, najini pa okoli 55 gramov.



Slika 12: Testiranje ščitnika – brca (lasten vir)



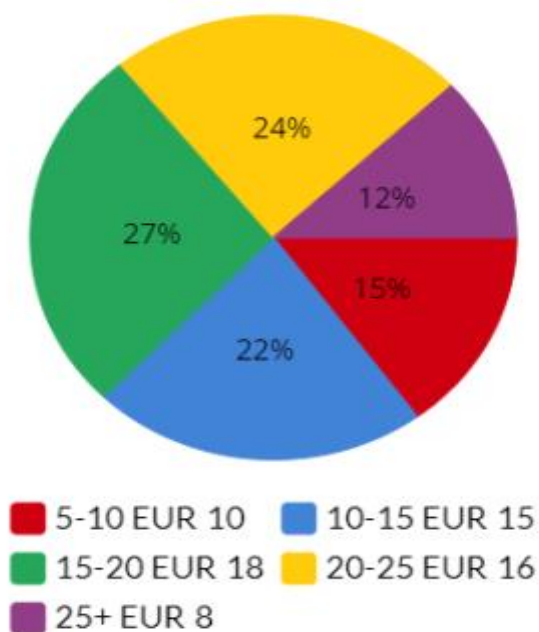
Slika 13: Testiranje ščitnika – plastenka z vodo (lasten vir)



Slika 14: Ščitnik po prejetih udarcih – brez znakov poškodb (lasten vir)

## 20 ANKETA

Izdelala sva tudi anketo, v kateri sva anketirance vprašala, koliko so pripravljeni odšteti za tak izdelek. Izdelano anketo sva za večjo odzivnost delila na družabnih omrežjih. Odzvalo se je 67 posameznikov. Rezultati so bili sledeči:



Slika 15: Grafični prikaz ankete

Na podlagi tortnega diagrama sva ugotovila, da bi 15 % ljudi za ščitnike odštelo 5–10 evrov, 22 % ljudi bi za ščitnike odštelo 10–15 evrov, 27 % ljudi bi za ščitnike odštelo 15–20 evrov, 24 % ljudi bi za ščitnike odštelo 20–25 evrov in 12 % ljudi bi za ščitnike odštelo 25 ali več evrov.

## 21 ZAKLJUČEK

Ob zaključku inovacijske naloge sva preverila, ali zastavljene hipoteze držijo. Tukaj se lahko pohvaliva, da sva hipoteze dobro zastavila, saj skoraj vse držijo:

- ščitniki iz lesa so pri tehtanju res bili lažji;
- drži, da so ekološko prijaznejši, ker je za sam material uporabljen les;
- izdelava je za naju res pomenila izziv, ki sva ga nadgradila s skeniranjem, in tudi sama izdelava je zahtevala veliko iskanja rešitev;
- ščitnik je zdržal različne izzive, kot so blato, voda in potenje;
- ne drži le hipoteza o nespreminjanju ščitnikov čez čas, saj se lahko uničijo, ko so dlje časa izpostavljeni različnim vplivom, ki lahko povzročijo različne poškodbe in spremembe lesa, kot so razpoke, sprememba barve lesa in hrapavost površin.

## 22 VIRI

Lepilo v spreju Hranifix Premium. (29. 1. 2024). Pridobljeno s <https://www.lcc.si/trgovina/lepilo-v-spreju-hranifix-premium/>

Lastnosti EVA pene. (28. 12. 2023). Pridobljeno z [EVA pena za graviranje | DBK Shop](https://pladent.si/eva/) in <https://pladent.si/eva/>

Lastnosti jesenovega furnirja. (20. 12. 2023). Pridobljeno s <https://www.onis.si/leseneterase/jesen/>

Lastnosti bukovega furnirja. (20. 12. 2023). Pridobljeno s <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=132519>

Lastnosti mahagonijevega furnirja. (20. 12. 2023). Pridobljeno s <https://ibuilder-sl.techinfus.com/drevesina/krasnaja/>

Lastnosti in uporaba lepila mekol. (23. 12. 2023). Pridobljeno s <https://www.mitol.si/sl/products/mekol-1001/>