

Šolski center Celje

Poklicna in tehniška strojna šola

NAPRAVA ZA PESKANJE LESENIH ZAGOZD

Avtorji :

Dejan ČUČEK, S-4. b
Matjaž GAJŠEK, S-4. b
Krešimir GORIŠEK, S-4. b

Mentor:

Roman ZUPANC, inž. str.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, marec 2007

KAZALO

KAZALO VSEBINE	3
KAZALO SLIK	4
KAZALO PRILOG	5

KAZALO VSEBINE

POVZETEK	6
UVOD	7
1 Predstavitev raziskovalnega problema	7
2 Hipoteza	8
3 Izbor in predstavitev raziskovalnih metod	9
3.1 Postopek piljenja robov s pomočjo fine pile	9
3.2 Postopek brušenja s smirkovim papirjem	10
3.3 Postopek peskanja z mešalcem	11
OSREDNJI DEL RAZISKOVALNE NALOGE	13
1 Predstavitev poteka raziskovalnega dela	13
1.1 Konstruiranje bobna	13
1.2 Konstruiranje prirobnice	13
1.3 Izdelava bobna	14
1.4 Izdelava pokrova bobna	15
1.5 Izdelava prirobnice	15
1.6 Preizkušanje bobna	15
1.7 Preverjanje obremenitev	16
1.8 Konstruiranje ostalih delov	17
1.9 Izdelava glavnih delov	20
1.9.1 Glavni nosilec	21
1.9.2 Izdelava gredi	21
1.9.3 Izdelava ohišja	22
1.9.4 Ostali deli	22
2 Predstavitev rezultatov	23
ZAKLJUČEK	25
ZAHVALA	26
VIRI	27
PRILOGE	28

KAZALO SLIK

Slika 1: Interdentalne zagozde	7
Slika 2: Obdelovanec pred piljenjem	9
Slika 3: Postopek piljenja	9
Slika 4: Obdelovanec po piljenju	10
Slika 5: Obdelovanec pred brušenjem.....	10
Slika 6: Postopek brušenja	11
Slika 7: Obdelovanec po brušenju.....	11
Slika 8: Obdelovanci pred peskanjem	12
Slika 9: Obdelovanci med peskanjem	12
Slika 10: Obdelovanci po končanem peskanju.....	12
Slika 11: Boben	13
Slika 12: Prirobnica z utorom in luknjo	14
Slika 13: Preizkus na stružnici	15
Slika 14: Ohišje ležaja z oporniki	17
Slika 15: L-profil s pušama	18
Slika 16: Nastavljiva zadnja noga	19
Slika 17: Upognjena in podaljšana prednja desna noga.....	19
Slika 18: Ohišje naprave	20
Slika 19: Vrtanje glavnega nosilca.....	21
Slika 20: Izdelava glavnega nosilca	21
Slika 21: Izdelava glavne gredi	22
Slika 22: Model novonastale naprave brez ohišja.....	23
Slika 23: Model novonastale naprave	23
Slika 24: Primer neobdelanih lesenih interdentalnih zagozd	24
Slika 25: Primer obdelanih lesenih interdentalnih zagozd	24

KAZALO PRILOG

- Priloga 1: Naprava za peskanje lesenih zagozd (sestavna risba + kosovnica)
- Priloga 2: Glavna gred
- Priloga 3: Prirobnica
- Priloga 4: Boben
- Priloga 5: U-profil

POVZETEK

Mentor nam je zastavil vprašanje, s katerim postopkom obdelave bi lahko dosegli zelo fino kvaliteto obdelave lesa manjših dimenzij, ki se uporablja za dentalno medicino. Pri odrezovanju se namreč na robovih izdelkov pojavljajo ostri robovi in odvečni delci materiala, ki jih je treba odstraniti. Najprej se nam je porodilo kar nekaj možnih načinov obdelave, kot so: brušenje s smirkovim papirjem, piljenje robov s fino pilo, skobljanje itd. Po večkratnem preizkušanju smo ugotovili, da je najboljši postopek brušenje s smirkovim papirjem. Težave pa se pojavijo, ko moramo narediti 100, 1000, 10 000 ali več kosov, kar pa je fizično in časovno težko izvedljivo, saj bi bilo takšno količino ročno precej težko brusiti.

Ob tem se nam je utrnila ideja, da bi naredili stroj, ki bi hkrati uporabljal brusni prah in bi bil sposoben obdelati 100, 1000, 10 000 ali več kosov v krajšem časovnem obdobju, hkrati pa bi zadovoljil kvaliteto obdelave. Tako smo prišli na idejo, da bi naredili peskalni stroj za les.

UVOD

1 Predstavitev raziskovalnega problema

V raziskovalni nalogi želimo ugotoviti, koliko bi naprava za peskanje pripomogla k hitrejši obdelavi lesenih zagozd, ki se uporabljajo v zobozdravstvu. Pri tem nas zanima predvsem funkcionalnost in učinkovitost te naprave. Preverili bi radi tudi stanje na trgu, in sicer ali je prisotno povpraševanje po tej napravi. Po končani raziskavi pa bi napravo skonstruirali ter jo kasneje tudi izdelali. Predpostavljamo, da takšnih naprav na trgu še ni in da bi bilo po njih povpraševanje.

Največji problem pri obdelavi pa je velikost interdentalnih zagozd. Na sliki 1 je vidna velikost zagozde v primerjavi s pisalom.



Slika 1: Interdentalne zagozde

2 Hipoteza

Na podlagi naših raziskav in potreb uporabnikov smo si zastavili hipotezo:

Ali je možno izdelati napravo, ki bi ob optimalni konstrukciji s pomočjo postopka peskanja učinkovito, vendar v večjih količinah, obdelala lesene zagozde manjših dimenzij?

3 Izbor in predstavitev raziskovalnih metod

Predstavili bomo raziskovalne metode, ki smo jih uporabili pri svojem delu:

3.1 Postopek piljenja robov s pomočjo fine pile

- Najprej smo preizkusili najpreprostejši postopek piljenja robov s pomočjo fine pile. Ta postopek je zelo počasen in dolgotrajen, hkrati pa je neučinkovit zaradi neenakomerno obdelanih površin, saj človek nikoli z roko ne opravlja popolnoma enakih gibov.



Slika 2: Obdelovanec pred piljenjem



Slika 3: Postopek piljenja



Slika 4: Obdelovanec po piljenju

3.2 Postopek brušenja s smirkovim papirjem

- Naslednji postopek, ki smo ga preizkusili, je brušenje s smirkovim papirjem. Ta postopek je bil dokaj učinkovit, saj smo robove kvalitetno obdelali, vendar problem ostaja. Postopek je namreč dolgotrajen in primeren za manjše količine.



Slika 5: Obdelovanec pred brušenjem



Slika 6: Postopek brušenja



Slika 7: Obdelovanec po brušenju

3.3 Postopek peskanja z mešalcem

- Zadnji postopek, ki smo ga preizkusili, pa je bil poizkus peskanja z mešalcem. V mešalec smo nasuli dve vedri peska, dodali lesene obdelovance z neobdelanimi robovi in pustili mešalec v obratovanju štiri ure.

Po koncu obdelave smo vzeli obdelovance iz mešalca in ugotovili, da so bili robovi dokaj dobro obdelani. Pojavile pa so se tudi nekatere nevšečnosti, kajti med obdelavo so se nekateri obdelovanci poškodovali zaradi lopatic v mešalcu.



Slika 8: Obdelovanci pred peskanjem



Slika 9: Obdelovanci med peskanjem



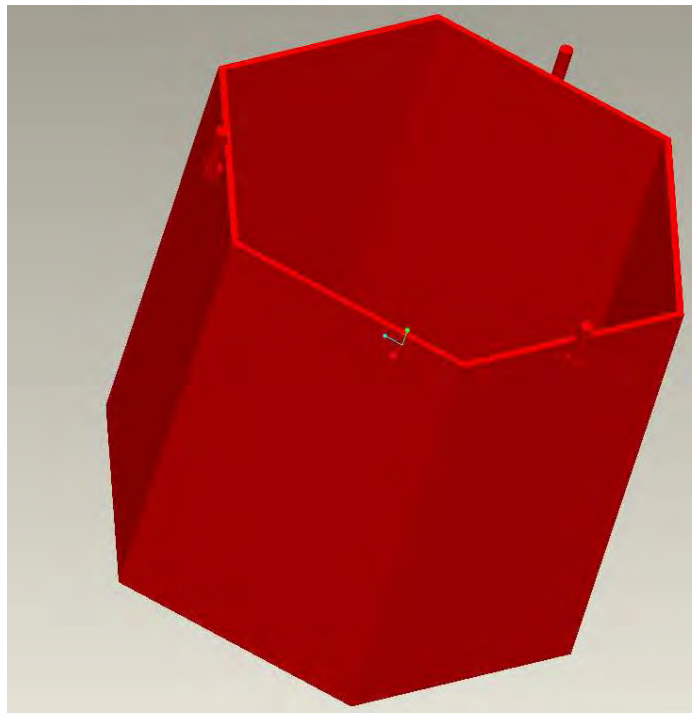
Slika 10: Obdelovanci po končanem peskanju

OSREDNJI DEL RAZISKOVALNE NALOGE

1 Predstavitev poteka raziskovalnega dela

1.1 Konstruiranje bobna

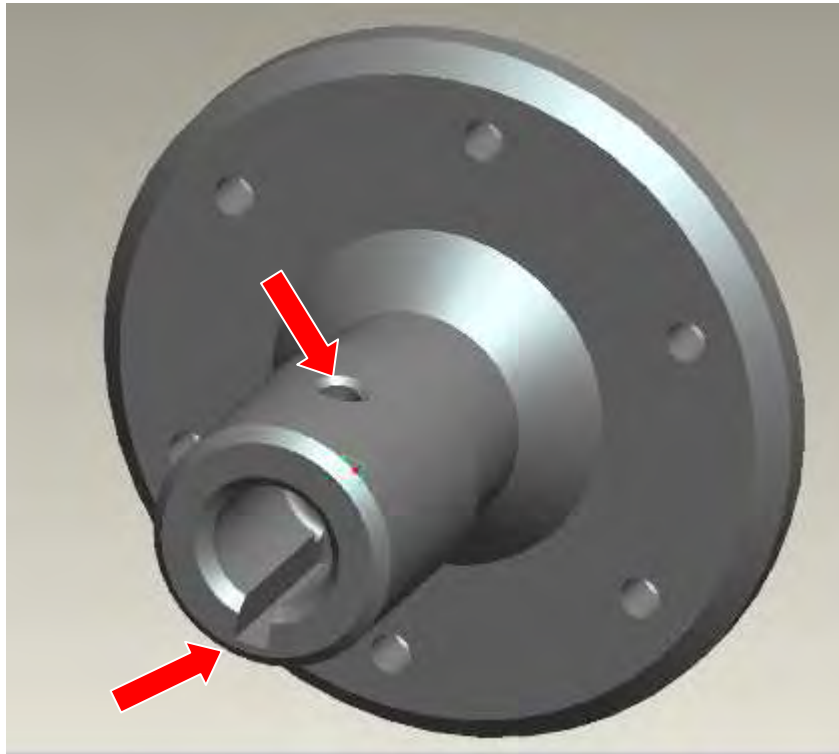
Ko smo določili najpomembnejše dimenzije elementov, ki prenašajo največje obremenitve, smo se lahko lotili modeliranja posameznih delov. Pričeli smo z bobnom. Iz izkušenj vemo, da se pri okroglem bobnu vsebina pri vrtenju ne prevrača, ampak le drsi, kar ni primerno, saj se večina obdelovancev sploh ne obdelaja. Zaradi tega smo se odločili za izdelavo 6-kotnega bobna. Robovi tega bobna namreč povzročijo, da obdelovalci ne drsijo po površini, ampak se prevračajo in s tem tudi obdelajo.



Slika 11: Boben

1.2 Konstruiranje prirobnice

Nato smo izdelali prirobnico, na katero je vpet boben. V notranjosti prirobnice smo predvideli utor, ki prenaša vrtilni moment. Zaradi osnega premikanja smo izdelali tudi luknjo za vijak, ki preprečuje zdrs prirobnice z gredi.



Slika 12: Prirobnica z utorom in luknjo

1.3 Izdelava bobna

Za izdelavo bobna smo uporabili INOX pločevino, saj mora biti material nerjaveč, ker se naši izdelki izdelujejo v zdravstvene namene. Najprej smo iz 4-milimetrske INOX pločevine izdelali dno bobna v obliki pravilnega šestkotnika, ki smo ga prvotno narisali na pločevino in ga s pomočjo kotne brusilke izrezali. Premer očitane kroga šestkotnika znaša 310 mm. Zatem smo s pomočjo kotne brusilke izrezali šest enakih pravokotnikov, dimenzij 150 x 265 mm. Izrezane kose smo postavili pravokotno na dno bobna in jih najprej točkovno zvarili, nato pa smo zvarili še celoten boben. Kose smo zvarili s pomočjo elektroobločnega varjenja. Uporabili smo INOX elektrode. Po varjenju smo s kotno brusilko zvare tudi obdelali. Da bi dosegli vzporednost dna bobna in odprtega dela bobna, smo dno vpeli na elektromagnetno ploščo in na strani, kjer je odprtina, poravnali. Nato smo dno pritrdili na delilnik in na njem izvrtali šest lukenj za pritrditev prirobnice. Na ohišje bobna smo privarili tri vijake M8 x 25, z delilnim kotom 120°, s pomočjo katerih smo kasneje pritrdili pokrov bobna. Na koncu smo boben obarvali z rdečo barvo kot opozorilo na morebitno nevarnost zaradi vrtenja okoli svoje osi.

1.4 Izdelava pokrova bobna

Pokrov bobna mora biti čim lažji, zato smo za njegovo izdelavo uporabili aluminijsko ploščo, debeline 6 mm. S pomočjo kotne brusilke smo izrezali pravilni šestkotnik s premerom očrtanega kroga 360 mm. Zaradi materiala, ki ga uporabljamo pri peskanju, smo na spodnjo stran pokrova s pomočjo kovic za usnje prikovičili 3 mm tesnilo iz gume, ki ima vmes platno, da brusno sredstvo ne izpada iz bobna. Nato smo izvrtali še tri luknje premera 6 mm, z delilnim kotom 120°, ki nam bodo služile za pritrditev na boben.

1.5 Izdelava prirobnice

Tudi pri izdelavi prirobnice smo začeli obdelavo s pripravo surovca, dimenzij $\varnothing 110 \times 80$ mm. Najprej smo obdelovanec postružili na grobo, zatem pa tudi fino na mero in posneli vse robove. Nato smo izdelali luknjo $\varnothing 18 \times 32$ na toleranco H8. Po končanem struženju smo s pomočjo pehanja naredili utor za moznik in zvrtili luknjo za pritrditev prirobnice na gred s pomočjo vijaka. Na drugi strani smo izvrtali šest lukenj M6, z delilnim kotom 60°, za pritrditev prirobnice na boben.

1.6 Preizkušanje bobna

Zaradi najenostavnejšega pogona smo uporabili stružnico.



Slika 13: Preizkus na stružnici

Na stružnici smo naredili 9 različnih preizkusov. Uporabili smo beli plemeniti korund, ker ne pušča sledi na obdelovancu. Poizkus smo izvedli s tremi različnimi vrstami korunda, in sicer s 44, 54 in 60 zrn/col. Vsako vrsto korunda smo preizkusili s 84, 67 in 22 vrt/min. Prišli smo do zaključka, da se obdelovanci najbolje obdelajo pri 67 vrt/min in pri kakovosti korunda 54 zrn/col.

1.7 Preverjanje obremenitev

Gred

$$m = 20 \text{ kg}$$

$$\delta_{u \text{ dop}} = 500 \text{ N/mm}^2$$

$$l = 350 \text{ mm}$$

$$\alpha_o = 0,7$$

$$F = m \cdot g = 10 \cdot 9,81 = 196,2 \text{ N}$$

$$M_u = F \cdot l = 196,2 \cdot 350 = 68\,670 \text{ Nmm} = 69 \text{ Nm}$$

$$M_t = F \cdot (D/2) = 196,2 \cdot 175 = 34\,335 \text{ Nmm} = 34 \text{ Nm}$$

$$M_p = \sqrt{(M_u \max^2 + 0,75 \cdot (\alpha_o \cdot M_t)^2)} = \sqrt{(69^2 + 0,75 \cdot (0,7 \cdot 34)^2)} = 72 \text{ Nm}$$

$$\delta_u = M_p / W_x = (M_p \cdot 8) / (5 \cdot r^3) \rightarrow$$

$$\rightarrow r = \sqrt[3]{((M_p \cdot 8) / (5 \cdot \delta_{u \text{ dop}}))} = \sqrt[3]{((72 \cdot 10^3 \cdot 8) / (5 \cdot 500))} = 6,13$$

$$r = 6,13 \text{ mm}$$

$$d = 2 \cdot r = 2 \cdot 6,13 = 12,26 \text{ mm}$$

Prestava

$$D_2 = 265,2 \text{ mm}$$

$$D_1 = 35,2 \text{ mm}$$

$$i = D_2 / D_1 = 265,2 / 35,2 = 7,5341$$

Vrtljaji bobna

$$n_{\text{motorja}} = 470 \text{ vrt/min}$$

$$n_{\text{bobna}} = n_{\text{motorja}} / i = 470 / 7,5341 = 62,38$$

$$n_{\text{bobna}} = 62,38 \text{ vrt/min}$$

S preveritvijo smo dokazali, da smo izbrali pravilno gred ter da so vrtljaji bobna ustrezni.

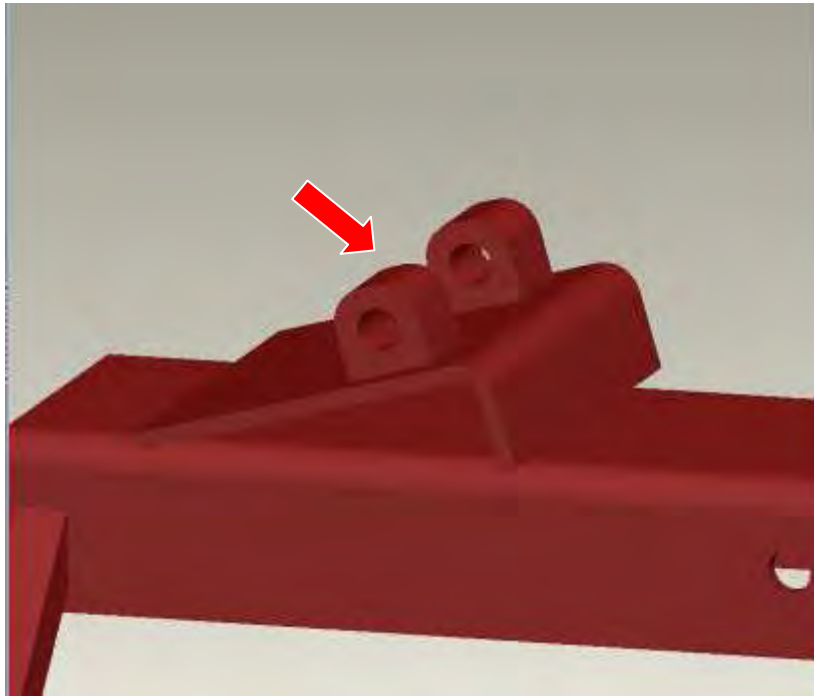
1.8 Konstruiranje ostalih delov

Ker za pogon bobna potrebujemo elektromotor, smo ga vzeli iz manjšega starega pralnega stroja znamke Candy. Demontirali smo tudi boben pralnega stroja ter iz njega izrezali ohišje ležajev z ležaji. Prav tako smo uporabili tudi jermenico pralnega stroja. Glavno gred, ki prenaša pogon z jermenice na boben, pa smo izdelali na novo. Kupili smo U-profil (širine 80 mm in višine 40 mm) iz pločevine, debeline 4 mm, ki smo ga uporabili za glavni nosilec vseh elementov. Na ta profil smo privarili ohišje ležajev. Da pa nismo preveč varili samega ohišja ležajev, smo dodali opornike, saj lahko zaradi pregrevanja pride do deformacij ohišja.



Slika 14: Ohišje ležaja z oporniki

Na U-profil smo privarili tudi nosilec za motor L-profila, dimenzij 80 x 25 x 100 mm iz pločevine, debeline 5 mm. Zatem smo postružili dve dodatni puši premera \varnothing 25 mm, z luknjo premera \varnothing 12 mm in širine 17 mm, ki smo ju privarili na L-profil. Služita nam za pritrditev elektromotorja z vijakom, ki je bil že uporabljen za vpetje na pralnem stroju.

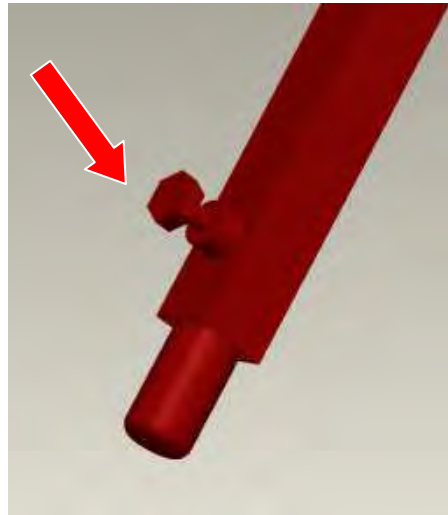


Slika 15: L-profil s pušama

Med motorjem in vijakom sta še gumijasti puši, ki preprečujeta vibracije. Napenjanje jermena se izvaja samodejno, z lastno težo elektromotorja zaradi prevesa okoli vijaka.

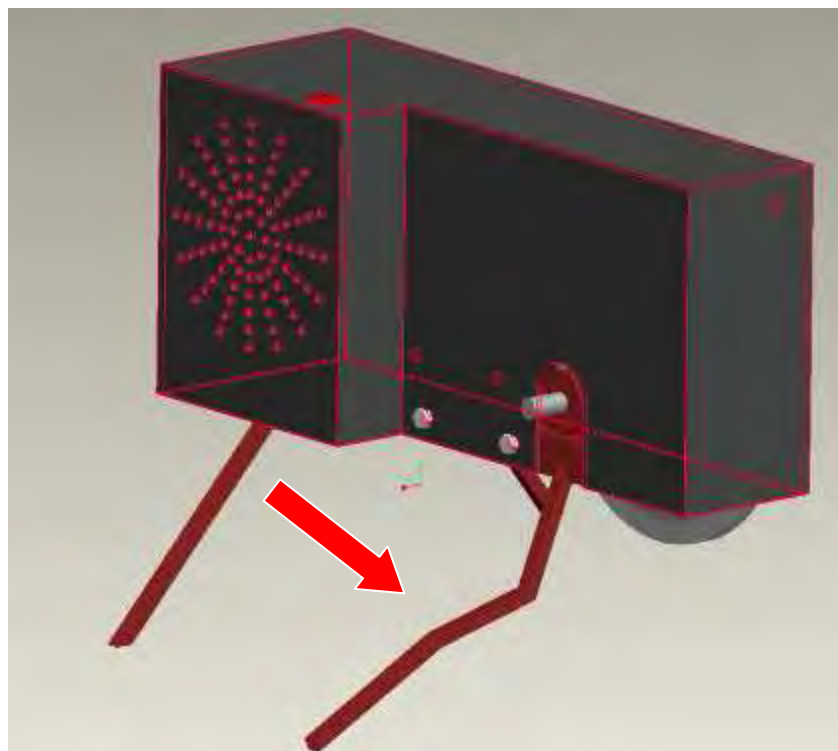
Zatem smo na osnovni nosilec U–profila zaradi boljše stabilnosti privarili tri oporne noge. To smo storili zato, da ne pride do neravnovesja, saj so vse tri noge vedno v stiku s podlago. Če pa bi imeli štiri noge, bi morali imeti na njih regulacijske vijake za nastavljanje višine.

Že pri preizkusu z mešalcem smo ugotovili, da je bolje, če je boben nagnjen, ne pa raven. Zaradi tega smo zadnjo nogo izdelali tako, da lahko s pomočjo vijaka spreminjamo višino, s tem pa dosežemo nagib kota glavne osi.



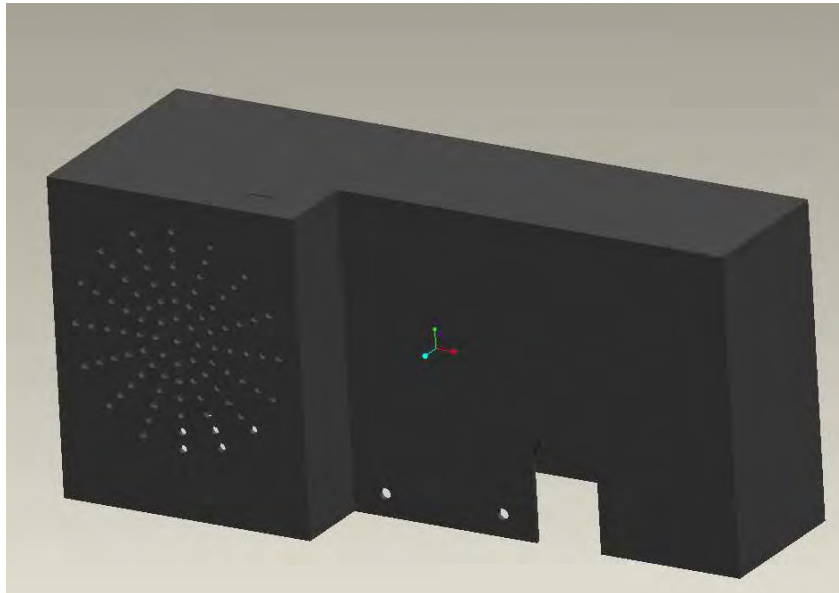
Slika 16: Nastavljiva zadnja noga

Prednjo desno nogo smo upognili in podaljšali zaradi teže samega bobna in kosov, pa tudi zato, da ne pride do prevračanja naprave.



Slika 17: Upognjena in podaljšana prednja desna noga

Zaradi nevarnosti vrtečih se jermenic in jermena smo izdelali ohišje iz pločevine, debeline 0,8 mm. Pločevino smo najprej primerno izrezali in zvtali luknje za hlajenje motorja, na koncu pa smo jo zakovičili.



Slika 18: Ohišje naprave

1.9 Izdelava glavnih delov

Po dimenzioniranju smo izbrali in nakupili surovine:

- pohištvno cev 20 x 20
- U–profil 80 x 40
- L–profil 80 x 25
- ploščo iz aluminija 400 x 400 x 6
- jekleno pločevino DIN EN 10131 (2000 x 1500 x 0,8)
- INOX pločevino (8 % kroma)
- elektromotor iz pralnega stroja Candy
- tesnilni obroč 1 CBS 25 x 47 x 7
- kroglične ležaje 60 04
- kroglične ležaje 60 03
- jeklo za poboljšanje 42 Cr Mo 4 (Ø 110 x 80)
- jeklo za poboljšanje 42 Cr Mo 4 (Ø 30 x 165)

Nato je sledil postopek izdelave ostalih delov.

1.9.1 Glavni nosilec

U–profil smo najprej razrezali na potrebno dolžino, nato pa iz obeh strani izvrtali luknje za pritrditev ohišja. Zatem smo s pomočjo dveh opornikov nanj privarili ohišje ležajev in L–profil, na katerega smo predhodno privarili puši. Na koncu smo na U–profil privarili tri noge.



Slika 19: Vrtanje glavnega nosilca



Slika 20: Izdelava glavnega nosilca

1.9.2 Izdelava gredi

Glavno gred, ki prenaša pogon iz jermenice na boben, smo izdelali s postopkom struženja. Najprej smo obdelovanec postružili na grobo ter ga termično obdelali – poboljšali na 800 N/mm^2 in zatem popustili. Sledilo je tudi fino struženje. Nato smo na eni strani izdelali navoj M12, ki nam je s pomočjo matice kasneje služil za pritrditev jermenice. Na drugem koncu

gredi smo naredili utor za moznik ter luknjo za pritrditev bobna s pomočjo vijaka. Na koncu je sledilo še brušenje površin za ležaje na toleranco k6 in površine za jermenico na toleranco h6.



Slika 21: Izdelava glavne gredi

1.9.3 Izdelava ohišja

Zaradi nevarnosti vrtečih se jermenic in jermenov smo izdelali ohišje iz pločevine, debeline 0,8 mm. Obdelovanec je sestavljen iz več kosov, ker smo imeli ravno te na razpolago. Najprej smo posamezne dele ohišja zarisali na pločevino in jih izrezali. Na kosu pločevine, ki naj bi bil najbližje motorju, smo izvrtali luknje za dodatno hlajenje motorja. Nato smo izvrtali še vse ostale luknje in na koncu vse kose zakovičili v primerno obliko.

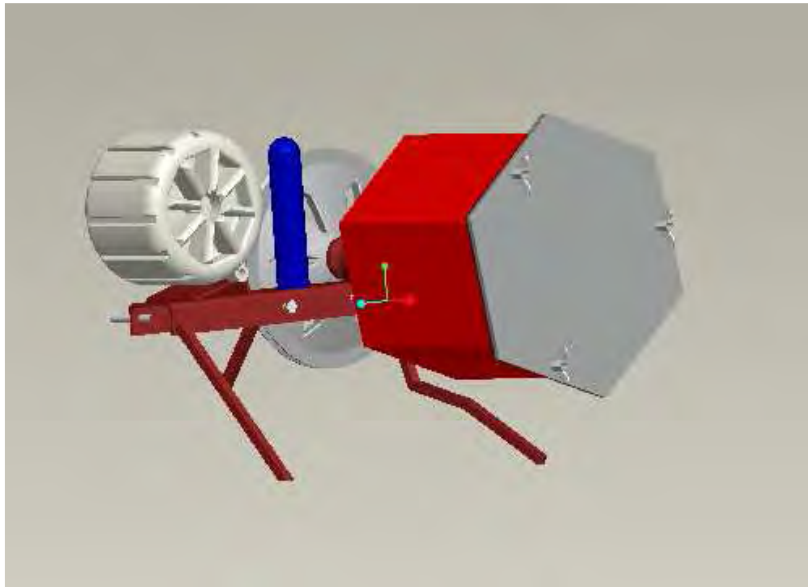
1.9.4 Ostali deli

Deli, ki jih nismo izdelali sami, ampak smo jih uporabili iz pralnega stroja:

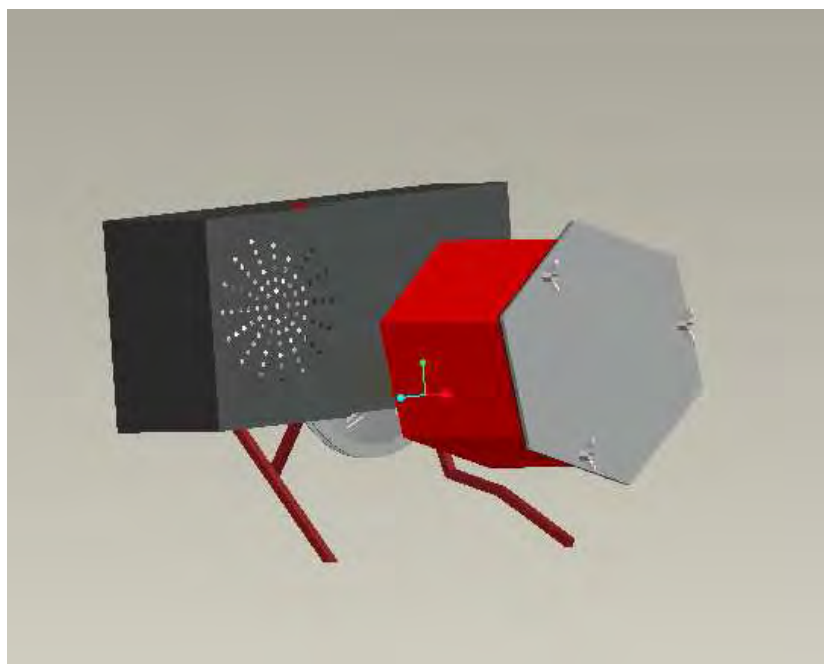
- elektromotor z malo jermenico
- velika jermenica
- ohišje ležajev z ležaji

2 Predstavitev rezultatov

Model, ki smo ga zasnovali, smo tudi uspešno izdelali. S tem smo potrdili hipotezo, da je možno s postopkom peskanja obdelovati lesene zagozde. Najpomembnejše pa je predvsem to, da je z našo napravo možno v optimalnem času izdelati 10 000 kosov naenkrat.



Slika 22: Model novonastale naprave brez ohišja



Slika 23: Model novonastale naprave

Primeri obdelanih in neobdelanih interdentalnih lesenih zagozd



Slika 24: Primer neobdelanih lesenih interdentalnih zagozd



Slika 25: Primer obdelanih lesenih interdentalnih zagozd

ZAKLJUČEK

Na koncu raziskovalne naloge lahko sklepamo, da smo svoja pričakovanja izpolnili in zastavljeno hipotezo potrdili. Svoje zamisli in ideje smo uspešno izpeljali tudi v realnosti. Ob tem smo utrdili predhodno znanje in spoznali veliko novosti, predvsem s področij snovanja in konstruiranja ter izdelave izdelka. Pridobili smo tudi veliko znanja na področju oblikovanja besedil in računalniškega modeliranja. Na prvi pogled se je zdela naloga zelo enostavna, vendar se je izkazalo, da je za izvedbo takšnega projekta potrebno veliko volje, truda in predvsem znanja. Na koncu pa lahko brez dvoma rečemo, da je bil ves naš trud poplačan že s tem, da naprava služi svojemu namenu. Prav zaradi tega smo se odločili, da bomo poskusili naredili še naprednejšo različico.

ZAHVALA

Zahvaljujemo se našemu mentorju, gospodu Romanu Zupancu, ki nas je spodbujal in nam dajal napotke pri ustvarjanju naše raziskovalne naloge. Zahvalili bi se tudi šoli, ki nam je omogočila izdelavo raziskovalne naloge, ter profesorici Brigiti Renner za lektoriranje naloge. Hkrati se zahvaljujemo tudi vsem ostalim, ki so nam pomagali in nas usmerjali s svojimi napotki.

VIRI

1. KRAUT, B. (2002). Krautov strojniški priročnik. Ljubljana: Littera picta.
2. PREBIL, I. (1995). Tehnična dokumentacija. Ljubljana:
3. JANEŽIČ, I. (2001). Strojni elementi 1. Ljubljana:
4. ČRETNIK, S. (2003). Pro/Engineer Wildfire. Ljubljana:
5. ČETINA, P. (2004). Zbrano učno gradivo – strojni elementi. Celje:
6. APPOLD, H., BAUCKE, O., SCHMIDT, P. (1985). Fachkenntnisse Metall.
7. JEŽ, M., KOLAR, D., MUREN, H. (1998). Strojno tehnološki priročnik. Ljubljana:
8. HOMBORG, G., NEUMANN, G., ROTTBACHER, H. (). Tabellenbuch, Metall- und Maschinentechnik:

PRILOGE

Priloga 1: Naprava za peskanje lesenih zagozd (sestavna risba + kosovnica)

Priloga 2: Glavna gred

Priloga 3: Prirobnica

Priloga 4: Boben

Priloga 5: U-profil

