

ŠOLSKI CENTER CELJE

SREDNJA ŠOLA ZA STROJNIŠTVO, MEHATRONIKO IN
MEDIJE

RAZISKOVALNA NALOGA

Kolo z motorjem na električni pogon

Avtorji:

Lovro BOROVIK, S-4. b

Blaž REŽABEK, S-4. b

Blaž ŠTOR, S-4.b

Mentorja:

Roman ZUPANC, inž. str.

Mag. Andro GLAMNIK, univ.
dipl. inž.

Celje, marec 2014

POVZETEK

Raziskovalna naloga predstavlja izdelavo kolesa z motorjem na električni pogon. Najprej je bilo potrebno raziskati trg. Ugotovili smo, da takšne oz. podobne izvedbe skuterjev že obstajajo. Prvotna ideja je bila, da bi električni motor vezali na menjalnik, vendar smo se kasneje odločili za variomat. Razlog za to je bil prostor, saj ima skuter že vgrajen prtljažnik, ki bi ga izkoristili za vgradnjo akumulatorjev. Medtem ko bi pri mopedu imeli težave z vgradnjo akumolatorjev. Skuter smo projektirali v programu SolidWorks, kasneje pa bomo pričeli s prilagoditvami in predelavami. Na koncu bomo izdelali še nosilce za akumulator in skuter olepšali.

SUMMARY

This research paper presents the manufacture of an electric powered motorcycle. First, it was necessary to explore the market. through our team's research we have found out, that similar performance scooters already exist. The original idea behind our motorcycle was, to bind the electric motor to the gearbox, but we later decided to bind it to the continuously variable transmission (CVT). The reason for this was mainly as scooters have already built in scooter rack. We would then use this to install the batteries. Meanwhile, we would have problems with transmission, if we had bound it to the gearbox. The scooter was designed with SolidWorks software. After that we ordered the engine, and then started with the adaptations and processing. In the end, we will make the brackets for the battery and decorate the scooter.

KAZALO VSEBINE

1 UVOD.....	5
2 PREDSTAVITEV PROBLEMA.....	6
2.1 CILJ UČNEGA PROJEKTA	6
3 OSREDNJI DEL	7
3.1 RAZVOJ ELEKTRIČNIH MOTORJEV IN VOZIL NA ELEKTRIČNI POGON.....	7
3.2 PREDNOSTI IN SLABOSTI VOZIL NA ELEKTRIČNI POGON.....	11
3.3 PREDSTAVITEV POTEKA RAZISKOVALNE NALOGE	13
3.3.1 Raziskava trga in nakup skuterja	13
3.3.2 Priprava na delo ter zamisli	13
3.4 MODELIRANJE V PROGRAMSKI OPREMI SOLIDWORKS.....	15
3.5 PROJEKTIRANJE NOVE GREDI.....	15
3.5.1 Postopki izdelave nove gredi in preračuni.....	16
3.5.2 Obremenitve nove gredi	18
3.5.3 Preračun na vzvoj – torzijo.....	18
3.5.4 Preračun na tlak	19
3.5.5 Preračuna na upogib	19
3.5.6 Preračun striga na mozniku	20
3.6 PROJEKTIRANJE GREDNE VEZI.....	21
3.6.1 Postopki izdelave gredne vezi in preračuni	22
3.7 PROJEKTIRANJE PRITRDILNE PLOŠČE	25
3.7.1 Postopki izdelave pritrdilne plošče in preračuni	26
4 KONČNA IDEJA.....	28
5 ZAKLJUČEK.....	29
6 VIRI.....	30

KAZALO SLIK

Slika 1: preprost električni motor (leta 1740).....	8
Slika 2: Današnji - sodobni električni motor	8
Slika 3: Motor s stalnimi magneti	9
Slika 4: Shranjevanje energije v obliki baterij.....	10
Slika 5: Električna polnilna postaja	12
Slika 6: Skuter pred pranjem	14
Slika 7: Stara gred	20
Slika 8: Nova gred	20
Slika 9: Gredna vez z mufo	24
Slika 10: Pritrdilna plošča	25
Slika 11: Elektromotor s pritrdilno ploščo na variomatu	27
Slika 12: Končen izgled kolesa z motorjem na električni pogon	28

KAZALO TABEL

Tabela 1: Lastnosti izbranega elektromotorja	14
Tabela 2: Premeri svedrov	26

1 UVOD

Namen raziskovalne naloge je predelati rabljen skuter z bencinskega na električni pogon. Pri tem bomo na obstoječe ogrodje namestili nosilce za akumulator, na variomat pa namesto širitaktnega bencinskega motorja namestili električni motor. Pri tem je potrebnih nekaj predelav in prilagoditev. Odločili smo se za način dela, pri katerem bomo potrebne stvari kupovali sproti. Pri delu smo se srečali tudi z različnimi težavami.

2 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Problem obstoječih koles z motorjem na bencinski motor je predvsem v stroških potovanja in ekološki problem vzdrževanja. Stroški potovanja električnih prevoznih sredstev so do 10x cenejši od bencinskih. Razlog za takšno razliko v ceni je predvsem v izkoristku in stroških goriva oz. energije. Razlika v izkoristku je približno 40%. Električni motor ima izkoristke do 95% s skoraj nič vzdrževanja. Edino redno vzdrževanje pri električnih prevoznih sredstvih je pri prenosih pogona. Največji razlog za neizbiro elektrike kot pogona je v cenah akumulatorjev, ki so previsoke za normalne potrošnike.

2.1 CILJ UČNEGA PROJEKTA

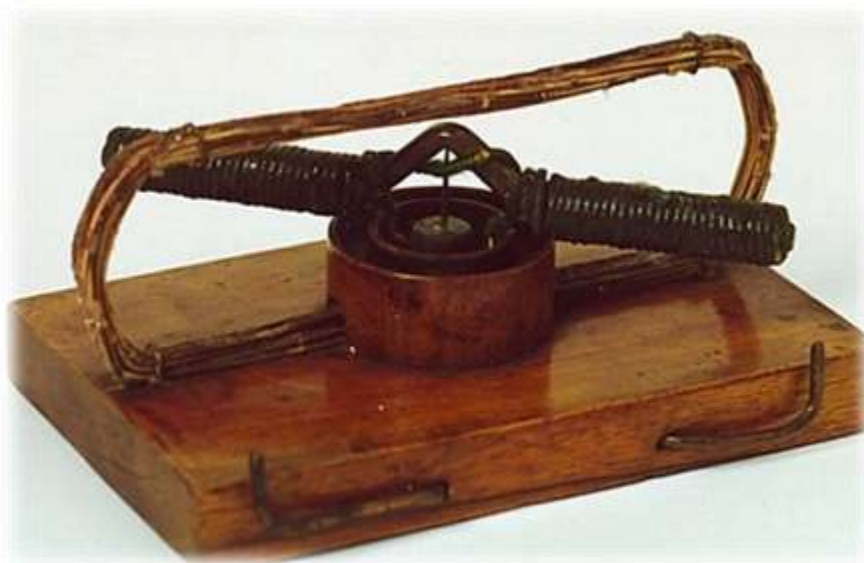
Cilj naše naloge je izdelati prevozno sredstvo s čim boljšim izkoristkom in uporabnostjo. Cilji naše naloge so predvsem v čim boljši uporabnosti in udobnosti potovanja. Vsak uporabnik išče vozilo, ki mu najbolj odgovarja, mi pa moramo narediti čim boljši približek temu. Vozilo mora imeti čim večji doseg potovanja, udobno vožjo, hitro polnjenje ter mora ustrezati pogojem za registracijo.

Največjo težavo sta povzročala doseg potovanja in udobnost. Zaradi prevelikih stroškov baterij se nam žal ni uspelo približati našim idealom za dolgo potovanje z električnim motociklom, zato smo več časa namenili udobnosti. Težava električnih motorjev je v začetnem pospešku, ki je močnejši od bencinskih. Razlog za to težavo je predvsem v razliki v momentu. Napake pa se lahko pojavijo pri prenosu moči na kolesa. Električni motorji imajo konstanten maksimalen navor že ob prvem obratu, medtem ko bencinski motorji dosežejo maksimalen navor šele pri določenih obratih (pribl. 3000 vrt/min). Tako je speljevanje mehkejšo. Zato smo želeli, da bi to omogočili tudi pri našem kolesu z motorjem.

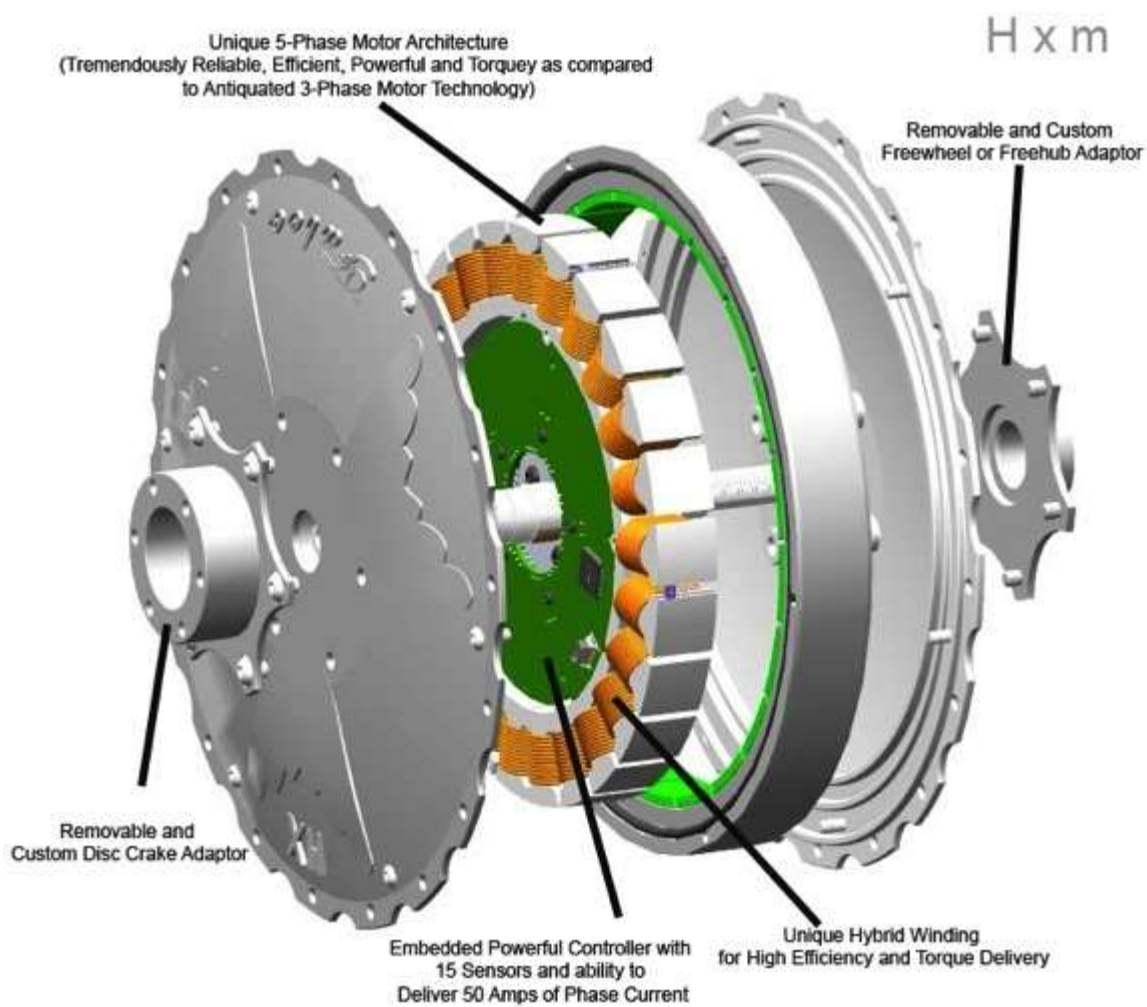
3 OSREDNJI DEL

3.1 RAZVOJ ELEKTRIČNIH MOTORJEV IN VOZIL NA ELEKTRIČNI POGON

Eni prvih elektromotorjev so bili enostavne elektrostatične naprave, ki jih je izdelal škotski menih že okoli leta 1740. Teoretični princip, na katerem delujejo (Amperov zakon), je bil odkrit kasneje - leta 1820. 8 let po tem je madžarski fizik Anyos Jedlik predstavil prvo napravo, ki je vsebovala tri glavne dele kasnejših oz. sedanjih elektromotorjev: stator, rotor in komutator. Prvi motor, ki je bil zmožen poganjati stroje, je bil izdelan leta 1832. Vrtel se je s 600 vrtljaji na minuto. Zaradi predrage električne energije v tistem času motor ni bil komercialno uspešen. Ko se je električna energija pocenila, so v 90. letih 19. stoletja začeli vlake in podzemne železnice zaradi onesnaženosti zraka in smoga menjevati z vozili, ki so bila na električni pogon. Uporabljati so jih začeli tudi v industriji. Tako so se počasi do danes električni motorji že tako razvili, da dosegajo celo do 97% izkoristke. V avtomobilski industriji so jih začeli vgrajevati kot pomožne motorje, danes pa celo nadomeščajo bencinske in dieslove motorje (ottove in dieslove). Obstajajo tudi v kombinaciji z njimi (imenovani hibridi). Postali so nepogrešljivi.



Slika 1: preprost električni motor (leta 1740)



Slika 2: Današnji - sodobni električni motor

Električni motorji obstajajo v različnih izvedbah:

- magnetni,
- elektrostatični,
- piezoelektrični.

Delijo se tudi na motorje na enosmerni tok in motorje na izmenični tok. Ti so lahko sinhronski ali asinhronski. V osebnih prevoznih sredstvih so se najbolj uporabljali motorji na enosmerni tok (DC motor), predvsem zaradi razmerja med ceno in močjo. Pogosto se uporabljajo tudi motorji s stalnimi magneti, vendar je njihova slabost v tem, da so glasni. Zadnja leta pa so začeli v avtomobile vgrajevati motorje na izmenični tok (AC motor), čeprav so dražji. Razlog za to tiči v veliko boljših lastnosti od motorjev na enosmerni tok.



Slika 3: Motor s stalnimi magneti

Električna prevozna sredstva se delijo v tri glavne skupine. Na vozila, ki so:

1. direktno povezana z zunanjo postajo,
2. gnana s shranjeno električno energijo, ki je prvotno iz zunanjega vira,
3. gnana s pomočjo vgrajenega električnega generatorja.

Kolo z motorjem na električni pogon spada v drugo skupino, ki ima shranjeno električno energijo v bateriji, ki jo pridobi iz zunanjega vira.



Slika 4: Shranjevanje energije v obliki baterij

3.2 PREDNOSTI IN SLABOSTI VOZIL NA ELEKTRIČNI POGON

Povpraševanje ter zanimanje po električnih javnih in osebnih prevoznih sredstvih je že dalj časa v razvitih državah veliko. Po anketah bi se 43% voznikov odločilo za nakup električnih vozil. K temu so pripomogli mediji in ozaveščenost o manjšem onesnaževanju ozračja. V državah v razvoju se panoga z električnimi vozili razvija šele zadnja leta.

Vozila z motorjem na električni pogon imajo veliko prednosti. Učinkovitost teh vozil je skupaj do 80%, medtem ko vozila na tekoča goriva dosegajo le do 40% učinkovitost. Sledijo še:

- manj onesnaževanja okolja,
- manj hrupa - tišje delovanje,
- nižji stroški prevoza (nekaj centov/ 100km),
- imajo manj sestavnih delov in s tem tudi nižjo ceno (manjša možnost okvar in stroški vzdrževanja).

Vozila imajo tudi slabosti, kot je recimo kratek doseg. Z enim polnjenjem lahko motor prevozi več deset kilometrov, potem potrebuje polnjenje na polnilni postaji, ki je prirejena za hitro polnjenje. To še vedno traja do pol ure. Sledijo še naslednje slabosti:

- baterije imajo še vedno 100-krat manjšo energijsko gostoto, kot nafta ali bencin,
- masa akumulatorjev,
- nadomestitev iztrošenih akumulatorjev (obremenitev za okolje),
- redke polnilne postaje na manj razvitih območjih.



Slika 5: Električna polnilna postaja

3.3 PREDSTAVITEV POTEKA RAZISKOVALNE NALOGE

3.3.1 Raziskava trga in nakup skuterja

Na začetku nismo točno vedeli, kakšen skuter bi prišel v poštev. Pregledali smo internetne ponudbe novih in rabljenih skuterjev ter mopedov. Mentorja sta nam odsvetovala nakup mopeda na prestave in priporočala skuter na variomat, ki že ima prtljažnik, v katerega bi lahko vgradili akumulator. S tem bi se rešili dodatne težave pri predelavi motorja. Strinjali smo se s tem in se kasneje res odločili za skuter, da bi se izognili prilagajanju menjalnika na elektromotor. To bi povzročilo veliko težav, ki bi se verjetno izkazale šele čez nekaj časa. Tako je naša osnova postal skuter Kymco.

3.3.2 Priprava na delo ter zamisli

Ob nakupu je bil skuter umazan, zato smo se vsi strinjali, da ga moramo najprej razstaviti in oprati. Z njega smo odstranili kos za kosom, dokler nam ni ostalo samo ogrodje. Potek razstavljanja smo tudi fotografirali. Temeljito smo ga oprali in očistili. Že od samega začetka raziskovalne naloge smo razmišljali, kako močan motor bi vgradili, ter kako močan akumulator bi rabili glede na željene kilometre. Takoj smo se lotili preračunov in ugotovili, da se vgradnja motorja z več kot 2 kW moči zaradi dragih akumulatorjev cenovno ne izplača. Začetna želja je bila, da bi imel motor z enim polnjenjem doseg do 150 kilometrov. Kasneje smo to močno zmanjšali zaradi pomanjkanja sredstev. Izračunali in določili smo parametre in lastnosti motorja. Nekaj težav smo imeli pri njegovem iskanju. Izbrali smo CPM90-22.

Tabela 1: Lastnosti izbranega elektromotorja

CPM90-22	
Moč	Od 0,5 do 2 kW (max. 3 kW)
moment	Max. 7 Nm
vrtljaji	Do 7000 / Min
masa	2 - 2,3 kg
voltaža	24 – 72 V
Izkoristek	>90 %

Pri namestitvi elektromotorja nas bo čakalo še prilagajanje ohišja variomata ter izdelava gredne vezi med variomatom ter motorjem. Razstavili smo variomat in si ga ogledali. Nato smo načrtali, kako naj bi izgledal nov. Izračunali in določili smo parametre obdelave. To smo ponovili še za gred in gredno vez.



Slika 6: Skuter pred pranjem

3.4 MODELIRANJE V PROGRAMSKI OPREMI SOLIDWORKS

Lotili smo se modeliranja skuterja v programu SolidWorks. Res da pred tem še nismo projektirali v tem programu, vendar smo imeli nekaj izkušenj že iz programske opreme Pro/ENGINEER (Creo, po novem). Vsak iz skupine je narisal nekaj delov. Katere dele bomo risali, smo si izbirali sproti. Vsak je svoj del skiciral na list papirja, ga dobro premeril s pomičnim merilom in ga po tem modeliral. Dele smo sestavili v Assembly-ju in jih nato poljubno obarvali.

3.5 PROJEKTIRANJE NOVE GREDI

Pri sami zamenjavi motorjev smo naleteli na veliko težavo, in sicer zaradi oblike same gredi. Gred, ki jo poganja navaden motor, ima ekscenter. Tega pri električnem motorju ne potrebujemo. Zato smo morali skonstruirati novo gred, ki bo dovolj močna in bo ustrezala našim pogojem. Ker pa moramo izvedeti, kakšen material potrebujemo za novo gred, moramo izračunati obremenitve nanjo. Pri stari gredi z ekscentrom smo vzeli prejšnji bencinski motor, ki ima 2,2 kW moči in se vrti pri maksimalnih 8000 obratih. Pri novejši gredi pa smo vzeli izbrani elektromotor, ki ima 3 kW in se tako kot prejšnji motor vrti pri 8000 obratih.

Novo gred smo skonstruirali tako, da je manjša od starejše, a brez ekscentra. Za samo gred smo potem izračunali, kakšen vzvoj oz. torzija deluje nanjo. Pod samim ležajem deluje na gred tudi površinski tlak. Potrebno je bilo izračunati še upogib na gred, ki ga ustvari jermenica na koncu gredi.

Po vseh izračunih smo v priročniku našli material, iz katerega bo narejena gred. Gred lahko prenese sile, ki jih ustvari el. motor. Odločili smo se, da bomo gred naredili.

3.5.1 Postopki izdelave nove gredi in preračuni

Za novo gred smo izbrali surovec iz jekla 1.0570 debeline 30mm. Za samo obdelovanje smo najprej izbrali levi grobi nož, s katerim bomo gred najprej stružili do premera 25mm in nato po merah, ki jih moramo doseči. Za končni rez bomo na gredi pustili 0,5mm, saj bomo gred za zaključek obdelali s finim rezom. Pri premeru, kamor pride ležaj, smo gred postružili na toleranco h8. To pomeni, da lahko ima gred -0,033mm odstopanja. Zadnje, kar bomo naredili na gredi, je utor za mozni, s katerim bomo gred pritrdili v gredno vez z el. motorjem. Ta postopek ne moremo narediti na stružnici, zato bomo utor za mozni naredili na frezalnem stroju. Za frezanje 2 mm globokega utora potrebujemo frezalo premera 3mm.

Po izdelavi gredne vezi bomo kupili še mozni. Nato bomo gred in el. motor povezali z gredno vezjo. Gred se po tem vstavi v variomat in se poveže z jermenico.

STRUŽENJE:

$$V_c = 165 \text{ mm}/\text{min}$$

$$f = 0,8 \text{ mm}$$

$$n = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot d} =$$

$$n = \frac{165 \cdot 1000}{\pi \cdot 30} = 1750,7 \text{ min}^{-1} \approx 1800 \text{ min}^{-1}$$

$$n = \frac{165 \cdot 1000}{\pi \cdot 25} = 2100,84 \text{ min}^{-1} \approx 2200 \text{ min}^{-1}$$

$$n = \frac{165 \cdot 1000}{\pi \cdot 14,6} = 3579,34 \text{ min}^{-1} \approx 4000 \text{ min}^{-1}$$

FREZANJE:

$$V_c = 3000 \text{ mm}/\text{s}$$

$$d_{\text{frezala}} = 3 \text{ mm}$$

$$V_c = \pi \cdot d \cdot n$$

$$n = \frac{3000 \cdot 60}{\pi \cdot 3} = 3819,72 \text{ min}^{-1} \approx 4000 \text{ min}^{-1}$$

3.5.2 Obremenitve nove gredi

Gred je v samem procesu delovanja obremenjena na veliko napetosti. Najbolj kritične obremenitve na gredi je predvsem torzija, ki jo ustvari vrtenje el. motorja. Površinski tlak se pojavi med ležajem in gredjo. Upogib povzroči jermenica na koncu gredi. Moznik, ki je vstavljen v gred, je obremenjen na strig.

3.5.3 Preračun na vzvoj – torzijo

$$P=3 \text{ kW}$$

$$N=8000 \text{ min}^{-1}$$

$$d_{min} = 14 \text{ mm}$$

$$d_{max} = 25 \text{ mm}$$

$$\tau = \frac{M_T}{W_p}$$

$$M_T = 9550 \frac{P}{n}$$

$$W_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16}$$

$$M_T = 9550 \frac{3}{8000} = 3,58 \text{ Nm}$$

$$W_{pmax} = \frac{\pi \cdot 14^3}{16} = 538,78 \text{ mm}^3$$

$$\tau_{max} = \frac{3,58 \cdot 10^3}{538,78} = 6,65 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$W_{pmin} = \frac{\pi \cdot 25^3}{16} = 3067,96 \text{ mm}^3$$

$$\tau_{min} = \frac{3,58 \cdot 10^3}{3067,96} = 1,2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

3.5.4 Preračun na tlak

$$m_{motorja} = 12 \text{ kg}$$

$$m_{ogrodja} = 18 \text{ kg}$$

$$m_{\check{c}lov.} = 120 \text{ kg}$$

$$b = 15 \text{ mm}$$

$$d = 21 \text{ mm}$$

$$p = \frac{F}{A_p}$$

$$A_p = d \cdot b = 21 \cdot 15 = 315 \text{ mm}^2$$

$$m = m_{motorja} + m_{ogrodja} + m_{\check{c}lov.} = 12 + 18 + 120 = 150 \text{ kg}$$

$$F_g = m \cdot g = 150 \cdot 9,81 = 1471,5 \text{ N}$$

$$p = \frac{F}{A_p} = \frac{1471,5}{315} = 4,67 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

3.5.5 Preračuna na upogib

$$m_{jermenice} = 0,5 \text{ kg}$$

$$F_g = 1471,5 \text{ N}$$

$$F_{jermenice} = m_{jermenice} \cdot g = 0,5 \cdot 9,81 = 4,905 \text{ N}$$

$$l = 15 + 39 + 7,5 = 61,5 \text{ mm}$$

$$\Sigma M_{ix} = 0$$

$$M_A - F_{jermenice} \cdot l = 0$$

$$M_A = F_{jermenice} \cdot l = 4,905 \cdot 61,5 = 301,67 \text{ Nmm} = 0,301 \text{ Nm}$$

3.5.6 Preračun striga na mozniku

$$d = 14,6 \text{ mm}$$

$$M_T = 3,58 \text{ Nm}$$

$$b = 3 \text{ mm}$$

$$l = 15 \text{ mm}$$

$$\tau_s = \frac{F}{A}$$

$$M_T = F \cdot \frac{d}{2} \rightarrow F = \frac{2M_T}{d} = \frac{2 \cdot 3,58}{14,6 \cdot 10^{-3}} = 490,41 \text{ N}$$

$$\tau_s = \frac{F}{A} = \frac{490,41}{3 \cdot 15} = 10,89 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$



Slika 7: Stara gred



Slika 8: Nova gred

3.6 PROJEKTIRANJE GREDNE VEZI

Za spojitev med el. motorjem in novo gredjo bomo uporabili gredno vez z mufo. Ker gred na el. motorju ni standardna, bomo gredno vez narediti sami. Za to potrebujemo surovec iz jekla 1.0570 premera 30 mm in dolžine 50 mm.

$$M_T = 3,58 \text{ Nm}$$

$$D = 25 \text{ mm}$$

$$d = 14,6 \text{ mm}$$

$$\tau = \frac{M_T}{W_P}$$

$$W_P = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{D^4 - d^4}{D}$$

$$W_P = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{D^4 - d^4}{D} = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{25^4 - 14,6^4}{25} = 2711,1 \text{ mm}^3$$

$$\tau = \frac{M_T}{W_P} = \frac{3,58 \cdot 10^3}{2711,1} = 1,32 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

3.6.1 Postopki izdelave gredne vezi in preračuni

Ponovno bomo za grobo struženje uporabili levi grobi nož. Surovec bomo najprej stružili na debelino 25 mm. Nato bomo s središčnim svedrom zasrediščili luknjo, ki jo bomo nato zvrtili s svedrom premera 8 mm in nato s svedrom premera 14 mm. Luknjo moramo notranje postružiti na toleranco H8, ki pa lahko ima samo +0,014 mm odstopanja. Na koncu bomo ponovno narediti utor za mozničnik s širino 3 mm in globino 2 mm. Le-tega bomo naredili s skobljanjem oz. pehanjem.

STRUŽENJE:

Podajanje: $f=1,6$ mm

Rezalna hitrost: $V_c = 330$ mm/s

$$d_1 = 30\text{mm}$$

$$d_2 = 25\text{mm}$$

$$n = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{330 \cdot 1000}{\pi \cdot 30} = 3501,84 \text{ min}^{-1} \approx 3500 \text{ min}^{-1}$$

$$n = \frac{330 \cdot 1000}{\pi \cdot 25} = 4201,7 \text{ min}^{-1} \approx 4200 \text{ min}^{-1}$$

NOTRANJE STRUŽENJE:

Podajanje: $f=1,6 \text{ mm}$

Rezalna hitrost: $V_c = 330 \text{ mm/s}$

$$d = 14.6 \text{ mm}$$

$$n = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{330 \cdot 1000}{\pi \cdot 14,6} = 6565 \text{ min}^{-1} \approx 6600 \text{ min}^{-1}$$

VRTANJE:

Rezalna hitrost: $V_c = 500 \text{ mm/s}$

Premeri svedrov:

$$d_1 = 3 \text{ mm}$$

$$d_2 = 10 \text{ mm}$$

$$d_3 = 20 \text{ mm}$$

Podajanja za svedre po premeru:

$$f_{\emptyset 3} = 0,03 \text{ mm}$$

$$f_{\emptyset 10} = 0,18 \text{ mm}$$

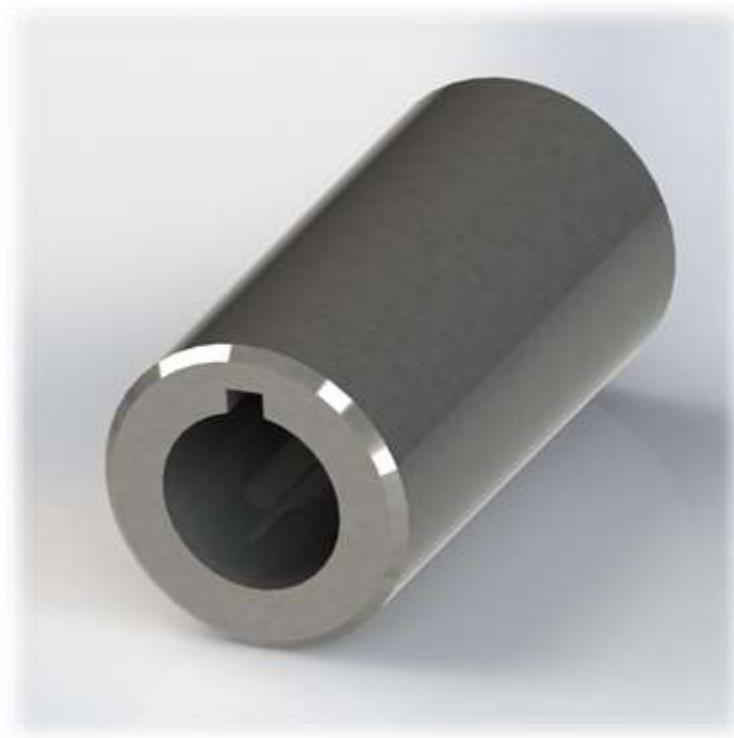
$$f_{\emptyset 20} = 0,22 \text{ mm}$$

$$n = \frac{V_c}{\pi \cdot d} \cdot 60$$

$$n_1 = \frac{500}{\pi \cdot 3} \cdot 60 = 3183,1 \text{ mm}^{-1} \approx 3200 \text{ mm}^{-1}$$

$$n_2 = \frac{500}{\pi \cdot 10} \cdot 60 = 954,93 \text{ mm}^{-1} \approx 1000 \text{ mm}^{-1}$$

$$n_3 = \frac{500}{\pi \cdot 20} \cdot 60 = 318,31 \text{ mm}^{-1} \approx 320 \text{ mm}^{-1}$$



Slika 9: Gredna vez z mufo

3.7 PROJEKTIRANJE PRITRDILNE PLOŠČE

Pritrdilna plošča služi namestitvi el. motorja na variomat. Najprej bomo surovec stružili na mero, ga odrezali ter vanj zvrtili luknje.



Slika 10: Pritrdilna plošča

3.7.1 Postopki izdelave pritrdilne plošče in preračuni

VZDOLŽNO STRUŽENJE:

$$V_c = 107,4 \text{ mm/s}$$

$$f = 0,4 \text{ mm}$$

$$n = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot d} =$$

$$n = \frac{585 \cdot 1000}{\pi \cdot 130} = 1432,4 \text{ min}^{-1} \approx 1500 \text{ min}^{-1}$$

VRTANJE:

Tabela 2: Premeri svedrov

Ø [mm]	3
Ø [mm]	4,5
Ø [mm]	6,6
Ø [mm]	10
Ø [mm]	20
Ø [mm]	30
Ø [mm]	45

$$n = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot d} =$$

$$n = \frac{500}{\pi \cdot 3} \cdot 60 = 3183 \text{ min}^{-1} \approx 3200 \text{ min}^{-1}$$

$$n = \frac{500}{\pi \cdot 4,5} \cdot 60 = 2122 \text{ min}^{-1} \approx 2200 \text{ min}^{-1}$$

$$n = \frac{500}{\pi \cdot 6,6} \cdot 60 = 1446,68 \text{ min}^{-1} \approx 1500 \text{ min}^{-1}$$

$$V_c = 500 \text{ min}^{-1}$$

$$f_{\infty 3} = 0,03 \text{ mm}$$

$$f_{\infty 4,5} = 0,03$$

$$f_{\infty 6,6} = 0,1 \text{ mm}$$

$$f_{\infty 10} = 0,18 \text{ mm}$$

$$f_{\infty 20} = 0,22 \text{ mm}$$

$$f_{\infty 30} = 0,28 \text{ mm}$$

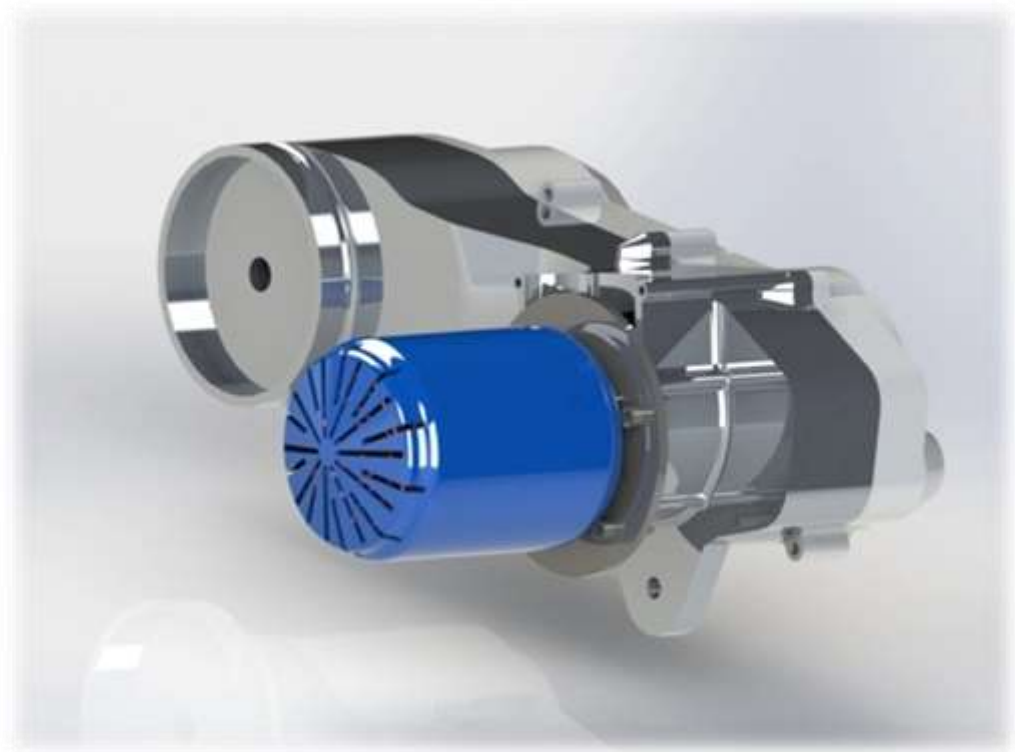
$$f_{\infty 45} = 0,4 \text{ mm}$$

$$n = \frac{500}{\pi \cdot 10} \cdot 60 = 954,93 \text{ min}^{-1} \approx 1000 \text{ min}^{-1}$$

$$n = \frac{500}{\pi \cdot 20} \cdot 60 = 477,46 \text{ min}^{-1} \approx 500 \text{ min}^{-1}$$

$$n = \frac{500}{\pi \cdot 30} \cdot 60 = 318,31 \text{ min}^{-1} \approx 350 \text{ min}^{-1}$$

$$n = \frac{500}{\pi \cdot 45} \cdot 60 = 212,21 \text{ min}^{-1} \approx 250 \text{ min}^{-1}$$



Slika 11: Elektromotor s pritrdilno ploščo na variomatu

4 KONČNA IDEJA

Po vseh fazah raziskovalne naloge smo prišli do končnega izgleda pogonskega ter prtljažnega dela. Motor bo približno 20 kilogramov težji, vso to dodatno maso predstavlja akumulator. Prišli smo do željene nizke porabe, kakršno smo načrtovali že na začetku. Grob izgled skuterja je razviden s spodnje slike.



Slika 12: Končen izgled kolesa z motorjem na električni pogon

5 ZAKLJUČEK

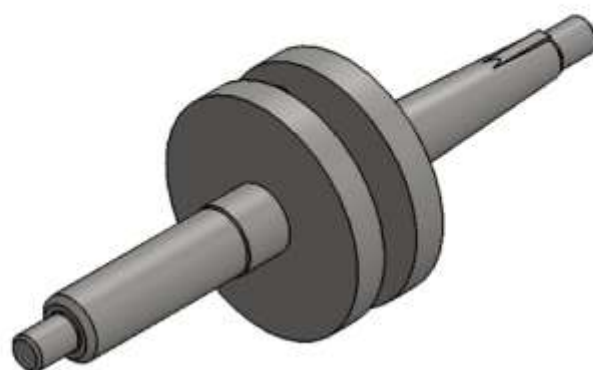
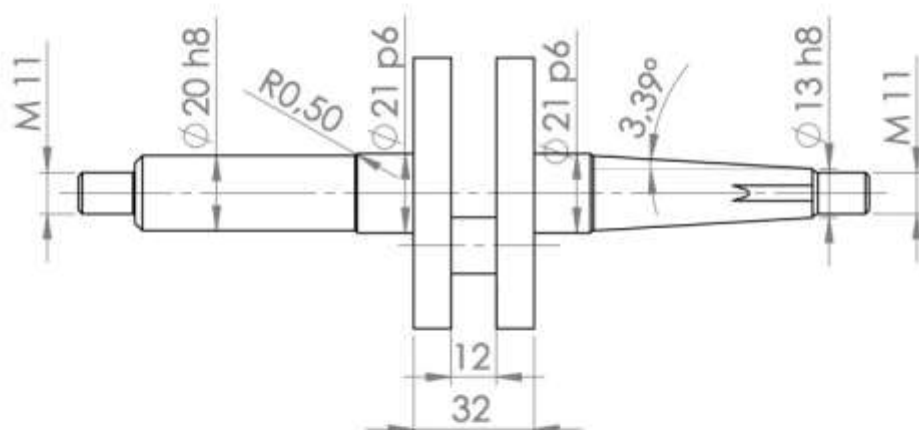
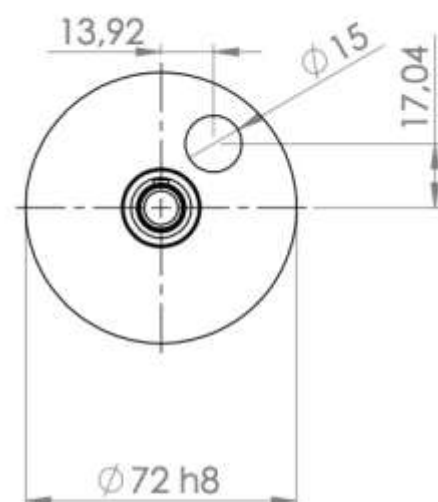
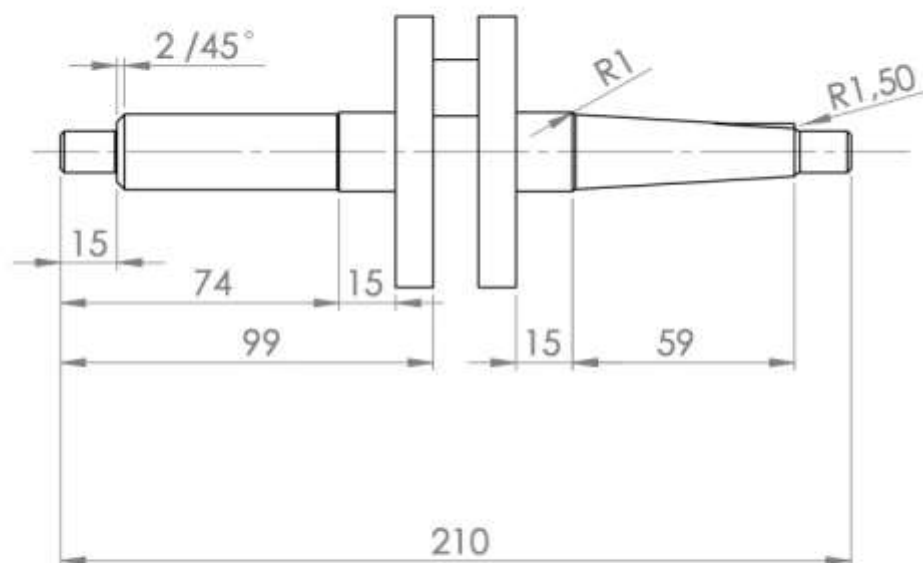
Kmalu smo spoznali, da je želja, da bi izdelali oziroma predelali motorno kolo, težko uresničljiva zaradi pomanjkanja finančnih sredstev. Kljub temu je bila naloga izziv, da jo v celoti izvedemo digitalno, ob morebitnem sponzorju pa bi to izvedli še v praksi. Podobnih vozil je na trgu vsak dan več. Pri raziskovalni nalogi smo morali uporabiti veliko znanja, ki smo ga pridobili v srednji šoli. Nekaj pomoči smo potrebovali pri električnem delu, saj nam znanja s tega področja v programu strojni tehnik primanjkuje. Pri delu smo se učili timskega dela, raziskovanja trga ter inovativnega razmišljanja, na kar je v šoli kar premalo poudarka. Na preizkušnji so bile tudi podjetniške, organizacijske sposobnosti in iznajdljivost. Ugotovili smo, da je zelo težko izdelati vozila na električni pogon, ki bi bila konkurenčna vozilom na fosilna goriva.

6 VIRI

- [1] Električni skuter emco novi (online). 2014. (citirano dne 10.3.2014) Dostopno na naslovu: www.hribitec.com/si/elektricni-skuterji/124-elektricni-skuter-emco-novi.html
- [2] BROZ ŽIŽEK, E. *Načrtovanje konstrukcij*. Ljubljana: Grafenauer založba, 2010
- [3] BROZ ŽIŽEK, E. in KOSTAJNŠEK, A. *Načrtovanje konstrukcij - tabele*. Ljubljana: Grafenauer založba, 2010
- [4] Električne polnilne postaje (online). 2014. (citirano dne 10.3.2014) Dostopno na naslovu: www.sico.si/elektro-polnilnice/index.php
- [5] Compact power motors (online). 2014. (citirano dne 10.3.2014) Dostopno na naslovu: www.cpmotors.eu/elektromotoren/cpm90-05-bis-6-kw/synchronmotor-cpm90/
- [6] KOSMAČ, J. *Odrezavanje*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije, 2010
- [7] KRAUT, B. *Strojniški priročnik*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije, 2002.
- [8] Permanent magnet motor schematic on motorcycle application (online). 2011. (citirano 10.3.2014) Dostopno na naslovu: www.binatani.com/permanent-magnet-motor-schematic-on-motorcycle-application/
- [9] Electric motor (online). 2009. (citirano 10.3.2014) Dostopno na naslovu: www.en.wikipedia.org/wiki/Electric_motor
- [10] FALCO e-motors (online). 2013. (citirano 10.3.2014) Dostopno na naslovu: www.falcoemotors.com/?page_id=192

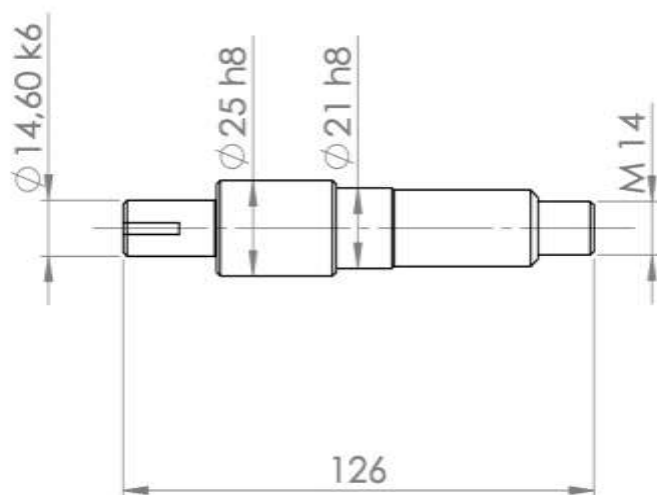
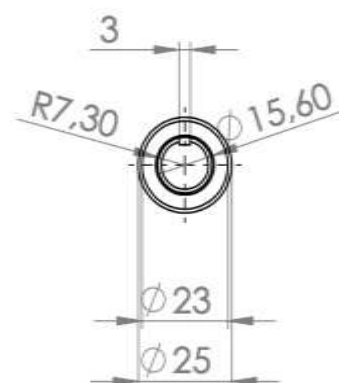
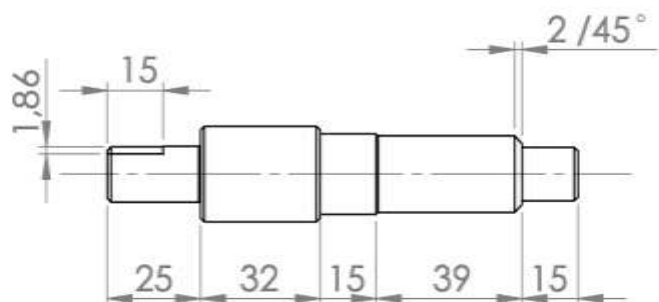
Priloge:

- Delavniške risbe



h8	0 mm mm -0,033 mm
K6	+0,035 mm +0,022 mm

	IME IN PRIMEK	PODPIS	DATUM	 SOLSKI CENTER CELJE	NASLOV	Stara gred	
RISAL	B.Štor		8.1.2014				
PREGL							
OPOMBE				MATERIJAL	ŠT. RISBE.	EL 0.1	A4
Vsi neoznačeni robovi so posneti 1/45°				1.0570			
TEŽA		0,67 kg		MERILO 1:2	STRAN 1 OD 2		



h8	0 mm mm -0,033 mm
k6	+0,012 mm +0,001 mm

IME IN PRIMEK	PODPIS	DATUM
RISAL B.Štor		9.1.2014
PREGLED.		

OPOMBE

Vsi neoznačeni robovi
so posneti 1/45°



MATERIAL:
1.0570

TEŽA: 0,45 kg

NASLOV

Nova gred

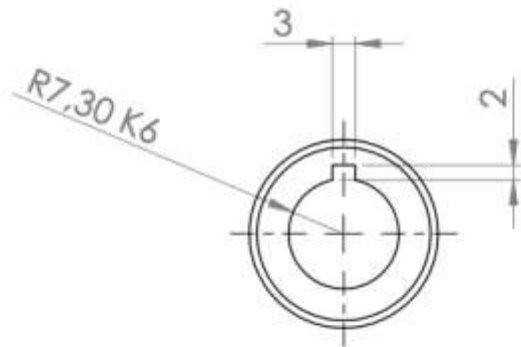
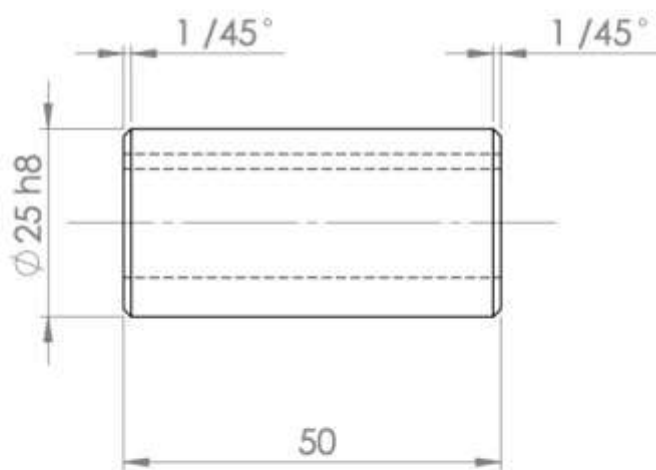
ŠT. RISBE

EL 0.2

A4

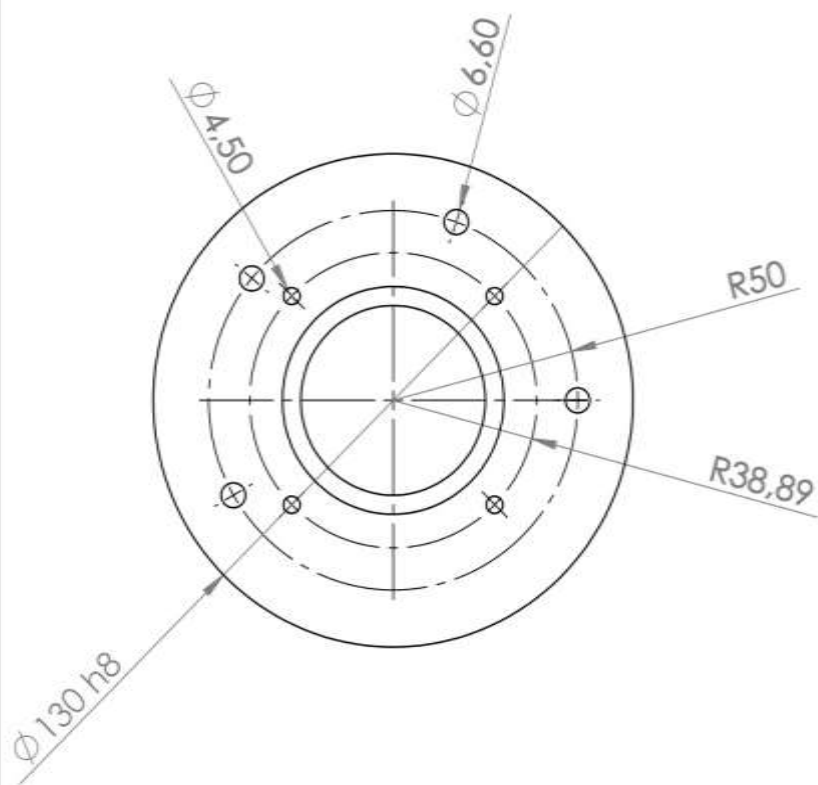
MERILO 1:2

STRAN 2 OD 2



h8	0 mm mm -0,033 mm
K6	+0,012 mm +0,001 mm

	IME IN PRIMEK	PODPIS	DATUM	 ŠOLSKI CENTER CELJE	NASLOV		
RISAL	B.Štor		9.2.2014		Gredna vez- MUFA		
PREGLE							
OPOMBE:				MATERIAL:	ŠT. RISBE		
				1.0570	EL 0.3		
				TEŽA	0.3 kg	A4	
				MERILO 1:1	STRAN 1 OD 1		



h8	0 mm mm -0,033 mm
K6	+0,035 mm +0,022 mm

IME IN PRIMEK	PODPIS	DATUM
RISAL B.Štor		9.1.2014
PREGLED.		



NASLOV

Pritrdilna plošča

OPOMBE

Vsi neoznačeni robovi
so posneti 1/45°

MATERIAL:
1.0570

TEŽA 0,35 kg

ŠT. RISBE

EL. 04

A4

MERILO 1:2

STRAN 3 OD 3