

Šolski center Celje
Srednja šola za strojništvo, mehatroniko in medije

Tricikel na električni pogon

Raziskovalna naloga

Področje: strojništvo

Avtorji:

Luka Rečnik, S-4.b

Svit Šket, S-4.b

Sebastjan Robič, S-4.b

Mentor:

mag. Andro Glamnik, univ. dipl. inž

Celje, maj 2021

TRCIKEL NA ELEKTRIČNI POGON

Ključne besede: tricikel, izdelava, elektro pogon, Li-Ion

POVZETEK

V raziskovalni nalogi smo raziskovali tricikel na električni pogon, in sicer njegovo sestavo, vrsto pogona ter prednosti in slabosti s konkurenčnimi izdelki. S pomočjo spleta smo poiskali ponudbe na trgu in s tem tudi izboljšave. Ugotovili smo, da so izdelki večinoma na sprednji pogon, kar je v našem primeru slabost, zato smo se odločili za izboljšavo in tako naredili pogon na zadnja kolesa. Naknadno smo se odločili, da bomo baterijski sklop sestavili sami, saj so sklopi takšne napetosti in kapacitete izjemno dragi.

ELECTRIC TRICYCLE

Key words: tricycle, manufacturing, electric drive, Li-Ion

ABSTRACT

In the research project, we investigated an electric tricycle, namely its composition, type of drive and the advantages and disadvantages of competing products. With the help of the web, we looked for offers on the market and thus also improvements. We found that the products are mostly front-wheel drive, which is a disadvantage in our case, so we decided to improve and thus make rear-wheel drive. We subsequently decided to assemble the battery pack ourselves, as assemblies of such voltage and capacity are extremely expensive.

.

KAZALO VSEBINE

1 UVOD	1
1.1 HIPOTEZE	1
1.2 STRUKTURA RAZISKOVALNEGA DELA	2
1.3 NAMEN NALOGE	2
2 RAZISKAVA TRGA	2
2.1 METODE RAZISKOVANJA	2
2.2 PRIMERJAVA TRCIKLOV	3
3 RAZVOJ TRCIKLOV ZA "DRIFTANJE"	4
3.1 TRCIKEL BREZ POGONA	4
3.2 TRCIKEL Z BENCINSKIM MOTORJEM	5
3.3 TRCIKEL Z ELEKTRO MOTORJEM	6
3.3.1 Elektro pogon na sprednje kolo	6
3.3.2 Elektro pogon na zadnja kolesa	7
4 KONCIPIRANJE	7
4.1 ZAHTEVNIK	9
4.2 SNOVANJE	12
4.3 RAZDELAVA	13
5. MODELIRANJE	14
5.1 ZADNJA KONSTRUKCIJA	15
5.2 ŠKATLA ZA BATERIJO	16
5.3 POKROV ZADNJEGA DELA	17
5.4 GNANI VERIŽNIK	18
5.5 POGONSKI VERIŽNIK	19
6 GLAVNI SESTAVNI DELI	20
6.1 BREZKRTAČNI ELEKTRIČNI MOTOR	20
6.1.1 Motorji na enosmerni tok (DC)	20
6.1.2 Motorji na izmenični tok (AC)	21

6.2 REGULATOR HITROSTI.....	21
6.3 BMS (varnostni sistem baterije)	22
6.4 BATERIJA.....	22
7 IZBRANE KOMPONENTE	23
7.1 BMX KOLO	23
7.2 ZADNJA KONSTRUKCIJA	24
7.3 BREZKRTAČNI ELEKTRO MOTOR.....	25
7.4 REGULATOR HITROSTI.....	26
7.5 BATERIJSKI SKLOP	27
7.6 BMS (URAVNAVNI SISTEM POLNOSTI/PRAZNENJA BATERIJ).....	28
7.7 ELEKTRIČNI VODNIKI IN KONEKTORJI.....	29
7.7.1 Preračun tokovne obremenitve motorja	29
7.7.2 Izbira vodnikov in konektorja	30
7.8 IZBIRA VERIŽNIKA	31
7.8.1 Preračun gnanega verižnika.....	31
8 SESTAVA KONČNEGA IZDELKA	33
8.1 POTEK SESTAVE BATERIJSKEGA SKLOPA	33
8.2 RAZREZ PROFILOV.....	37
8.3 VARJENJE.....	37
8.4 VRTANJE.....	38
8.5 BARVANJE	38
8.6 LASERSKI RAZREZ	39
8.7 SESTAVA.....	40
9 CENOVNA IN ČASOVNA ANALIZA.....	41
10 REZULTATI RAZISKAVE.....	42
11 ZAKLJUČEK	43

KAZALO SLIK

Slika 1: Tricikel brez pogona [2].....	4
Slika 2: Tricikel z bencinskim motorjem [3]	5
Slika 3: Tricikel na elektro motor [4].....	6
Slika 4: Slika BMX kolesa (osebni vir)	8
Slika 5: Skica zadnje konstrukcije (osebni vir).....	8
Slika 6: 3D model tricikla (osebni vir).....	12
Slika 7: 3D model tricikla (osebni vir).....	14
Slika 8: Zadnja konstrukcija (osebni vir)	15
Slika 9: Škatla za baterijo (osebni vir)	16
Slika 10: Pokrov zadnjega dela (osebni vir).....	17
Slika 11: 3D model gnanega verižnika (osebni vir).....	18
Slika 12: Pogonski verižnik (osebni vir).....	19
Slika 13: Sestava motorja na enosmerni tok [6].....	20
Slika 14: Motor na izmenični tok [7]	21
Slika 15: BMX kolo (osebni vir).....	23
Slika 16: Zadnja konstrukcija pred varjenjem (osebni vir)	24
Slika 17: Brezkrtačni elektro motor (osebni vir).....	25
Slika 18: Regulator hitrosti (osebni vir).....	26
Slika 19: Končan baterijski sklop (osebni vir)	27
Slika 20: BMS sistem [10]	28
Slika 21: Spletni izračun preseka vodnika [11].....	29
Slika 22: Izbrani konektor XT 90 [12]	30
Slika 23: Verižni prenos (osebni vir)	32
Slika 24: Preverjanje polnosti baterijskih celic (osebni vir)	33
Slika 25: Namestitev baterijskih celic v distančnike (osebni vir)	34
Slika 26: Točkovno varjenje nikelj traka na baterijske celice (osebni vir)	35
Slika 27: Povezava BMS sistema z baterijskim sklopom (osebni vir).....	36
Slika 28: Končno sestavljen baterijski sklop (osebni vir)	36
Slika 29: Varjenje konstrukcije (osebni vir)	37
Slika 30: Nanos temeljne barve (osebni vir)	38
Slika 31: Laserski izrez [13].....	39

Slika 32: Delno sestavljen tricikel (osebni vir)	40
--	----

KAZALO TABEL

Tabela 1: Zahtevnik naprave	11
Tabela 2: Stroškovna analiza.....	41
Tabela 3: Časovna analiza.....	41

KAZALO PRILOG

Priloga 1: Delavniška risba zadnje konstrukcije	46
Priloga 2: Delavniška risba pokrova zadnjega dela	47
Priloga 3: Delavniška risba pogonskega verižnika	48
Priloga 4: Delavniška risba gnanega verižnika	49
Priloga 5: Delavniška risba pokrova baterije	50
Priloga 6: Sestavna risba baterijskega sklopa	51
Priloga 7: Delavniška risba škatle za baterijo	52
Priloga 8: Sestavna risba tricikla na elektro pogon	53

UPORABLJENE KRATICE

kg – kilogram

mm – milimeter

cm – centimeter

m – meter

Li-Ion – Litijevi ioni

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

1 UVOD

Za raziskovalno nalogo smo se odločili modernizirati tricikel, katerega prvotni namen je bilo spuščanje po klancu navzdol brez pogona. Z raziskavo smo se najprej lotili že obstoječega trga, ki je zelo razvit v Ameriki, na našem trgu pa tega nismo zasledili. Preučili smo prednosti in slabosti na trgu in tako naredili izboljšave. Za cenejšo izdelavo smo uporabili staro BMX kolo, baterijo smo izdelali sami, kakor tudi večino sestavnih delov, nekatere elemente pa smo bili primorani kupiti.

Težava triciklov na sprednji elektro motor je, da z njimi težje dosežemo, da zadnji del zdrsi. Da to dosežemo, je potrebna velika hitrost in sila v zavoju za pogon na sprednje kolo oz. veliko navora na zadnja kolesa ter število vrtljajev za naš primer. Naš namen je, da naredimo čim ceneje tricikel za "driftanje" na elektro pogon zadnjih koles, ki bo izpolnil vse naše želje oz. potrebe. Pri načrtovanju in izdelavi moramo paziti na dovolj togo konstrukcijo, saj se bodo nenehno pojavljali tresljaji in t. i. utripne napetosti, ki lahko ob nenatančnem konstruiranju in izdelavi pripeljejo do preobremenitve ter posledično do deformacije konstrukcije. Paziti moramo tudi na dovolj dolgo medosno razdaljo zaradi stabilnosti izdelka in izbrati primerno prestavno razmerje, ki bo najbolj optimalno za našo potrebo. Izdelek bo za pogon uporabljal brezkrtačni elektromotor z močjo 3 kW, ki omogoča natančno reguliranje hitrosti in konstanten navor, ko ga potrebujemo. Za prenos bomo uporabili verižni prenos, saj je za naš primer najbolj optimalen in cenovno ugoden. Da bomo dosegli cilj čim cenejše izdelave, smo se odločili, da baterijski sklop naredimo sami iz več manjših baterijskih celic. S tem bomo dosegli tudi daljši čas delovanja motorja in željeno obliko za lažjo namestitev na tricikel.

1.1 HIPOTEZE

- 1. hipoteza: Hitrost bo vsaj 50 km/h.
- 2. hipoteza: Nosilnost večja od 100 kg.
- 3. hipoteza: Baterija bo zadoščala vsaj za 1 uro vožnje.
- 4. hipoteza: Brez emisij.
- 5. hipoteza: Cena izdelave ne bo presegala 1000 €

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

1.2 STRUKTURA RAZISKOVALNEGA DELA

V prvem sklopu raziskovalne naloge smo raziskali trg in primerjali naš izdelek z drugimi proizvajalci. V drugem sklopu smo splošno predstavili tricikel in njegovo delovanje. V tretjem sklopu smo opisali izbrane komponente. Sledil je opis modeliranja konstrukcije. Nato smo opisali postopek izdelave. Naredili smo tudi cenovno in časovno analizo za naš izdelek, in sicer od razvoja do končnega izdelka. Nato so sledili še rezultati raziskave, kjer smo potrdili oz. ovrgli hipoteze.

1.3 NAMEN NALOGE

Naš osnovni namen naloge je, da preučimo konkurenčne izdelke in poskusimo izboljšati njihove slabosti. Nato bomo na podlagi raziskave naredili nadgradnjo s pogonom na zadnjo os z elektro motorjem. S to nadgradnjo bomo odpravili težave, ki se pojavljajo pri konkurenčnih izdelkih. Naš izdelek bo tudi bolj stabilen in bolj vzdržljiv zaradi daljše medosne razdalje ter dizajna zadnje konstrukcije.

2 RAZISKAVA TRGA

2.1 METODE RAZISKOVANJA

Pri snovanju raziskovalne naloge smo si pomagali predvsem s konkurenco in iskali njihove napake ter jih z analizo skušali odpraviti. Pomagali smo si z lastnimi izkušnjami in z izkušnjami drugih, ki so ta izdelek že naredili z bencinskim motorjem. Za osnovno konstrukcijo nam je dal predloge prijatelj, ki je že izdelal dva. Povedal nam je slabosti njegovega in na kaj moramo biti pozorni pri izdelavi. Preizkusili smo njegov tricikel in tako sami izkusili pomanjkljivosti. Ugotovili smo, da je medosna razdalja premajhna, zato ni tako stabilen, a težišče je previsoko. Videli smo tudi, da bencinski motor zavzame veliko prostora, zato ni na razpolago konstantnega navora, ki je potreben za drsenje koles tudi pri višjih hitrostih.

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

2.2 PRIMERJAVA TRIKIKLOV

Na trgu smo zasledili več vrst triciklov. Razlikujemo jih po načinu in lokaciji pogona (sprednji oz. zadnji pogon). Poznamo tricikle brez pogona, z bencinskim motorjem na zadnji pogon, elektro pogon v sprednjem kolesu ter našo izbiro z elektro motorjem na zadnji pogon. Na slovenskem trgu praktično nismo zasledili takšnega tricikla, kot ga nameravamo narediti. Zasledili smo le tricikle brez pogona in nekaj triciklov z bencinskim motorjem. Za primerjavo smo si izbrali tricikel proizvajalca superride z 1000w motorjem ter kapaciteto baterije z 14 Ah. Cena tega znaša 1200 €. Glavna razlika našega izdelka je ta, da bomo namestili pogon na zadnja kolesa z verižnim prenosom, naredili daljšo medosno razdaljo za boljšo stabilnost in izdelali baterijo z večjo kapaciteto ter napetostjo, saj z njo dosežemo večje število vrtljajev in pridobimo več navora.

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

3 RAZVOJ TRICIKLOV ZA “DRIFTANJE”

3.1 TRICIHEL BREZ POGONA

Marty Spellman je v Kaliforniji izdelal prvi in originalni "drift trike" torej brez pogona, ki je dopuščal, da so prijatelji dirkali po hribu navzdol. Narejen je bil preprosto iz sprednjega dela BMX kolesa, na katerega so odzadaj pričvrstili os s kolesi, na spoj osi in konstrukcije pa so nadeli še sedež. Začeli so organizirati dirke na različnih hribih v okolici in tako je ta šport hitro zrasel še v ostale države, kjer so še danes organizirane dirke. [1]



Slika 1: Tricikel brez pogona [2]

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

3.2 TRICIHEL Z BENCINSKIM MOTORJEM

Čez nekaj časa so se začeli pojavljati tricikli z motorji, kateri so bili nameščeni na zadnji osi za lažje prosto vrtenje koles in s tem tudi lažje drsenje v ovinkih, kar je bil tudi namen pri vožnji. Zaradi teže motorja in večjih obremenitev je bilo potrebno ojačati konstrukcijo in dodati zavorni sistem.



Slika 2: Tricikel z bencinskim motorjem [3]

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

3.3 TRICIHEL Z ELEKTRO MOTORJEM

Tricikel na elektro pogon je zgolj še ena različica motoriziranega tricikla, kateri ima zaradi elektro motorja 100% navor kadarkoli želimo. Poznamo dve različici triciklov na elektro pogon.



Slika 3: Tricikel na elektro motor [4]

3.3.1 Elektro pogon na sprednje kolo

Ta različica je na trgu najpogostejše opažena, saj je izdelava cenejša in enostavnejša, ampak ni tako učinkovita. Zaradi pozicije elektro motorja, ki poganja sprednje kolo, ne moremo tako lahkotno drseti v ovinkih, saj se zadnje gume brez pogona težje prosto vrtijo.

TRICI³KEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

3.3.2 Elektro pogon na zadnja kolesa

Te različice na trgu skoraj da ni, saj je izdelava zahtevnejša in dražja, ampak zelo efektivna, saj je pogon na osi, kjer se morajo v ovinkih pri drsenju kolesa prosto vrteti. To omogoča več zabave in adrenalina.

4 KONCIPIRANJE

Ideje smo skupaj združili na nekaj skic in tako dobili osnovno podobo zadnje konstrukcije našega izdelka. Predvsem zaradi lažje predstave je kasnejši razvoj potekal tekom 3D modeliranja. Odločili smo se, da bomo namestili pogon na zadnja kolesa, saj nam to omogoča lažje drsenje zadnjih koles. Pri načrtovanju smo naleteli na kar nekaj težav, saj morata biti desna in leva stran približno enakomerno obteženi in simetrični. Najprej smo hoteli narediti zadnji del nekoliko večji, da bi v ogrodje spravili vse potrebne komponente, vendar smo ugotovili, da zaradi višine in velikosti verižnika ne bo možno spraviti teh komponent v ogrodje. Nato smo se odločili, da bomo zadnji del naredili nekoliko manjši in namestili baterijo na levo stran pred zadnjima krakoma konstrukcije, regulator hitrosti pa na desno stran. Ker je motor nekoliko zamaknjen na desno stran, smo tako približno enakomerno porazdelili težo. Za glavni nosilni profil zadnjega dela smo sprva nameravali uporabiti debelostensko kvadratno železno cev **DC30x30x3**, vendar smo se naknadno odločili za nekoliko večjo, saj bo ta cev precej dolga in bo prenašala praktično vso težo izdelka. Izbrali smo debelostensko kvadratno železno cev **DC50x50x3**, s katero smo tudi nekoliko znižali težišče našega izdelka.

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

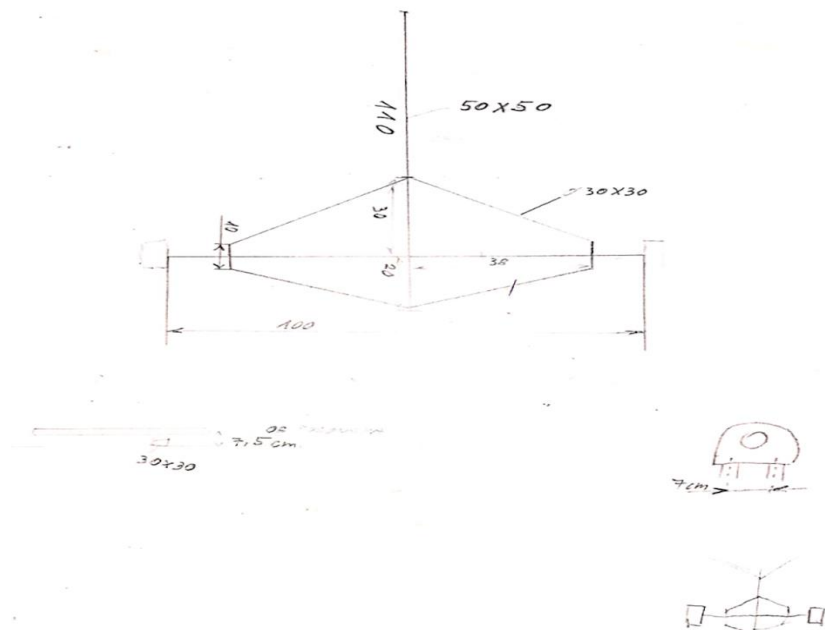
Raziskovalna naloga

Na spodaj prikazani sliki smo označili, kje je potrebno odrezati obstoječe BMX kolo, saj potrebujemo samo sprednji del kolesa.



Slika 4: Slika BMX kolesa (osebni vir)

Na spodaj prikazni skici je končno zasnovana oblika zadnjega dela izdelka z dimenzijami.



Slika 5: Skica zadnje konstrukcije (osebni vir)

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

4.1 ZAHTEVNIK

Zahtevnik je spisek tehničnih zahtev, ki jih mora izpolnjevati tehnični sistem oziroma izdelek (Tabela 4.1). »Zahtevnik je del tehnične dokumentacije izdelka, prav tako kot je to delavniška risba. V zahtevniku je opredeljen namen izdelka, postavljene so omejitve, znotraj katerih morajo ležati njegove lastnosti in opredeljeno je okolje, v katerem bo izdelek obratoval. Zahtevnik se uporablja od začetnih faz razvoja pa vse, dokler ni razvojni proces povsem končan [5].«

Št.	Področje	Informacije	Zahteva(Z)/ Želja(Ž)
1	Princip delovanja	Enakomerno krožno vrtenje elektro motorja, ki poganja zadnjo os	Z
2	Oblika, material	Najmanjše zunanje mere naprave, nerjaveče jeklo, čim manj varjenja, gladke površine, uporaba standardnih elementov in polizdelkov	Z
3	Varnost	Varnostna zaščita mora preprečiti seganje rok v območje elektro motorja in verižnega prenosa	Z
4	Ergonomija, estetika	Kompaktna zasnova in enostavna uporaba	Ž

»se nadaljuje«

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON
Raziskovalna naloga

»nadaljevanje«

Št.	Področje	Informacije	Zahteva(Z)/ Želja(Ž)
5	Proizvodnja	Izogibati konvencionalnih postopkov strojne obdelave	Z
6	Kakovost	Visoka natančnost izdelave komponent proizvoda, saj je zahtevana natančnost in togost naprave	Z
7	Montaža	Nastavni postopki montaže z uporabo čim manj orodij in varjenja	Z
8	Transport	Možnost transporta v osebнем avtomobilu	Ž
9	Uporaba	Dolga življenjska doba, električni vir energije, minimalni stroški obratovanja	Ž
10	Vzdrževanje	Redni preventivni servisni pregledi in vzdrževalna dela, minimalni stroški vzdrževanja	Z

»se nadaljuje«

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON
Raziskovalna naloga

»nadaljevanje«

Št.	Področje	Informacije	Zahteva(Z)/ Želja(Ž)
11	Recikliranje	Vsi sestavni deli proizvoda so lahko razstavljivi in obstaja možnost recikliranja	Z
12	Porabljeni resursi	Čas razvoja 2 meseca	Ž

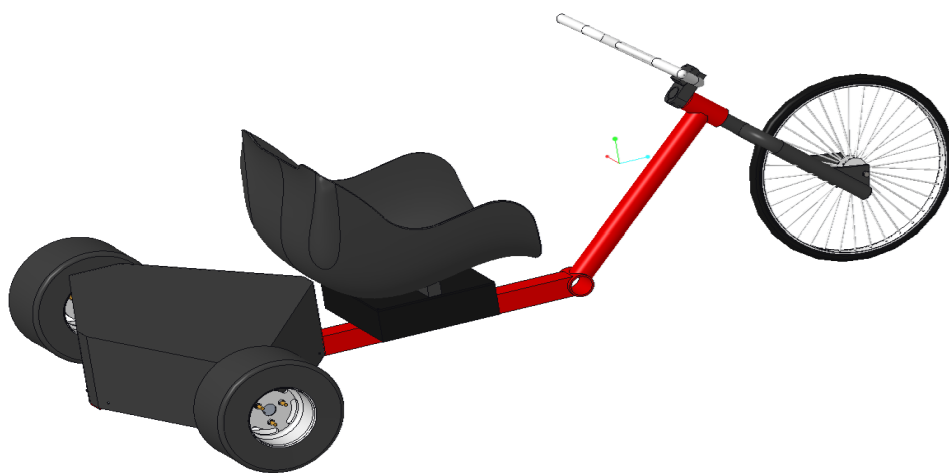
Tabela 1: Zahtevnik naprave

TRICIKEK NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

4.2 SNOVANJE

Končno obliko smo določili skozi 3D modeliranje, kjer smo ves čas izboljševali naše prvotne ideje. Sprednji del BMX kolesa smo v 3D modelu poenostavili, saj ne igra pomembne vloge za izdelavo našega izdelka. Izmerili smo obstoječe kolo in naredili 3D model. Najbolj pomemben del tega je kot med vilicami kolesa in nosilno cevjo, ki pride privarjena na zadnjo konstrukcijo. Nato smo naredili 3D model po skici (slika x) in skupaj sestavili sprednji in zadnji del. V tem delu smo nastavili približen kot med BMX kolesom in zadnjim delom, saj ga nismo mogli točno določiti, dokler nimamo narejenega 3D modela do konca, saj le tako lahko določimo najbolj optimalen kot. Največ težav pri snovanju nam je povzročala postavitve komponent (baterije, motorja in regulatorja). Morali smo najti primerno lokacijo, saj mora biti teža enakomerno porazdeljena. Odločili smo se, da bo najbolj optimalno namestiti baterijo pod sedež, saj s tem dosežemo, da je masa enakomerno porazdeljena. Nato smo model sproti prilagajali. Ko smo dobili vse komponente, smo uredili samo dimenzije vseh teh komponent. Zasnovali smo tudi pokrov in spodnji plošči za zadnji del, saj s tem zagotovimo varnost izdelka in preprečimo kratek stik električnih komponent v primeru dežja. Za barvanje smo se odločili, da bo prvi nanos temeljne barve potekal s čopičem, drugi nanos končne barve (sprednji del RAL 3020, zadnja konstrukcija RAL 9011) pa z lakirno pištolo.



Slika 6: 3D model tricikla (osebni vir)

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

Pri izbiri brezkrtačnega električnega motorja smo upoštevali, da želimo doseči hitrost vsaj 50 km/h, pri čemer bo imel dovolj veliko število vrtljajev, da lahko naredimo dovolj veliko prestavno razmerje. Ker ti elektro motorji nimajo veliko navora z verižnim prenosom (iz manjšega verižnika na večjega), bomo dosegli manjše število vrtljajev in povečanje navora. Zaradi cene smo kupili elektro motor preko Amazona, saj je bil tam najbolj ugoden. Kupili smo 3 kw elektro motor z 4200 min^{-1} . Ta motor ima 3 fazni priključek in 5 **hallovih** senzorjev. Hallov senzor je pretvornik, ki spreminja svojo izhodno napetost glede na magnetni pretok skozi hallovo ploščo. Uporabljajo se za pozicioniranje, zaznavanje hitrosti in še druge podatke. Senzor deluje kot analogni pretvornik, ki neposredno vrača napetost. Motor nam omogoča zelo natančno spreminjanje hitrosti in konstanten navor, kadar ga potrebujemo.

4.3 RAZDELAVA

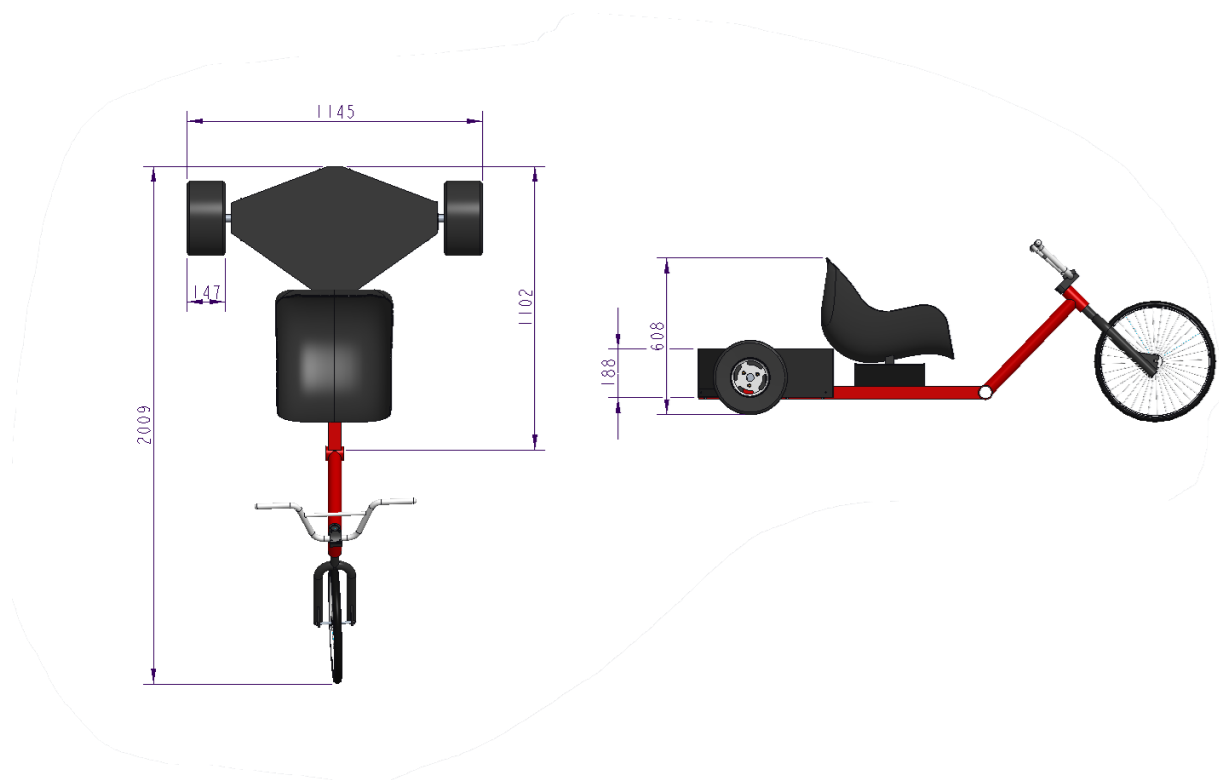
Pri izdelavi delavniške dokumentacije smo si pomagali s programom **Creo Parametric**, kjer smo izdelali eno kosovnico, ki nam pomaga pri sestavljanju izdelka in tri delavniške risbe, na katerih se nahajajo potrebne mere za varjenje in vrtanje.

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

5. MODELIRANJE

Modeliranje tricikla je potekalo v programu Creo Parametric in smo ga razdelili na več posameznih delov: zadnja konstrukcija, škatla za baterijo, pokrov zadnjega dela ter pogonski in gnani verižnik.



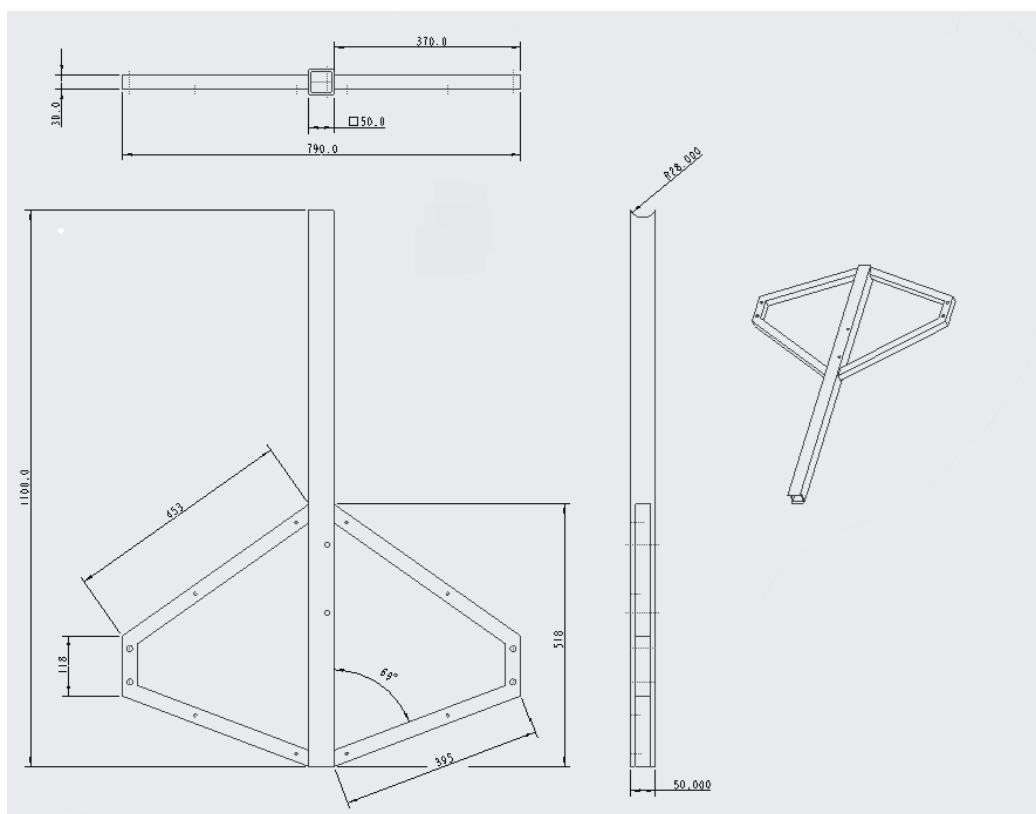
Slika 7: 3D model tricikla (osebni vir)

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

5.1 ZADNJA KONSTRUKCIJA

Pri modeliranju zadnje konstrukcije smo morali paziti na dolžino in širino, saj smo si zadali željo, da bo transport možen v osebnem avtomobilu, vendar bo hkrati dovolj stabilen zaradi medosne razdalje. Za pritrditev konstrukcije na sprednje BMX kolo smo se odločili narediti polkrožni izrez, saj s tem zagotovimo lepše prileganje in večjo stično površino. Paziti smo morali tudi na pravilno pozicioniranje lukenj za ležaje. Zaradi sil, ki delujejo na konstrukcijo, smo morali paziti na zadostno togost konstrukcije in hkrati na to, da ne bo pretežko. Za glavno vodilno cev smo uporabili standardno kvadratno jekleno cev 50 x 50 debeline 3 mm. Kraka konstrukcije pa sta iz manjše kvadratne cevi, saj s tem znižamo težišče tricikla. Uporabili smo standardno kvadratno jekleno cev 30 x 30 debeline 3 mm.



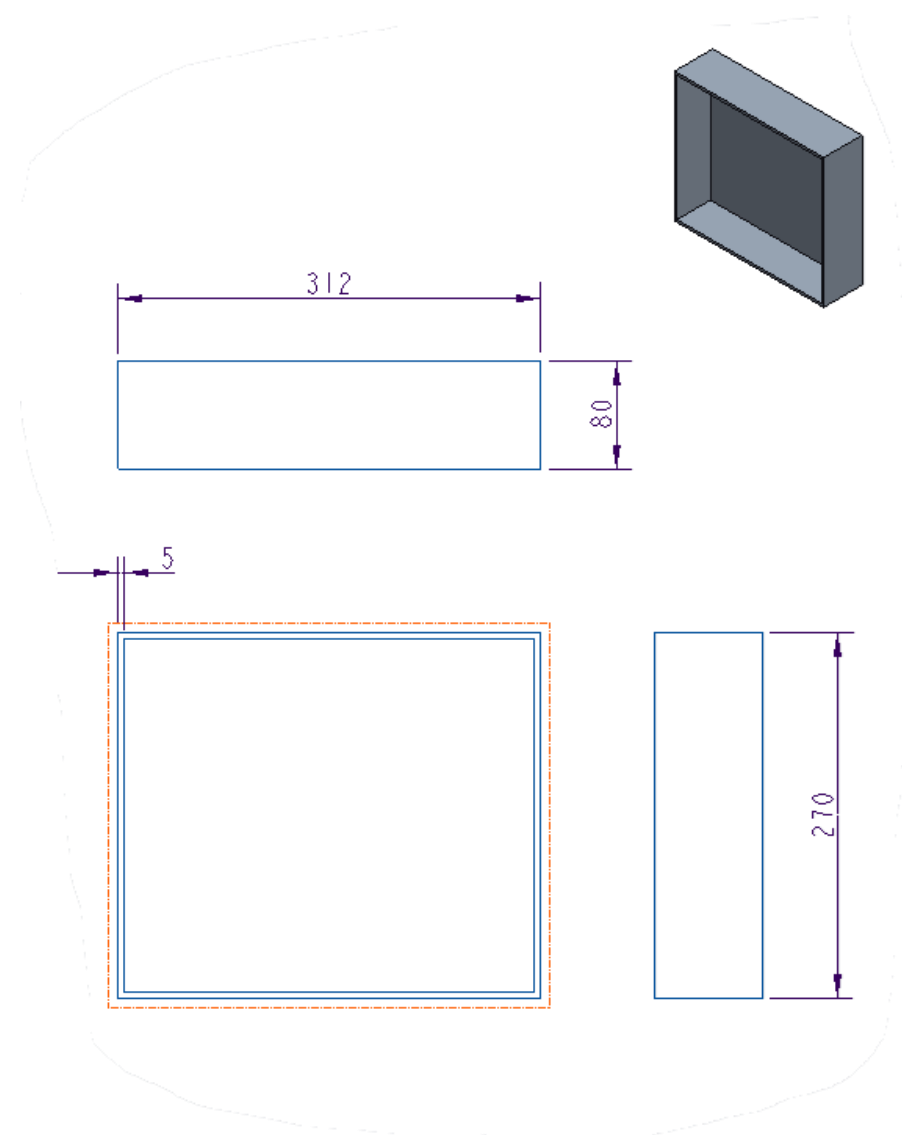
Slika 8: Zadnja konstrukcija (osebni vir)

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

5.2 ŠKATLA ZA BATERIJO

Pri modeliranju škatle za baterijo smo morali paziti na dimenzije in jo narediti tako, da bo imela snemljiv pokrov, saj s tem omogočimo prost dostop do baterijskega sklopa. Za to škatlo smo se odločili zato, ker le tako lahko zagotovimo enakomerno porazdelitev teže in enostavnejšo montažo sedeža, ki bo privijačen na pokrov te škatle. Izbrali smo ploščato jeklo debeline 10 mm, saj bo moral pokrov nositi našo težo, brez da bi se pri tem upognil, saj bi lahko povzročil poškodbo baterijskega sklopa. To škatlo bomo privarili na glavno vodilno cev zadnje konstrukcije.



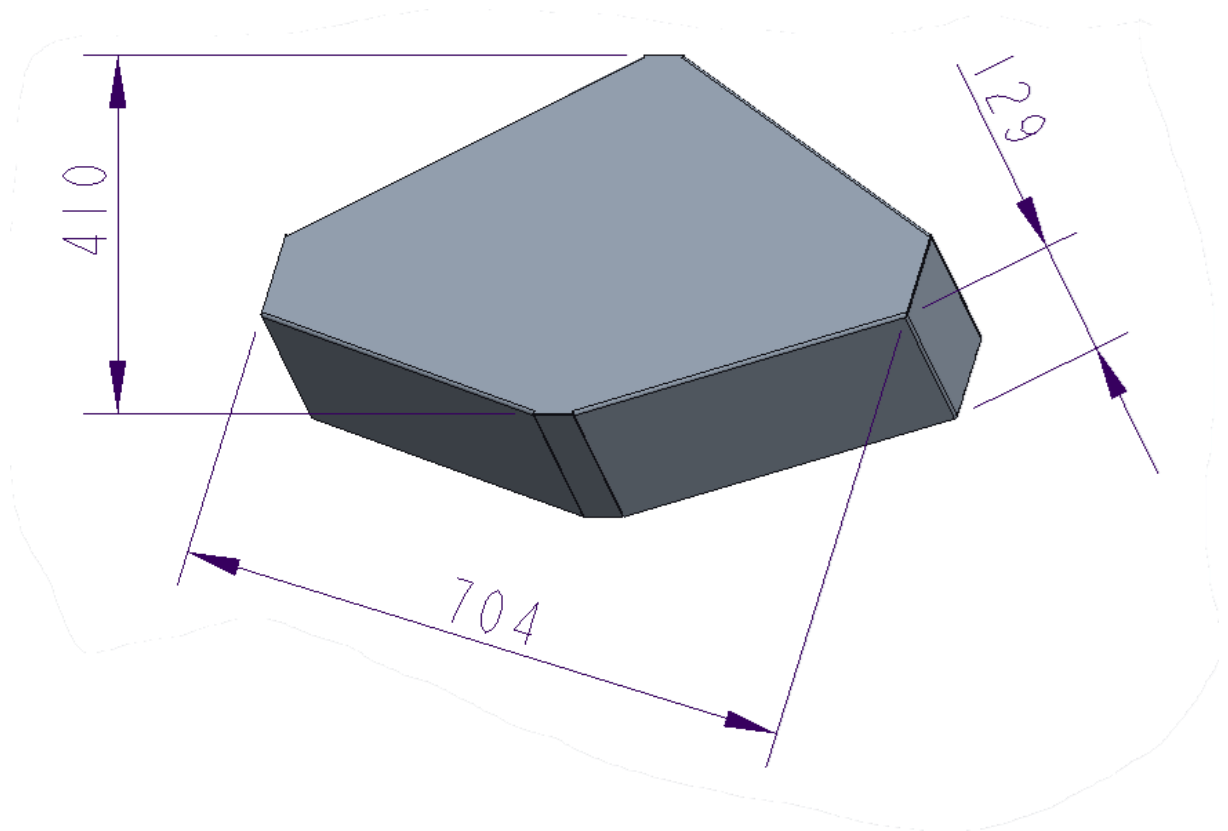
Slika 9: Škatla za baterijo (osebni vir)

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

5.3 POKROV ZADNJEGA DELA

Pri modeliranju pokrova smo morali paziti na zadostno višino ob upoštevanju verižnika in potreben izrez na straneh za pogonsko os. Pravilno smo morali tudi pozicionirati luknje za pritrditev na konstrukcijo. Izbrali smo ploščato jeklo debeline 5 mm.



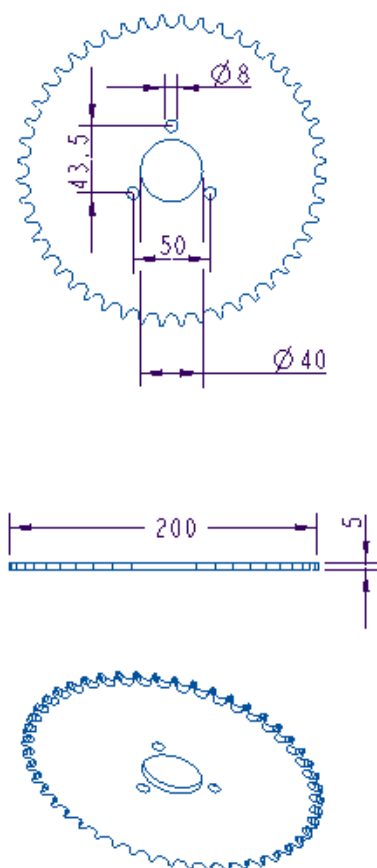
Slika 10: Pokrov zadnjega dela (osebni vir)

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

5.4 GNANI VERIŽNIK

Za pogon tricikla smo izbrali verižni prenos, zato potrebujemo verižnik. Izbrali smo standardno verigo standarda 428, zato potrebujemo temu primeren verižnik. Verižnik smo dali izrezati na laser iz inox pločevine (1.4301) debeline 5 mm. Narisali smo verižnik v programu z enačbami, da lahko spreminjamo samo št. zob in se nam model samodejno prilagodi. Za ta način smo se odločili, ker nismo vedeli, katero število zob bo najbolj optimalno ustrezalo. Zmodelirati smo morali tudi luknje, da se bo verižnik lepo usedel v prirobnico, ki je nameščena na osovino.



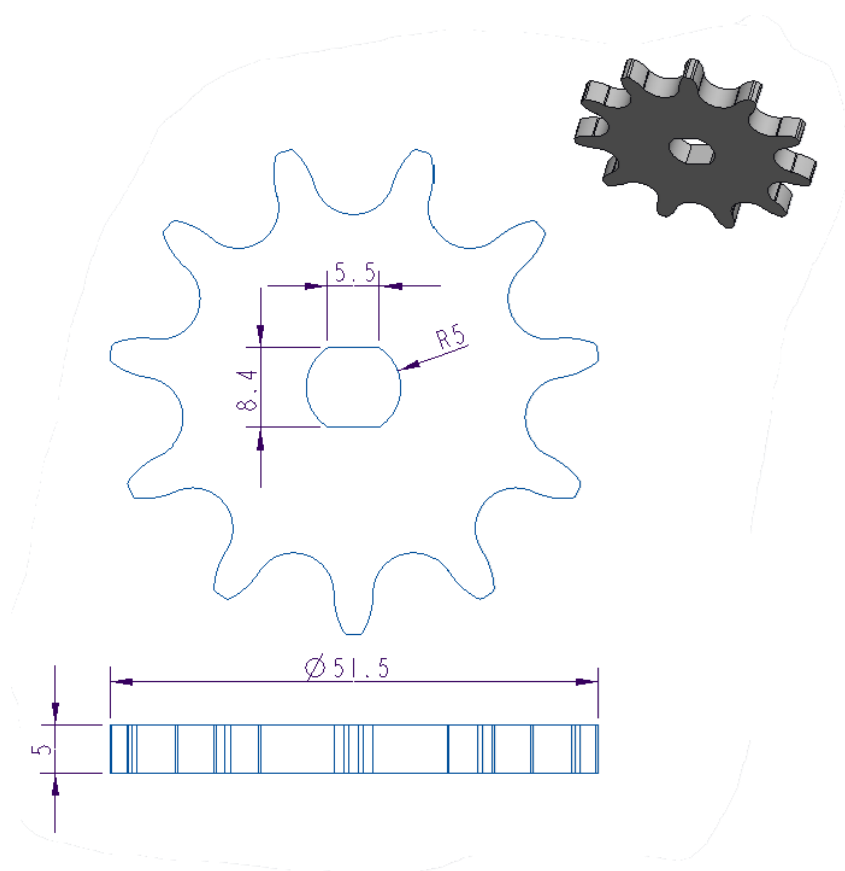
Slika 11: 3D model gnanega verižnika (osebni vir)

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

5.5 POGONSKI VERIŽNIK

Prvoten namen je bil, da bo pogonski verižnik ostal, saj je prišel že nameščen na motor. Pri meritvi verižnika nismo bili dovolj natančni in tako smo šele pri nameščanju verige opazili, da ne ustreza za našo verigo. Zato smo naknadno spremenili že narejen model verižnika iz prejšnje točke in ga prilagodili, da se namesti na gred motorja.



Slika 12: Pogonski verižnik (osebni vir)

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

6 GLAVNI SESTAVNI DELI

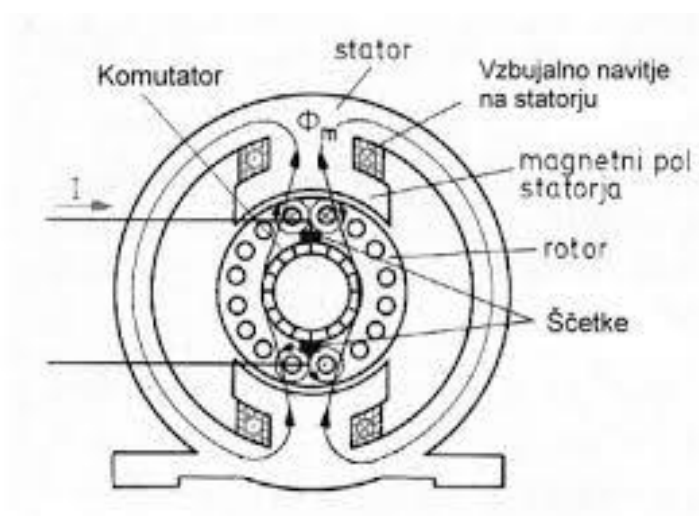
6.1 BREZKRTAČNI ELEKTRIČNI MOTOR

Elektro motor je stroj, ki pretvarja električno energijo v mehansko. Uporablja se za pogon različnih strojev in naprav. Njegovo gibanja povzročajo magnetna polja. [6]

6.1.1 Motorji na enosmerni tok (DC)

Priključeni so na enosmerno napetost. Ločimo motorje s in brez ščetk. Motorji s ščetkami so manj vzdržljivi, imajo krajšo življenjsko dobo, nižjo hitrost in slabši izkoristek. Glavni sestavni deli teh motorjev so:

- **Stator** je nepremični del motorja, kjer je bakreno navitje okoli njega.
- **Rotor** je vrteči se del, ki se vrti zaradi elektromagnetnega polja statorja.
- **Komutator** je sestavljen iz izoliranih bakrenih lamel, ki so nameščene na osi rotorja.
- **Ščetke** se dotikajo komutatorja in zato pretvarjajo električni tok.



Slika 13: Sestava motorja na enosmerni tok [7]

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

6.1.2 Motorji na izmenični tok (AC)

Priključeni so na izmenično napetost. Ti motorji so se pojavili po odkritju vrtilnega magnetnega polja in danes predstavljajo pomemben delež električnih motorjev. Sestavljata ga dva glavna sestavna dela: stator in rotor. Na stator je nameščeno večfazno navitje (največkrat trifazno). Magnetno polje ustvarja elektromagnetni navor, ki vrti rotor. Vrtilni hitrosti pogojuje električno omrežje, na katerega so priključeni. Delimo jih na:

- **Asinhroni motorji** -vrtilna hitrost je enaka vrtilno magnetnega polja.
- **Sinhroni motorji** - vrtilna hitrost rotorja je nekoliko počasnejša, kot vrtilno magnetno polje.
- **Univerzalni motorji** -glavna njihove značilnosti so visoka vrtilna hitrost (več kot 10000min^{-1}), majhne dimenzije in velika moč.



Slika 14: Motor na izmenični tok [8]

6.2 REGULATOR HITROSTI

Regulator hitrosti je elektronsko vezje, ki nadzira in uravnava vrtljaje elektromotorja. Omogoča nam dinamično zaviranje ter regeneracijo električne energije (z zaviranjem polnimo baterijo). Napetost iz baterije pripeljemo po električnem vodniku do kontrolerja, ki nato regulira napetost, ki jo posreduje motorju. To reguliramo s pomočjo električne vrtilno pomične ročke, podobne kot se uporabljajo za motorje. Regulator hitrosti nam omogoča tudi priklop električne zavore, sprednje in zadnje luči, tri stopnje hitrosti in omejitev hitrosti. Ohišje je narejeno iz aluminija in na zgornji ploski ima hladilna rebra, saj se pregreva zaradi velike tokovne obremenitve.

6.3 BMS (varnostni sistem baterije)

BMS je varnostni sistem za baterijo, v osnovi jo ščiti pred napolnjenostjo in pred preveliko izpraznjenostjo. Prav tako ščiti baterijski sklop pred prevelikim tokom praznjenja, vse s ciljem, da zaščiti baterijski sklop pred poškodbami in uničenjem.

Pomembna lastnost je tudi, da uravna posamezno napolnjenost baterijske celice pri polnjenju in uravnava enakomerno praznjenje baterijskih celic v sklopu.

Baterijski sklop brez BMS-ja pomeni veliko nevarnost in lahko povzroči požar ali celo eksplozijo. [9]

6.4 BATERIJA

Li-Ion baterija je vrsta polnilne baterije, pri kateri se ioni premikajo od negativne elektrode k pozitivni elektrodi med praznjenjem in obratno pri polnjenju. Polnilne litijeve baterije uporabljajo interkalirani litij v elektrodah, v nasprotju z ne polnilnimi litijevimi baterijami, ki uporabljajo kovinski litij. [10]

Li-ionske baterije so ene izmed najbolj priljubljenih polnilnih bateriji, saj so glede na njihovo velikost izjemno zmogljive in imajo relativno veliko polnilnih ciklov.

Za manjše napetosti in kapacitete baterij se baterije kupijo. Za večje pa je potrebno narediti baterijski sklop iz več manjših baterij, ponavadi iz 18560 baterijskih celic, z napetostjo 3.6 V. Za sestavo baterijskega sklopa moramo preučiti potrebno napetost in moč baterije, nato določimo število baterijskih celic ter izberemo primerno baterijsko celico. Sestava baterijskih sklopov je zahtevna, moramo biti zelo previdni, saj v primeru kratkega stika lahko pride do eksplozije.

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

7 IZBRANE KOMPONENTE

7.1 BMX KOLO

Za sprednji del tricikla smo izbrali staro BMX kolo, saj smo s tem skrajšali izdelovalni čas in investicijske stroške. Za naš tricikel smo potrebovali samo sprednje kolo, vilice, krmilo in glavno cev, ki poteka do gonilke. Ostale dele smo odrezali z kotnim brusilnikom. Na sprednje kolo bomo namestili zavorno čeljust, saj zaradi tako nizkega težišča in teže na zadnjem delu ni nevarnosti, da nas bi prevrglo čez prednje kolo.



Slika 15: BMX kolo (osebni vir)

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

7.2 ZADNJA KONSTRUKCIJA

Zadnji del smo se odločili narediti iz železne kvadratne cevi, saj je enostavna za obdelavo in ima veliko nosilnost. Za vodilno cev smo izbrali debelostensko železno cev **DC50x50x3**. Za stranska dela, kjer bomo pritrdili gred, smo izbrali debelostensko železno cev **DC30x30x3**. Najprej smo odrezali potrebno dolžino za glavno cev in jo zbrusili, da se prilega na gonilko od BMX kolesa. Nato smo odrezali še stranska dela, ki sta simetrična. Najprej smo zvarili stranska dela na glavno cev, nato pa še glavno cev na gonilko od BMX kolesa. Ker smo predvidevali, da bo prišlo do upogibne sile v točki zvara med sprednjim BMX delom in zadnjo konstrukcijo zaradi naše mase, smo dodali dodatno ojačitev. Ta je okrogla železna cev **OCC1x2.9** (Ø33,7 mm).



Slika 16: Zadnja konstrukcija pred varjenjem (osebni vir)

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

7.3 BREZKRTAČNI ELEKTRO MOTOR

Izbrali smo brezkrtačni elektro motor z močjo 3 kw in napetostjo 57.6 V. Ta motor je na enosmerni tok **DC**, saj je baterija na izmenični tok. Motor doseže do 4200 vrtljajev na minuto, tok pa je 45 A. Ker je brezkrtačni motor, nam omogoča daljšo življenjsko dobo ter lažje reguliranje hitrosti. Slabost teh motorjev je, da nimajo prenosa in posledično nimajo veliko navora, vendar to za nas ni problem, saj imamo verižni prenos in bomo s tem zmanjšali vrtljaje in s tem povečali navor.

Motor smo naročili preko spletne trgovine **Amazon**, saj je bila tam ponudba najbolj ugodna.



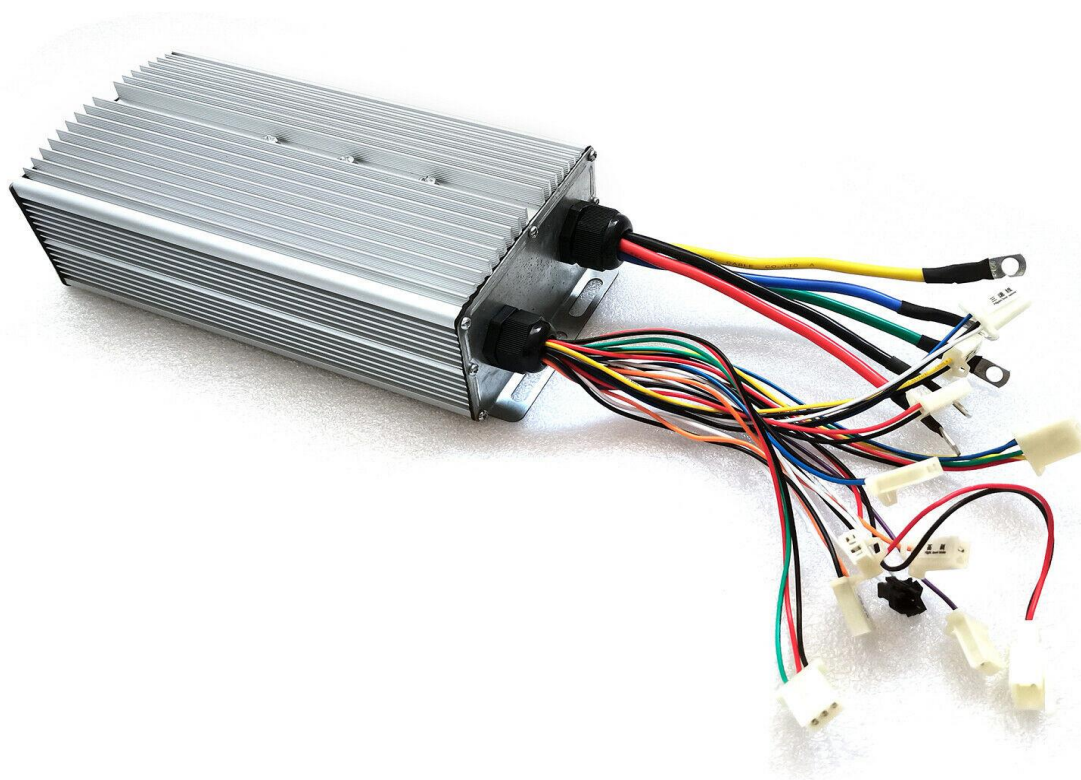
Slika 17: Brezkrtačni elektro motor (osebni vir)

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

7.4 REGULATOR HITROSTI

Regulator hitrosti smo kupili v kompletu z motorjem, saj smo tako bili prepričani, da bo deloval, saj mora biti vezje optimizirano za vsak motor posebej. Regulator hitrosti deluje v razponu napetosti od 51.2 V do 67.2 V, maksimalna tokovna obremenitev pa je 60A. Ta podatek je pomemben zaradi izdelave baterije, saj v primeru, da ta ne omogoča tako velikega toka, bi prihajalo do nenadnih izpadov v primeru polne obremenitve motorja. Omogoča tudi nastavitev treh različnih stopenj hitrosti, električno zaviranje z rekuperacijo energije in nastavitev minimalne napetosti baterije, saj je ni priporočljivo sprazniti do konca, ker ji zmanjšamo življenjsko dobo.



Slika 18: Regulator hitrosti (osebni vir)

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

7.5 BATERIJSKI SKLOP

Najprej smo pregledali trg baterijskih sklopov in cene. Ugotovili smo, da bi nas baterija z kapaciteto 40Ah stala med 1300 € in 2000 €, to je odvisno od znamke baterijske celice. Preučili smo ali je možno, da izdelamo sami sklop iz celic. Veliko informacij smo dobili na tujih forumih in si zadali cilj, da to naredimo sami. Ker potrebujemo napetost 57.6 V in ima ena celica 3.6 V, potrebujemo v seriji 16 celic. Nato smo se lotili iskanja baterijskih celic, našli smo primerno celico 18650 proizvajalca **LG** z kapaciteto 3500mAh in z maksimalnim izhodnim tokom 10A, kar zadostuje za naše potrebe. Odločili smo se za 12 celic v vrsti in tako dobimo kapaciteto 42Ah. Moč baterijskega sklopa je pri maksimalni napetosti (67.2 V) 2822Wh. Z tako močjo baterije bi teoretično zdržala skoraj 1h pri polni moči motorja. Kupili smo 192 baterijskih celic, vendar smo kupili rabljene, saj bi drugače cena ene znašala 6 €. Te baterije so bile obnovljene in posledično imajo malo manjšo kapaciteto in manj polnilnih ciklov, vendar za naš namen to ne bo vplivalo, saj ni namenjeno za vsakodnevno uporabo.



Slika 19: Končan baterijski sklop (osebni vir)

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

7.6 BMS (URAVNAVNI SISTEM POLNOSTI/PRAZNENJA BATERIJ)

Pregledali smo baterije na trgu, saj so narejene po standardu in zagotavljajo varnost. Ugotovili smo, da vsi sklopi baterij za zaščito uporabljajo **BMS**, to je sistem za upravljanje baterijskega sklopa. Varuje jo pred delovanjem izven varnega območja, spremlja stanje baterije in izračunava sekundarne podatke.

Baterija, ki ima vgrajen ta sistem, imenujemo pametna baterija. Ta mora biti polnjena s pametnim polnilnikom.

BMS spremlja stanje baterije: napetost, temperaturo, stanje napolnjenosti, pretok hladilne tekočine, vhodni in izhodni tok, ter temperaturo baterije – v primeru previsoke temperature BMS prekine tok in tako zaščiti baterijo.



© www.akumulator.si

Slika 20: BMS sistem [11]

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

7.7 ELEKTRIČNI VODNIKI IN KONEKTORJI

7.7.1 Preračun tokovne obremenitve motorja

$$P_{motorja} = 3000W$$

$$I = \frac{P}{V} = \frac{3000 W}{67.2 V} = 44,6 A$$

$$V_{max} = 67.2$$

Voltage:	67.2	Amperes:	45				
Phases:	Single-Phase	Insulation:	60°C				
Conductor:	Copper	Installation:	Open Air				
Voltage Drop:	1%	Distance:	0.5				
CalculateReset							
<table><tr><td>Wire Size</td><td>8 AWG</td></tr><tr><td>Voltage at Max Drop</td><td>66.528 V</td></tr></table>				Wire Size	8 AWG	Voltage at Max Drop	66.528 V
Wire Size	8 AWG						
Voltage at Max Drop	66.528 V						

Slika 21: Spletni izračun preseka vodnika [12]

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

7.7.2 Izbira vodnikov in konektorja

Za povezavo med baterijo in regulatorjem hitrosti smo uporabili mehko žilno bakreno žico premera **10mm²** (8 AWG), saj ta zadostuje za našo tokovno obremenitev (45 A). Ta žica lahko ima stalno obremenitev do 70 A, kar zadostuje za naš primer, saj je motor na polni obremenitvi tokovno obremenjen z 44,6 A. Izbrali smo vodnik, ki zadostuje našim potrebam s spodnjo mejo tokovne obremenitve. V primeru, da bi izbrali vodnik z manjšim presekom žice, bi lahko prišlo do pregrevanja vodnika oz. do stopitve zaščite vodnika in posledično do kratkega stika.

Zaradi lažjega izklopa povezave med regulatorjem in baterijo smo se odločili za konektorje, ki nam bodo omogočali lažje skleniti in razkleniti povezavo, saj je po uporabi priporočeno razkleniti povezavo zaradi stalne napetosti v regulatorju, kar posledično zmanjšuje življenjsko dobo baterije. Izbrali smo dvo polni konektor za dva vodnika (+ in -), ki bo zadostoval za našo tokovno obremenitev (45 A maksimalne obremenitve). Odločili smo se za konektor **XT 90**, saj ima maksimalno obremenitev 90 A. Optimalen vodnik zanj je 8 AWG, takšnega kot smo predvideli za povezavo.



Slika 22: Izbrani konektor XT 90 [13]

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

7.8 IZBIRA VERIŽNIKA

Ker smo za pogon izbrali verižni prenos, potrebujemo verižnik. Elektro motor ima 4200 min^{-1} , vendar nam takšno število vrtljajev ne bo ustrezalo, zato moramo vrtljaje zmanjšati, zato smo se odločili, da bo gnani verižnik imel večje število zob kot pa pogonski verižnik. S povečanjem gnanega se bo število vrtljajev zmanjšalo, navor pa se bo povečal.

Naš cilj je doseči hitrost vsaj 50 km/h, zato smo s teoretičnim preračunom ugotovili potrebno število zob gnanega zobnika.

7.8.1 Preračun gnanega verižnika

Osnovni podatki:

$$n_{\text{pogonskega}} = 4200 \text{ min}^{-1} = 70 \text{ s}^{-1} \quad o = 2 \times \pi \times r = 2 \times \pi \times 14 = 87.9 \text{ cm} = 0.88 \text{ m}$$

$$z_{\text{pogonski}} = 11 \text{ zob} \quad v = o \times n = 0.88 \times 70 = 61.6 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 221.76 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$r_{\text{kolesa}} = 14 \text{ cm} \quad i = \frac{v}{v_{\text{željena}}} = \frac{221.76}{50} = 4.4$$

$$v_{\text{željena}} = 50 \frac{\text{km}}{\text{h}} \quad i = \frac{z_2}{z_1} \rightarrow z_2 = i \times z_1 = 4.4 \times 11 = 48.4 \text{ zob}$$

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

Glede na sprednji že izbrani verižnik in vrtilno hitrost smo preračunali hitrost glede na polmer gume in to delili z željeno hitrostjo, kjer smo dobili prestavno razmerje. Iz njega smo lahko izračunali število zob gnanega verižnika, iz česar smo se odločili za verižnik z 48 zobmi.



Slika 23: Verižni prenos (osebni vir)

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

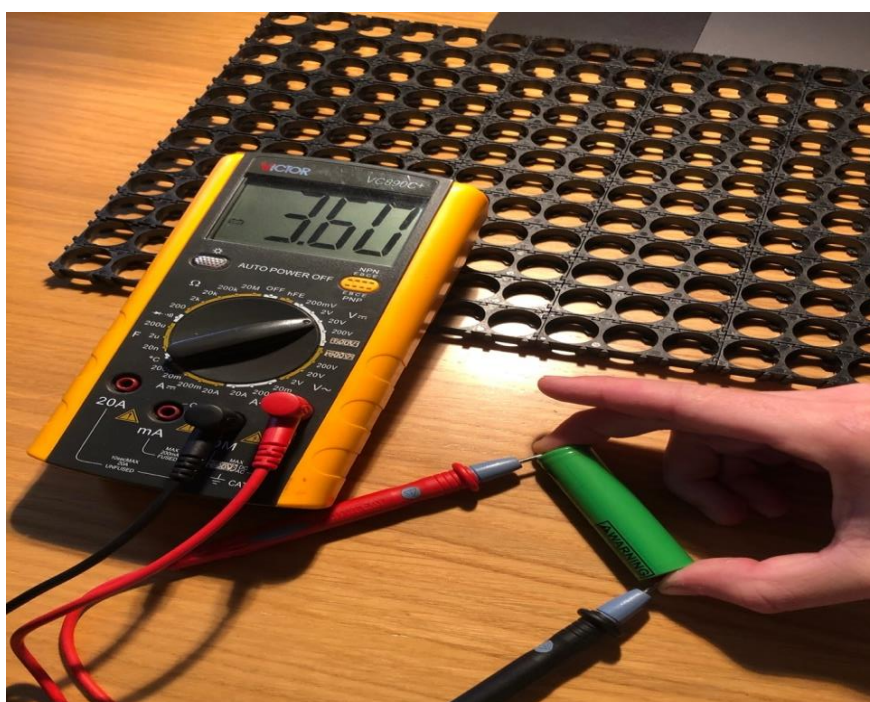
Raziskovalna naloga

8 SESTAVA KONČNEGA IZDELKA

Projekt se je začel s skicami, ki smo jih med seboj primerjali in izbrali najboljšo. Pri izbiri materiala smo se dogovorili, da bomo uporabili kvadratne jeklene cevi. Pri modeliranju smo pazili, da smo se izogibali zahtevnim oblikam in krivinam. To nam je omogočilo tudi to, da smo kvadratne cevi razrezali sami. Modeliranje je potekalo v programu Creo5, tako da vidimo njegovo obliko in delovanje, še preden se lotimo izdelave. To odpira nove možnosti pri izboljšavah in izobraževanju, hkrati pa nam pomaga pri kasnejši izdelavi. Vse to nas vodi h glavnemu cilju, kako izdelek narediti čim lažje, hitreje in ceneje.

8.1 POTEK SESTAVE BATERIJSKEGA SKLOPA

Najprej smo izmerili napetost vseh 192 baterijskih celic (3.6 V), saj morajo imeti vse isto napetost. V primeru, da je preveč odstopanja med baterijskimi celicami, lahko pride do napačnega delovanja oz. do porušitve celotnega sklopa.

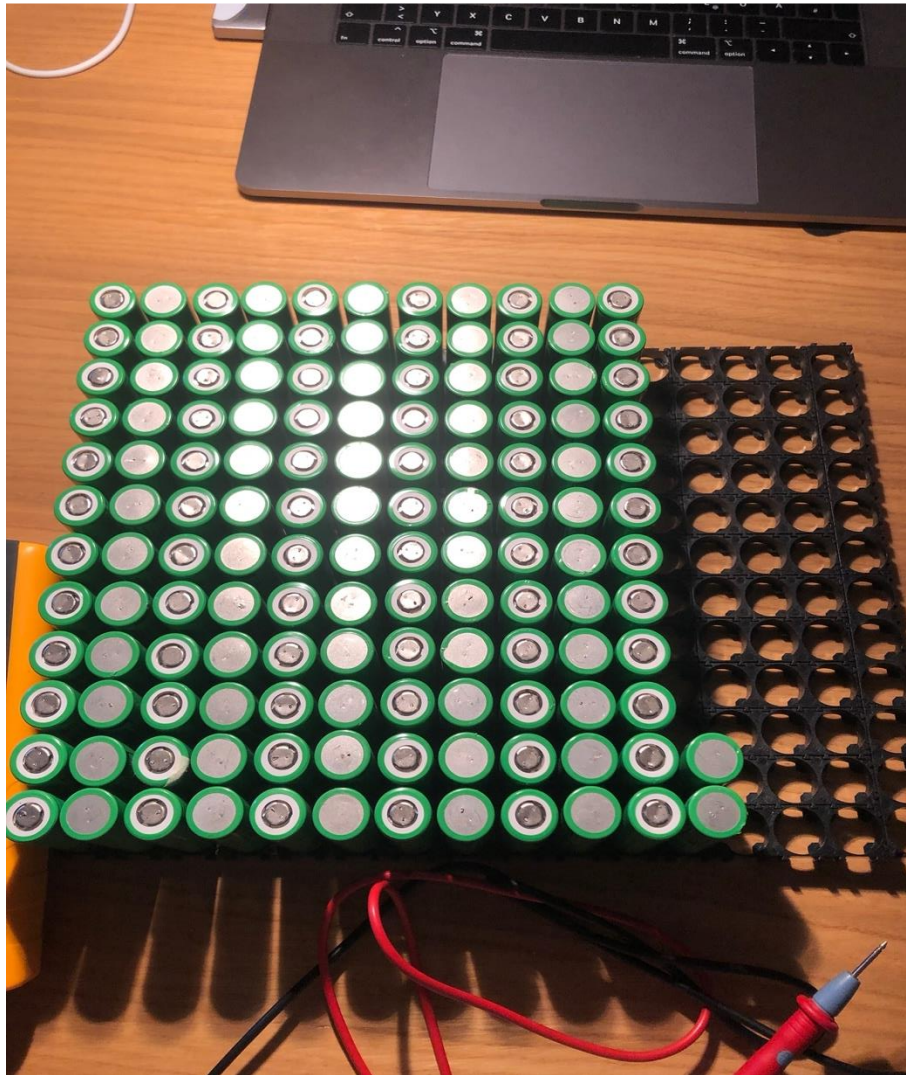


Slika 24: Preverjanje polnosti baterijskih celic (osebni vir)

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

Nato smo vse celice namestili v plastične distančnike. Prvo vrsto celic smo obrnili z + navzgor, v drugi vrsti pa z – navzgor, nato smo ta postopek ponovili do zadnje vrste, ki je z – obrnjena navzgor. Z temi distančniki naredimo obliko celotnega sklopa ter omogočimo boljše hlajenje, saj je med celicami zrak.



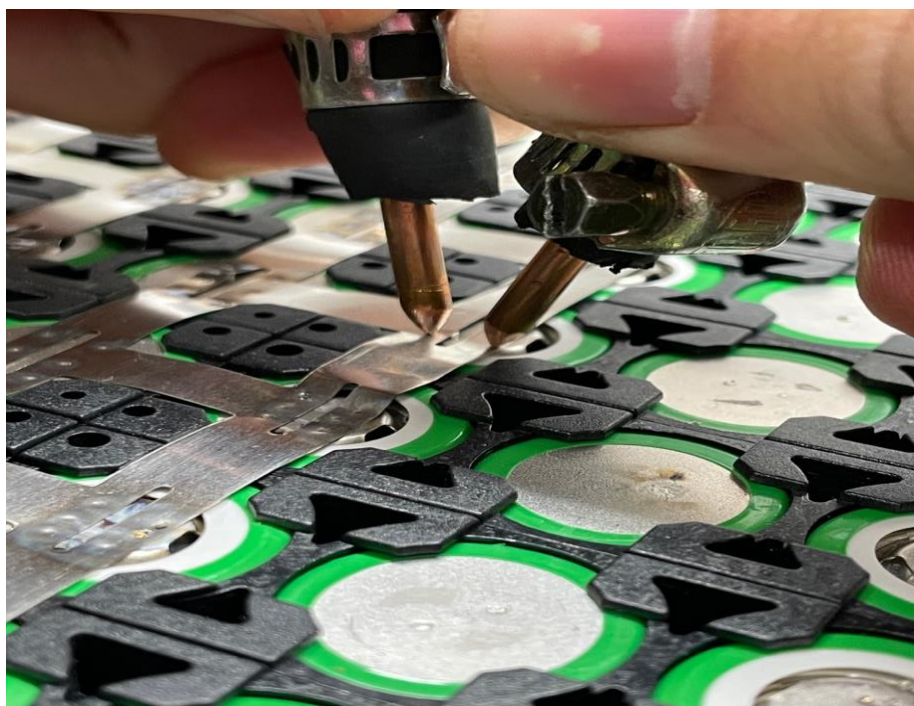
Slika 25: Namestitev baterijskih celic v distančnike (osebni vir)

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

Narezali smo **nikel** trak na potrebne dolžine za povezovanje celic. Na prvo vrsto smo namestili po celotni dolžini trak, v naslednjih vrstah pa smo namestili trak tudi tako, da se druga vrsta prečno poveže s tretjo vrsto. S tako povezavo pridobimo napetost, ki se vedno poveča za polno napetost baterijske celice (4.2 V). Na šestnajsti vrsti smo ponovno namestili trak tako kot v prvi, saj to predstavlja negativni pol našega baterijskega sklopa. Izbrali smo 100 % niklov trak debeline 0.2 mm, saj s tem preprečimo pregrevanje, ki posledično nastane zaradi visokega toka (45 A). Ta trak prenaša do 20 A, kar zadostuje za povezave med posameznimi celicami. Baterijski sklop ima pozitivni in negativni pol, na katerih sta nameščeni zbiralki. Zbiralki morata biti večjega preseka, kot povezave med posameznimi celicami, saj se tokovno obremenijo do 50 A. Po opravljenem izračunu smo se odločili za zbiralki v obliki žice preseka 6 mm^2 . Izbira ustreznega preseka je ključna za preprečitev poškodb in pregrevanja baterijskega sistema.

Nato smo točkovno privarili trak na baterijske celice. Uporabljali smo namenski stroj za točkovno varjenje domače izdelave. Ta stroj deluje na princip varilnega stroja, vendar ima časovni rele s katerimi nastavljamo čas tokovnega impulza. Najprej smo probali točkovno variti na stare baterije, da smo optimalno nastavili čas impulza ter moč. Izbrali smo 20 ms za en impulz. Na vsako celico smo naredili po šest točkovnih spojev.



Slika 26: Točkovno varjenje nikelj traka na baterijske celice (osebni vir)

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

Povezali smo **BMS** (Uravnavni sistem polnosti/praznosti baterijskih celic). Ta sistem smo povezali na vsak pozitivni pol baterijske celice v vsaki vrsti. Nato smo še minus od BMS sistema privarili na negativni pol celotnega baterijskega sklopa. Na plus BMS sistema smo namestili konektor **XT 90**.



Slika 27: Povezava BMS sistema z baterijskim sklopom (osebni vir)

Nato smo privarili še zbiralko na negativni pol baterijskega sklopa in celotni sklop povili z **kapton** polimidnim lepilnim trakom, ki je trajno odporen na temperature tudi do 260 °C. Nato smo baterijski sklop vstavili v temperaturno odporno skrčko, ki ščiti baterijski sklop pred poškodbami in vlago.



Slika 28: Končno sestavljen baterijski sklop (osebni vir)

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

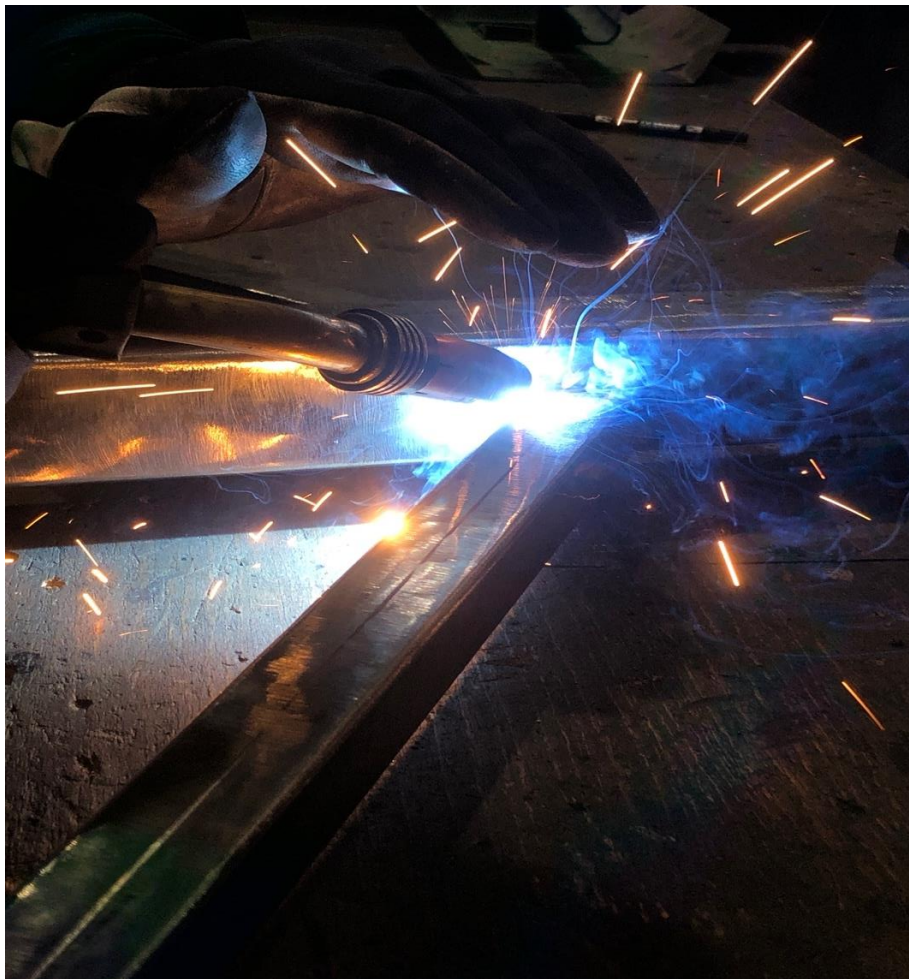
Raziskovalna naloga

8.2 RAZREZ PROFILOV

Razrez profilov je potekal v delavnici podjetja Scania, kjer smo jih z baterijskim brusilcem odrezali na pravilne dolžine in kote.

8.3 VARJENJE

Varili smo v delavnici podjetja Scania. Uporabili smo postopek mig/mag varjenja s strojem **VARSTROJ 251**. Pred varjenjem smo površino ustrezno pripravili za kvalitetnejše varjenje.



Slika 29: Varjenje konstrukcije (osebni vir)

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

8.4 VRTANJE

Postopek vrtanja smo opravili v domači delavnici. Najprej smo si označili mesta vrtanja in jih nato izdelali s točkalom. Nato je sledilo vrtanje z ročnim vrtalnim strojem. Ker gre za luknje večjih premerov, smo za kakovostnejše vrtanje najprej luknje zvrtili z vijačnim svedrom manjšega premera in nato z vijačnim svedrom večjega premera.

8.5 BARVANJE

Konstrukcijo smo prebarvali v komori v podjetju Scania, kjer smo jo najprej dobro očistili in pripravili na barvanje, in sicer najprej s temeljno barvo, ki služi za zaščito pred korozijo in oksidacijo jekla, nato pa z rdečo in črno, ki je bila po naših željah.



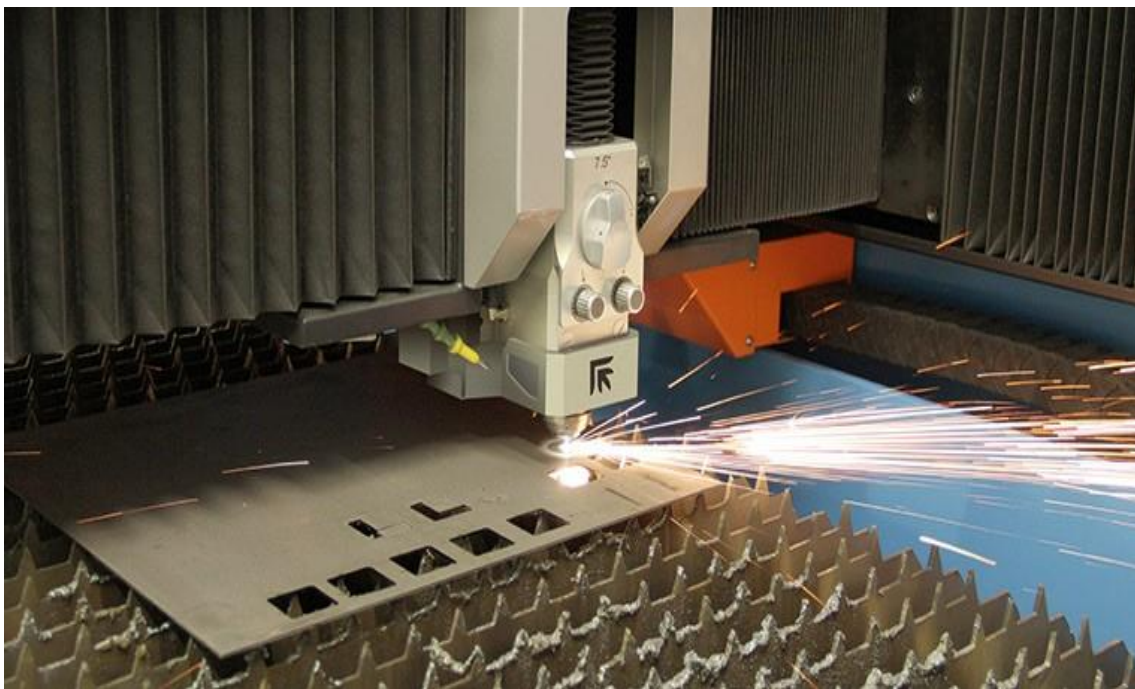
Slika 30: Nanos temeljne barve (osebni vir)

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

8.6 LASERSKI RAZREZ

Ker smo morali verižnike narediti posebej zaradi mer prirobnice, smo se odločili za sodobno rešitev, torej laserski razrez. Gre za sodobno metodo, ki omogoča razrez različnih materialov, v našem primeru inox pločevino debeline 5 mm. To je hitra, natančna, kakovostna in cenovno ugodna odločitev. Vse to smo opravili v dveh podjetjih in sicer, G-M&M proizvodnja d.o.o. ter ŠEŠKO d.o.o.



Slika 31: Laserski izrez [14]

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

8.7 SESTAVA

Sestavljali smo delno doma na dvorišču ter delno v delavnici podjetja Scania. Konstrukcijo smo postavili na stojala, da smo pridobili višino za lažje sestavljanje. Za vijačenje sklopov smo uporabili standardne vijake M6, M8 ter M10, navadne in vzmetne podložke ter samovarovalne matice. Izbrali smo verigo po standardu 428 s 120 členi, katero smo nato skrajšali.



Slika 32: Delno sestavljen tricikel (osebni vir)

TRICIKEK NA ELEKTRIČNI POGON
Raziskovalna naloga

9 CENOVNA IN ČASOVNA ANALIZA

KOMPONENTA	CENA (€)
Elektro motor	206.07
Bmx kolo	40
Ročka za gas	25
Baterija in dodatki	513.84
Bms	66.98
Ležaji	28.52
Polnilec	120
Gred z dodatki	246
Skrčka za baterijo	22.1
Aparat za varjenje	5
Sedež	15.85
Verižniki	29.82
Vijaki	8
Pvc cev	13.5
Veriga	13
SKUPAJ	1353.68

Tabela 2: Stroškovna analiza

POSTOPEK	ČAS (h)
Modeliranje	60
Izdelava	80
SKUPAJ	140

Tabela 3: Časovna analiza

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

10 REZULTATI RAZISKAVE

Pri izdelavi tricikla smo se najprej posvetili temu, da bo geometrija narejena tako, da je težišče večinoma na sprednji osi in mere dovolj velike za transport v osebnem avtomobilu. Na podlagi osnovnih skic smo se lotili modeliranja in izdelave delavniške dokumentacije, s pomočjo katere smo se lahko pričeli z izdelavo izdelka. Pri tem nam je pomagalo podjetje Scania, saj so posodili delavnico in vso potrebno orodje za izdelavo konstrukcije. Po končanem varjenju in barvanju konstrukcije, smo vse elemente privijačili. Gred smo pritrdili z ležajem z ohišjem UCPA 206. Na gred smo namestili platišči in zobnik, ki smo ju namestili na prirobnice, ki so nameščene na gred z moznikom. Nato smo namestili še verigo ter povezali baterijo z regulatorjem. S tem je bil projekt končan in lahko smo potrdili oz. ovrgli naše hipoteze.

Potrjene hipoteze:

- 1. hipoteza: Hitrost bo vsaj 50 km/h.
- 2. hipoteza: Nosilnost večja od 100kg.
- 3. hipoteza: Baterija bo zadoščala vsaj za 1 uro vožnje.
- 4. hipoteza: Brez emisij.

Ovržena hipoteza:

- 5. hipoteza: Cena izdelave ne bo presegala 1000 €

Na podlagi vožnje s triciklom smo potrdili prvo hipotezo, saj smo preko športne ure, ki ima GPS izmerili hitrost vožnje. Drugo hipotezo smo lahko potrdili, saj je tricikel zdržal tri odrasle osebe, ki so stale na njem. Tretjo hipotezo smo potrdili tako, da smo merili čas vožnje s triciklom pri srednji moči in baterija je zdržala 1,5 h. Ker je pogon izveden z elektro motorjem in je napajanje z baterijo, je tricikel brez emisij. Cena izdelave je bila višja kot smo pričakovali, saj smo želeli narediti kvalitetno in vzdržljivo prevozno sredstvo, zato smo peto hipotezo ovrgli.

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

11 ZAKLJUČEK

Pri pisanju naše raziskovalne naloge smo spoznali, da se drugi proizvajalci triciklov na elektro pogon izogibajo pogona na zadnjo os, saj je izdelava dražja in težja. Želeli smo narediti izboljšano verzijo tricikla, kot jih prodajajo na trgu in hkrati prilagodljivo za transport v osebnem avtomobilu. Na začetku smo imeli nekaj težav s postavitvijo baterije in ostalih komponent, ampak smo nato vse rešili z dodatnimi nosilci na sami konstrukciji. Pri modeliranju se nam je velikokrat kaj zalomilo, a smo na koncu našli rešitve. Kljub izrednim razmeram smo našli pot s timskim delom in opravili raziskovalno nalogo, kot smo si jo zadali.

Raziskovalna naloga

[1] OSNOVE TRICIKLOV (spletni vir). (citirano 25.1.2021). Dostopno na naslovu:

[2] TRICIHEL BREZ POGONA (spletni vir). (citirano 25.1.2021) Dostopno na naslovu:

https://www.autoblog.com/2014/01/03/local-motors-adult-drift-trike-big-wheel-video/?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLmNvbS91cmw_c2E9aSZ1cmw9aHR0cHMlM0ElMkYlMkZ3d3cuYXV0b2Jsb2cuY29tJTJGMjAxNCUyRjAxJTJGMjMlMkZsb2NhbC1tb3RvcnMtYWVR1bHQtdHJpZnQtdHJpa2UtYmnlLXdoZWVsLXZpZGVvJTJGJnBzaWc9QU92VmF3Mk1tTU56U3BHVGYc3dnLUJjM2lxWiZ1c3Q9MTYxNDAwNDU4MjkyMTAwMjZz3VyY2U9aW1hZ2VzJmNkPXMZSZ2ZWQ9MENBSVFqUnhxRndvVENLamFqZTZaLS00Q0ZRQUFBQUFkQUFBQUFCQUQ&guce_referrer_sig=AQAAAMFXa7Zu0e_8nn2l61pL7Rj_QGKcHHWDYV4i2o0tb7rk8qNqXW2tIg5b2zME_2uuoQkTpz_IT9vU3Zcon8lcDfqh3yDWNjwD7IcEveqf7-4yYUwbW3xNYGMH4LlBXoz5p-rorJ9sGaMMpz4ERAEc2r7SWLP3JXgbRwz82AzIx-wz

[3] TRICIHEL Z BENCINSKIM MOTORJEM (spletni vir). (citirano 25.1.2021) Dostopno na naslovu: <https://www.pinterest.com/pin/366269382189923316/>

[4] TRICIHEL NA ELEKTRO POGON (spletni vir).(citirano 25.1.2021) Dostopna na naslovu:
<http://www.colinfurze.com/electric-drift-trike.html>

[5] S. Pehan, *Osnove konstruiranja: univerzitetni učbenik-osnutek*. Fakulteta za strojništvo. Maribor: 2010.

[6] ELEKTROMOTOR (spletni vir). (citirano 3.2.2021) Dostopono na naslovu:

<https://sl.wikipedia.org/wiki/Elektromotor>

[7] SESTAVA MOTORJA NA ENOSMERNI TOK (spletni vir). (citirano 4.2.2021) Dostopno na naslovu: <http://www.diameter.si/sciquest/ch26.htm>

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

[8] MOTOR NA IZMENIČNI TOK (spletni vir). (citirano 4.2.2021) Dostopno na naslovu:

<http://si.hanzelmotor.org/asynchronous-motor/ms-aluminum-motor/lowest-price-aluminum-housing-asynchronous.html>

[9] BMS SISTEM (spletni vir). (citirano 10.2.2021) Dostopno na naslovu:

<https://www.akumulator.si/katalog/703/bms-za-li-ion-baterije>

[10] LI-ION BATERIJA (spletni vir). (citirano 12.2.2021) Dostopno na naslovu:

<https://ebatt.si/si/104-li-ion-celice-li-ion-li-mn-li-mno4>

[11] BMS (spletni vir). (citirano 15.2.2021) Dostopno na naslovu:

<https://www.akumulator.si/izdelek/A9%2004%2001/bms-24v-35a-za-li-ion-baterije-vodoodporen>

[12] SPLETNI IZRAČUN PRESEKA VODNIKA (spletni vir). (citirano 22.2.2021) Dostopno na naslovu: <http://wiresizecalculator.net>

[13] KONEKTOR XT 90 (spletni vir). (citirano 3.3.2021) Dostopno na naslovu:

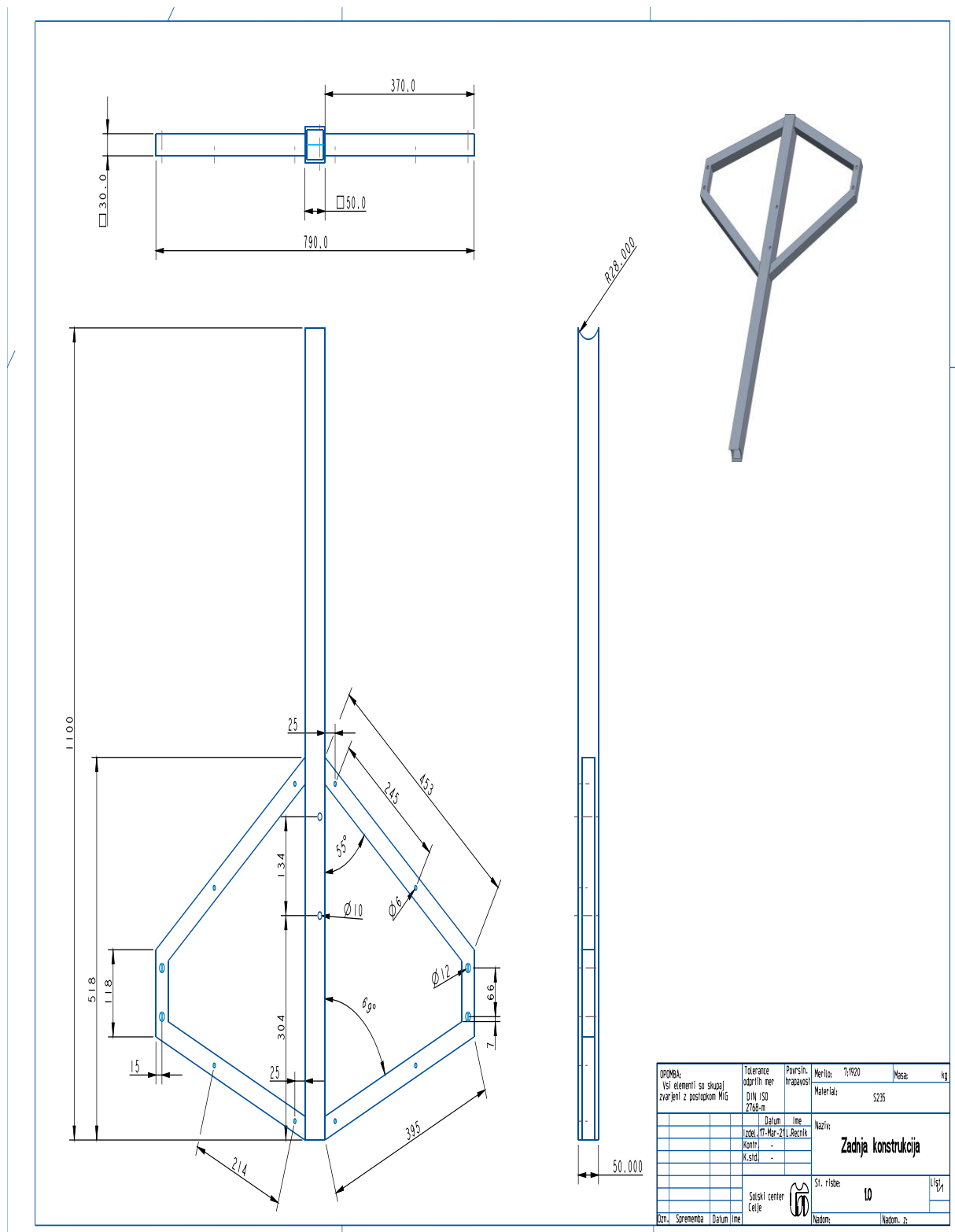
<https://www.aliexpress.com/item/32658707306.html>

[14] LASERSKI RAZREZ (spletni vir). (citirano 14.3.2021) Dostopno na naslovu:

<https://www.kovinc.si/storitve/laserski-razrez-plocevine>

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

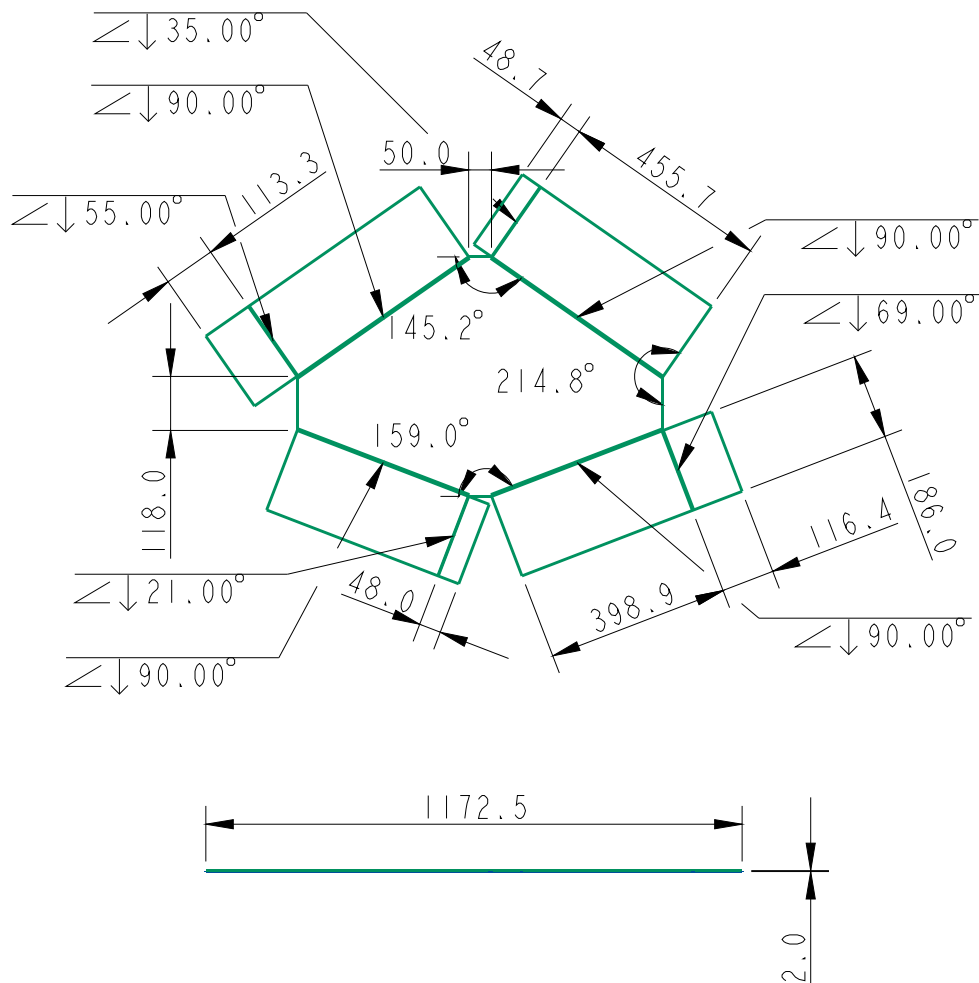
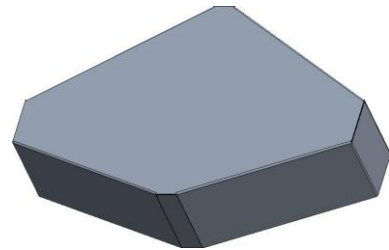
Raziskovalna naloga



Priloga 1: Delavniška risba zadnje konstrukcije

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

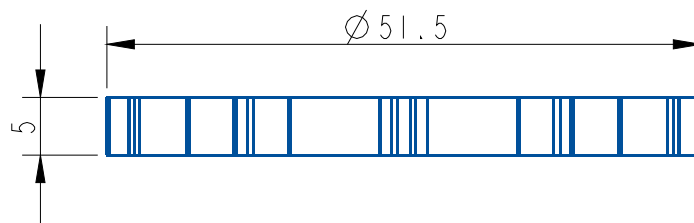
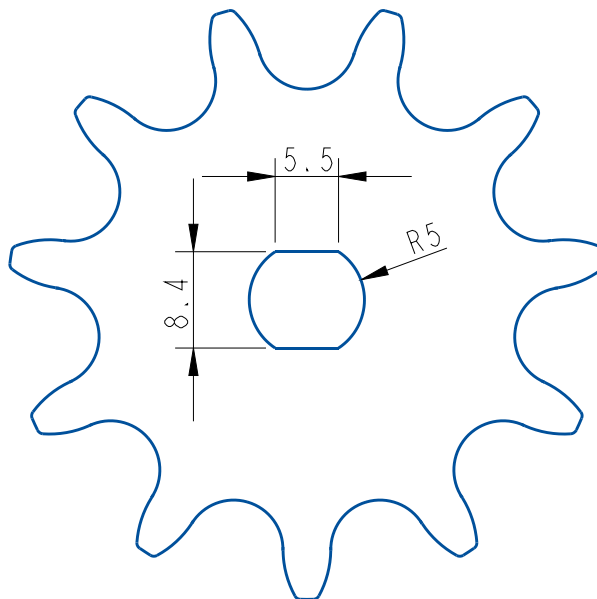
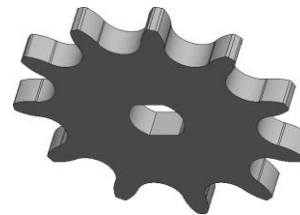


OPOMBA: Po končanem krivljenju potrebno zvariti stranice.				Tolerance odprtih mer DIN ISO 2768-m	Površin. hrapavost	Merilo: 1:320	Masa: kg
				Datum	Ime	Material:	
				Izdel. 26-Mar-21	S.Sket	Naziv:	
				Kontr. -		POKROV DELAVNISKA	
				K.std. -			
				Solski center Celje		St. risbe: 1.2	
						List 1/1	
Ozn.	Sprememba	Datum	Ime			Nadom. z:	

Priloga 2: Delavniška risba pokrova zadnjega dela

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

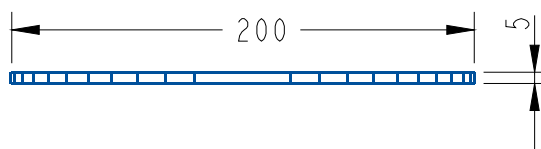
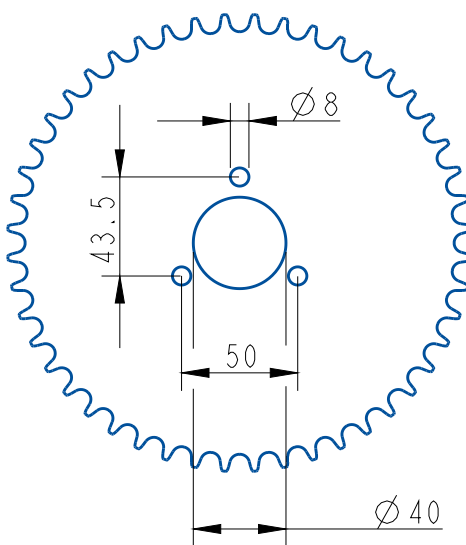
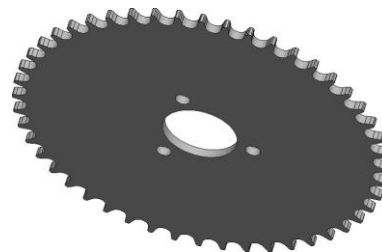


OPOMBA: Veriznik standarda 428				Tolerance odprtih mer DIN ISO 2768-m		Površin. hrapavost		Merilo: 1:1		Masa: 0.007 kg	
					Datum	Ime		Material: S235			
				Izdel.	28-Mar-21	L.Rechnik		Naziv: Pogonski veriznik			
				Kontr.	-	-					
				K.std.	-	-					
								St. risbe: 13			
				Solski center Celje				List 1/1			
Ozn.	Sprememba	Datum	Ime					Nadom:		Nadom. z:	

Priloga 3: Delavniška risba pogonskega verižnika

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

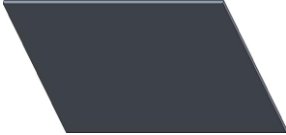


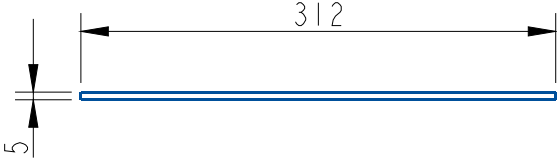
OPOMBA: Veriznik standarda 428				Tolerance odprtih mer DIN ISO 2768-m	Povrsin. hrapavost	Merilo: 1:3	Masa: kg
				Datum	Ime	Material: S235	
				Izdel. 17-Mar-21	L.Rechnik	Naziv: Gnani veriznik	
				Konfr. -			
				K.std. -			
				Solski center Celje		St. risbe: 14	List 1/1
Ozn.	Sprememba	Datum	Ime			Nadom. z:	

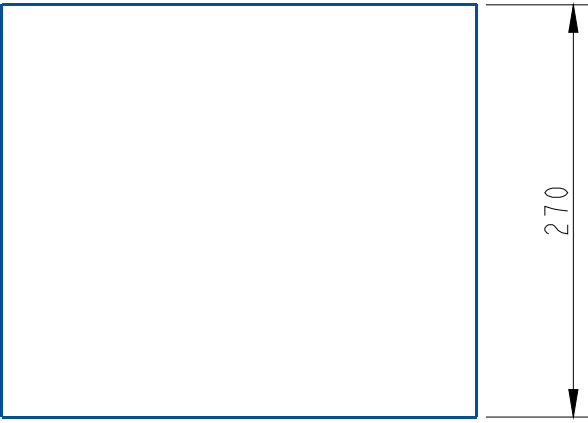
Priloga 4: Delavniška risba gnanega verižnika

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga





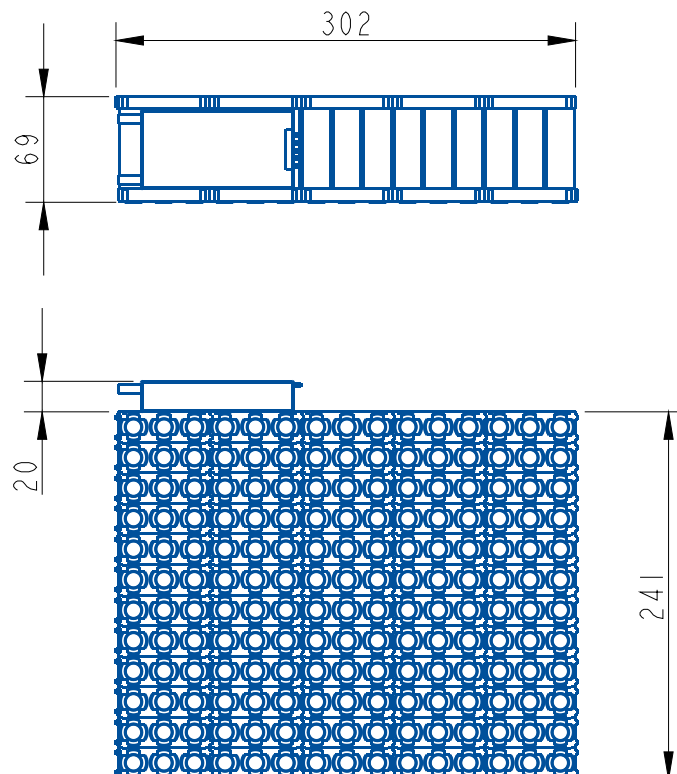
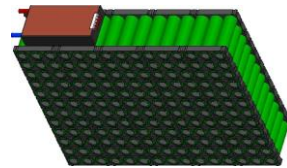


OPOMBA:				Tolerance odprtih mer		Površin. hrapavost		Merilo: 1:192		Masa: kg	
				DIN ISO 2768-m				Material: S235			
					Datum	Ime	Naziv: POKROV BATERIJE				
				Izdel.	28-Mar-21	L.Rečnik					
				Kontr.	-						
				K.stđ.	-						
				Solski center Celje				St. risbe: 15		List 2/2	
Ozn.	Sprememba	Datum	Ime					Nadom:		Nadom. z:	

Priloga 5: Delavniška risba pokrova baterije

TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

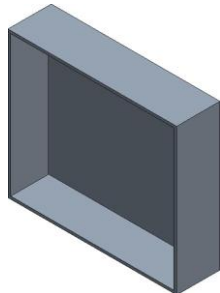


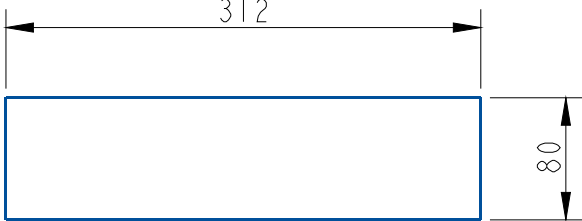
OPOMBA:				Tolerance odprtih mer DIN ISO 2768-m	Površin. hrapavost	Merilo:	Masa:	kg
				Datum	Ime	Material:		
				Izdel.	28-Mar-21	L.Rečnik	Naziv: BATERIJA	
				Kontr.	-			
				K.stđ.	-			
				Solski center Celje		St. risbe:		16
Ozn.	Sprememba	Datum	Ime			Nadom. z:		1/1
						Nadom. z:		

Priloga 6: Sestavna risba baterijskega sklopa

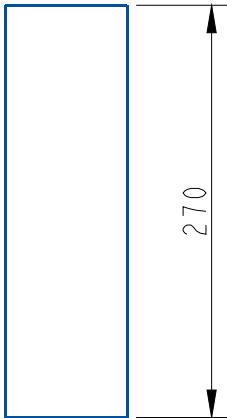
TRICIHEL NA ELEKTRIČNI POGON

Raziskovalna naloga

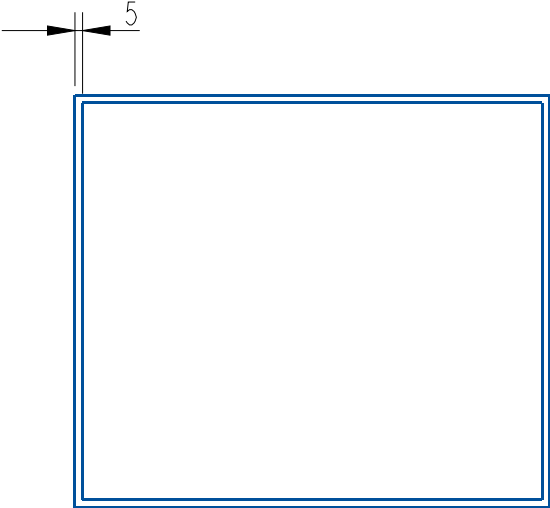




312
80



270

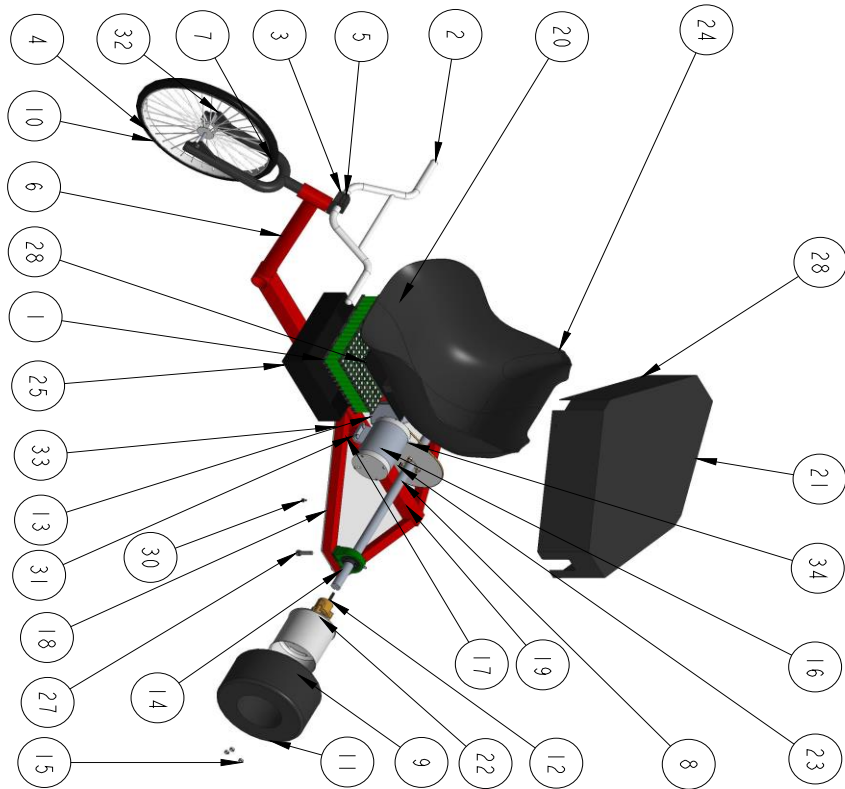


5

OPOMBA: Pokrov skatle je na drugem listu				Tolerance odprtih mer		Površin. hrapavost		Merilo:		Masa: kg		
				DIN ISO 2768-m						Material: S235		
					Datum	Ime		Naziv: SKATLA BATERIJE				
				Izdel.	28-Mar-21	L.Rečnik						
				Kontr.	-							
				K.std.	-							
						Solski center Celje				St. risbe: 15		List 1/2
Ozn.	Sprememba	Datum	Ime							Nadom. z:		

Priloga 7: Delavniška risba škatle za baterijo

Raziskovalna naloga

[illegible]

Priloga 8: Sestavna risba tricikla na elektro pogon