

ŠOLSKI CENTER VELENJE  
STROJNA ŠOLA  
Trg mladosti 3, 3320 Velenje

MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ ŠALEŠKE DOLINE

RAZISKOVLNA NALOGA

## **ZAKAJ PREDELAVA V ELEKTRO GOKART ?**

Tematski področje: ELEKTROTEHNIKA, ELEKTRONIKA IN ROBOTIKA

Avtorja:

Luka Hladin, 2. ASPT

Gregor Božič, 2. ASPT

Mentorji:

Boštjan Hribar, inž.

Marko Rutnik, inž.

Uroš Remenih

Velenje, 2014

Raziskovalna naloga je bila opravljena na Strojni šoli Velenje

Mentorji: Boštjan Hribar, inž., Marko Rutnik, inž., Uroš Remenih

Datum predstavitve: marec 2014

## **KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA**

ŠD ŠC Velenje, Strojna šola, 2013/2014

KG mladi vozniki / alkohol / upoštevanje predpisov

AV HLADIN, Luka / BOŽIČ, Gregor

SA HRIBAR, Boštjan / RUTNIK, Marko / REMENIH, Uroš

KZ 3320 Velenje

ZA ŠC Velenje, Strojna šola, Trg mladosti 3, Velenje

LI 2014

## **ZAKAJ PREDELAVA V ELEKTRO GOKART ?**

TD Raziskovalna naloga

OP VI, 46 str., 4 pregl., 16 graf., 11 slik, 1 pril., 11 vir.

IJ sl

JI sl/en

AI Med srednješolci je redko kdo, ki razmišlja o izdelavi električnega gokarta. Ker je poglavje še dokaj neraziskano in ne ponuja prav veliko informacij, sva se odločila za izdelavo te raziskovalne naloge, zakaj električni gokart. Pri tem sva ugotovila da je izdelava samega gokarta zelo dolgotrajen in drag proces. Pri tem sva hotela ugotoviti, ali je lahko električni gokart boljši od gokarta z motorjem na notranje izgorevanje. Odločila sva se za izdelavo gokarta na električni pogon. Sama raziskovalna naloga zahteva veliko znanja na področju elektrotehnike, avtoserviserstva, mehatronike, oblikovanja kovin in varjenja. Zaradi ugodnejših finančnih pogojev, sva se odločila za rabljen delujoč elektro motor, kontroler, ter vso napeljavo ki sodi v sam sklop. Vse od naštetega sva dobila pri podjetju Gorenje d.d., pri tem pa sva še od zaposlenih dobila veliko koristnih informacij, ki so nama bile v pomoč pri izdelavi raziskovalne naloge.

Ostalo opremo kot so sedež, kolesa, volan, sedež, zavore pa sva kupila od podjetja SSC. Postavila sva hipotezo, da je ceneje narediti izdelek, kot pa ga kupiti in da imajo že narejeni produkti več funkcij. Izdelke sva potem primerjala cenovno in funkcionalno.

## **MAIN INFORMATION**

ŠD ŠC Velenje, School of Mechanical Engineering, 2013/2014

KG young drivers/ alcohol/compliance of regulations

AV HLADIN, Luka / BOŽIČ, Gregor

SA HRIBAR, Boštjan / RUTNIK, Marko / REMENIH, Uroš

KZ 3320 Velenje

ZA ŠC Velenje, School of Mechanical Engineering, Trg mladosti 3, Velenje

LI 2014

## **WHY REWORK INTO ELECTRIC GO-KART?**

TD Research paper

OP VI, 46 pages, 4 charts, 16 graphs, 11 pictures, 1 attachments, 11 sources

IJ sl

JI sl/en

During high school hardly anyone thinks about making an electric go-kart. Since the field is still unexplored and does not offer much information, we decided to produce this research paper. In doing so, we found that the production of go-kart itself is a very time consuming and expensive process. So, we wanted to determine whether an electric go-kart can be better than an internal combustion engine. Therefore, we made a plan to produce an electrically powered go-kart. Our research paper has required a lot of knowledge in the field of electrical engineering, car servicing, mechatronics, metal shaping and welding. Due to favorable financial conditions, we decided to rework a used electric motor, controller and all the cables of the set. We got the parts at Gorenje, d.d. Besides, we also got a lot of useful information from the stuff there which has been of help in making the research paper.

Other equipment, such as the seats, wheels, steering wheel and brakes, was bought from SSC. Our hypothesis was that it would be cheaper to make the product than to buy it and that such products would have more features. Then we made a comparison of how affordable and functional the products are.

## **KAZALO**

KAZALO .....	5
--------------	---

KAZALO SLIK .....	6
<b>1. UVOD .....</b>	<b>7</b>
1.1 HIPOTEZE.....	8
<b>2. PREGLED STANJA TEHNIKE.....</b>	<b>8</b>
2.1 BENCINSKI MOTORJI .....	9
2.2 ELEKTROMOTORJI .....	11
2.2.1 ELEKTROMOTOR .....	11
2.2.2 MOTORJI NA ENOSMERNI TOK .....	11
2.2.3 MOTORJI NA IZMENIČNI TOK.....	12
2.3 KONTROLER (krmilna enota).....	13
2.3.1 OPIS KONTROLERJA.....	15
2.3.2 UPORABA KONTROLERJA .....	15
2.3.3 LASTNOSTIKONTROLERJA.....	15
2.4 ELEKTRIČNI VILIČAR .....	18
2.4.1 VILIČAR.....	18
2.4.2 VRSTE POGONOV .....	19
2.4.3 BATERIJE .....	21
<b>3. MATERIAL IN METODE ali METODOLOGIJA .....</b>	<b>22</b>
3.1 CILJI, METODE RAZISKOVANJA .....	24
3.1.1 STROJNI DEL .....	25
3.1.2 PREDELAVA OBSTOJEČE ŠASIJE .....	25
3.1.3 IZDELAVA KRMILNEGA MEHANIZMA .....	26
3.1.4 IZDELAVA PREMNIKOV IN NAMESTITEV ZADNJE POGONSKE GREDI.....	29
3.1.5 VGRADNJA ZAVOR.....	29
3.1.6 VGRADNJA MOTORJA IN POGONKEGA SKLOPA.....	30
3.1.7 NAMESTITEV SEDEŽA, VOLANA, PEDALK IN ZAŠČITNIH PLASTIK.....	31
3.1.8 NASTAVITVE.....	32
<b>4. REZULTATI IN RAZPRAVA.....</b>	<b>33</b>
<b>5. ZAKLJUČEK .....</b>	<b>35</b>
<b>6. POVZETEK .....</b>	<b>36</b>
<b>7. ZAHVALA .....</b>	<b>37</b>
<b>8. PRILOGA .....</b>	<b>38</b>
<b>9. VIRI IN LITERATURA .....</b>	<b>39</b>

## KAZALO SLIK

Slika 1: Električno vezje.....	16
Slika 2: Graf navora elektromotorja v primerjavi z bencinskim .....	177
Slika 3: Električno vozilo BMW 1 Cupe.....	177
Slika 4: Ročni električni viličar .....	178
Slika 5: Električni viličar .....	18
Slika 6: Vpetje volanskega droga .....	24
Slika 7: Razdalja med premnikoma.....	24
Slika 8: Izdelava šasije .....	266
Slika 9: Merjenje šasije .....	266
Slika 10: Volanski obroč .....	267
Slika 11: Izdelava krmilnega mehanizma.....	277
Slika 12: Del krmilnega mehanizma .....	288
Slika 13: Vgradnja zavor .....	300
Slika 14: Elektromotor .....	301
Slika 15: Namestitev elektromotorja .....	311
Slika 16: Sedež, volan .....	322
Slika 17: Slika končnega izdelka.....	328

## 1. UVOD

Namen raziskovalne naloge je bil, izdelava gokarta na električni pogon, pri katerem sva poleg znanja avtoserviserstva potrebovala tudi znanje elektro tehnike, varjenja in obdelovanja kovin. V raziskovalni nalogi bo opisan postopek izdelave okvirja gokarta, namestitev dirkalnega sedeža, zavor, koles, volanskega mehanizma ter volana. Opisana pa bo tudi namestitev elektromotorja, napajalnih baterij in kontrolerja PMC 1207A z vezavo. Za lažje branje pa smo raziskovalno nalogo razdelili na dva dela: mehanski in električni del.

## 1.1 HIPOTEZE

Izbrala sva si dve hipotezi, ki se navezujeta na izbran projekt:

- Električni gokart je možno, s splošnim znanjem na področju avtoservistva in elektrotehnike izdelati doma
- Najin gokart bo konkurenčen, drugim gokartom na pogon z motorjem na notranje izgorevanje

## 2. PREGLED STANJA TEHNIKE

- **Gokart**



Beseda gokart označuje odprt štirikolesnik dirkalnik za dirkanje v kartingu. Mali dirkalniki so namenjeni celotni populaciji, od mladih do starejših in za vse razrede. V grobem se razlikujejo se po moči motorja in vrste menjalnika. Vendar je kljub veliki izbiri motorjev malo takšnih gokartov, ki za pogon uporabljajo elektromotor. Gokart na električni pogoni, se uporabljajo predvsem v rent-a-gokart panogah v zaprtih prostorih.

Zmogljivost gokartov je zelo različna. Posebne izvedbe gokart dirkalnikov lahko dosežejo hitrost tudi do 260km/h in pospešujejo hitreje kot formula 1. Čeprav končna hitrost ni glavni adut gokartov, temveč **odlični mehanski oprijem** v ovinkih ter **preciznost upravljanja**.

- **Uporaba gokart dirkalnikov**

Gokart se uporablja za vožnjo po namenskih dirkališčih, ki so precej manjši ter bolj zaviti od pravih dirkališč. V Sloveniji poteka tudi državno prvenstvo v kartingu v različnih kategorijah. Največ veljave in tudi konkurence ima razrez 9, kjer dirkajo z 125kubičnimi gokarti z ročnim 6-stopenjskim sekvenčnim menjalnikom.

Zadnje čase je v Sloveniji zelo popularno dirkanje na zaprtih dirkališčih z najetimi gokarti. Ti gokarti so precej počasni in dobro zaščiteni proti udarcem. Niso primerni za pravo dirkanje temveč zabavi množicam.

## **2.1 BENCINSKI MOTORJI**

Gokart poganja večinoma dvotaktni 125 kubični zračno hlajeni bencinski motor. Proizvajalcev motorjev za gokart je več, v Sloveniji pa sta najbolj znana Rotax in Vortex. Moč motorjev se giblje nekje od 8 konjskih moči pri MiniROK (Vortex) do 36 konjev (SuperROK pri 16.000 vrtljajih). Seveda so na voljo tudi močnejši motorji, ki razvijejo tudi preko 100 konjev, vendar se ne uporabljajo na dirkah za svetovno ali državno prvenstvo. Poznamo tudi motorje COMER, HONDA, APRILLA, TM, PRD FIREBALL, KTM. V nekaterih športnih gokartih pa najdemo tudi štiritaktne motorje. Ti motorji so večinoma eno valjni in njihovo moč lahko najboljše izkoristimo v območju visokih vrtljajev.

Motorje ROTAX ki jih i vgrajujejo tudi v jadralna letala, zmaje, motorna kolesa, štirikolesnike, vodne skuterje . Motorje znamke ROTAX izdelujejo v avstrijskem podjetju BRP ki so eni izmed vodilnih proizvajalcev v svetu, ki se ukvarjajo z izdelavo in prodajo motornih vozil za rekreacijo, kot so vodni skuterji, štirikolesniki izvenkrmni motorji za plovila znamke Evinrude, Yohnson in še veliko drugih. V podjetju so zapisali da ti motorji, zagotavljajo optimalno moč, učinkovitost, zanesljivost in ponujajo neverjetno izkušnjo vožnje. Motorji ROTAX so v središču Powersports vozil , ki so jih razvili njihovi inženirji z kombinacijo znanja in dolgoletnih izkušen ter ponuja neomejeno veselje tistim, ki jih uporabljajo. Ko je BRP začel svojo dejavnost kart motorja leta 1980, družba prevladujejo na trgu zaradi svoje bogate izkušnje pri visoko zmogljivih 2-taktnih motorjev. Rotax motorji so osvojil največ naslovov Kart Racing - in še vedno vodijo seznamu splošnih naslovov prvaka. V letu 1997 je družba začela nov koncept motorja, ki temelji na obsežnih izkušnjah 2-taktni tehnologije za rekreacijo : motor Rotax 125 MAX s številnimi novimi funkcijami za karting v svetu. ROTAX motorji za karting se razlikujejo po moči in so narejeni tako za najmlajše kot tudi za profesionalne dirkače. Današnji motorji Rotax se vrtijo do 14.000 obratov na minuto, kar ni visoko število obratov. Starejši motorji so se vrtelo tudi do 20.000 obratov na minuto, kar pa je povzročilo zelo hitro obrabo bata in valja motorja. Prvi takšen motor je 125 MICRO MAX z močjo 6,8 KM in je zato kot nalašč za najmlajše, da pridobijo svoje prve izkušnje v kartingu za otroke starostne meje med 8-10 letom. Sledijo mu 125 MINI MAX za otroke starosti med 10-13 letom. 125 JUNGER MAX kateri je primeren za prvo mednarodno dirkaško izkušnjo in je kot nalašč za najstnike med 13-16 letom starosti. Sledita še najmočnejša motorja 125 MAX in 125 MAX DD2, ki sta primerna predvsem za izkušene kart voznike. Pri HONDI pa ponujajo motorja za najmlajše je to GX H50 kid kart motor in še HONDA CR-125 stock moto. Cene novih motorjev se gibljejo od 1800 do 4000 dolarjev, odvisno od izvedbe in moči. Življenjska doba karting motorjev je precej kratka, saj jih je potrebno vsako sezono servisirati in zamenjati bat. Nekateri motorji pod polno obremenitvijo zdržijo le 5 ur, kar pa ne pomeni da so potem zanič ampak zgubljajo moč. Izguba moči pa je posledica obrabe bata, ki ga je po potrebno po določenem številu kilometrov zamenjati. V povprečju motorji zdržijo do 25 delovnih ur ,kar je ena sezona, odvisno od števila dirk ki jih dirkač opravi.

## 2.2 ELEKTROMOTORJI

### 2.2.1 ELEKTROMOTOR

Elektromotor je stroj, ki z električno energijo proizvaja mehansko. Uporablja se za pogon različnih strojev, vlakov, tramvaje in naprav. Njegovo gibanje povzročajo magnetna polja (razen pri elektrostatičnih motorjih).

Faraday je leta 1821 pokazal načelo pretvorbe električne energije v mehansko s pomočjo elektromagnetnih polj.

Elektromotorji se v grobem delijo na:

- motorje na enosmerni tok (DC)
- motorje na izmenični tok (AC)

### 2.2.2 MOTORJI NA ENOSMERNI TOK

Motorji na enosmerni tok so namenjeni priključitvi na vir enosmerne napetosti. Ta vrsta motorjev se je pojavila že v 19. stoletju in se pojavlja še danes.

Glavni sestavni deli takih motorjev so:

- STATOR (nepomični del motorja)
- ROTOR (vrteči se del)
- KOMUTATOR, ki je del rotorja in predstavlja mehanski usmernik.

ŠČETKE oz. krtačke, ki se dotikajo komutatorja in služijo prevajanju toka

Enosmerni motorji s komutatorjem so bili do pojava motorjev na izmenični tok edina vrsta elektromotorjev. Ravno tako so se dolgo časa uporabljali za realizacijo reguliranih električnih pogonov, saj je možno vrtilni moment in vrtilno hitrost enostavno spreminjati s spreminjanjem rotorskega in statorskega toka. Problem takih motorjev sta kompliciranost

izvedbe in občutljivost zaradi komutatorja in ščetk. Zaradi iskrenja, ki izvira iz ščetk in komutatorja, taki motorji niso najbolj primerni za okolja z eksplozivno atmosfero.

Obstajajo tudi brezkrtačni (brushless) motorji, kjer ni komutatorja in z njim povezanih težav. Zasnova takega motorja je praktično enaka kot pri sinhronskih motorjih na izmenični tok. Stator ima več faz (vsaj 3), rotor pa je izdelan iz trajnega magneta. Za komutacijo tu namesto komutatorja skrbi elektronika, ki s pomočjo informacije o položaju rotorja, dobljene iz ene ali več Hallovih sond preklaplja napajanje statorskih faz tako, da nastane vrtilno magnetno polje. Taki motorji so robustni in se precej uporabljajo za motorje zelo majhnih moči (npr. za pogon majhnih ventilatorjev v osebnih računalnikih).

### 2.2.3 MOTORJI NA IZMENIČNI TOK

Motorji na izmenični tok so namenjeni priključitvi na vir izmenične napetosti. Ti motorji so se pojavili po odkritju vrtilnega magnetnega polja (Nikola Tesla, 1882) in danes predstavljajo pomemben delež električnih motorjev.

Motorji na izmenični tok imajo dva glavna sestavna dela: stator in rotor. Na stator je nameščeno večfazno (navadno trifazno) navitje. Zaradi krajevnega premika faznih navitij in faznega premika faznih napetosti nastane vrtilno magnetno polje, katerega amplituda je konstantna. Slednji ustvarja elektromagnetni navor, ki vrti rotor. Vrtilno hitrost teh motorjev pogojuje električno omrežje, na katerega so priključeni.

Motorji na izmenični tok se delijo glede na vrtilno hitrost rotorja:

- **Sinhronski motorji** - rotor se vrti z enako vrtilno hitrostjo, kot vrtilno magnetno polje. Rotor je zasnovan kot večpolni elektromagnet, napajan z enosmernim tokom ali pa trajni magnet (za manjše motorje).

Sinhronski motorji imajo zaradi svojih lastnosti od obremenitve praktično neodvisno vrtilno hitrost (trda karakteristika) in se uporabljajo za aplikacije, kjer je zahtevana konstantna hitrost vrtenja (npr. navijalni stroji, močno obremenjeni pogoni, časovni mehanizmi, itd). Tak motor sam ne more steči, zato je za zagon potreben zunanji pogon, ki ga pred vključitvijo na električno omrežje zavrti do sinhronske hitrosti, ki jo narekuje omrežje. Če je tak motor mehansko preobremenjen, pade iz sinhronizma in se ustavi. Preobremenjenost takih motorjev

jedo 2-kratne nazivne obremenitve (kratkotrajno).

Na enak način kot sinhronski motorji so zasnovani tudi sinhronski generatorji, ki so danes najpogostejša oblika generatorjev v (predvsem večjih) elektrarnah.

- **Asinhronski motorji** - rotor se vrti nekoliko počasneje kot vrtilno magnetno polje. Rotor je lahko izveden s trifaznim navitjem in drsnimi obroči, kar omogoča tudi težje zagone z uporabo dodatnih uporov v rotorskem tokokrogu, ki se tekom zagona zmanjšujejo (ročno ali avtomatsko z vrtilno hitrostjo). Lahko pa je rotor izdelan v obliki kratkostične kletke, ki jo sestavlja večje število medsebojno povezanih palic iz bakra ali aluminija. Slednja izvedba rotorja je preprostejša in bolj robustna, zato se najpogosteje uporablja.

Asinhronski motorji so danes uporabljeni za večino električnih pogonov. Pri njih vrtilna hitrost rotorja pada z obremenitvijo (mehka karakteristika). Razlika med vrtilno hitrostjo rotorja in vrtilno hitrostjo magnetnega polja se imenuje slip in se po navadi izraža v procentih. Vrednost slipa pri motorskem načinu obratovanja je med 0 (razbremenjen motor) in 1 (zavrt rotor), pri nazivni obremenitvi pa znese nekaj odstotkov. Ti motorji so zmožni kratkotrajno prenesti velike preobremenitve (cca. 3-krat večje od nazivne mehanske obremenitve, posebne izvedbe tudi nekoliko več).

- **Univerzalni motorji** so po zasnovi enaki kot enosmerni motorji. Značilnost teh motorjev je visoka vrtilna hitrost (nekaj tisoč ali celo nekaj 10000 vrtljajev v minuti), ki ni pogojena s frekvenco omrežne napetosti. Ravno zato ti motorji pri majhnih dimenzijah in masi lahko dosežejo veliko moč in se precej uporabljajo za pogon manjših strojev (kotne brusilke, vrtni stroji, sesalniki za prah,...).

## 2.3 KONTROLER (krmilna enota)

Vsak elektromotor za svoje nadzirano delovanje potrebuje ustrezen krmilnik s pomočjo katerega lahko krmilimo delovanje. Tudi motor z notranjim izgorevanjem, katerega najdemo

pri večini današnjih vozil, za delovanje potrebuje krmilnik. Krmilnik s pomočjo različnih zaznaval, ki so nameščena na posameznih delih motorja nadzira delovanje. To krmiljenje se izvršuje neprestano, dokler motor deluje. Zaradi povečanja števila vgrajenih delov in naprav v vozilih, se je povečalo tudi število kontrolerjev, kateri skrbijo za upravljanje posameznih komponent. S tem, pa so se razvili tudi mikrokontroleri za krmiljenje. Mikrokrmilnik ali mikrokontroler je integrirano vezje, čip, ki vsebuje skoraj vse sestavine mikroračunalnika (procesor, notranji pomnilnik, vmesnike ...). Da bi bil mikrokrmilnik popoln mikroračunalnik, mu manjkajo le vhodno-izhodne enote (tipke, senzorji, elektromotorji, žarnice...), ki niso primerne za vgradnjo v čip. Mikrokrmilnike srečamo v večini modernih elektronskih naprav. Na primer v mobilnem telefonu, televiziji, DVD-predvajalniku, mikrovalovni pečici

- **Kaj je kontroler?**

Kontroler je eden izmed sestavnih delov vsake električne naprave.

S pomočjo kontrolerja upravljamo in nadziramo delovanje elektromotorja in vseh sklopov, ki spadajo zraven. Kontroler pri svojem delovanju izvršuje več funkcij:

- nadzira hitrosti vrtenja motorja, s pomočjo motorčka za položaj pedala za plin,
- nadzira vrtenje v levo, v desno ali mirovanje motorja,
- omogoča spreminjanje hitrosti gokarta, glede na voznikovo željo
- nadzira napolnjenost baterij in porabo

Na kontroler je s štirimi kabli povezan elektromotor. Z kontrolerja pa preko konektorja povezujemo posamične elemente, katere nadzira kontroler. Za vezavo elektromotorja z kontrolerjem potrebujemo načrt in shemo. Vezava kontrolerja z elektromotorjem zahteva veliko znanja in izkušen. Pri vezavi je zelo pomembno da je ta pravilna, kajti le tako lahko pričakujemo pravilno delovanje motorja.

Če kontroler pravilno deluje opozorilna lučka rdeče barve neprestano gori in opozarja voznika da je vozilo v pripravljenosti. Ob izklopu stikala ali zasuku ključa, pa se lučka ugasne in s tem se tudi prekine napajanje elektromotorja in kontrolerja. Ob primeru okvare pa kontroler s pomočjo utripajoče rdeče opozorilne lučke opozarja na napako. Namestitev kontrolerja v vozilo je zelo pomembna in jo velja upoštevati:

- Kontroler mora biti nameščen na primernem mestu,
- Zaščiten mora biti pred udarci, ohišje mora biti odporno pred vdorom vlage, vode in temu primerno zatesnjeno,
- Kontroler naj bo nameščen tako, da lahko vidimo opozorilno lučko ki nam sporoča signale o delovanju
- Kabli, ki povezujejo elektromotor z kontrolerje, morajo na spojih biti obdani z izolatorjem, kateri preprečuje, da bi prišlo do kratkega stika med kontakti kontrolerja.

Nekaj podatkov o krmilniku tipske oznake 1207A, kateri je nameščen tudi v našem gokartu.

### 2.3.1 OPIS KONTROLERJA

Curtis PMC 1207A serija krmilnikov vrtljajev motorja funkcijo mikroprocesorska logika oddelek v kombinaciji z dokazano MOSFET napajalni del. Kontrolorji 1207A serije so učinkoviti, stroškovno ugodni in enostaven za namestitev.

### 2.3.2 UPORABA KONTROLERJA

Kontrolorji so Curtis PMC 1207A so idealni za mala električna vozil, kot walkie vilice / premeščanje palet, mini kadrovske prevozniki, za pometanje in druge majhne serije ali sestavljene motorne aplikacije.

### 2.3.3 LASTNOSTI KONTROLERJA

Kompaktna velikost.

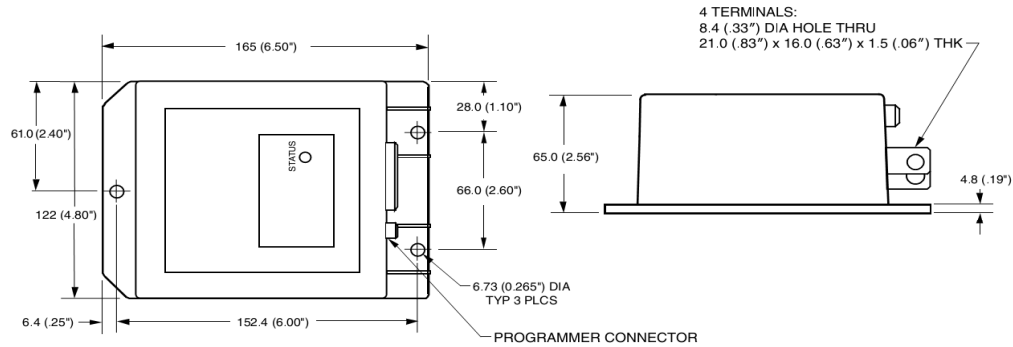
- Napredno visokofrekvenčni močnostni uporabo po meri moči MOSFETs zagotavlja visoko učinkovitost, tiho delovanje in zmanjša motorične in baterijske izgube.
- Motorni povezave, ki jih trdnih bakra avtobuse z polarizirana Molex konektor za kontrolne signale.

**Načrt vezave elektromotorja na kontroler PMC 1207A**

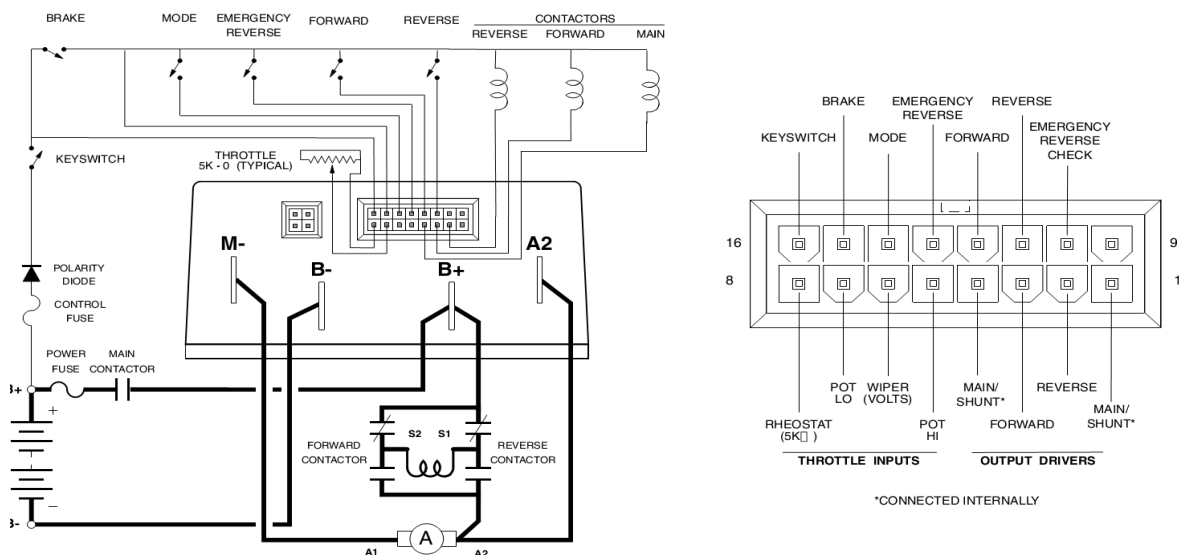
### MODEL CHART

Curtis PMC Models	Voltage (Volts)	1 Minute Rating (Amps)	5 Minute Rating (Amps)	1 Hour Rating (Amps)	Typ. Voltage Drop @ 100A (Volts)	Undervoltage Cutback (Volts)	Ambient Temp. Range (C°)
1207A-41XX	24	250	150	100	0.35	16	-25 to 50
1207A-51XX	24	300	170	110	0.30	16	-25 to 50

### DIMENSIONS mm



### TYPICAL WIRING



**WARRANTY** Two year limited warranty from time of delivery.



is a trademark of Curtis Instruments, Inc.

Specifications subject to change without notice

©2008 Curtis Instruments, Inc.

50018 REV D 10/08

Slika 1: Vezalna shema kontrolerja 1207A

Krivulja navora elektromotorja v primerjavi z bencinskim motorjem.





Slika 2 : Graf navora elektromotorja v primerjavi z bencinskim



Slika 3 : Električno vozilo BMW 1 Coupe

## 2.4 ELEKTRIČNI VILIČAR

Električni viličarji so namenjeni predvsem delu v zaprtih prostorih, v velikih hala, trgovskih centrih in pri svojem delovanju ne onesnažujejo ozračja z izpušnimi plini.

### 2.4.1 VILIČAR

Viličar je transportni stroj, ki se uporablja za razkladanje, nakladanje in prevoz tovora do svoje predpisane nazivne vrednosti. Viličarji so najbolj izkoriščeni takrat, ko dvigajo bremena in jih prevažajo na čim krajši razdalji. Tak način dela viličarja zahteva pogosta pospeševanja in zaviranja vozila, kakor tudi stalno spreminjanje smeri vožnje.

Za opravilo takšnega delovnega postopka mora voznik viličarja z motornim pogonom stalno pritiskati in sproščati sklopko, zavirati in pospeševati, oziroma kontrolirati upravljanje plina. Zato so strokovnjaki na področju logistike in strojništva za razbremenitev vozila in voznika viličarja razvili druge vrste pogonov. To so hidrodinamični ali hidrostatični pogoni

Lažji, manjši viličarji so opremljeni z mehničnim upravljanjem koles, težji pa imajo servo volan, vendar danes pri serijskih proizvodnjah ni več mehanskega upravljanja koles



Slika 4: Ročni električni viličar



Slika 5: Električni viličar

## 2.4.2 VRSTE POGONOV

Glede na vrsto pogona ločimo viličarje na električni pogon, na akumulatorski pogon, viličarje z motorji z notranjim izgorevanjem ter avtomatične viličarje, tako imenovane robote.

- **Viličarji na električni pogon**

Pri tem tipu viličarja govorimo o električnem toku z napetostjo med 230 V in 400 V, ki ga viličar dobiva preko električnega kabla. Pogon takšnega viličarja je sila enostaven. Elektromotor poganja hidravlični agregat, ki pošilja hidravlično olje pod pritiskom v dvižni cilindar. Pomanjkljivost, oziroma slaba lastnost takih viličarjev je napajalni kabel. Ker je napajanje prek kabla, ima omejen radij dela.

- **Viličarji na akumulatorski pogon**

Viličarji na akumulatorski pogon je elektromotor, ki dobiva električni tok iz akumulatorja. Ta način pogona je med najbolj razširjenimi, ker ima vrsto dobrih strani:

- ni izpušnih plinov, zato taki viličarji lahko obratujejo v zaprtih prostorih,
- ne povzroča hrupa,
- obratovanje je čisto, kar je pomembno zlasti v prehrambni industriji,
- pogosto so to manjši viličarji in so zato bolj prikladni za dela v proizvodnji in pa manjših skladiščih,
- obratovanje teh viličarjev naj bi bilo cenejše.

Seveda so pa tudi slabe lastnosti teh viličarjev:

- niso primerni za vožnjo po slabih transportnih poteh in večjih strminah,
- ne morejo obratovati kombinirano zaradi akumulatorjev, ki so sposobni dati električno napetost 5 - 8 efektivnih ur,
- pri samem polnjenju potrebujemo usmernik,
- pri polnjenju akumulatorjev se sprošča plin vodik, ki je zelo vnetljiv, zato polnjenja akumulatorja ne moremo opravljati v prostorih, kjer se odvijajo tehnološki procesi, ampak na posebno določenih mestih, kjer je dovolj dotoka svežega zraka, oziroma v zračnih prostorih.

- **Viličarji z motorji z notranjim izgorevanjem**

Med pogonskimi motorji najdemo predvsem bencinske motorje, kljub temu pa se večina proizvajalcev viličarjev danes nagiba predvsem k dizelskim motorjem. Bencinski motorji se za viličarje malo uporabljajo, ker imajo več slabih lastnosti.

- **Viličarji na plinski pogon**

Pri viličarjih na plinski pogon gre pogosto za kombinirani pogon bencina in plina. Viličar lahko obratuje z bencinom kot pogonskim sredstvom ali pa s plinom, kar nam omogoča posebna izvedba elektronskega uplinjača.

Prednosti viličarja na plinski pogon so mnogo čistejši izpušni plini, tako da lahko z njim obratujemo tudi v zaprtih prostorih. Pri teh viličarjih pa moramo biti kljub temu pozorni na nekatere težave, ki izvirajo iz plinskega sistema:

Propan in butan sta v mešanici z zrakom zelo eksplozivna. Zato ta dva plina nikjer in nikoli ne smeta uhajati nekontrolirano v ozračje. Plina se morata pretakati iz plinske jeklenke do motorja le po cevnem sistemu, ki je za plin popolnoma nepropusten. Zaradi varnosti je nujno potrebno občasno kontrolirati cevne napeljave in to z uporabo milnice in čopiča. Nikdar s prižgano vžigalico ali uplinjačem!

- **Ročni akumulatorski viličar**

Ročni akumulatorski viličar je viličar, ki ima lastni pogon za vožnjo in dvig, voznik pa hodi pred njim. Pogon je večinoma akumulatorski. Upravljalne gumbe ima voznik na kontrolni ročici, ki mora biti iz varnostnih razlogov izdelana tako, da se postavi v vertikalni oziroma horizontalni položaj, če jo voznik izpusti iz rok. V teh položajih so prekinjene vse komande. Na ta način se izključi možnost, da bi prišlo do nezgode. Ko izpusti ročico, se postavijo komande v nevtralen položaj - vključi se zavora za vožnjo.

Največja hitrost teh viličarjev na ravni transportne poti ne sme presegati 6 km/h. Ti viličarji ne potrebujejo varnostne strehe, ker so dvizne višine majhne, voznik pa je med delom precej oddaljen od bremena in le-to ne more pasti nanj. Obvezno pa morajo tovrstni viličarji imeti varnostno rešetko med komandno ročico in dviznim mehanizmom.

### 2.4.3 BATERIJE

Za električni gokart so najprimernejše litionske baterije z gelom. Njihova moč je odvisna od zmogljivosti elektromotorja. Baterije ki so polnjenje z gelom in ne z kislinsko tekočino, so ob prevrnitvi ali če se ohišje baterije poškoduje ne pride do iztekanja nevarne kisline. Baterije pa predstavljajo nevaren odpadek za okolje in dodatno težo pri vozilih. Zelo je zelo pomembno tudi kako in kje so nameščene. Pri električnih vozilih jih po navadi najdemo v zadnjem delu vozila, tako da je teža vozila sorazmerno enakomerno razporejena. Baterije morajo biti v vozilu tudi ustrezno zaščitene pred trkom, zato je najprimernejšo mesto za baterije pod zadnjo klopjo ali v prtljažnem prostoru. Baterije so tudi ustrezno označene z mednarodnimi oznakami.

- **Oznake akumulatorja**

- 54419 to je tipska številka, ki je pri vsakem akumulatorju edinstvena.
- 1.2V nazivna napetost celice akumulatorja
- 44Ah kapaciteta akumulatorja
- 220A maksimalni tok

Poleg svinčenih akumulatorjev, kateri imajo nazivno napetost celice 1.2V, v praksi uporabljamo še sledeče vrste akumulatorjev:

Ni-Cd akumulator-(Nikelj-Kadmijev akumulator) z nazivno napetostjo celice 1.2 V,

Ni-Fe akumulator-(Nikelj-železov akumulator) z nazivno napetostjo celice 1.2 do 1.9 V,

Ni-MH akumulator-(Nikelj-metalhidridni akumulator) z nazivno napetostjo celice 1.2 V,

Li-Po akumulator-(Litij-polimerni akumulator) z nazivno napetostjo celice 3.7 V,

Li-Ion akumulator-(Litijev akumulator) z nazivno napetostjo celice 3.62 V,

Li Fe-Po<sub>4</sub> akumulator (Litij-železov-fosfatni akumulator) z nazivno napetostjo celice 3.2V

Ag-Zn akumulator-(Srebro cinkov akumulator) z nazivno napetostjo celice 1.5V. Zn-Brom akumulator-(Cink bromov akumulator) z nazivno napetostjo celice 1.7V. Pri gokartih na motorni pogon se za vžig motorja, ne uporabljajo tekočinski akumulatorji. Pri tekočinskih akumulatorjih je slabost ta, da pri trku se lahko ohišje akumulatorja poškoduje in preide do iztekanja tekočine, ki pa je zelo nevarna. Zato pri gokartih uporabljajo akumulatorje brez kislinske tekočine, kateri so veliko lažji.

### 3. MATERIAL IN METODE ali METODOLOGIJA

Za osnovo smo dobili že v grobem stanju narejeno šasijo, a ta zaradi neprimerne oblike in zasnove ni bila primerna. Zato smo si sposodili že izdelan okvir in naš okvir preoblikovali po obstoječem. Naloga je bila zelo zahtevna in dolgotrajna, saj so pri izdelavi zelo pomembni osnovni podatki na katerih je zasnovana šasija. Šasija gokarta je sestavljena iz tankostenskih, brezšivnih jeklenih cevi 3/4 cale. Poznamo več vrst cevi, nekatere cevi so po sredini varjene in to so šivne cevi, ki pa niso takšne kvalitete, kot cevi ki so sestavljene iz celote. Poznamo tudi kvadratne, pravokotne in pocinkane cevi. Ob predelavi šasije je bilo potrebno spremeniti tudi previs koles, saj kota nagiba in stekanja nista bila pravih mer. Največjo težavo nam je povzročalo varjenje šasije . Koti in mere premnikov morajo biti zelo natančni in imajo bistveno vlogo pri vožnji, tako skozi ovinek, kot tudi naravnost.

Zaradi segrevanja materiala pri varjenju pa so se ti koti neprestano spreminjali, zato smo si morali izdelati trden podstavek, na katerem smo lahko posamezne dele privarili na šasijo. Zvari morajo biti natančni in čvrsti, saj gokart nima nobenega vzmetenja in je celotna šasija zelo izpostavljena močnim udarcem zaradi neravnosti cestišča ali proge. Sprednja kolesa smo pomaknili nazaj in s tem pridobili prostor za stopalo zavore in plina.

Kot previsa prednjih koles sedaj znaša 6°, kot stekanja pa 12°. Sprednji kolesi pa smo postavili tudi malo bolj skupaj in s tem pridobili boljšo stabilnost gokarta v zavojih. Šasijo gokarta pa je bilo potrebno tudi skrajšati razdalja med sprednjo in zadnjo osjo je bila za 37cm predolga in zdaj meri približno 100cm tako, kot so mere standardnih šasij za gokarte.

Za predelavo obstoječega ogrodja pa smo se odločili zato ker je cena novega ogrodja bistveno previsoka in zaradi finančnih sredstev si tega nismo morali privoščiti. Kljub domači izdelavi ogrodja je šasija trda in jo lahko primerjamo z originalom, tako po izgledu kot kakovosti in izdelavi. Načrt za izdelavo šasije smo dobili na spletni strani. Sedež iz plastičnih vlaken, volan z volanskim drogom, zavore, pesto, platišča z pnevmatikami ter zadnjo pogonsko gred pa smo kupili od podjetja Sportstil iz okolice Ljubljane. Zadnjo pogonsko os smo namestili nad zgornji del okvirja šasije in s tem dosegli čim nižje ležišče celotnega gokarta. V že pripravljene nosilce smo pritrdili zadnjo pogonsko gred z dvema krogličnima ležajema. Izdelava volanskega mehanizma, krmiljenja je bila tudi zapletena. Upoštevati smo morali da pri vožnji v zavojih prevozita kolesi iste osi različno dolgo pot. Če sta obe kolesi enako zasukani, se ne more nobeno od njih kotaliti po svoji naravni poti. Vsako kolo pa sili drugo v nenaravni vozni tir, tako da se poleg kotaljenja hkrati gibljeta tudi drsno. Kolesi na vozni poti tako zdrsavata. Zato smo morali upoštevati krmilni trapez, katerega imajo vsa vozila, katera imajo krmiljena para koles. Če naj se kolesi kotalita brez stranskega zdrsavanja, mora biti kolo na notranji strani ovinka bolj zasukano od kolesa na zunanji strani ovinka, tako da se podaljšani srednjici premnikov zasukanih koles sekata na podaljšani srednjici zadnje preme. Krožnici sprednji in zadnjih koles imata torej skupno središče. Pri vožnji skozi ovinek pa je pomembno tudi to, da se zadnje kolo malce dvigne in s tem omogoča vožnjo v zavoj. Ali se dvigne levo kolo, ali desno je odvisno od smeri vožnje v ovinek.

Volanski drog smo postavili na sredino šasije in izdelali nosilec, v katerem je volanski drog z plastično pušo premera 24 mm uležajen. Zunanji premer je 29.3 mm, dolžina pa je 37.8 mm. Z tremi vijaki M5 pa smo pritrdili volan na drog.





Slika 6: Vpetje volanskega droga



Slika 7: Razdalja med premnikoma

### 3.1 CILJI, METODE RAZISKOVANJA

Cilj naloge je izdelati elektro gokart, ki ga bo poganjal dvosmerni elektromotor.

Cilj izdelka je, da smo preverili ali je gokart na elektromotor boljši od gokarta na motorni pogon.

Glede na to, da je ponudba elektro motorjev na spletu zelo velika a predvsem draga, smo se odločili za rabljen 1.2 kw elektro motor iz el. Viličarja. Polek el. Motorja smo dobili tudi kontroler PMC 1207A z vezavo, za upravljanje elektromotorja.

Elektromotor za gokart dobili iz električnega viličarja, ki so ga pred tem uporabljali v Gorenju, a se je zaradi starosti in okvar na pnevmatiki znašel na listi za odpis. Zato vam bova v nalogi predstavila tudi nekaj informacij o električnih viličarjih.



### 3.1.1 STROJNI DEL

Izdelava gokarta je potekala v več delih. Dela sva si razdelila na posamezne sklope in s tem sva imela večji nadzor nad izdelavo.

Izdelava je potekala po določenem vrstnem redu:

- predelava obstoječe šasije (poglavje 3.1.1)
- izdelava krmilnega mehanizma (poglavje 3.1.2)
- izdelava premnikov in namestitev zadnje pogonske gredi (poglavje 3.1.3)
- vgradnja zavor (poglavje 3.1.4)
- vgradnja motorja in pogonskega sklopa (poglavje 3.1.5)
- namestitev sedeža, volana, pedalk in zaščitnih plastik (poglavje 3.1.6)
- nastavitve (poglavje 3.1.7)

### 3.1.2 PREDELAVA OBSTOJEČE ŠASIJE

Za predelavo smo potrebovali naslednje orodje:

- varilni aparat VARSTROJ varmig 190
- orodje za krivljenje cevi
- koti brusilnik BOSCH
- grip klešče, kladivo
- vrtalni stroj BOSCH

Karoserijska konstrukcija gokarta je narejena iz varjenih kovinskih cevi, ki delno služijo tudi kot del vzmetenja, saj gokart nima klasičnega vzmetenja. Trdoto cevi izbiramo glede oprijem podlage. Za predelavo šasije smo si sposodili že narejeno šasijo.

Šasija je bila sestavljena iz jeklenih cevi premera 2.5 mm, katere smo tudi kasneje uporabili. Za predelavo šasije smo porabili približno 550 cm brezšivne črne, debelostenske cevi. Zaradi predolge medosne razdalje smo morali šasijo na sredini odrezati. Za rezanje smo uporabili kotni brusilnik in črtalo za označevanje kovine. Dolžina medosne razdalje gokarta je pred

tem bila 1137 mm kar je krepko presegalo standarde izdelave. Skrajšali smo tudi razdaljo med središčema sprednjih koles iz takratnih 1012 cm, na 840cm. Z predelavo se je videz šasije zelo spremenil in s tem se je tudi izboljšala vozna dinamika.

Šasija ima sedaj večjo trdnost v ostrih zavojih pri višji hitrosti pa se manj zvija in daje boljši občutek oprijemljivosti vozila na progi. Z pomočjo orodja za krivljenje cevi smo cev okrivili in privaril na sprednji del.

Za nosilec volana smo potrebovali približno 80 cm brezšivne cevi.

Nosilec volanskega droga smo pritrdili s pomočjo varilnega stroja na prečni nosilec šasije.

Primerni naklon volana smo izbrali tako da se je eden od nas usedel v sedež gokarta in tako izbral sebi najprimernejši naklon volana ki znaša 50%.



Slika 8: Izdelava šasije



Slika 9: Merjenje šasije

### 3.1.3 IZDELAVA KRMILNEGA MEHANIZMA

Za izdelavo krmilnega mehanizma smo potrebovali naslednje materiale.

- volanska puša iz umetne mase (plastika oterm)
- volanski obroč z volanskim drogom otk
- kroglični zglob na koncu premnikov in na sredini
- navojna palica premera 6 mm
- premnik KF 12% FI 25

S pomočjo krmilnega mehanizma usmerjamo vozilo v želeno smer in se izogibamo oviram na poti. Pravilna izdelava krmilnega mehanizma je pri gokartu, kot tudi pri drugih vozilih, ki uporabljajo kolesa za krmiljenje zelo pomembna.

Ker je gokart omejen zaradi svoje velikosti, in je predvsem zelo lahek, ima majhna kolesa zato ne potrebuje dodatne podpore za obračanje koles, kot jo imajo drugi večji dirkalniki.



Slika 10: Volanski obroč



Slika 11: Izdelava krmilnega mehanizma

Glavni deli za krmiljenje vozila so:

- volan,
- gonilo za krmiljenje,
- jarmov drog,
- volanov drog,
- jarmov vzvod.

Naloge krmiljenja so:

- usmerjanje sprednjih koles v želeno smer,
- omogočanje različnih kotov zasuka obeh sprednjih koles pri vožnji v ovinkih,
- zadostno povečanje vrtilnega momenta sile rok pri usmerjanju koles.

Izvedbe:

- krmiljenje premnikov  
uporabljamo ga pri vseh dvoosnih motornih vozilih,
- krmiljenje z vrtilnim podstavkom:  
omogoča velike zasuke večosnih prikolic in dobro premičnost vozila (manevriranje).

- **Krmiljenje premnikov**

Vsak od premnikov usmerjanega kolesa se lahko obrača okrog svoje obračalne osi oz. okrog premnega sornika. Širina med kolesi (razdalja med kolesoma na isti osi) ostane pri zasuku koles skoraj nespremenjena. Krmiljenje pri gokartu je izvedeno tako, da se sila zasuka volana prenaša preko volana na volanski droga iz volanskega droga na končnike in volansko letev, z volanske letve preko končnikov na premnike in kolesa. Premnike koles krmilimo z volansko letvijo, katera je povezana za volanskim drogom in volanom. Pri gokartu je kot zasuka volana skoraj enak kotu zasuka krmiljenih koles, saj vmes nima nobenega gonila in je neposredno povezan z krmiljenimi kolesi. Je pa tu še ena posebnost ki jo velja omeniti. Na krmilnem drogu so tri izvrtine, v dveh izvrtinah na levi in na desni strani pa je pritrjena krmilna palca s katro obračamo premnike in kolesa. Zato se pri polnem obratu volana zunanje kolo pomakne navzven in zmanjša drsenje gokarta naprej.



Slika 12: Del krmilnega mehanizma

Poleg krmiljenja pri gokartu pa so zelo pomembne tudi gume.

Gume za gokart so dveh vrst: za suho in mokro stezo. V Sloveniji se uporabljata večinoma gume proizvajalcev Sava in Vega, ki pa je kvalitetnejša in jo uporabljajo vozniki v najmočnejših kategorijah. Gume za suho stezo so brez profila in popolnoma gladke, kar omogoča največ oprijema. Gume za dež pa imajo grob profil s kanali za odvajanje vode in so tudi praviloma iz nekoliko mehkejše zmesi.

### 3.1.4 IZDELAVA PREMNIKOV IN NAMESTITEV ZADNJE POGONSKE GREDI

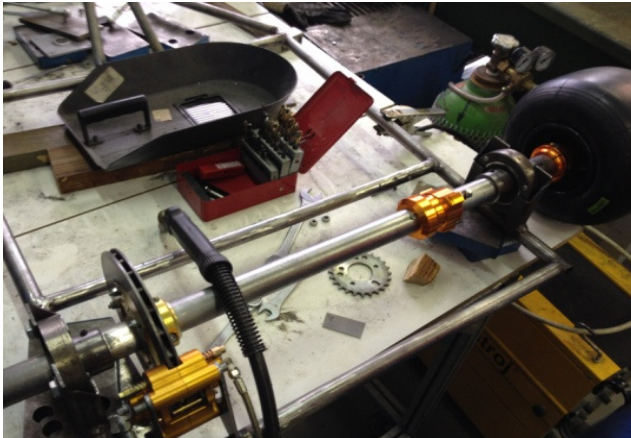
Premnike smo izdelali iz jekla, ki smo ga s pomočjo stružnice obdelali na ustrezne mere. Na konicah smo vrezali navoj za M8 matico, fini navoj. Premnik omogoča zasuk kolesa do 12° in s tem omogoča vožnjo vozila v ovinek.

Z namestitvijo zadnje pogonske gredi nismo imeli veliko težav, saj so bili nosilci na šasiji že pripravljeni. Na pogonsko gred oznake FI40 X 140 smo namestili. Zavorni kolot dimenzije 200 X 12 MIM, pesto kolesa 50/75MIM z tremi vijaki za pritrditev kolesa in dvema ležajema s katerima je zadnja pogonska gred uležajena. Skupaj z ležaji smo pogonsko gred vstavili v že narejen nosilec in privili z vijaki.

### 3.1.5 VGRADNJA ZAVOR

Zavorni disk in čeljust z zavornimi ploščicami ter zavorni valj z zavornimi cevmi smo kupili pri podjetju iz okolice Ljubljane. Za izdelavo nosilca zavorne čeljusti smo potrebovali jekleno pločevino debeline 1.5 mm in dolžine 120 mm. Z svedrom za kovino smo zvrtili dve luknji premera 8 mm za pritrditev zavorne čeljusti. Zavorno čeljust smo pritrdili na nosilec z dvema vijakoma. Nato smo nosilec čeljusti z pomočjo varilnega aparata po postopku MIG MAG privarili na šasijo. Zavorno cev smo napeljali po cevi šasije s tem smo jo zaščitili pred poškodbami in pridobili lepši, bolj urejen videz šasije in zavornega sistem.

Za zaviranje smo uporabili samo en zavorni disk, namestili smo ga na zadnjo pogonsko grd. Glede na to da hitrost motorja ni zelo visoka, bi moral en zavorni disk z zavorno čeljustjo zadoščati. Če pa bo zavorni učinek preslab, pa se lahko naknadno vgradijo še zavore na sprednjih dveh kolesih.



Slika 13: Vgradnja zavor

### 3.1.6 VGRADNJA MOTORJA IN POGONSKEGA SKLOPA

Elektro motor smo v gokart vgradili z dvema jeklenima nosilcema debeline 5.5 mm na vsaki strani. Na motor smo ga pritrdili z štirimi vijaki, na vsaki strani motorja smo privili po dva vijaka. Zaradi pomanjkanja prostora za napenjalec zobatega jermena, smo morali najti drugo rešitev, pri kateri napenjalec pogonskega jermena ni potreben.

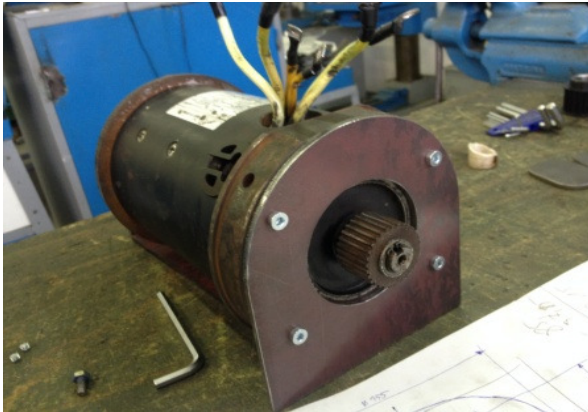
Nosilec motorja smo z vijaki M8 privili na šasijo gokarta. V nosilcu motorja smo naredili vzdolžne utor in s tem lahko z premikanjem elektromotorja naprej in nazaj napenjamo zobati pogonski jermen. Za pogon smo uporabili zobati jermen oznake Continental B230413, HTD 720 8M.

Pogonske jermenice pa smo kupili pri podjetju Ideal v Velenju. Prodajalec nam je svetoval katere so najprimernejše in dovolj kvalitetne za našo rabo. Poznamo več vrst jermenic iz različnih materialov in oblik. Sem sodijo klinaste jermenice, sestavljene so iz vzdolžnih utorov, zobate jermenice pa sestavljajo prečni utori. Razmik med grbinami mora ustrezati pogonskemu jermenu. Po premisleku smo izbrali jekleni zobati jermenici. Kajti jeklena jermenica zdrži večje obremenitve in je konstrukcijsko bolj trdna kot jermenica iz aluminijeve zlitine. Slabosti jeklenih jermenic so predvsem v teži saj so neprimerljivo težje od aluminijastih in proces izdelave je bolj zapleten, lažje je oblikovanje jermenice iz aluminijeve zlitine.

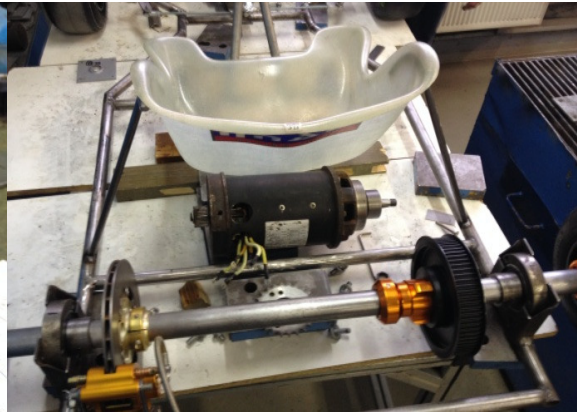


Z pomočjo računske enačbe smo izračunali velikost pogonske in gnane jermenice, katera je večja in katera manjša. Velikost pogonske zobate jermenice se spreminja glede na uporabnost (ali potrebujemo visoko hitrost pri določenih vrtljajih motorja ali velik navor).

Večji je premer zadnje jermenice ali zobnika manjša je končna hitrost vozila. Z večanjem gnane jermenice se povečuje navor motorja v nizkih obratih.



Slika 14: Elektromotor



Slika 15: Namestitev elektromotorja

### 3.1.7 NAMESTITEV SEDEŽA, VOLANA, PEDALK IN ZAŠČITNIH PLASTIK

Sedež smo pritrdili z štirimi vijaki. Za nosilec sedeža smo uporabili jekleno palico premera 12 mm. Z metrom smo izmerili dolžino palice 760 cm in nanj z alkoholnim flumastrom zarisali mero. Na palici smo označili tudi sredino te mere to je 380 cm in jo z kotnim brusilnikom prerezali na označenih mestih. Iz iste jeklene palice smo izdelali tudi krivini v kateri se rob sedeža namesti.

Spodnja nosilca sedeža pa sta izdelana iz 2 mm debelega jekla, ki smo ga odrezali na dolžino 85 cm in privarili na šasijo.

Zavarili smo jih s pomočjo varilnega aparata znamke VARSTROJ varmig 190 po MIG MAG postopku.

V sedež smo s pomočjo vrtalnega stroja Bosch GBM 10-2 RE in z svedrom z oznako 5.5 za kovino izvrtali štiri luknje premera 6 mm. Sedež smo pritrdili z štirimi vijaki dolžine 20 mm in premera 6 mm ter matico standardne oznake M6.



Slika 16: Sedež, volan

Volan smo na nastavek volana privili z tremi vijaki torgs velikosti M5, dolžine 15 mm. Nastavek volana služi kot nagib in omogoča lažje pritrditev volanskega obroča na volanski drog. Nastavek volana smo z dvema vijakoma imbus M6, dolžine 25 mm in maticama privili na volanski drog.

Pedalki za plin in zavoro smo izdelali iz 5 mm debelega jekla ki smo ga z laserjem odrezali in s pomočjo segrevanja ukrivili v rahlo polkrožno obliko. Na pedalki pa smo še prilepili trak z posipom za stopnice. Trak smo nalepili z namenom, da ne bi prišlo med vožnjo do zdrsa noge (čevlja) s pedalke in pa tudi zaradi estetskega vidika.

### 3.1.8 NASTAVITVE

Kljub temu, da zgleda sam gokart zelo enostavno, se nastavlja kar precej stvari.

Ena najpomembnejših je širina koles (razdalja med obema zunanjsima deloma leve in desne pnevmatike), naklon prednjih koles ter pritisk v pnevmatikah.

Zelo veliko vlogo ima tudi krmilni mehanizem, ki se razlikuje od običajnih. Krmilni mehanizem se razlikuje po kotu zasuka krmiljenih koles. Težišče lovimo s pozicijo sedeža in posode za gorivo ter morebitnimi dodatnimi utežmi.

Razmerje med pospeški in končno hitrost pa reguliramo z končnim zobnikom na zadnji osi. Manjši zobnik pomeni večjo končno hitrost ter slabše pospeške.



## 4. REZULTATI IN RAZPRAVA

Če brskamo po spletu, najdemo veliko doma izdelanih gokartov, a ga le redkim uspe izdelati do konca, največkrat pa se takšni projekti ustavijo zaradi pomanjkanja denarja ali pa izdelovalci prepozno ugotovijo, da so začeli z napačno opremo.

Večina izdelovalcev je navdušencev nad dirkalnimi gokarti in imajo splošno znanje o strojništvu, elektroniki in računalništvu. Glede na to, da tudi sami nimamo veliko znanja s področja elektronike in elektrotehnike pa nam je vseeno uspelo izdelati svoj gokart, lahko prvo hipotezo potrdimo.

Če se želite delu izogniti, je bolje kupiti že narejeno šasijo in elektromotor z kontrolerjem, za katerega boste odšteli veliko denarja, a vam šasije ne bo potrebno rezati, variti, barvati, elektronike pa vezati ter programirati.

V našem primeru smo ubrali težjo pot in si sami zamislili svojo obliko šasije. Ker je naš gokart edinstven, smo morali samo po svojih načrtih posebej izrezati vsak kos jeklene cevi, ga privariti in pobrusiti. Na slikah pa žal nismo videli težav, ki nam jih je povzročala izdelava šasije in vgradnja elektromotorja.

Šasija je od vseh delov na gokartu doživela največ preobrazb. Največkrat smo jo rezali, saj so bili koti sprednjih koles nepravilni.

Nadaljevali smo testiranje gokarta in kmalu naleteli na nove težave, ki sta nam jih povzročala sprednja premnika, zaradi nepravilnih kotov. Tudi tukaj smo našli elegantno rešitev, in sicer izdelali smo si podstavke s pomočjo katerih smo lahko premnike pod pravilnim kotom privarili na šasijo.

Izdelava gokarta je večino časa potekala brez težav, težave pa so nastopile pri izdelavi prečnega nosilca za volan, saj smo morali najti pravo višino in oddaljenost od voznika. Trenutno opažamo da je volan za manjše osebe malenkostno predaleč, višje osebe pa z razdaljo večinoma nimajo težav. Te težave bomo v prihodnosti odpravili z vgradnjo kota nagiba za volan, ki bo nastavljen glede na oddaljenost od voznika.

Največja težava pri celotnem projektu pa je bila, kako iz obstoječe šasije, izdelati šasijo, ki bo primerljiva z originalom. Zato smo si sposodili šasijo od gokarta in po njej oblikovali kote ter razdaljo med kolesi.

Pri nepravilni konstrukciji šasije se pojavi kup težav, katerih pred vožnjo skoraj ne opazimo. Zaradi nepravilno izdelanega krmilnega mehanizma je vožnja v zavoj skoraj nemogoča. Pri predolgi medosni razdalji lahko pride do pretiranega zvijanja šasije, kar močno poslabša vozne lastnosti gokarta.

Za dober oprijem poleg krmilnega mehanizma poskrbijo dobre pnevmatike, ki pa se razlikujejo glede na namen in uporabo. Odločili smo se za pnevmatike, ki so namenjene dirkanjem po suhi progi in so zato gladke, nimajo izrezanih vodnih kanalov na kotalni površini.

Pri gokart je zelo pomembno tudi, kako je razporejena teža. Razporeditev teže reguliramo z postavitvijo motorja, akumulatorjev, volanskega droga, zelo pomembno pa je tudi, kako in kje je nameščen sedež, ter njegova oddaljenost od tal. Z pravilnim položajem posameznih sestavnih komponent, pridobimo dobro razporeditev teže in s tem odlične vozne lastnosti. Dobre vozne lastnosti in nastavitve, ter znanje mehanikov pa so v svetu dirkanja velikokrat ključ do uspeha.

Gokarte, katere je z našim skoraj nesmiselno primerjati so gokarti z bencinskimi motorji, kateri na ravnini razvijejo hitrost tudi do 260 km na uro. To so izjemno dragi gokarti, ki so namenjeni profesionalni uporabi, za usposabljanje pravih dirkačev tudi v formuli 1 za popoldanske treninge. Takšne gokarte si lahko za trening privoščijo le bogatejše ekipe, ki pa jih v formuli 1 ni malo. S pomočjo teh gokartov dirkači izpopolnjujejo svoje znanje, ko ti niso na progi z formulami. Ti gokarti so tudi izjemno dragi in neprimerni za domačo uporabo.

Življenjska doba takšnih motorjev zaradi visokih vrtljajev je le nekaj ur in že jih je potrebno v celoti obnoviti.

Če primerjamo naš gokart še z gokarti na električni pogon, ki so na voljo za uporabo v Ljubljanskem BTC-ju, lahko rečemo, da je naš gokart veliko bolj natančno izdelan in bolj podoben tistemu na motorni pogon.

Ob načrtovanju našega gokarta smo pazili na to, da ima veliko možnosti za prihodnje izboljšave ter nadgradnje. To nam je tudi uspelo.

Podstavek je izdelan tako, da ga je možno brez večjih težav predelati ter namestiti še bencinski motor, ki bi omogočal daljšo vožnjo in več adrenalinskega užitka. Poleg volan je še dovolj prostora da lahko namestimo števec, kateri bi prikazoval hitrost, nivo bencina ali baterije ter še druge željene podatke o vožnji.

Za izboljšanje zavor pa je potrebno zamenjati samo sprednji platišči in pesto, ter zavorne cevi povezati z zavornim pedalom.

Najpomembnejša možnost nadgradnje je zamenjava elektromotorja z močnejšim, ki bi nudil veliko večji navor in posledično tudi končno hitrost.

## 5. ZAKLJUČEK

Ob nastajanju raziskovalne naloge smo pridobili veliko znanja s področij strojništva, elektronike in avtoserviserstva.

Pred začetkom izdelave smo že imeli nekaj znanja na tem področju, ampak ko smo izdelovali električni gokart smo se še veliko novih stvari naučili.

Glede na to, da je bila možnost nakupa okvirja gokarta, ampak zaradi finančnih sredstev smo se vseeno odločili za že narejen okvir, ki pa smo ga morali popraviti in predelati,. Obstoječi okvir je bilo potrebno skrajšati in utrditi, to nam je povzročalo veliko težav, ki pa smo jih uspešno odpravili. Morali smo tudi nastaviti drog volana, mehanizem, sedež, jermenico, motor, baterije...

Pozanimali smo se pri večjih gokartih, ter povprašali kako so narejeni in kakšne specifikacije imajo. Ugotovili smo, da ima vsak gokart svoje prednosti, kot tudi slabosti.

Pri sami izdelavi smo morali paziti, pri nastavljanju mehanizma, pravilne kote (stekanje, previs) in pa predvsem pravilno razporejenost težišča. Motor smo namestili na sredino gokarta, baterije pa po dve na vsako stran. Pri tem so nam pomagali mentorji, še najbolj pa pri vezavi kontrolerja in električne napeljave.

Namen je, da bi se v prihodnje električni gokart postopoma nadgrajeval npr. z močnejšim motorjem, zavorami...

Navsezadnje sva zelo zadovoljna z izdelavo najine raziskovalne naloge, ker sva se veliko naučila oz. nadgradila najino znanje na področju elektrotehnike, strojništva in avtoserviserstva, kar nama bo zagotovo koristilo za nadaljnje šolanje.

## 6. POVZETEK

Namen raziskovalne naloge je bil izdelati gokart na električni pogon in ga primerjati z motorjem na bencinski pogon.

Raziskovalna naloga je zahtevala veliko znanja z različnih področij.

V osnovi elektro gokart deluje tako, da zadnjo pogonsko os poganja elektromotor, ki električno energijo spreminja v mehansko. Ta motor krmilimo s pomočjo kontrolerja, na katerega so priključeni baterije ter potenciometer na pedal za plin. Ta potenciometer regulira napetost, ki se dovaja motorju, in tako lahko nadzorujemo hitrost vrtenja motorja oziroma hitrost samega gokarta.

Glavna prednost elektro gokarta je prav motor, ki v primerjavi z bencinskim omogoča hitrejše, predvsem pa bolj zvezno pospeševanje, poleg tega pa so bistveno nižji tudi stroški vzdrževanja. Seveda ima elektro gokart tudi slabosti.

Največja slabost je kratek domet, saj baterije še niso dovolj izpopolnjene, da bi omogočale razdalje, primerljive z bencinskimi gokarti, poleg tega pa so baterije glavni krivec tudi za drugo slabost, to pa je teža in pa seveda njihova cena.

Pri sami izdelavi smo morali biti še posebej pazljivi pri nastavljanju mehanizma, pravih kotih (stekanje, previs) in predvsem pri pravilni razporejenosti težišča.

Motor smo namestili na sredino gokarta, baterije pa po dve na vsako stran. Ko smo gokart spravili v pogon, je sledil test, tako da smo videli, če je bilo kaj potrebno popraviti ali nastaviti, šele nato je sledila montaža zaščitnih plastik.

## 7. ZAHVALA

Najprej bi se rada zahvalila našim mentorjem Boštjanu Hribarju, Marku Rutniku ter Urošu Remenihu, ki so nam vseskozi pomagali pri raziskovanju ter izdelavi električnega gokarta, gospe Ireni Nikolič za lektoriranje angleškega povzetka in gospe Urški Mazej za lektoriranje raziskovalne naloge. Zahvala gre tudi vsem dijakom, ki so kakorkoli pripomogli pri izdelavi našega električnega gokatra, staršem ter našim sponzorjem Šolskemu centru Velenje, Medpodjetniškemu izobraževalnemu centru, podjetju HTZ d.o.o., podjetju Gorenje d.d., podjetju Ideal d.o.o., ROKIS d.o.o. ter podjetju SPORTSTIL KART d.o.o.

## 8. PRILOGA



Slika 17: Slika končnega izdelka

## 9. VIRI IN LITERATURA

Rolf Gscheidle....2008. Motorno vozilo.Tehniška založba Slovenije,Ljubljana

Luka H.Zvezek ESV 1.AS.( 17.1.2014)

<http://sl.wikipedia.org/wiki/Elektromotor> (13.12.2013)

[http://www.brp-powertrain.com/en/desktopdefault.aspx/tabid-159/391\\_read-389/](http://www.brp-powertrain.com/en/desktopdefault.aspx/tabid-159/391_read-389/) ( 15.1.2014)

<http://www.rotax-kart.com/en/Max-Challenge/MAX-Challenge/History>

<http://www.accelerationkarting.com/comer5080.aspx>

<http://www.accelerationkarting.com/tonykartrookie-2.aspx> ( 16.1.2014)

<http://www.tehnoservis.si/info/kako-deluje/kaj-je-to-vilicar> (16.1.2014)

<http://trgovina.mercator.si/tehnika/ustvarjamo-in-popravljamo/orodja-in-pribor/varilna-tehnika/varilni-aparat-varstroj-varmig-190-profimig-715412> (28.1.2014)

[http://www.majster-sinko.si/polica.php?id\\_polica0=125&id\\_polica1=127&id\\_language=sl](http://www.majster-sinko.si/polica.php?id_polica0=125&id_polica1=127&id_language=sl) (28.1.2014)

Roman Jernejc.lastnik podjetja Sportstil d.o.o..Ustno sporočilo(04.02.2014)

[http://www.svet-el.si/o-reviji/novice/1631-193-27\\_KRMILJENJE\\_DC\\_MOTORJEV](http://www.svet-el.si/o-reviji/novice/1631-193-27_KRMILJENJE_DC_MOTORJEV) (9.2.2014)

[http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/Strukturni\\_skladi/Gradiva/MUNUS2/MUNUS2\\_130InformacijskiSistemi.pdf](http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/Strukturni_skladi/Gradiva/MUNUS2/MUNUS2_130InformacijskiSistemi.pdf) ( 9.2.2014)

<https://www.google.si/search?q=graf+navora+elektromotorja> ( 13.2.2014)