



ŠOLSKI CENTER CELJE

Srednja šola za strojništvo, mehatroniko in medije

RAZISKOVALNA NALOGA

ROLKA NA MOTOR

(MOTORIZED MOUNTAINBOARD)

Avtorji :

Gašper KOŠAK PEVEC, M-4. c

Jožef FIDLER, M-4. c

Aliaksandr KHATSKO, M-4. c

Mentorja :

Mag. Andro GLAMNIK univ.dipl.inž.

Matej VEBER univ.dipl.inž.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, marec 2014

KAZALO VSEBINE:

1. POVZETEK.....	5
2. UVOD	6
2.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA	6
2.2 HIPOTEZE	7
2.3 PREDSTAVITEV RAZISKOVALNIH METOD	7
Pregled že obstoječih izdelkov.....	9
Skater-X	10
Nitroboard	11
Motor Mountainboard	12
DirtThingz.....	13
3. OSREDNJI DEL.....	14
3.1 IDEJA	14
3.2 IZBIRA DELOV IN NAPRAV	15
Mehanski deli.....	15
Elektronika.....	17
3.3 SOLIDWORKS	18
3.4 ZASNOVA PROJEKTA	19
Okvir	19
Nosilci	20
Obesi	22
Prednja prema	24
Sistem za spremembo smeri.....	25
Končni izdelek	26
Prenos gibanja.....	28
IZRAČUN PRESTAVNEGA RAZMERJA.....	28
3.5 SISTEM ZA BREZŽIČNO VODENJE.....	31
Krmilni del na rolki.....	31
Rokavici za dodajanje plina in zaviranje	33

Programska koda.....	37
4. UGOTOVITVE IN REZULTAT	40
5. ZAKLJUČEK	41
6. ZAHVALA	42
7. VIRI IN LITERATURA	43

KAZALO SLIK:

Slika 1: Rokavica za posnemanje gibov.....	8	
Slika 2: Igralna rokavica.....	8	
Slika 3: Skater-X.....	10	
Slika 4: Nitroboard	11	
Slika 5: Motor Mountainboard	12	
Slika 6: DirtThingz.....	13	
Slika 7: Idejna skica	14	
Slika 8: KTM SX 50	15	
Slika 9: Agregat KTM SX 50	16	
Slika 10: Prednje vzmetenje	16	
Slika 11: Zadnje vzmetenje	16	
Slika 12: Upogibljivi senzor	17	
Slika 13: Arduino Pro Mini 328.....	17	
Slika 14: Servo motor	18	
Slika 15: Baterija topfuel	Slika 16: Antena nrf2401A	18
Slika 17 : Prvi modeli.....	19	
Slika 18: Okvir motorja.....	20	
Slika 19:Spodnji nosilec.....	21	
Slika 20: Skica nosilca.....	21	
Slika 21: Zgornji nosilec.....	22	
Slika 22: Spodnja obesa.....	23	
Slika 23: Zgornja obesa	23	
Slika 24: Prednja prema z vzmetenjem	24	
Slika 25: Stopalka krmiljenja v skrajni desni legi.....	25	
Slika 26: Stopalka krmiljenja v skrajni levi legi.....	26	
Slika 27: Položaj vmesne osi.....	27	
Slika 28: Model končnega izdelka	27	
Slika 29: Sestava 1	28	
Slika 30: Sestava 2	29	
Slika 31: Sestava 3	29	
Slika 32: Priklop servo motorja na mikrokrmilnik	31	

Slika 33: Notranjost servo motorja	32
Slika 34: Položaji upogljivega senzorja.....	33
Slika 35: Priklop upogljivega senzorja na mikrokrmlnik.....	34
Slika 36: Priklop tipke na mikrokrmlnik.....	35
Slika 37: Priklop LED prikazovalnika na mikrokrmlnik.....	36
Slika 38: Programska koda 1	38
Slika 39: Programska koda 2	39

1. POVZETEK

Za izdelavo rolke na motor (Motorized mountainboard) sem se odločili zaradi različnih neizpolnjenih potreb posameznikov po adrenalinu. V nalogi so predstavljeni različni tipi rolk s pogonom na bencinski pogon. Najprej smo si ogledali že obstoječe modele motornih rolk ter poiskali njihove pomanjkljivosti, jih nato odstranili in izboljšali. 3D-model smo izrisali v programu SolidWorks. Zamislili smo si čim bolj izpopolnjeno rolko, ki jo bo poganjal zelo zmogljiv 49 ccm, 2-taktni motor. Dodajanje plina na motorju in hidravlični zavorni sistem je izveden preko servomotorjev. Servomotorji pa so krmiljeni preko upogibljivih senzorjev na roki, ki so pritrjeni na rokavice. Komunikacijo med rolko in rokavicami omogočata radijski oddajnik in sprejemnik. Tako je rolka vodena povsem brezžično. Ima kovinski okvir, prednje in zadnje visokokakovostno vzmetenje za premagovanje zahtevnih terenov. Za izdelavo delov kovinskega okvirja smo uporabili laserski rezalnik, saj so zaradi tega načina rezanja deli zelo natančno izdelani.

2. UVOD

V nalogi raziskujemo, kako izdelati čim bolj izpopolnjeno rolko na bencinski pogon. Na podlagi že obstoječih primerkov smo ugotovili, da večina ni primerna za vožnjo po bolj razgibanem terenu, zaradi premajhnih moči motorjev in neprimerne konstrukcije, ki večjih obremenitev pri ekstremni vožnji ne bi prestala. Težave pri nekaterih izdelkih povzroča tudi neprimeren enokolesni pogon, zaradi katerega sta onemogočena hitro pospeševanje in vožnja na zahtevnejšem terenu (pesek, zemlja ...). Rešitev problema smo iskali v izdelavi močnejšega okvirja, vgradnji bolj zmogljivega motorja, namestitvi večjih pnevmatik ter vgradnji sprednjega in zadnjega vzmetenja. Poleg že omenjenih izboljšav smo se odločili rolko krmiliti popolnoma brezžično. Sistem za kontrolo je zgrajen iz dveh rokavic opremljenih z upogljivimi senzorji, ki omogočajo, da s stiskom pesti pošljemo signal preko radijskega oddajnika do sprejemnika na rolki, ta pa signal preko krmilnika posreduje servomotorjem. S prvim servomotorjem dodajamo in odvzemamo plin na pogonskem motorju, z drugim pa krmilimo hidravlični zavorni sistem.

2.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Omenjeni problem smo najprej želeli rešiti samo z vgradnjo močnejšega motorja. Vendar se je kmalu izkazalo, da obstoječa konstrukcija ne bo vzdržala dodatnih obremenitev. Zato je bilo potrebno izdelati nov, močnejši ter bolj prilagodljiv okvir. Skratka potrebna je bila celotna izdelava nove rolke. Pri sami izdelavi smo uporabili več vrst postopkov obdelave: rezanje, struženje, brušenje, vrtanje, topotna obdelava kovine ter varjenje. Krmilni del pa je predstavljal še dodatne težave, saj smo si morali sami zamisliti celoten sistem. Problemi so se pokazali pri spoznavanju novega programskega okolja (Arduino), s katerim smo sprogramirali krmilnike, skaliranju upogljivih senzorjev, pri vzpostavitvi brezžične povezave med oddajnikom in sprejemnikom ter pri optimizaciji celotnega sistema.

2.2 HIPOTEZE

Cilj naše naloge je izdelati rolko na bencinski pogon, ki bo čim bolj vodljiva po različnih terenih in bo maksimalno izkoristila svoje zmogljivosti.

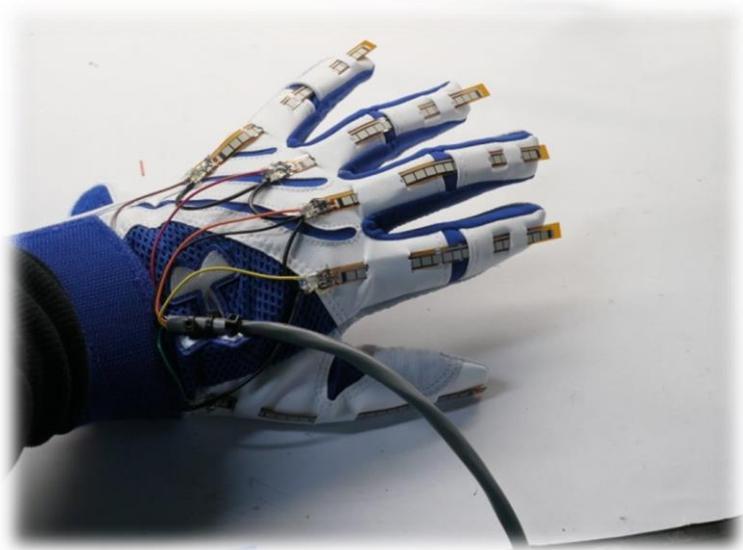
- Okvir bo kakovosten ter lahek.
- Rolka bo dosegala visoke hitrosti.
- Prednost naše zasnove bo majhen in zmogljiv motor.
- Prednost rolke bo prednje in zadnje vzmetenje.
- Vodena bo z učinkovitim brezzičnim sistemom.
-

2.3 PREDSTAVITEV RAZISKOVALNIH METOD

Z raziskovanjem smo začeli tako, da smo pregledali trg že obstoječih tovrstnih izdelkov in se o njih pozanimali na njihovih uradnih straneh, nato pa smo si ogledali še forume, kjer uporabniki delijo svoje izkušnje s temi izdelki. Ugotovili smo, da večina uporabnikov rolke uporablja za zabavo in sprostitev, ne pa tudi za bolj resne in adrenalinske vožnje. Prav tako sva prišla do ugotovitve, da rolke z motorjem nameščene za zadnjo stopalko niso tako učinkovite, kot rolke z motorjem na sredini okvirja, saj se teža neprimerno porazdeli in je posledično rolka pri večjem skoku neuravnotežena, kar pa lahko pripelje do težav z doskokom.

Pri raziskovanju načina za brezzično vodenje smo si prav tako pomagali z že obstoječimi načini brezzičnega vodenja za razne druge naprave. Najbolj nas je pritegnilo nadzorovanje radijsko vodenih modelov in maket. Zasledili smo tudi rokavice z upogljivimi senzorji, ki se uporabljajo za posnemanje delovanja človeške roke. Prav tako pa se uporabljajo za igranje video igric, kjer se posnemajo položaji prstov na roki in tako lahko s kretnjami prstov igramo igro. Po nadalnjem raziskovanju smo na spletu našla video osebe, ki je že izdelala brezzični nadzor rolke s tovrstno rokavico, ampak je bila ta rolka na električni motor in ni imela zavor. Vendar nam je bil pri

izdelavi njegov video v veliko pomoč. Tako smo združili način vodenja z upogljivimi senzorji in brezžično vodenje preko radijskih valov.



Slika 1: Rokavica za posnemanje gibov



Slika 2: Igralna rokavica

Pregled že obstoječih izdelkov

Na trgu obstaja že kar nekaj tovrstnih izdelkov, vendar so večina poceni, nekakovostni, kitajske proizvodnje. Te pa so primerne večinoma le za mestne ulice ter kakšno krajšo vožnjo po nezahtevnem terenu. Spekter izbire bolj kakovostnih in profesionalnih tovrstnih izdelkov pa se močno zmanjša. Tako rolke za zahtevnejše terene in resnejšo vožnjo na trgu sploh ni mogoče najti. Poleg tega rolna tak način vodenja še ne obstaja.

V naslednjih odstavkih bomo predstavili nekaj že obstoječih tipov rolk, ter ob vsakem modelu opisali njegove pomanjkljivosti.

Skater-X



[Slika 3: Skater-X](#)

Na sliki je model rolke enega izmed cenenih proizvajalcev, na katerem že v osnovi vidimo, da plastična konstrukcija nikakor ni primerna za težje obremenitve in bi se ob vožnji ter skokih po bolj razgibanih terenih kaj hitro poškodovala. Prav tako moč motorja ne omogoča doseganja večjih pospeškov.

Nitroboard



Slika 4: Nitroboard

S slike je razvidno, da je konstrukcija te rolke že bolj kakovostno izdelana. Vendar je pomanjkljivost tega modela zadnji pogon, ki deluje le na eno kolo. Kar ne omogoča dobre kontrole med vožnjo.

Motor Mountainboard



Slika 5: Motor Mountainboard

Ta model je eden izmed kakovostnejših na trgu, saj ima dobro zasnovano konstrukcijo. Vendar ni primeren za vožnjo po terenu zaradi neprimernega načina dodajanja plina. Sistem deluje tako, da mora voznik z lastno težo obremeniti prednjo stopalko, kar pa je pri vožnji po razgibanem terenu nekontrolirano in neuporabno. Čeprav je motor kakovostnega japonskega proizvajalca Honda, so zmogljivosti tega minimalne.

DirtThingz



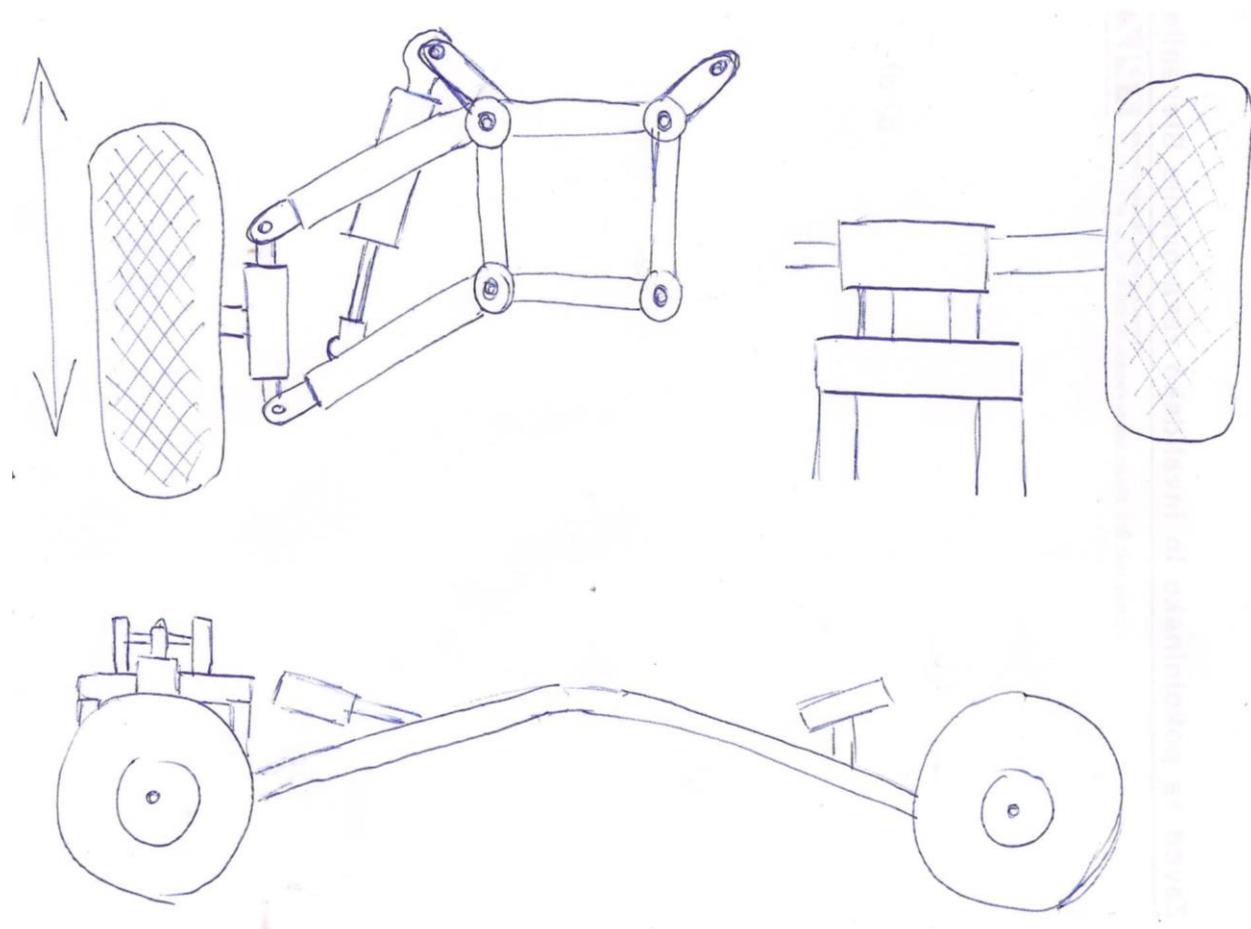
Slika 6: DirtThingz

Ta model je trenutno najkakovostnejši na trgu, saj ga odlikuje štiri kolesni pogon ter zmogljiv motor. Izdelek je zelo izpopolnjen, vendar je posameznikom cenovno težko dostopen, saj je njegova cena približno 5.000 €.

3. OSREDNJI DEL

3.1 IDEJA

Najprej smo pričeli z zbiranjem idej in jih nato drug drugemu predstavili na papirju. Potem smo ideje združili in sestavili prvo skico. Ker pa končni izdelek iz skice seveda ni bil dovolj jasno razviden, smo se odločili, da bomo natančnejši model izdelali v 3D-modelirniku.



Slika 7: Idejna skica

3.2 IZBIRA DELOV IN NAPRAV

Mehanski deli

Pri izbiri delov smo poskušali s čim nižjimi stroški dobiti dobre ter predvsem kakovostne izdelke. Ker smo vedeli, da je izbira pogonskega agregata zelo pomembna, smo se odločili za KTM-jev 50-kubični dirkalni motor, ki je vodno hlajen in zelo zmogljiv. Po preračunih smo ugotovili, da se finančno izplača nakup celega kros motorja KTM sx50. S tem smo privarčevali veliko denarja, saj smo uporabili ne le agregat, ampak tudi veliko ostalih sestavnih delov, kot so : zadnje vzmetenje, hidravlične zavore, hladilni sistem in celoten izpušni sistem. Za izdelavo okvirja smo izbrali nerjaveče jeklo, ki je cenovno nekoliko dražje, vendar praktično ne potrebuje vzdrževanja. Za sprednje vzmetenje smo izbrali kvalitetne DNM amortizerje, ki se drugače uporabljamjo za downhill kolesa.



Slika 8: KTM SX 50



Slika 9: Agregat KTM SX 50



Slika 10: Prednje vzmelenje



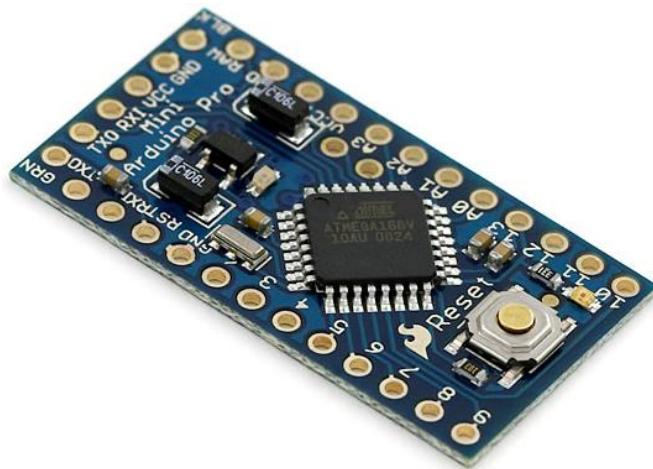
Slika 11: Zadnje vzmelenje

Elektronika

Večino elektronskih komponent smo naročili s spletno trgovine Sparkfun. Pri njih najdemo elektronske komponente za robotiko, razna uporabna elektronska vezja, senzorje, čipe in druge elektronske komponente. Izbrali smo mikrokrumilnik Arduino Pro Mini 328, kateri upravlja s celotnim sistemom. Za brezžično povezavo smo uporabili radijski oddajnik nRF2401A. Uporabili smo tudi 2 upogljiva senzorja ter dve bateriji za napajanje rokavic. Nekaj delov pa smo naročili tudi s spletno trgovine za modelarstvo Schweighofer in sicer, dva SawöX servomotorja ter 5800 mAh TopFuel baterijo za napajanje servomotorjev.



Slika 12: Upogljivi senzor



Slika 13: Arduino Pro Mini 328



Slika 14: Servo motor



Slika 15: Baterija topfuel



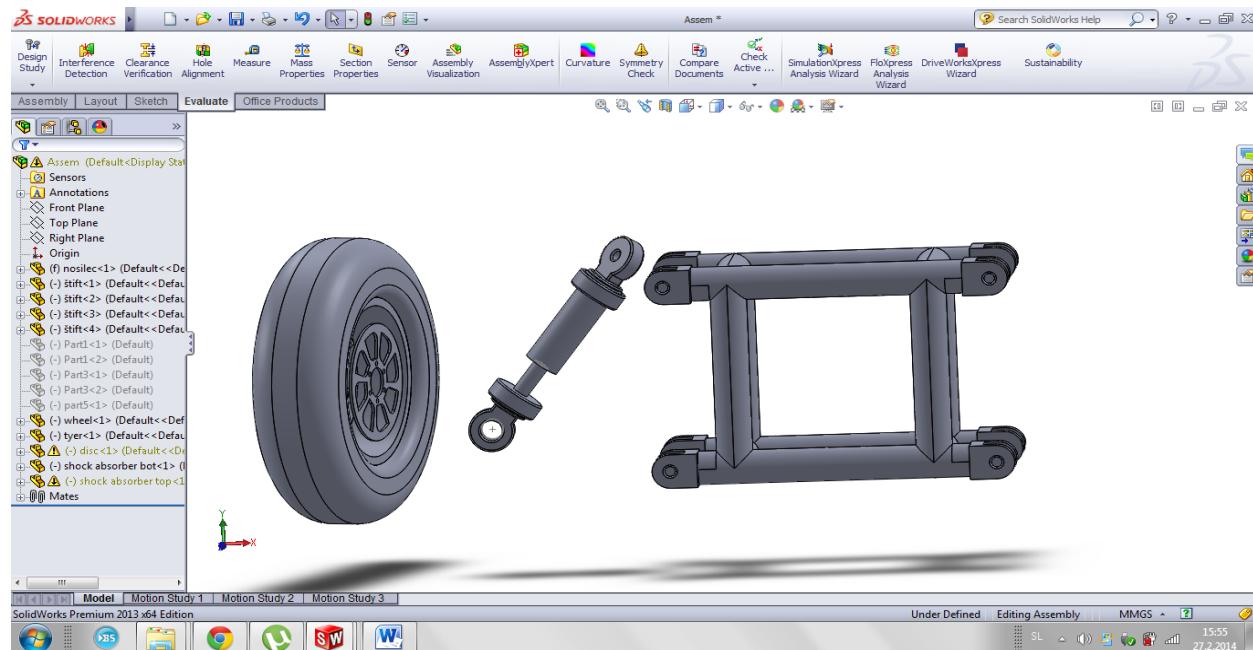
Slika 16: Antena nrf2401A

3.3 SOLIDWORKS

Izbrali smo program SolidWorks, saj smo osnove le-tega spoznali pri pouku. SolidWorks je programski paket za računalniško podprtvo konstruiranje in inženirske analize. Uporablja se tudi pri enostavnejših simulacijah in inženirskih analizah. V osnovi zajema 3D modelirnik, modul za sestavljanje in modul za izdelavo tehniške dokumentacije. Z mnogimi dodatki je uporaben na različnih tehniških področjih: strojništvo, elektrotehnika, lesarstvo itd.

3.4 ZASNOVA PROJEKTA

Najprej smo v 3D-modelirniku pričeli z izrisovanjem preprostega modela, da smo dobili okvirno predstavo, kako bo videti končni izdelek. Nato pa smo ugotovili, da model za predstavo ne bo dovolj, saj smo potrebovali zelo natančne izrise, ki bodo čim bolj podobni končnemu izdelku in bodo v veliko pomoč pri izdelavi delov.

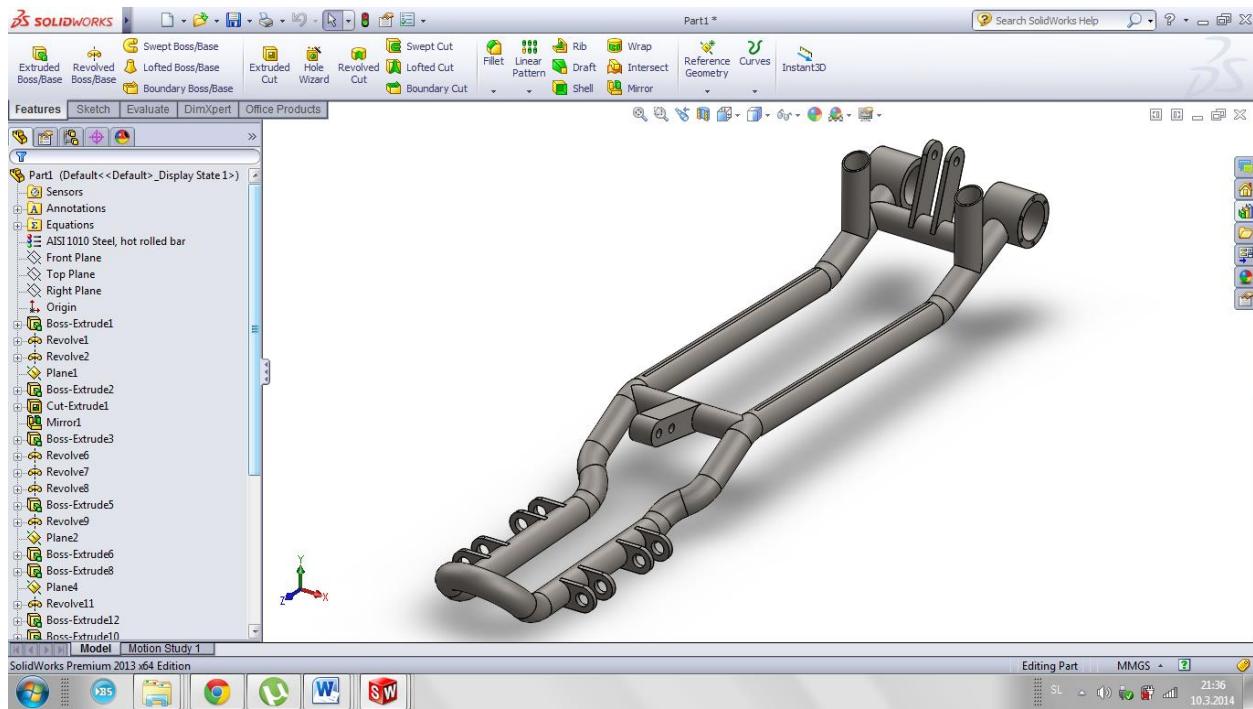


Slika 17 : Prvi modeli

Zato smo se odločili za ponovni izris celotnega izdelka v realnem merilu, kar je bila zelo zahtevna naloga.

Okvir

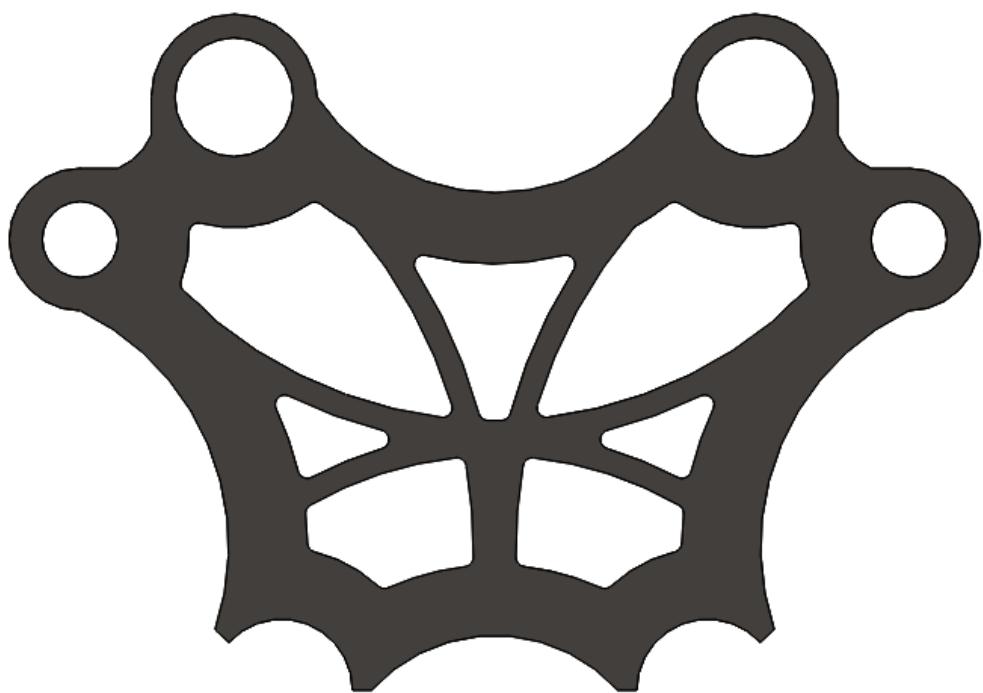
Najprej smo izdelali natančen načrt okvirja. Pri izrisovanju smo se soočali s težavami postavljanja ravnin v programskega okolja, saj je okvir nepravilne oblike. Izdelali smo nosilec, ki bo zdržal velike obremenitve in je ob enem dovolj lahek, da teža celotnega izdelka ne bo prevelika. Prav tako je okvir zasnovan tako, da je rolka dovolj vodljiva in se odlično prilagaja terenu.



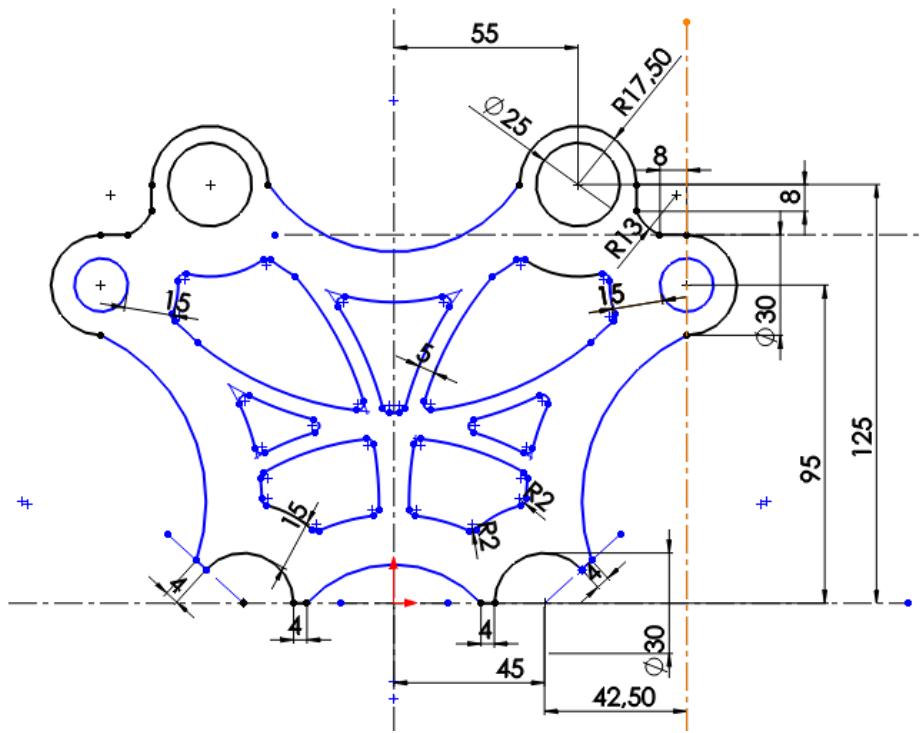
Slika 18: Okvir motorja

Nosilci

Sledila je izdelava spodnjih nosilcev, za sprednjo premo in prednjega vzmetenja. Nosilec je izdelan iz 6 mm kovinske plošče, kar pomeni, da je njegova teža kar velika, zato smo nepotreben material odstranili ter mu ob enem dodali lepši videz. Kot je razvidno iz skice, je njegova oblika zelo dodelana, saj smo jo za naše potrebe poskusili čim bolj izpopolniti.

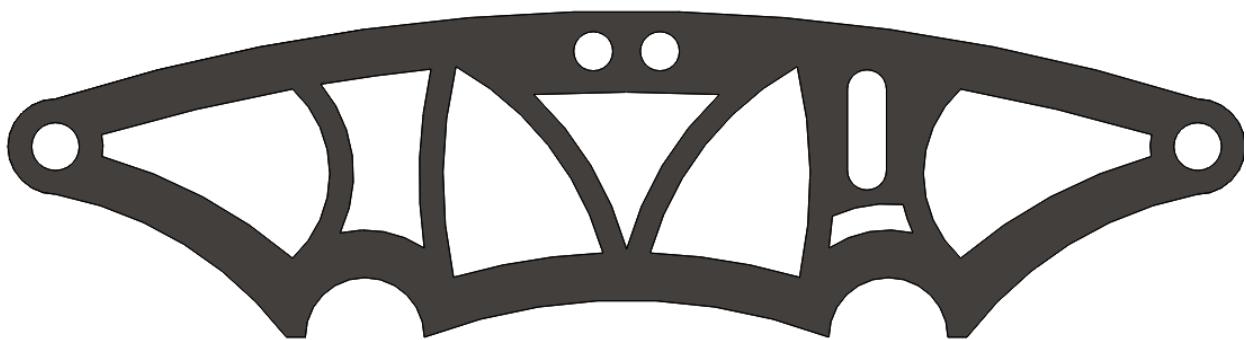


Slika 19: Spodnji nosilec



Slika 20: Skica nosilca

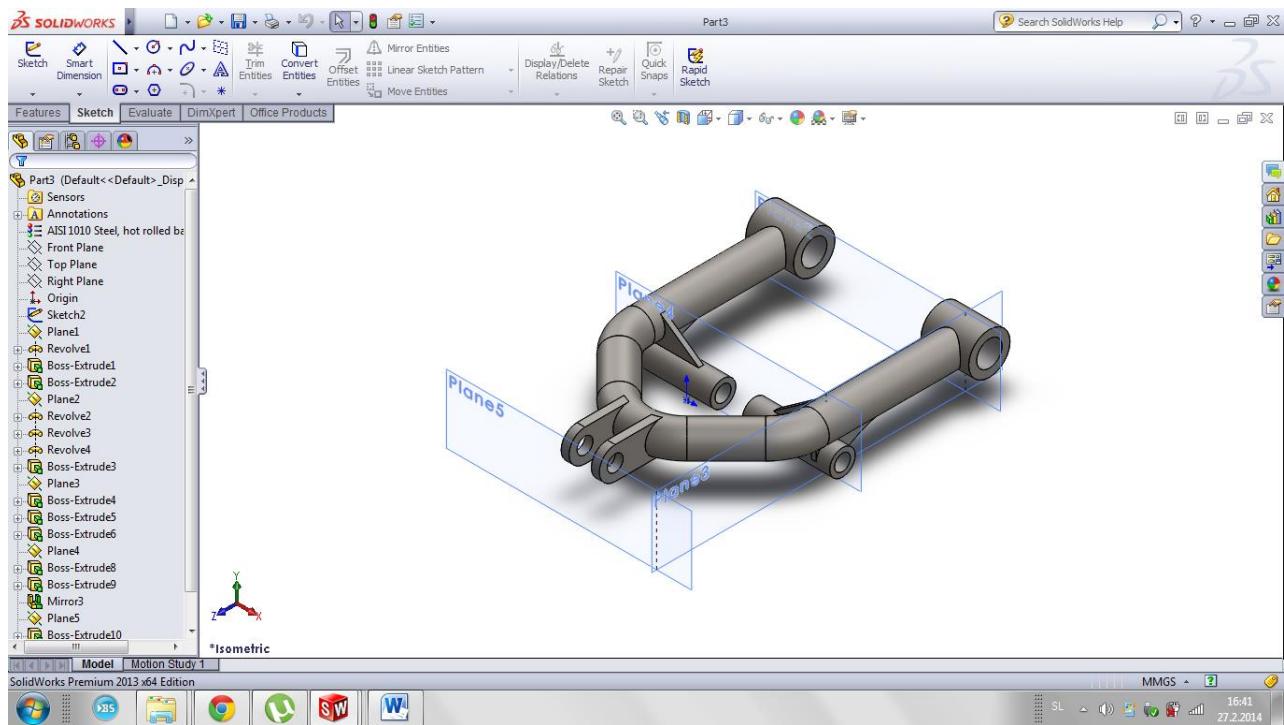
Zgornji nosilec prednjega vzmetenja je prav tako izdelan iz 6 mm kovinske plošče. Tudi njegova oblika je zapletena, saj se mora natančno prilegati ohišju.



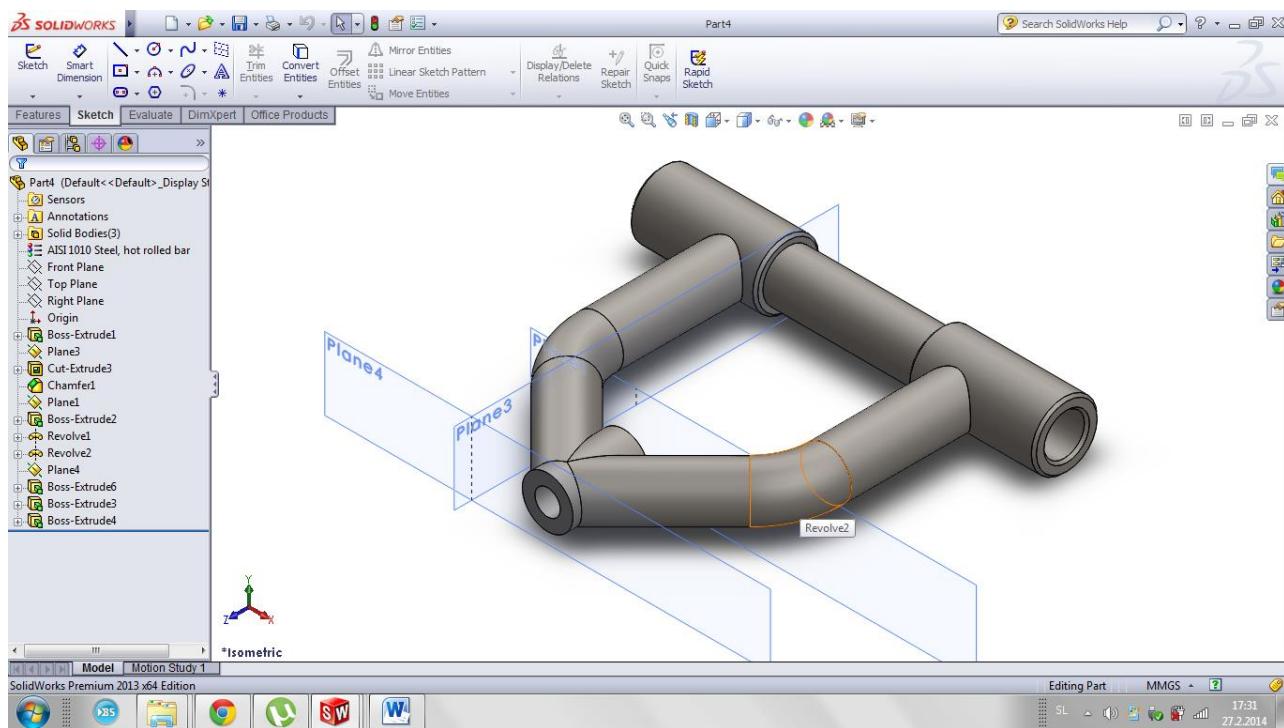
Slika 21: Zgornji nosilec

Obesi

Prednji obesi smo zasnovali tako, da sta čim krajsi, saj bi predolgi povzročili pretirano širino rolke, zaradi katere bi bila ta manj vodljiva. Ob enem pa smo morali paziti, da bosta obesi dovolj široki za nemoteno delovanje vzmetenja. Na spodnji obesi je iz dveh puš zasnovan nosilec za sprednji amortizer. Ker je obremenitev na tem delu, ob konstantnem delovanju vzmetenja zelo velika, ga je bilo treba še dodatno okrepiti. Zgornja obesa ima na koncu privarjeno pušo, v katero je vrezan navoj. S tem navojem lahko nastavljam nagib sprednjih koles, ki je za vožnjo po razgibanem in zahtevnem terenu zelo pomemben.



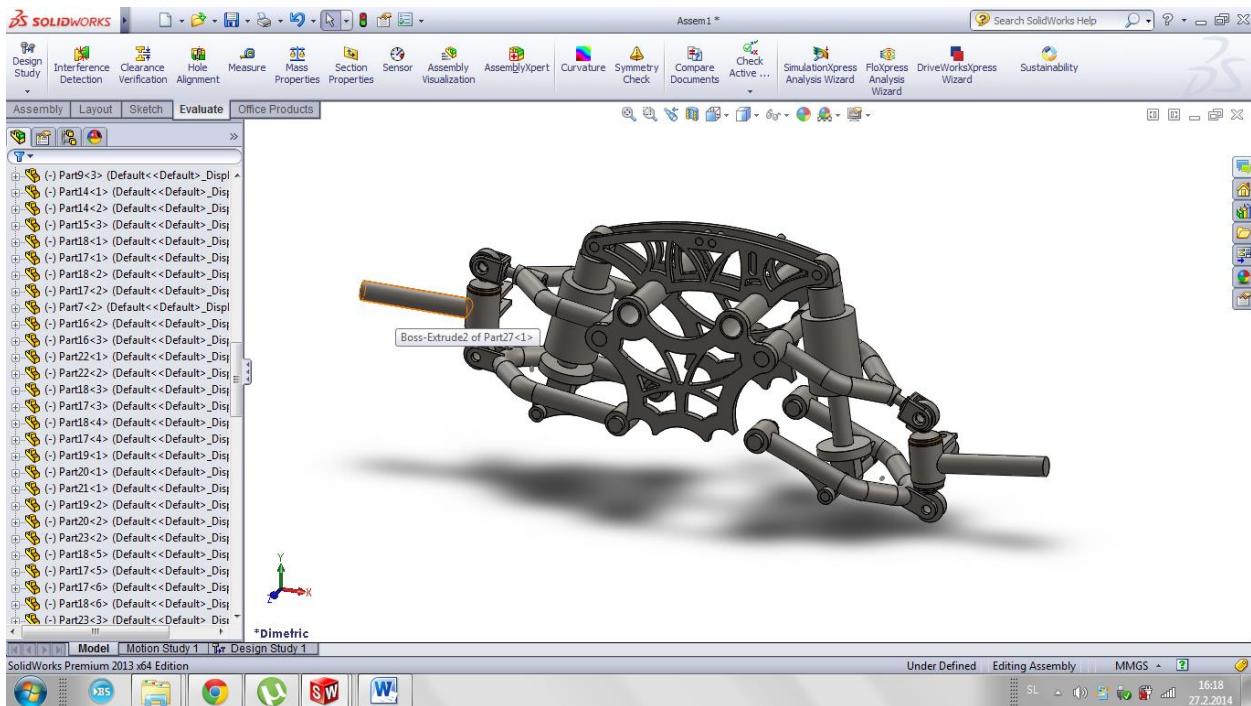
Slika 22: Spodnja obesa



Slika 23: Zgornja obesa

Prednja prema

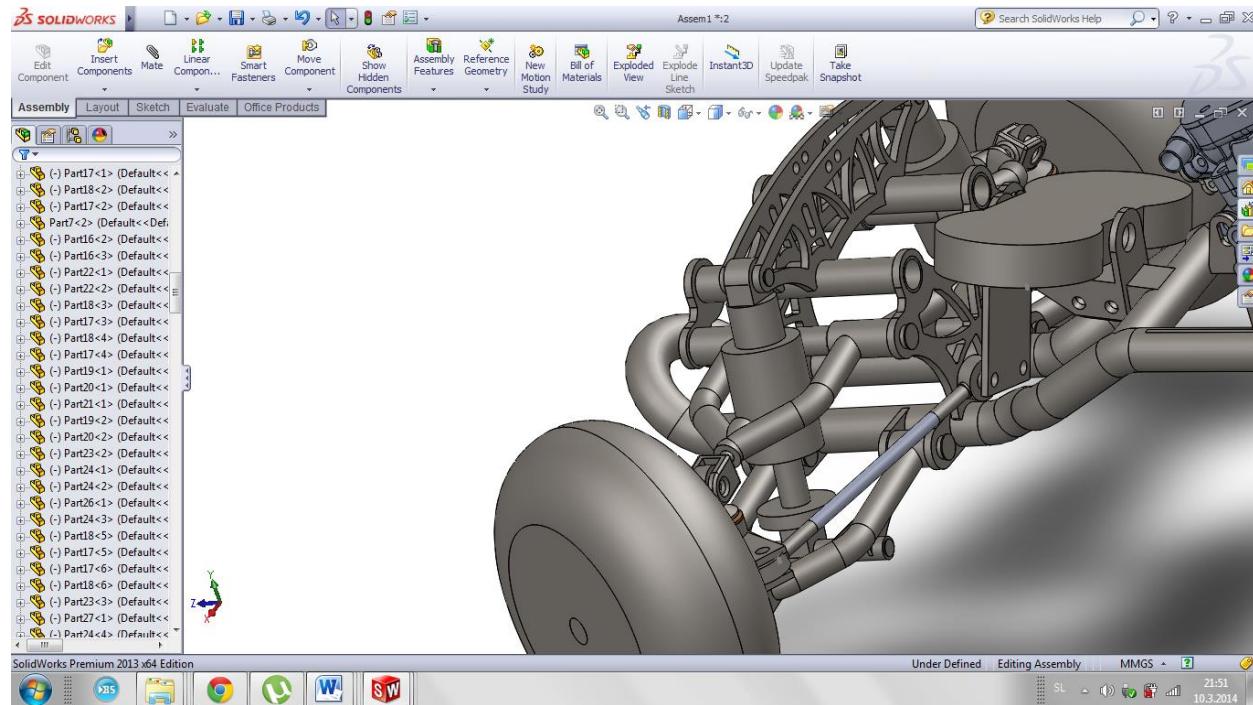
Prednja prema je sestavljena iz dveh spodnjih nosilcev, ki sta glavni del preme. Na njih sta priključeni zgornji obesi in prečna nosilca za zgornji del. Amortizerja potujeta od spodnje skozi zgornjo obeso in sta nato vpeta v zgornji nosilec.



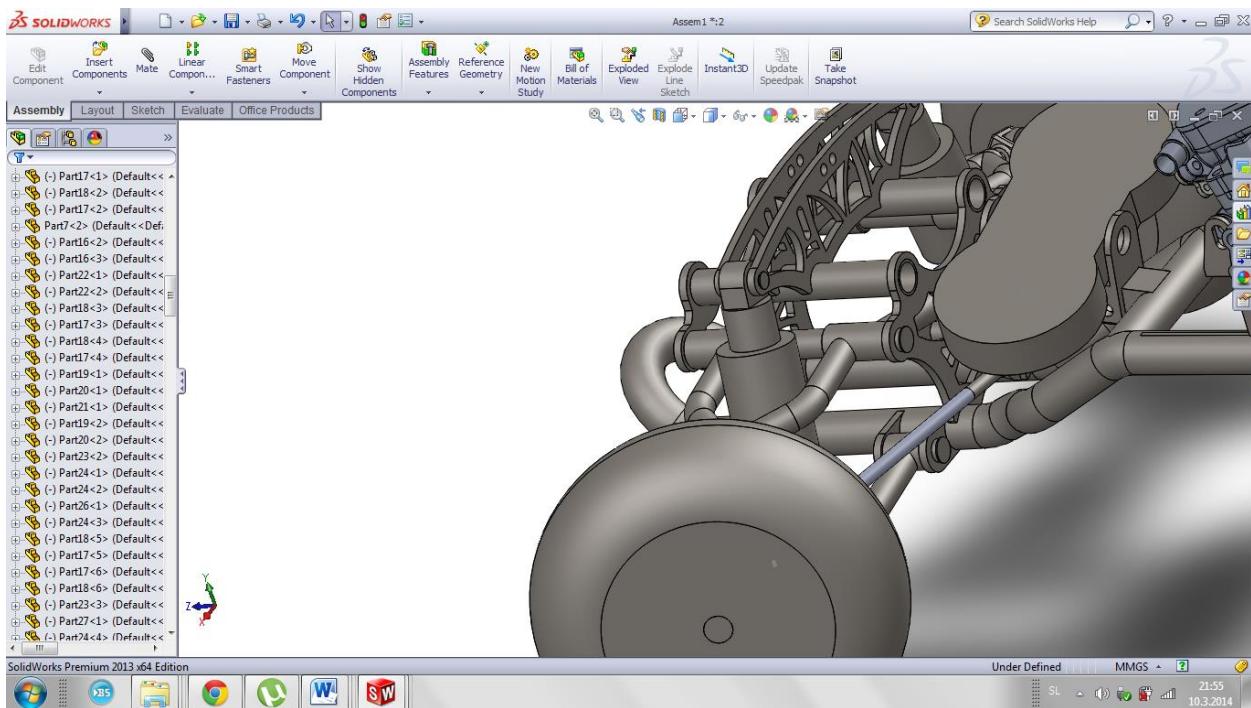
Slika 24: Prednja prema z vzmetenjem

Sistem za spremembo smeri

Sistem za spremembo smeri deluje tako, da se s sprednjo nogo naslanjam na sprednjo stopalko rolke. Stopalka se nagiba levo in desno, odvisno na katero stran jo z nogo obremenimo. To gibanje preko ročice povzroči gibanje koles levo in desno. Pri zasnovi tega sistema smo morali paziti, da je končen položaj stopalke in posledično koles ravno pravšnji, saj bi premajhen nagib povzročil, da se kolesa ne bi zavrtela za dovolj velik kot, kar bi pomenilo, da rolka ne bi bila dovolj vodljiva. Hkrati pa bi prevelik nagib povzročil, da bi se kolesa rolke obračala za prevelik kot, kar bi bilo lahko pri visoki hitrosti nevarno.



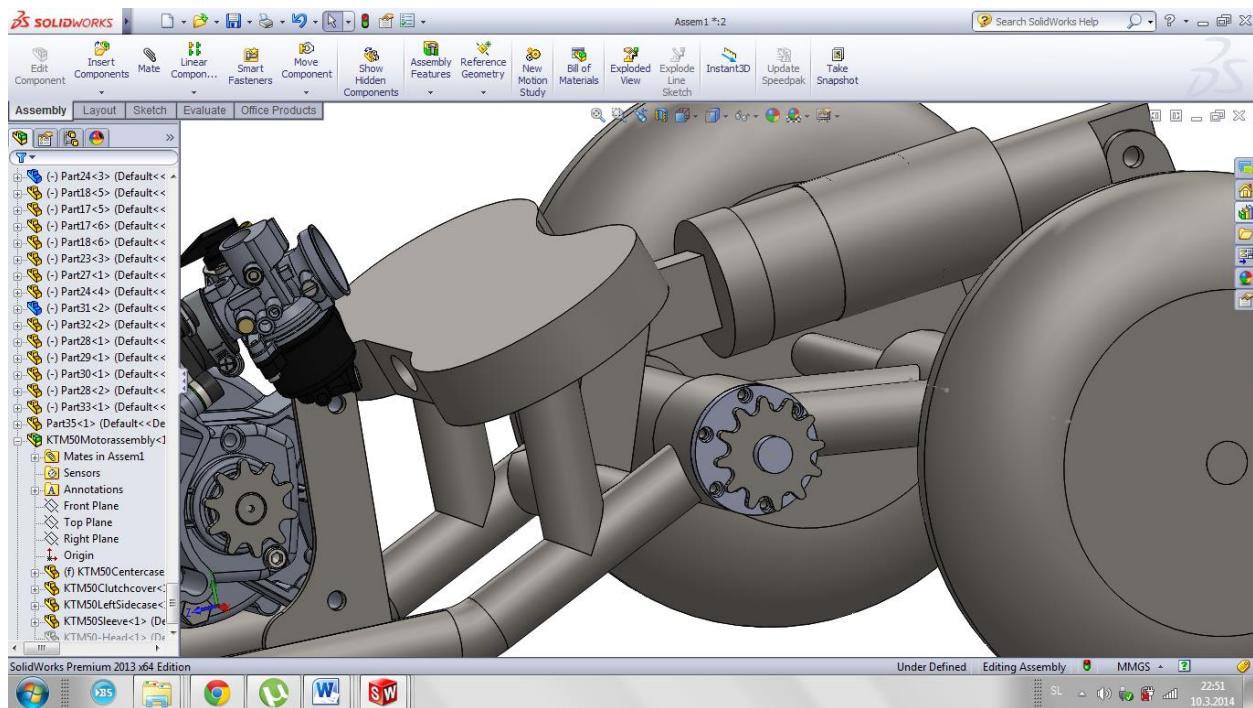
Slika 25: Stopalka krmiljenja v skrajni desni legi



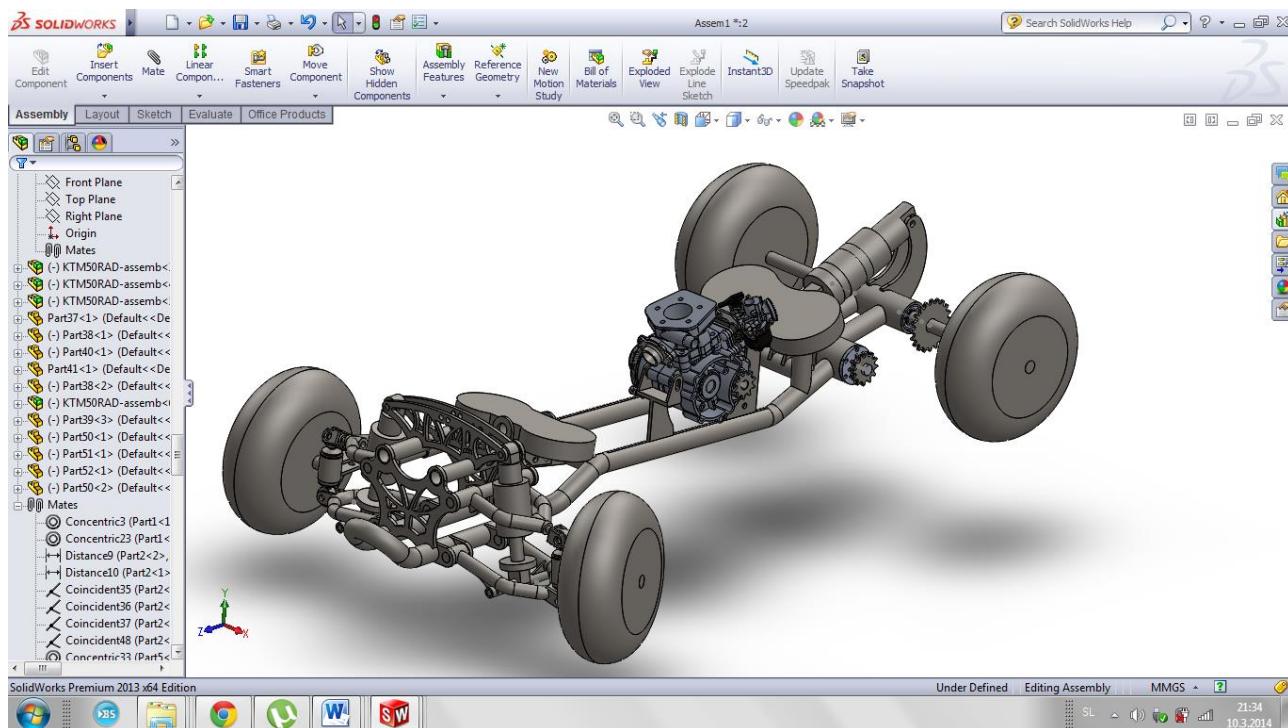
Slika 26: Stopalka krmiljenja v skrajni levi legi

Končni izdelek

Po izrisu vseh sestavnih delov, smo jih sestavili v celoto in tako dobili že skoraj končni model izdelka, ki nam je bil v veliko pomoč pri izdelavi. Zasnovali smo celoten okvir rolke, dodali zadnje vzmetenje in nosilec zadnje osi. Tudi pri tem delu smo imeli nekaj težav, saj je zadnji amortizer zelo velik in smo porabili veliko časa, da smo ga optimalno vpeli v ohišje rolke. Paziti smo morali na to, da se amortizer v skrajno iztegnjeni legi nikjer ne dotika okvirja in da se ob obremenitvi postavi v skrajno zaprto lego prej, ko okvir udari ob tla. Ker je okvir narejen tako, da na njem ni nič odvečnega prostora, je bil na začetku največji problem to, da je amortizer v skrajno skrčeni legi treščil ob zadnjo stopalko. Težavo smo rešili z drugačno zasnovovo stopalke in z minimalnim premikom motorja naprej.



Slika 27: Položaj vmesne osi



Slika 28: Model končnega izdelka

Prenos gibanja

Pri prenosu gibanja iz gredi pogonskega agregata do gnane osi smo naleteli na težave s prestavnim razmerjem. Po izračunih je premer zadnjega kolesa premajhen za velikost zobnika, ki bi bila potrebna in bi ustrezala primerni hitrosti rolke. Zato je bilo direkten prenos gibanja iz pogonske gredi motorja do gnane osi nemogoče izvesti. Težavo smo rešili tako, da smo dodali vmesno os. S to osjo smo lahko nastavili prestavno razmerje po naših potrebah in prilagodili dovolj visoko, a še vedno kontrolirano hitrost rolke. Prav tako smo rešili še eno težavo, saj se je veriga pri direktnem prenosu gibanja dotikala okvirja. Ker pa se z vmesno osjo pot verige lomi, se s tem izognemo problematičnemu delu okvirja.

IZRAČUN PRESTAVNEGA RAZMERJA

Legenda:

G_0 – motorna gred

G_1 – pogonska gred

G_2 – vmesna os

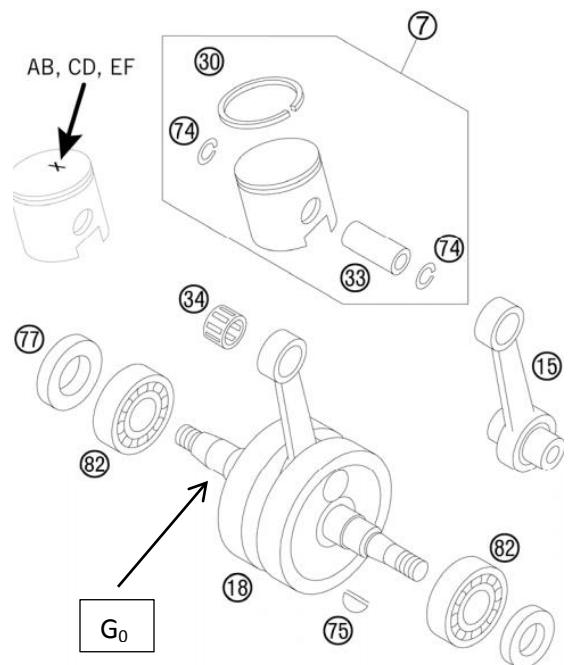
G_3 – zadnja os

n_1 – nazivni obrati motorja

n_2 – obrati na G_1

n_3 – obrati na G_2

n_4 – obrati na G_3



Slika 29: Sestava 1

i – prestavno razmerje med G_1 in G_3

i_1 – prestavno razmerje G_0 in G_1

i_2 – prestavno razmerje med G_1 in G_2

i_3 – prestavno razmerje med G_2 in G_3

z_1 – število zob zobnika na motorni gredi

z_2 – število zob zobnika na G_1

z_3 – število zob verižnika na G_1

z_4 – število zob 1. verižnika na G_2

z_5 – število zob 2. verižnika na G_2

z_6 – število zob verižnika na G_3

d – premer zadnjega kolesa

v – želena hitrost

Podane vrednosti:

$$n_1 = 11700 \text{ min}^{-1}$$

$$z_1 = 16$$

$$z_2 = 57$$

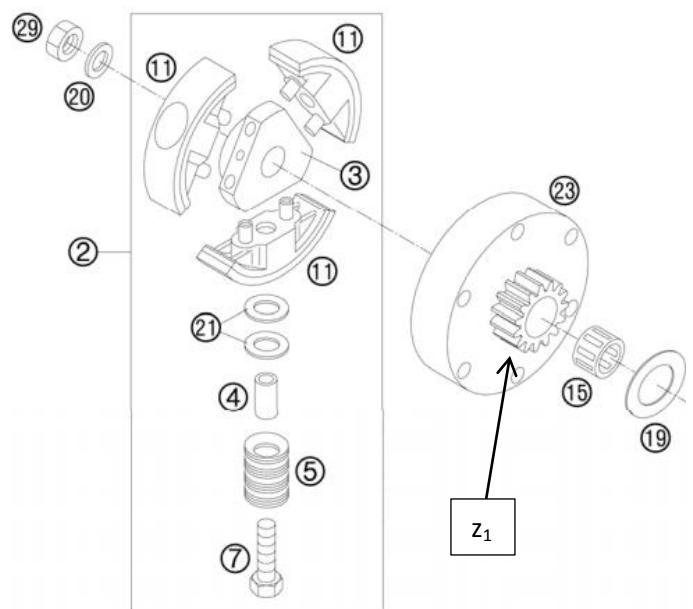
$$z_3 = 10$$

$$z_4 = 12$$

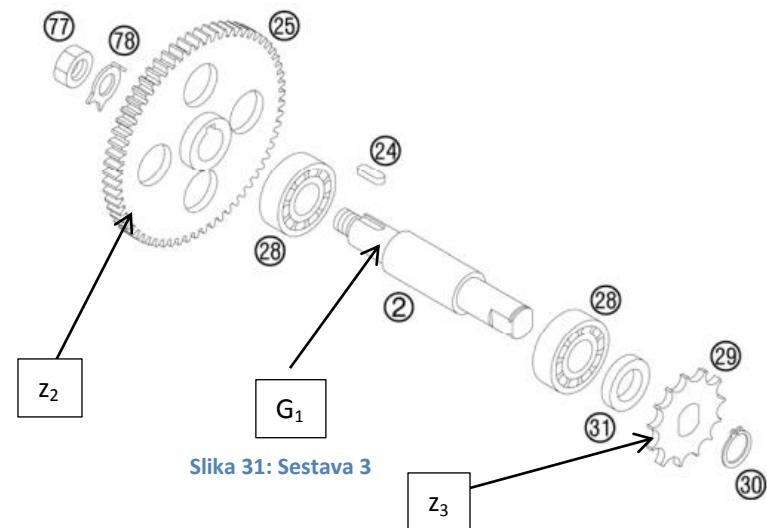
$$z_5 = 10$$

$$d = 26 \text{ cm} = 0,26 \text{ m}$$

$$v = 50 \text{ km/h} = 50000 \text{ m/h}$$



Slika 30: Sestava 2



Slika 31: Sestava 3

$$i_1 = \frac{z_2}{z_1} \quad i_1 = \frac{57}{16} \quad i_1 = 3,6$$

$$i_2 = \frac{z_4}{z_3} \quad i_2 = \frac{12}{10} \quad i_2 = 1,2$$

$$n_2 = \frac{n_1}{i_1} \quad n_2 = \frac{11700 \text{ min}^{-1}}{3,6} \quad n_2 = 3250 \text{ min}^{-1}$$

$$v = d^* \pi^* n_4 \quad \gg \quad n_4 = \frac{v}{\pi^* d} \quad n_4 = \frac{50000 \text{ m/h}}{\pi^* 0,26 \text{ m}} \quad n_4 = 1020,2 \text{ min}^{-1}$$

$$n_3 = \frac{n_2}{i_2} \quad n_2 = \frac{3250 \text{ min}^{-1}}{1,2} \quad n_2 = 2708,3 \text{ min}^{-1}$$

$$i = \frac{n_2}{n_4} \quad i = \frac{3250 \text{ min}^{-1}}{1020,2 \text{ min}^{-1}} \quad i = 3,2$$

$$i_3 = i - i_2 \quad i_3 = 3,2 - 1,2 \quad i_3 = 2$$

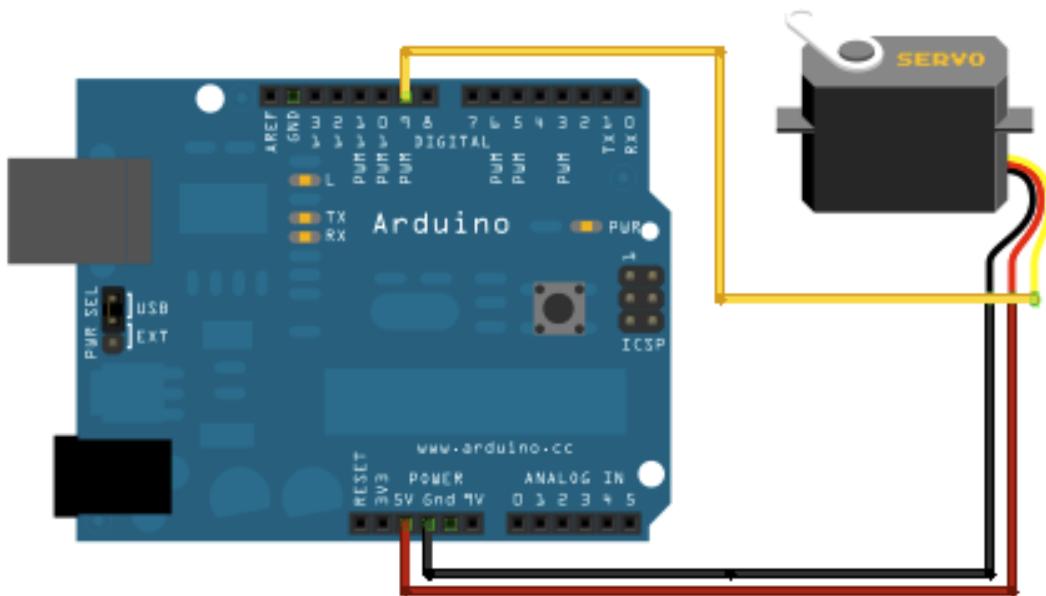
$$z_6 = z_5 * i_3 \quad z_6 = 10 * 2 \quad z_6 = 20$$

3.5 SISTEM ZA BREZŽIČNO VODENJE

Kot smo že omenili, sistem za vodenje rolke deluje povsem brezžično. Vsebuje tri glavne enote, in sicer: rokavico za dodajanje plina, rokavico za zaviranje in krmilni del na rolki.

Krmilni del na rolki

Ta enota je glavni del celotnega sistema, saj sprejema vse podatke, ki jih pošljeta rokavici in z njimi operira. Za obdelavo podatkov smo uporabili mikrokrmilnik Arduino Pro Mini 328. Ta model krmilnika je zelo uporaben, saj ima nizko ceno, je izredno kakovosten in majhen, ob enem pa za svojo velikost zelo zmogljiv. Omogoča ravno toliko funkcij, kot jih mi za svoj izdelek potrebujemo. Ker Arduino uporablja svoje programsko okolje, smo potrebovali nekaj časa, da smo ga spoznali, saj ga pred tem še nismo uporabljali.



Slika 32: Priklop servo motorja na mikrokrmilnik

Za komunikacijo med rokavicama in krmilnikom smo uporabili nRF2401A vezje z radijsko anteno, ki lahko deluje kot oddajnik ali sprejemnik. Komunikacija poteka preko 2,4 GHz radijske frekvence, ki spada med manj motene in uporabnejše frekvence. Ko krmilnik prejme podatke, jih v programski kodi obdela in pošlje do dveh servomotorjev.

Prvi servomotor preko pletenice dodaja in odvzema plin na uplinjaču pogonskega agregata, drugi servomotor pa prav tako preko pletenice kontrolira moč zaviranja na zadnjih zavornih čeljustih. Servomotorja znamke Savöx, model SC-0251MG sta servomotorja, ki se uporablja za zelo zahtevne radijsko vodene modele avtomobilov in ladij. Odlikuje ju kakovostna izdelava, saj so vsi zobniki kovinski in uležajeni, kar preprečuje hitro obrabo in omogoča večje prenose moči. Prav tako ju poganjata močna elektromotorja, ki zagotavlja zelo visok navor, kar znaša 16 kg/cm.



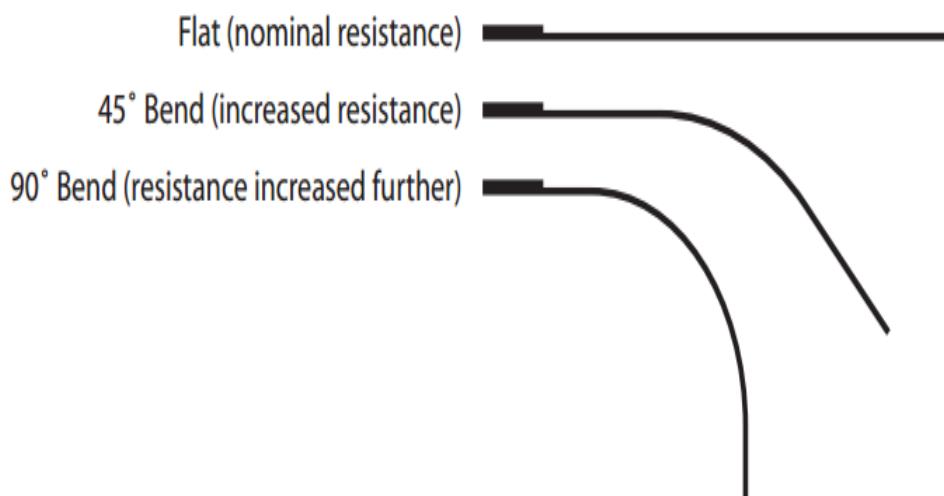
Slika 33: Notranjost servo motorja

Za napajanje servomotorjev in električnega vezja na rolki smo uporabili zmogljivo lionsko baterijo (ang. LiPo battery) znamke TopFuel. Baterija zagotavlja 5800 mAh delovanja in vezje oskrbuje z 7,4 V napetostjo.

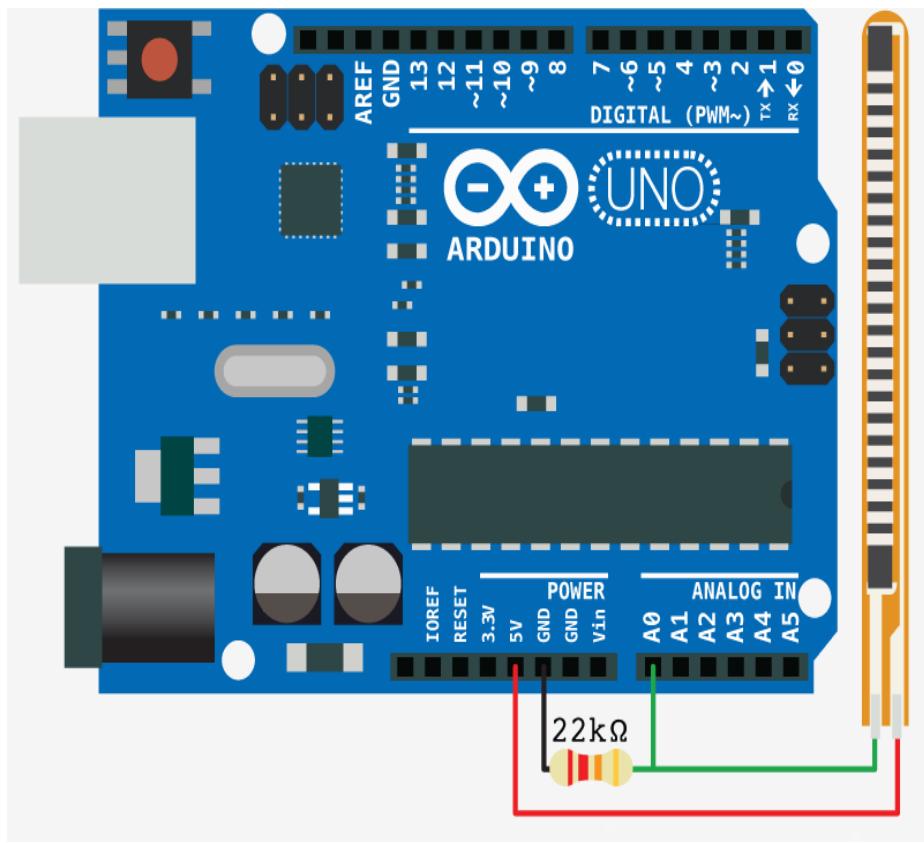
Rokavici za dodajanje plina in zaviranje

Ta rokavica deluje tako, da s kretnjami srednjega prsta na desni roki dodajamo in odvzemamo plin na pogonskem agregatu. To funkcijo nam omogoča upogljivi senzor.

Upogljivi senzor (ang. flex sensor) je senzor, ki spreminja svojo upornost glede na to, kako močno je upognjen, vendar za delovanje potrebuje konstanten primerjalni člen, ki je v našem primeru $22\text{ k}\Omega$ upor. Bolj kot je upognjen, večja je njegova upornost. V tem primeru se vezava teh dveh členov imenuje delilec napetosti, ki razdeli napetost 5 V med upogljivim senzorjem in konstantnim uporom. To njegovo lastnost smo izkoristili za krmiljenje servomotorjev. Deluje v območju od 0 do 90 stopinj. V iztegnjenem položaju je njegova upornost $10\text{ K}\Omega$, pri skrajno upognjenem položaju pa $110\text{ K}\Omega$, pri čemer je toleranca 30 %.



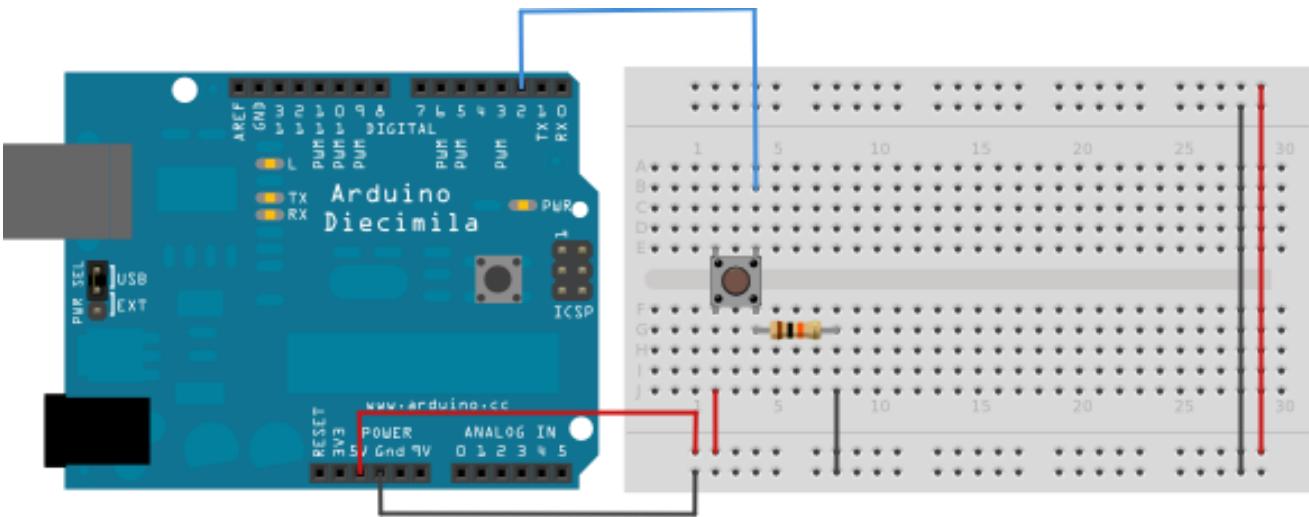
Slika 34: Položaji upogljivega senzorja



Slika 35: Priklop upogljivega senzorja na mikrokrmlnik

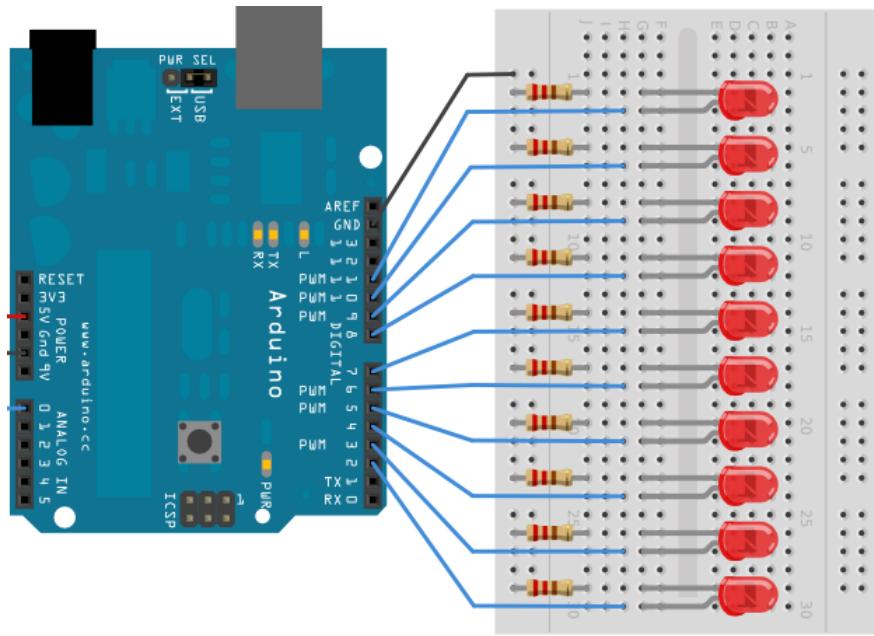
Ker nam senzor oddaja analogni signal, smo ga priklopili na analogni vhod mikrokrmlnika, s katerim beremo njegove vrednosti. Zato tudi rokavica potrebuje svoj Arduino Pro Mini, ki obdela podatke upogljivega senzorja in jih preko radijskega oddajnika pošlje do sprejemnika na roldi. Analogni vhodi na mikrokrmlniku delujejo kot merilec napetosti. Pri 5 V bo prebrana vrednost 1023, pri 0 V pa bo prebrana vrednost 0. Te vrednosti uporabi v programskej kodji in z njimi določamo položaj servomotorja.

Zaradi večjega nadzora nad dodajanjem plina smo v vezavo vključili še varnostno tipko, ki ob pridržanju omogoči delovanje celotnega sistema. Priklopljena je na svoj digitalni vhod mikrokrmlnika, ki prebere vrednost 1 ali 0 in nato v programski kodi omogoči delovanje sistema. Če je upogljivi senzor upognjen in tipka ni pritisnjena, program smatra to, kot da je upogljivi senzor v vodoravni legi in servomotorji se ne odzivajo.



Slika 36: Priklop tipke na mikrokrmlnik

Za napajanje vezja na rokavici smo uporabili 3,7 V lionsko baterijo (ang. LiPo battery), ki je zelo majhna in kompaktna, zato posledično zavzame malo prostora, prev tako pa nas med vožnjo ne ovira. Poleg tega za prikaz stanja baterije poskrbi 10 segmentni LED prikazovalnik.



Slika 37: Priklop LED prikazovalnika na mikrokrumilnik

Rokavica za zaviranje pa deluje na popolnoma enak princip, kot rokavica za dodajanje plina le, da ne vsebuje varnostne tipke, saj morajo zavore delovati v vsakem primeru.

Programska koda

V naslednjih nekaj povedih je na kratko opisana programska koda, s katero krmilimo servomotorja.

1. Pokličemo vse potrebne knjižice, ki so nujno potrebne za delovanje programa;
2. Definiramo in deklariramo vse potrebne konstante in spremenljivke;
3. Pod »void setup()« napišemo program, ki nam pripravi vse potrebno za delovanje glavnega programa;
4. V tem primeru določimo, na katerem pinu so servomotorji priključeni ter bumb in led dioda;
5. Na koncu še preberimo vrednost pozicije servomotorjev v tem trenutku;
6. V »void main()« Imamo napisan program, ki kliče določene funkcije, ki so zunaj void main-a;
7. Najprej pogledamo, če je gumb pritisnjen in če je se izvede postopek za branje vrednosti od senzorja za plin ter preračunavanje te vrednosti v stopinje in zapis teh stopinj na servo motor za plin.
8. Če pogoj ni izpolnjen, se motorju za plin da minimalna vrednost;
9. Zadnji del void programa je zadolžen za isto nalogo, kot prejšnji, samo da je tokrat za servomotor, ki služi za ustavljanje;
10. Za lavnim programom imamo 2 funkciji, to sta sensorToMotor in glajenje;
11. SensorToMotor skrbi za to da prebere vrednost s senzorja in jo omeji ter jo pretvorí v stopinje za servomotorje;
12. Funkcija glajenje pa skrbi za glajenje motorja, saj tako kot sam senzor je tudi servomotor zelo občutljiv, kar pa privede do raznih tresljajev, ki jih pa nočemo imeti;
13. Zato ta program primerja zadnje stopinje, ki so bile poslane na motor, z novimi stopinjam, ki so bile pravkar izračunane in če nova vrednost ne odstopa za več kot 2 stopinji + ali –, potem se nova vrednost ne bo zapisala na motor, temveč stara;

```

#include <Servo.h>
Servo mplin; //Servo motor za plin
Servo mstop; //Servo motor za stop
int SENSOR_P = 0; //Pin senzorja za plin
int SENSOR_S = 3; //Pin senzorja za stop
int BUTTON_P = 8; //Pin za stop stikalo
int LED_S = 12; //Pin za led stop stikala
int SENSOR_P_LOW = 600; //Spodnja meja plin senzorja 405(390)
int SENSOR_P_HIGH = 390; //Zgornja meja plin senzorja 170(200)
int SENSOR_S_LOW = 600; //Spodnja meja stop senzorja 610(600)
int SENSOR_S_HIGH = 390; //Zgornja meja stop senzorja 330(?360?)

int pmotor = 10; //Kot zasuka sm 6-180(10-170)
int smotor = 10; //Kot zasuka sm 6-180(10-170)
int oldpmotor = 10; //Stara vrednost pmotorja
int oldsmotor = 10; //Stara vrednost smotorja
int glajenap = 10; //Glajena vrednost pmotorja
int glajenas = 10; //Glajena vrednost smotorja
int buttonstate;

int y = 0;
int m = 0;
int n = 0;
double potenciometer;

void setup()
{
    // put your setup code here, to run once:
    Serial.begin(9600);
    mplin.attach(9);
    mstop.attach(10);
    pinMode(BUTTON_P, INPUT);
    pinMode(LED_S, OUTPUT);
    oldpmotor = mplin.read();
    oldsmotor = mstop.read();
}

```

Slika 38: Programska koda 1

```

void loop()
{
    buttonstate = digitalRead(BUTTON_P);
    if (buttonstate == HIGH)
    {
        pmotor = sensorToMotor(SENSOR_P, SENSOR_P_LOW, SENSOR_P_HIGH);
        glajenap = glajenje(SENSOR_P, oldpmotor, pmotor);
        mplin.write(glajenap);
        oldpmotor = glajenap;
    }
    else
    {
        mplin.write(10);
    }
    smotor = sensorToMotor(SENSOR_S, SENSOR_S_LOW, SENSOR_S_HIGH);
    glajenas = glajenje(SENSOR_S, oldsmotor, smotor);
    mstop.write(glajenas);
    oldsmotor = glajenas;
}

int sensorToMotor(int type, int var1, int var2)
{
    int result;
    result = analogRead(type);
    result = constrain(result, var2, var1);
    result = map(result, var1, var2, 12, 170);
    return result;
}

int glajenje (int type, int oldvar, int newvar)
{
    int x;
    int y;
    x= oldvar+2;
    y= oldvar-2;
    Serial.println("");
    Serial.print(oldvar);
    Serial.print("----");
    Serial.print(newvar);
    if((newvar <= x) && (newvar >= y))
    {
        Serial.print("if is true");
        return oldvar;
    }
    return newvar;
}

```

Slika 39: Programska koda 2

4. UGOTOVITVE IN REZULTAT

Okvir je kakovosten ter lahek.	
Motor je majhen in zmogljiv.	
Nameščeno je kakovostno prednje in zadnje vzmetenje.	
Izdelek je brezžično voden.	
Rolka dosega visoke hitrosti.	

Pri izdelovanju izdelka smo morali biti zelo natančni, saj nam je to pripomoglo k izognitvi težav pri nadalnjem delu. Težave s konstruiranjem smo timsko, predvsem pa sproti odpravljali, zato nam je uspelo izdelek pripeljati do trenutnega stanja. Prav vsi pa se zavedamo, da smo se lotili zelo zahtevnega projekta in smo z svojim trenutnim izdelkom zadovoljni. Čeprav nam ena izmed zadanih hipotez še ni uspela, bomo še naprej sodelovali ter poizkusili čim prej vzpostaviti povezavo za brezžično krmiljenje ter izdelek dokončali po naših željah. Ker izdelek še ni izdelan v celoti, rezultati obnašanja na terenu še niso znani, vendar upamo, da bodo čim boljši.

5. ZAKLJUČEK

Pri izdelavi same raziskovalne naloge smo morali uporabiti vsa svoja znanja, ki smo jih pridobili med šolanjem, prav tako pa smo naše znanje nadgradili z raziskovanjem stvari, ki jih do sedaj še nismo poznali. V veliko pomoč pri konstruiranju nam je bil 3D-modelirnik , saj smo lahko takoj opazili težave s konstruiranjem ter jih odpravili z raznimi popravki. Pomagali pa smo si tudi z raznimi forumi, kjer raziskovalci delijo svoje znanje . Že na začetku je bilo jasno, da smo se lotili zelo zahtevnega projekta. Prav tako pa nas je zahtevnost projekta motivirala skozi vso izdelavo. S težavami, ki nas pri izdelavi končnega izdelka ovirajo, se dobro soočamo ter jih skupinsko rešujemo, pri nekaterih pa nam pomagajo tudi mentorji. Izdelek, ki je trenutno še vedno v izdelavi, pa bo zanimiv ter bo vsekakor nudil veliko adrenalinskih užitkov, prav tako pa bo odličen projekt, saj vsebuje vse elemente, ki jih naša stroka povezuje.

6. ZAHVALA

Zahvaljujemo se našima mentorjema g. mag. Andru Glamniku, univ.dipl.inž. in g. Mateju Vebru, univ. dipl. inž., ker sta nam s svojim znanjem pomagala pri reševanju problemov, na katere smo naleteli, in nas med motivirala med samo izdelavo.

Zahvaljujemo se tudi vsem internetnim uporabnikom, da so svoje znanje delili na spletnih straneh ter forumih in nam pomagali odpraviti težave, s katerimi smo se soočili.

Hvala tudi prof. Meliti Leskovar, ker nam je lektorirala celotno raziskovalno nalogu.

7. VIRI IN LITERATURA

[1] BARTENSCLAGER, J. Mehatronika. Ljubljana; založba Pasadena, 2009.

[2] GLAMNIK, A. in VEBER, M. Mehatronika. Ljubljana: Munus 2, 2012

[3] LOMBART, M. SolidWorks 2013 BIBLE. Indiana: Založba Wiley, 2013.

[4] KRAUT, B. Strojniški priročnik. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije, 2002.

[5] KTM SX 50 (online). 2013. (citirano 11.3.2014). Dostopno na naslovu:

<http://www.ktm.com/at/mx/50-sx/highlights.html>

[6] SPARKFUN (online). 2014. (citirano 11.3.2014). Dostopno na naslovu:

<https://www.sparkfun.com/>

[7] SCHWEIGHOFER MODELLSPORT (online). 2013. (citirano 11.3.2014). Dostopno na naslovu:

<http://www.der-schweighofer.at/>

[8] NITROBOARDS (online). 2010. (citirano 11.3.2014). Dostopno na naslovu:

<http://www.nitroboards.ca/>

[9] DNM SUSPENTION (online). 2011. (citirano 11.3.2014). Dostopno na naslovu:

<http://www.dnmshock.com/>

[10] ARDUINO (online). 2012. (citirano 11.3.2014). Dostopno na naslovu:

<http://www.arduino.cc/>

[11] WIRELESS GLOVE (online). 2009. (citirano 11.3.2014). Dostopno na naslovu:

<http://www.instructables.com/id/Wireless-Glove-Controlled-Electric-Mountainboard-/>