

ŠOLSKI CENTER VELENJE
ELEKTRO IN RAČUNALNIŠKA ŠOLA
TRG MLADOSTI 3, 3320 VELENJE
MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ ŠALEŠKE DOLINE

RAZISKOVALNA NALOGA
ROBOT ZA PREISKOVANJE NEVARNIH OBJEKTOV
Tematsko področje: ELEKTROTEHNIKA, ELEKTRONIKA IN ROBOTIKA

Avtor:

Kamil Kosi

Dejmon David Šturm

Mentor:

Zvone Cencen

Velenje, 2018

Raziskovalna naloga je bila opravljena na Šolskem centru Velenje – Elektro računalniška šola

Mentor: Zvone Cencen

Datum predstavitve: marec, 2018

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD ŠC Velenje, šolsko leto 2017/2018
- KG robot za preiskovanje/premagovanje stopnic/daljinsko vodenje/prenos slike v živo
- AV KOSI, Kamil / ŠTURM, Dejmon David
- SA CENCEN, Zvone
- KZ 3320 Velenje, SLO, Trg mladosti
- ZA ŠC Velenje, Elektro in računalnika šola
- LI 2018
- IN ROBOT ZA PREISKOVANJE NEVARNIH OBJEKTOV
- TD Raziskovalna naloga
- OP VII, 58 str., 0 pregl., 0 graf., 44 sl., 0 pril., 18 vir.
- IJ SL
- JI sl / en

AI Namen najine raziskovalne naloge je bil, izdelati robota za preiskovanje objektov, ki lahko opravi nevarna dela primerjivo učinkovito kot človek, ki se mu pri tem ni treba izpostavljati visokim temperaturam, onesnaženosti okolja, eksplozivni ali vnetljivi okolici ter različnim konstrukcijskim nevarnostim. S svojo raziskovalno nalogo sva želela dokazati, da lahko veliko ceneje izdelava robota, ki je primerljiv s komercialno dostopnimi roboti. Meniva, da bi se morali takšni roboti bolj pogosto uporabljati za izvajanje nevarnih operaciji na različnih področjih, saj bi s tem povečali uspešnost zahtevnih nalog, predvsem pa zaščitili zdravje izvajalcev. Trdiva, da je danes tehnika dovolj razvita, komponente pa so vedno bolj dostopne, zato je izdelava takšnih robotov postala izvedljiva. Sistem, ki upravlja najinega robota je mikrokrmilnik Arduino. Robot deluje tako, da mikrokrmilnik dobi ukaz od radijskega oddajnika s frekvenco 2.4Ghz in jih sprocesira ter na ta način upravlja izhodne enote. Robot ima tudi oddajnik, ki podatke od senzorjev pošilja nazaj, v našem primeru so to temperatura, vlažnost in video signal. Robot je izdelan modularno, kar pomeni, da se ga lahko po želji posameznega uporabnika nadgradi in prilagodi njegovim potrebam.

KEY WORD DOCUMENTATION

ND ŠC Velenje, school year 2017/2018

CX robot for investigation/overcoming stairs/remote control/live video transfer

AU KOSI, Kamil / ŠTURM, Dejmon David

AA CENCEN, Zvone

PP 3320 Velenje, SLO, Trg mladosti

PB ŠC Velenje, Elektro in računalniška šola

PY 2018

TI ROBOT FOR INVESTIGATION OF DANGEROUS BUILDINGS

DT RESEARCH WORK

NO VII, 58 p., 0 tab., 0 graf., 44 fig., 0 ann., 18 ref.

LA SL

AL sl/en

AB The point of this research work is to make a robot for investigation of dangerous buildings which can do almost the same work as a human at investigation of buildings with that, that the robot is more resistant to influences that can be in dangerous buildings like high temperature, contaminated air and structural danger of the building. With this research work we wanted to prove that anybody can make this kind of robot for a much lower price than commercially available robots. We think that robots could be used for dangerous tasks on many areas because this technology is developed enough and the components are much more available and cheaper. System that controls the whole robot is a microprocessor Arduino. Robot works like so that the microprocessor gets the command from a radio transmitter with the frequency of 2.4Ghz and it processes it so it can control output units. Robot also has a transmitter which sends the data back, in or case that is temperature, humidity and video signal.

KAZALO VSEBINE

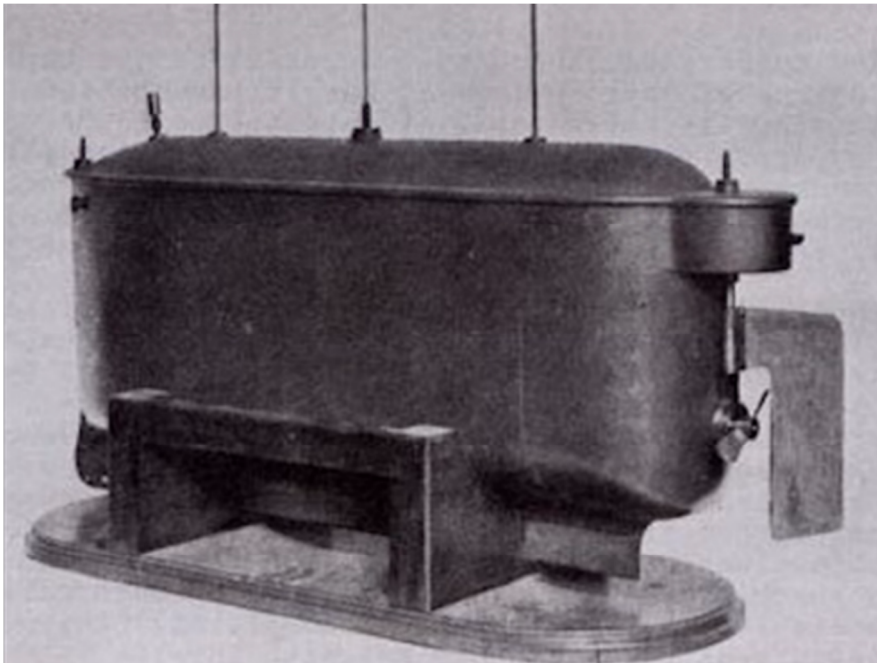
1	UVOD	1
	Hipoteze:	2
2	PREGLED OBJAV	3
2.1	Roboti	3
2.2	Uporaba	6
2.3	Komercialno dostopni roboti	7
3	PREGLED TEHNOLOGIJE	9
3.1	Električni motorji	9
3.1.1	PMDC – Enosmerni DC motor s trajnimi magneti (krtačni)	10
3.1.2	BLDC - Enosmerni brezkrtačni motor	11
3.2	Baterije	12
3.2.1	Lipo	12
3.2.2	Li-ion	14
3.2.3	Ni-Cd	16
3.3	Krmilnik (Arduino)	18
4	METODE DELA IN PRAKTIČNI DEL	19
4.1	Zasnova najinega robota	19
4.2	Izdelava prototipa	19
4.2.1	Praktični preizkus najine ideje s pomočjo modela iz Lego kock	22
4.3	Izdelava kovinskega modela v 1:1 razmerju	24
4.3.1	Izračun moči motorjev pri robotu z maso 16 kg	25
4.4	Izdelava robota z gumijastimi gosenicami	28
4.4.1	Izračun največje možne mase robota z motorji RS-385 z reduktorjem 100RPM	28
4.4.2	Konstrukcija druge različice vozila	30
4.5	Izdelava robota – mehanski del	31
4.6	Izdelava robota – elektro-programski del	41
4.6.1	Pošiljanje povratnih informacij	45
4.1	Testiranje robota	50
5	REZULTATI IN Razprava	52
6	ZAKLJUČEK	54
7	POVZETEK	56
8	ZAHVALA	58

9 VIRI IN LITERATURA	59
KAZALO SLIK	
Slika 1: Model Teslove ladje na daljinsko upravljanje (vir: http://www.businessinsider.com) .	1
Slika 2: IRobot 110 (vir: www.robotcenter.co.uk)	6
Slika 3: Robotsko vozilo MLT Jack Russell (vir: www.sdractical.com)	7
Slika 4: Robotsko vozilo HD2 Mastiff (vir: www.sdractical.com)	8
Slika 5: Jedlikov elektromotor (vir: https://commons.wikimedia.org)	9
Slika 6: Shema krtačnega motorja (vir: https://sl.wikipedia.org/wiki/Wikipedija)	10
Slika 7: Brezkrtačni motor (vir: https://www.amainhobbies.com)	11
Slika 8: Lipo baterija (vir: https://shop.pimoroni.com)	13
Slika 9: Li-ion baterija (vir: http://blogberlinmd.com)	15
Slika 10: Ni-Cd baterije (vir: https://www.ebay.com)	17
Slika 11: Arduino Nano (vir: http://www.etechpk.net)	18
Slika 12: Doma izdelan humanoid (vir: https://www.youtube.com)	20
Slika 13: Standardne mere stopnic (vir: http://www.stopnice-pozvek.si/)	20
Slika 14: Izračun dolžine robota (foto: Kamil Kosi)	21
Slika 15: Prototipni model iz Lego kock (foto: Kamil Kosi)	22
Slika 16: Prototipni model iz Lego kock (foto: Kamil Kosi)	23
Slika 17: Prvi model v programu Fussion 360 (foto: Kamil Kosi)	24
Slika 18: Zamisel izdelave kovinskih gosenic (foto: Kamil Kosi)	24
Slika 19: Sila potrebna za premagovanje stopnic (naklon 19.4°) (foto: Kamil Kosi)	25
Slika 20: Izračun sile (foto: Kamil Kosi)	25
Slika 21: Tabela za izračun moči motorja (vir: https://www.micromo.com)	27
Slika 22: DC krtačni motor z reduktorjem (vir: https://www.aliexpress.com)	28
Slika 23: Konstrukcija podvozja robota (foto: Kamil Kosi)	31
Slika 24: Rezanje aluminijastih profilov (foto: Kamil Kosi)	32
Slika 25: Izvrtavanje lukenj (foto: Kamil Kosi)	33
Slika 26: Povezovalni element (foto: Kamil Kosi)	35
Slika 27: Tiskanje povezovalnega elementa (foto: Kamil Kosi)	36
Slika 28: Varjenje povezujočega dela (foto: Kamil Kosi)	37
Slika 29: Sestavljena dvižna roka (foto: Kamil Kosi)	37
Slika 30: Dvižni mehanizem (foto: Kamil Kosi)	38

Slika 31: Pritrditev dvižne roke (foto: Kamil Kosi)	38
Slika 32: Printanje koles (foto: Kamil Kosi)	39
Slika 33: Poliuretanski jermeni (foto: Kamil Kosi).....	40
Slika 34: Napenjalec za gosenice (foto: Kamil Kosi).....	40
Slika 35: Povezan radijski sprejemnik (foto: Kamil Kosi).....	41
Slika 36: Modul ibt_2 (vir: http://www.hessmer.org)	42
Slika 37: Program za premikanje robota (foto: Kamil Kosi).....	44
Slika 38: Modul NRF24L01 (vir: http://propix.com.pl).....	45
Slika 39: Program za sprejemnik podatkov (foto: Kamil Kosi)	46
Slika 40: Koda za oddajnik (foto: Kamil Kosi).....	47
Slika 41: Sprejemna postaja (foto: Kamil Kosi).....	48
Slika 42: Modul LM2596 (vir: https://www.itead.cc).....	49
Slika 43: Končni izdelek s ojačitvenimi deli (foto: Kamil Kosi)	51
Slika 44: Plezanje po stopnicah (foto: Kamil Kosi)	51

1 UVOD

V današnjem času je v našem okolju veliko poklicev, kjer človek izpostavlja svoje telo zunanjim nevarnostim ob reševanju nevarnih nalog. Meniva, da je izpostavljanje zdravja pri mnogih panogah nepotrebno, saj bi lahko podobno delo namesto človeka opravil robot, s tem da bi to opravil hitreje, ceneje in bolj varno. Stanje tehnološkega razvoja je že dolgo časa na nivoju, ki zagotavlja enostavno izvedbo različnih robotov, saj je že Nikola Tesla leta 1898 predstavil svoj model daljinsko krmiljenega čolna, za katerega se je v času pred 1. svetovno vojno zanimala samo vojska. Danes Teslo uvrščamo, poleg Edisona, Shockleya in Stanleya, med najpomembnejše pionirje elektrotehnike.



Slika 1: Model Teslove ladje na daljinsko upravljanje (vir: <http://www.businessinsider.com>)

Danes se tovrstni roboti uporabljajo na različnih področjih, najpogosteje pa v vojaške namene, vendar meniva, da bi morala biti njihova uporaba veliko bolj razširjena, saj obstaja veliko panog, v katerih bi bila več kot upravičena. Roboti že danes predstavljajo velikanski pripomoček na področju varnosti in reševanja. Že danes jih ponekod uporabljajo za pomoč ponesrečencem, denimo ukleščeni v porušeni stavbah pri potresih ali v nesrečah, kjer je okolje nevarno za zdravje reševalcev.

Z raziskovalno nalogo sva želela dokazati, da so lahko preprosti roboti cenovno zelo ugodni in uporabni in da lahko nadomestijo človeka v mnogih nevarnih operacijah. Misliva, da bi bil najin robot lahko uporaben za iskanje ponesrečencev v naravnih katastrofah, za lažje odkrivanje ponesrečencev v požaru, diagnostiki jedra požara ter za inšpekcijo infrastrukture, kot so vodovodni odtoki, kanalizacija ali pa za pregledovanje električnih visokonapetostnih inštalacij. Z lahkoto bi ga uporabili za iskanje eksplozivnih predmetov ali pri nesrečah s kemijskimi nevarnimi snovmi, ki smo jim bili v preteklosti priča, kot so: katastrofa v Černobilu, jedrska nesreča v Fukušimi in drugih.

Hipoteze:

1. Robotsko vozilo lahko pregleda nevaren objekt enakoučinkovito kot človek.
2. Robota lahko izdelava vsak, ki ima osnovno tehnično znanje.
3. Doma narejen robot je cenejši kot podobni, komercialno prodajani roboti.

2 PREGLED OBJAV

2.1 Roboti

Malo je stvari na svetu, ki so tako univerzalno razpoznavne, a hkrati še vedno tako redke, kot roboti. Lahko bi ocenili, da danes praktično vsakdo pozna pomen besede robot in zna vsaj nekaj povedati o njih. Zasluga gre dolgi zgodovini in prizadevanjem ljudi, da bi ustvarili umetno, domnevno bolj zmogljivo, trpežno in morda celo bolj pametno kopijo samih sebe. V enciklopedijah lahko preberemo, da se je človeštvo začelo ukvarjati s pojmom nečesa, čemu bi danes lahko rekli roboti, že okoli 400 let pred našim štetjem, ko so prebivalci današnje Krete omenjali bronasto pojavo Talos, ki naj bi otok varovala pred napadalci. Bližje današnjemu pojmovanju robotov so eksperimenti v srednjem veku, tudi tu najbolj povezani z legendarnim Leonardom DaVincijem, ki je že leta 1495 naredil skico robota modeliranega po človeški podobi. V sodobnih časih se je pojmovanje robotov prvič pojavilo s češkim pisateljem Karlom Čapkem, ki je besedo prvič omenil v svoji znameniti knjigi leta 1920. Od tedaj so roboti zasloveli po svetu zlasti skozi literaturo, ki ji pravimo znanstvena fantastika. Kljub bogati zgodovini velja morda še enkrat ponoviti definicijo robota. Kajti vse preveč pogosto se ta izraz povezuje zgolj z napravami, ki želijo biti navzven in po vedenju podobne ljudem. V resnici so roboti tako po obliki, velikosti, kot namenu in obnašanju lahko med sabo sila različne naprave. Pravilna definicija bi bila, da so roboti v svojem bistvu elektromehanske naprave, ki jih krmilimo z naprednimi računalniškimi programi. Srečamo jih v različnih pojavnih oblikah, od industrijskih robotov za avtomatizacijo težavnih opravil, do sodobnih mikroskopsko majhnih naprav, ki znajo samodejno opravljati opravila namesto nas že na molekularnem nivoju. Podjetje Boston Dynamics, velja nekako za najbolj prodorno na področju samostojnih in vsestransko uporabnih robotov. Podjetje je nanizalo vrsto zmag in visokih uvrstitev na tekmovanju agencije DARPA, pa tudi sicer so njihovi prototipi osupljivi, zlasti zato, ker zelo nazorno oponašajo živa bitja, tako živali, kot človeka. Boston Dynamics je javnosti postal znan, ko so predstavili tekaškega robota, ki spominja na geparda. Z njim so uspeli doseči hitrost teka 45,5 km/h. Za primerjavo – doslej najhitrejšo zabeleženo hitrost človeka je dosegel Usain Bolt, ki je 20 metrov pretekel s hitrostjo 44,7 km/h. Roboti nas na tem področju torej že prehitevajo.

Če nekoliko prebrskamo spletno stran podjetja Boston Dynamics, kmalu opazimo, da so tudi drugi prototipi vsaj tako zanimivi. Denimo robot v podobi konja ali bika, ki zna prenašati tudi težje tovore, ob tem pa se lahko na videz brez težav samodejno sprehaja po strmih in skalnatem predelu gorskega pobočja. Še bolj nenavaden je prototip tekaškega štirinožnika, ki ga poganja majhen bencinski motor. Tudi humanoidni robot z imenom Atlas, ki elegantno hodi po dveh nogah in je na enem od tekmovanj agencije DARPA v robotskem reševanju iz nesreč zasedel drugo mesto, daje precej misliti. Tudi zato, ker je kljub cevastemu ogrodju brez oklepa najbližje robotu, narejenemu po izgledu človeka.

Roboti ki jih poznamo do sedaj in jih že množično uporabljamo so od Applied Research Associates (ARA). To so majhna neoborožena vozila, ki se uporabljajo za nadzor, raziskovanje in reševanje. Poznamo tudi bolj znano znamko iRobot, ki izdeluje robote za preiskovanje v zelo majhnih prostorih, do robotov za nevtralizacijo bomb in drugih improviziranih eksplozivnih naprav. Obstajajo tudi še druga podjetja, kot so Lithos Robotics, ReconRobotics, Robotex, SuperDroid Robots in Surveillance Grid, ki izdelujejo zelo podobne robote, kot je iRobot vsak s svojimi prednosti in slabosti. Poznavalci Google, ki je prevzel Boston Dynamics, ga omenjajo kot vodilnega, čeprav trg robotov pravzaprav sploh še ni zaživel. Zdi pa se, da bo prav Google igral vlogo podjetja »U.S. Robots and Mechanical Men«, kot ga je opisal legendarni Isaac Asimov v svoji ikonski knjigi »Jaz Robot«.

Razlog, da roboti niso že danes množično med nami tudi v vsakdanjem življenju, je njihova kompleksnost. Malo je področij, kjer je potrebnih toliko različnih znanj, tehnologij in inovacij, kot na področju robotike. Toda prav v tem je velik čar, ki daje navdih številnim znanstvenikom in vse bolj tudi podjetnikom, da premikajo naprej mejo možnega. Za razumevanje robotov je smiselno začeti pri njihovi zgradbi. Ogrodja so praviloma mehanski sestavni deli, ki omogočajo, da se robot giblje v okolju in opravlja svojo nalogo. V večini primerov gre za kompleksno interakcijo med posameznimi sestavnimi deli ogrodja, ki so med sabo povezani z elektromotorji in različnimi hidravličnimi podsistemi, s katerimi omogočimo gibanje.

Na številnih področjih rabe je zahtevano, da robotske naprave opravljajo opravila, ki so preveč zahtevna in pretežka za ljudi, zato je tu ključnega pomena njihova vzdržljivost, a obenem tudi velika natančnost. Roboti danes pogosto opravljajo ponavljajoče se delo, pri

čemer pričakujemo, da je rezultat dela vselej ponovljiv in predvidljiv. Majhna odstopanja namreč lahko čez čas povzročijo velike nepravilnost delovanja, napake v izdelkih ali še kaj hujšega. Še vedno so pred našimi očmi slike iz japonske Fukušime, kjer so le del pregledov in sanacije stanja pri nuklearni nesreči opravljali prav roboti. Večina tovrstnih robotov je daljinsko vodenih s strani ljudi. Toda izvedba znanega robotskega tekmovanja Darpa Challenge je pokazala, da lahko pričakujemo še precej več. Cilj so roboti, ki povsem samodejno delujejo v različnih težavnih reševalnih okoliščinah, praktično brez daljinskega nadzora ljudi.

<http://www.monitor.si/clanek/roboti-prihajajo/155074/> (dostop: 3.12.2017)

2.2 Uporaba

IRobot 110 je majhno in lahko vozilo, ki nam omogoči enostavno situacijsko prisotnost, raziskovanje v stisnjenih prostorih in nam da dobro možnost opazovanja. Ima 4 vgrajene kamere, ki mu omogočajo vid iz vseh strani in dvostransko avdio komunikacijo. Zasnovan je za raziskovanje in premagovanje stopnic z višino do 18cm. Poznamo pa še ARA Nighthawk ki se uporablja za zračni nadzor, raziskovanje in reševanje, javljanje nesreč, uporablja se večinoma v situacijah, kjer so teren in ceste nezanesljive ali jih sploh ni. Uporablja sistem GPS in avtopilota, ki mu pomaga pri situacijski prisotnosti, ima pa tudi 3 kamere za stranske in sprednji pogled.

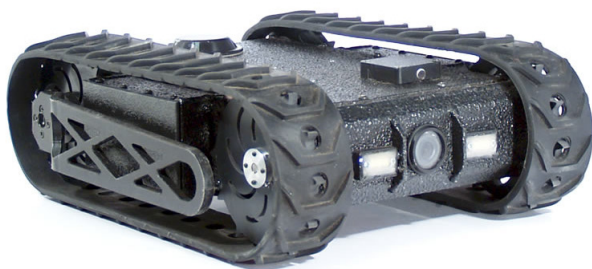
http://www.hendonpub.com/tactical_response/articles/2014/0102/tactical_robotics_for_2014
(dostop: 10.12.2017)



Slika 2: IRobot 110 (vir: www.robotcenter.co.uk)

2.3 Komercialno dostopni roboti

SDR Tactical Robots je podjetje, ki ponuja te robote za komercialno prodajo v veliko različnih različicah. Za primer je vzet njihov najmanjši model MLT Jack Russell, ki je majhen in lahek in zelo primerljiv z iRobot 110, cena pa se giblje od 7600\$ do 12000\$ za izbrano konfiguracijo.



Slika 3: Robotsko vozilo MLT Jack Russell (vir: www.sdractical.com)

HD2 Mastiff kot njihov največji robot je robot, ki omogoča premagovanje veliko vrst ovir in stopnic. Uporablja se lahko za raziskovanje nevarnih območij, odpiranje vrat z integrirano večosno robotizirano roko, ki je pritrjena na ohišje, daljinjski nadzor, daljinsko manipulacijo predmetov in odstranjevanje bomb, cena tega modela se giblje od 27000\$ do 42000\$ za najboljšo konfiguracijo.

<http://sdractical.com/Overview.aspx> (dostop: 10.12.2017)



Slika 4: Robotsko vozilo HD2 Mastiff (vir: www.sdractical.com)

3 PREGLED TEHNOLOGIJE

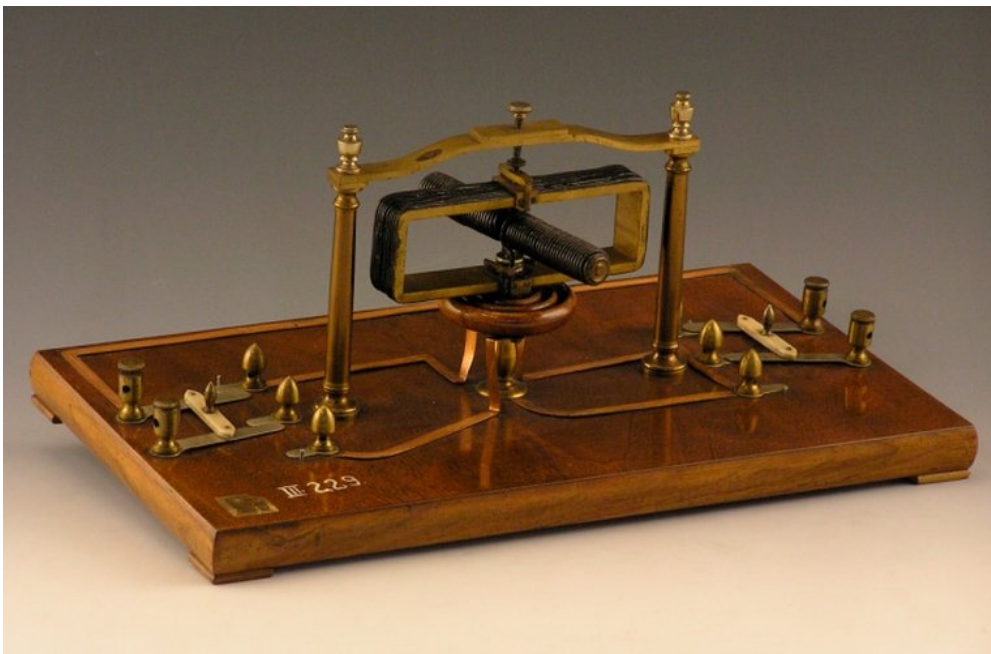
3.1 Električni motorji

Elektromotor je stroj, ki pretvarja električno energijo v mehansko. Prvi elektromotor je ustvaril Škotski menih Andrew Gordon leta 1740. Leta 1821 je Michael Faraday demonstriral pretvorbo električne energije v mehansko s pomočjo elektromagnetizma. Leta 1827 je Anyos Jedlik rešil tehnične probleme konstantnega vrtenja z iznajdbo komutatorja in demonstriral prvo napravo, ki vsebuje tri glavne komponente enosmernih motorjev: stator, rotor ter komutator. V splošnem je veliko različnih vrst električnih motorjev, vendar vseh ne srečujemo v funkciji glavnih pogonov.

Elektromotorji se v grobem delijo na:

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

<https://sl.wikipedia.org/wiki/Elektromotor> (dostop: 10.12.2017)



Slika 5: Jedlikov elektromotor (vir:<https://commons.wikimedia.org>)

3.1.1 PMDC – Enosmerni DC motor s trajnimi magneti (krtačni)

To je najstarejši in najpreprostejši tip motorja. Zgrajen je iz trajnih magnetov in navitja na rotorju. Električni tok skozi rotor povzroči zasuk. Tok se dovaja pulzno, s fizičnim stikom prek krtačk.

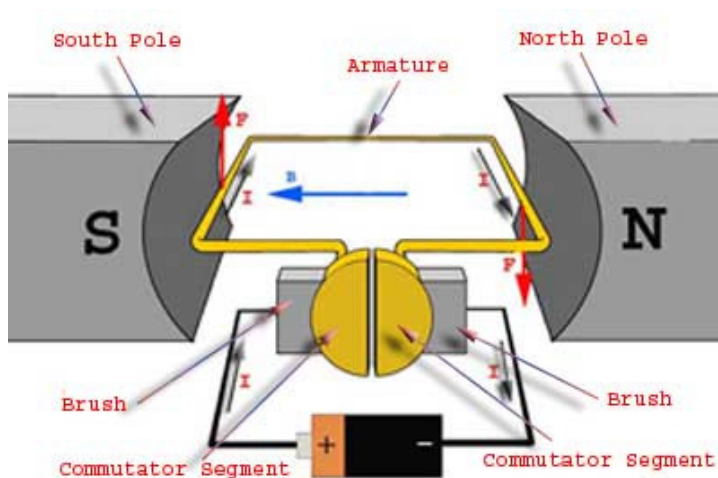
Ti motorji so cenovno dostopni, in preprosti za krmiljenje. Imajo zadovoljiv navor, vendar potrebujejo vzdrževanje zaradi iskrenja na krtačkah. So tudi manj učinkoviti od brezkrtačnih.

Glavni sestavni deli takšnih 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 navor in vrtilno hitrost enostavno spreminjati s spreminjanjem rotorskega in statorskega toka. Problem takih motorjev sta zapletenost 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.

<http://evsvet.eu/viewtopic.php?t=218> (dostop: 5.12.2017)



Slika 6: Shema krtačnega motorja (vir: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Wikipedija>)

3.1.2 BLDC - Enosmerni brezkrtačni motor

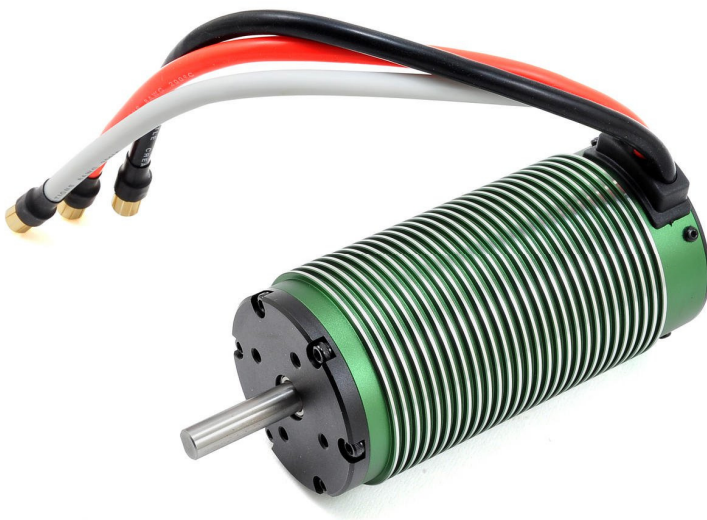
Glavni razlog, da je brezkrtačni vrtalnik optimalnejši in ponudi večjo moč, je v odstranitvi ogljikovih krtačk, ki so bile nedolgo nazaj temelj vseh baterijskih strojev. Te ogljikove krtačke so se uporabljale za prenos električnega toka iz napajalnika v motor, v osnovi so krtačke poganjale motor.

Problem takšne tehnike delovanja je v tem, da se s časom krtačke obrabijo in morajo biti zamenjane.

Ti motorji so podobni krtačnim. Imajo magnete, vendar nimajo krtačk. Za dovajanje električnih impulzov pa skrbi krmilnik. V tem primeru je rotor trajni magnet, stator pa je serija tuljav, prek katerih se vzbuja rotor. Prednosti brezkrtačnega motorja:

- visok izkoristek (do 97 %)
- zanesljivejše delovanje, brez iskrenja
- višje hitrosti in razmerje med močjo in velikostjo
- segreva se stator, ki ga je lažje hladiti
- hitrejšo pospeševanje

<https://www.misaron.si/brezkrtacni-motor> (dostop: 10.12.2017)



Slika 7: Brezkrtačni motor (vir: <https://www.amainhobbies.com>)

3.2 Baterije

3.2.1 Lipo

LiPo (litij-polimer, Li-Poly, LIP) spadajo v skupino polnilnih baterij na osnovi litija in so druga generacija teh vrst baterij.

Značilnosti so večinoma enake kot pri njihovih predhodnicah – Li-ion baterijah.

LiPo tehnologija uporablja suho polimeren elektrolit. Ohišje je iz posebne plastične folije, zato je takšna baterija lahko tanjša od 1 mm in v različnih oblikah, vendar precej bolj občutljiva na mehanske poškodbe, zato je dobro, da je zaščitena z ustreznim ohišjem.

Prednosti:

- najboljše razmerje moč-masa, izjemno nizka notranja upornost
- najboljše razmerje kapaciteta-masa in kapaciteta-volumen
- možne poljubne oblike celic in s tem optimizacija dimenzij končnega izdelka

Slabosti:

- proces staranja baterije se začne takoj, ko je baterija izdelana
- občutljivost na pretirano izpraznjenje – možno uničenje celic
- občutljivost na prenapolnjenje – možno uničenje celic, pa tudi ogenj, eksplozija ...
- občutljivost na mehanske poškodbe (celica nima trdnega ogrodja)
- v primeru vezave več celic zaporedno potreba po izenačevanju celic
- življenjska doba je omejena tako glede na število ciklov kot časovno
- občutljivost na nizke in visoke temperature

<http://faq.akumulator.si/index.aspx?category=17&id=118#vsebina> (dostop: 10.12.2017)



Slika 8: Lipo baterija (vir:<https://shop.pimoroni.com>)

3.2.2 Li-ion

Li-ion baterije predstavljajo velik napredek v razvoju baterij. Gre za tip polnilnih baterij, pri katerih se ioni premikajo od negativne elektrode k pozitivni med praznjenjem in obratno pri polnjenju. Polnilne litijeve baterije uporabljajo interkalirani litij v elektrodah, v nasprotju z nepolnilnimi litijevimi baterijami, ki uporabljajo kovinski (metalni) litij.

Litij je ena najlažjih kovin, zato imajo litijeve baterije majhno težo. Ena največjih prednosti Li-ion baterij je zelo visoka gostota energije. Izredno dobro akumulirajo električno energijo, saj ima vsaka celica trikratno napetost v primerjavi z ostalimi tehnologijami.

Li-ionske baterije nimajo spominskega efekta ter imajo relativno nizko samopraznjenje in notranjo upornost.

Glede na sestavo (kobalt, mangan ali fosfat) so Li-ionske baterije razdeljene v 3 večje skupine:

LiCoO_2 – Lithium - Cobalt baterije

LiMn_2O_4 – Lithium – Manganese baterije

LiFePO_4 – Lithium – Phosphate baterije

Prednosti:

- visoka gostota energije z možnostjo izboljšanja
- za posebne namene narejene celice so sposobne zagotoviti visok električni tok
- ne zahtevajo posebnega (daljšega) prvega polnjenja
- ne zahtevajo vzdrževanja in skrbi za pravilne cikle polnjenja in praznjenja (ni spominskega efekta)
- sorazmerno mala izguba shranjene energije, ko baterije niso v uporabi
- komponente so ekološko bistveno bolj neoporečne (ni težkih kovin)

Slabosti:

- potrebna je elektronika, ki vzdržuje električni tok in napetost v predpisanih varnih mejah
- draga izdelava
- baterije so podvržene staranju, tudi ko niso v uporabi
- pri vsakem polnjenju se zaradi spreminjanja notranje oblike kapaciteta celic nekoliko zmanjša. - poveča se tudi notranja upornost celic in posledično zmanjša tokovna zmogljivost celic, ta težava je bolj občutna pri aplikacijah, ki potrebujejo večji tok
- polnjenje pri visokih temperaturah skrajšuje življenjsko dobo celic (zmanjšanje kapacitete)
- pri nepravilni uporabi celic lahko pride do eksplozije

<http://faq.akumulator.si/index.aspx?category=17&id=116> (dostop: 10.12.2017)



Slika 9: Li-ion baterija (vir: <http://blogberlinmd.com>)

3.2.3 Ni-Cd

Ni-Cd baterije so baterije, pri katerih je anoda iz kadmija in katoda iz nikljevega hidroksida.

Do pred dvajsetimi leti so bile glavna vrsta polnilnih baterij. Danes jih uporabljamo manj, ker shranijo manj energije od novejših baterij in ker je kadmij strupen.

Primerne so za visoke praznilne tokove, ekstremne temperature in imajo ob pravilni uporabi dolgo življenjsko dobo. Napolnimo jih lahko nekje do 1500-krat. Težava Ni-Cd baterij je edino, da so podvržene t.i. spominskemu efektu. Če baterije ne izpraznimo v celoti, se pri naslednjem polnjenju ne bo več popolnoma napolnila. To se zgodi zato, ker se pri polnjenju Ni-Cd baterije tvorijo nekakšni kristali, ki zavirajo kemijski proces generiranja elektronov pri praznjenju. Če se baterija ne izprazni v celoti, jih nekaj ostane in po naslednjem polnjenju jih je potem vedno več. Ko se to ponavlja, se kapaciteta baterije manjša in baterija sčasoma postane neuporabna.

Prednosti:

- hitro in preprosto polnjenje, tudi po daljšem skladiščenju
- visoko število ciklov (polnjenj/praznjenj) – ob pravilni uporabi Ni-Cd doseže preko 1000 -- ciklov, kar je dolga življenjska doba
- dobra vzdržljivost pri ciklih z visokimi obremenitvami
- možno daljše skladiščenje
- preprost transport – večina letalskih prevoznikov dovoljuje prevoz Ni-Cd brez posebnih pogojev
- odporne so na ekstremno nizke temperature
- odporne so na poškodbe – Ni-Cd so od vseh tehnologij najbolj robustne baterije
- cenovno so ugodne

Slabosti:

- relativno nizka energijska gostota v primerjavi z novejšimi tehnologijami
- visoko samopraznjenje
- spominski efekt: če Ni-Cd celice večkrat izpraznimo le do določene meje in ne popolnoma, bo prišlo do zmanjšanja kapacitete in posledično do krajše življenjske dobe, kar rešimo tako, da Ni-Cd celico popolnoma izpraznimo ter napolnimo enkrat na mesec
- vsebujejo strupene snovi, ki so nevarne za okolje

<http://faq.akumulator.si/index.aspx?category=17&id=114#vsebina> (dostop: 10.12.2017)

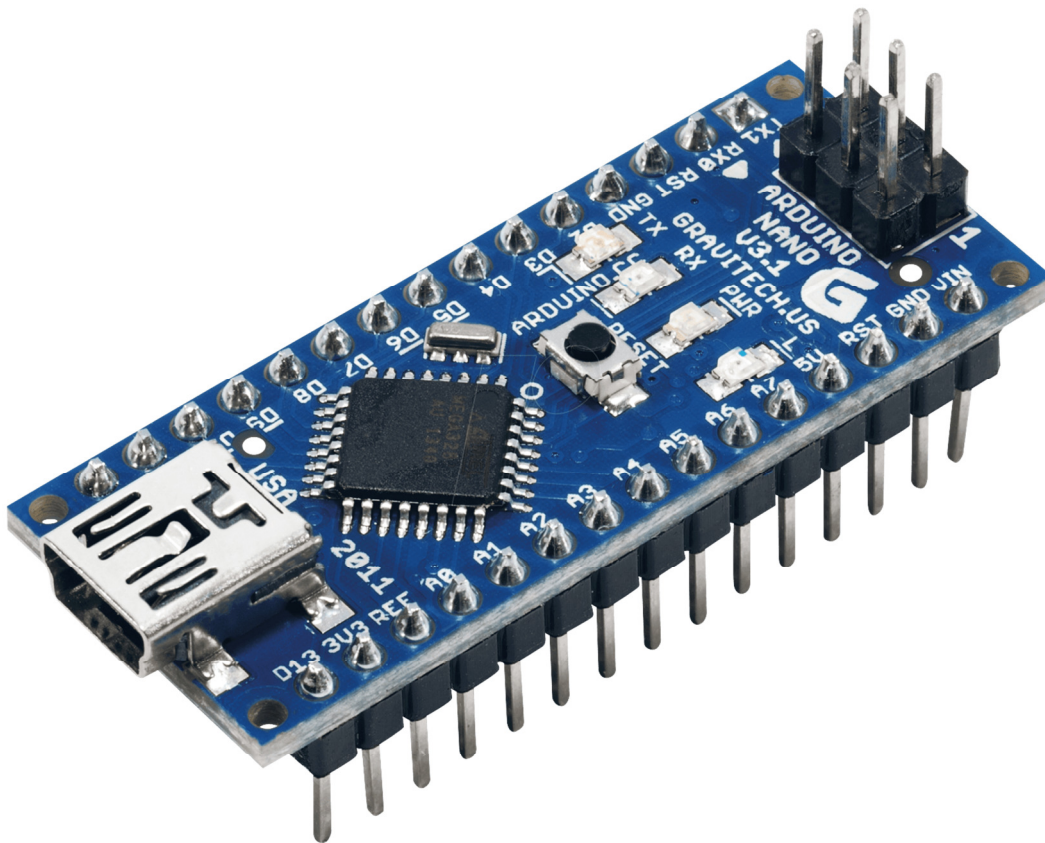


Slika 10: Ni-Cd baterije (vir: <https://www.ebay.com>)

3.3 Krmilnik (Arduino)

Arduino je mikrokrmilnik, ki je zasnovan tako, da bi bil postopek z uporabo elektronike v multidisciplinarnih projektih, bolj dostopen. Strojno opremo sestavljajo odprtokodna oblika plošče in 8-bitni mikrokontroler Atmel AVR ali 32-bitni Atmel ARM. Programska oprema je sestavljena iz standardnega programskega jezika, prevajalnika in zagonskega nalagalnika, ki se izvaja na mikrokrmilniku. Mikrokrmilnik so razvili na šoli oblikovanja v italijanskem mestu Ivrea in predstavlja enega zgodnjih mejnikov v gibanju odprtokodne strojne opreme.

<https://sl.wikipedia.org/wiki/Arduino> (dostop: 10.12.2017)



Slika 11: Arduino Nano (vir: <http://www.etchpk.net>)

4 METODE DELA IN PRAKTIČNI DEL

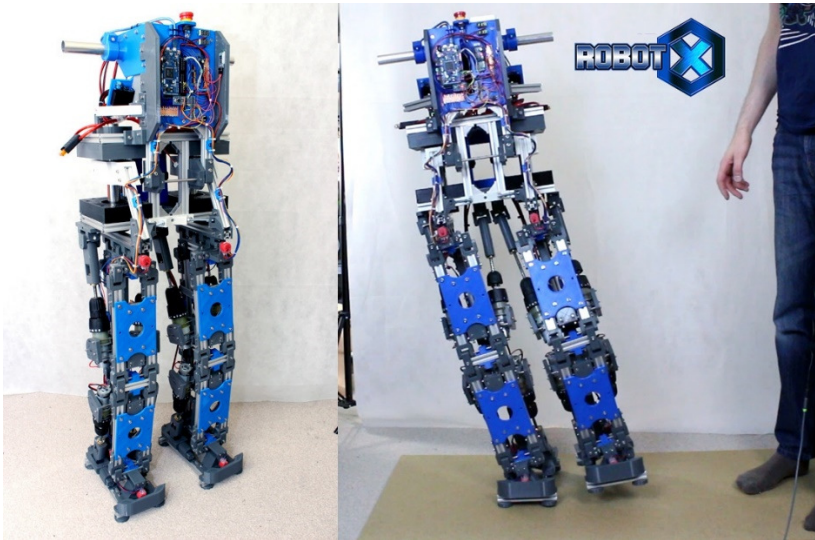
4.1 Zasnova najinega robota

Glavni iziv najine naloge je bil, da bi izdelala robota, ki bi lahko opravljal nevarna dela, ki bi jih moral drugače opravljati človek v nevarnem okolju. Najprej sva si zamislila robota, ki bi bil namenjen gasilcem in bi z njim lahko pregledali gorečo stavbo brez ogrožanja človekovega zdravja. Takšen robot, bi moral biti v celoti izdelan iz kovine, hkrati pa bi moral biti močno izoliran, da bi lahko prenesel visoke temperature. Robotsko vozilo sva si zamislila tako, da bi bilo čim bolj enostavno za uporabo in da bi se lahko človek, ki ga upravlja posvetil izključno reševanju problemov. Najinega robota sva želela izdelati tako, da bi bil čim bolj enostaven za uporabo, praktičen, hkrati pa sva želela, da bi bil čim bolj modularen in da bi lahko vsak posameznik robota prilagodil svojim potrebam. Robot bi moral imeti tudi kamero in video oddajnik, da bi lahko človek od daleč opazoval dogajanje v živo in se orientiral po okolici.

Robot, ki je namenjen opravljanju nalog, ki bi jih morali sicer opraviti ljudje, mora biti izdelan tako, da lahko premaguje ovire, ki se zdijo človeku samoumne. V urbanih okoljih imamo opravka z mnogimi preprekami v obliki stopnic, zato je bil najin prvi izziv, da izdelava robota, ki lahko premaguje stopnice.

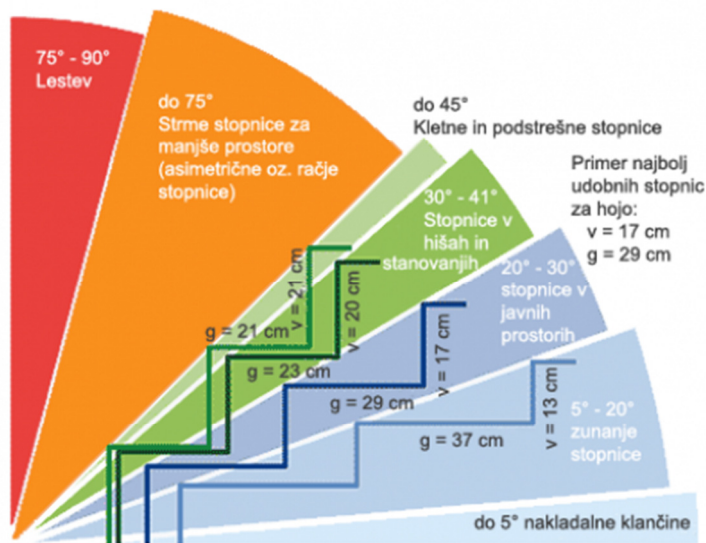
4.2 Izdelava prototipa

Naloga sva se najprej lotila z iskanjem različnih možnosti za premagovanje stopnic. Idealni sistem za premagovanje stopnic so seveda "noge". Najprej sva želela izdelati robota v obliki človeka ali tako imenovanega humanoida, saj je to edini način, da lahko robot opravlja človeške naloge brez dodatnih prilagoditev, a sva hitro ugotovila, da je izdelava zanesljivega humanoida dolgotrajen proces razvoja in testiranja, hkrati pa sva želela v najini nalogi uporabiti čim več stvari, ki jih imava že doma.



Slika 12: Doma izdelan humanoid (vir: <https://www.youtube.com>)

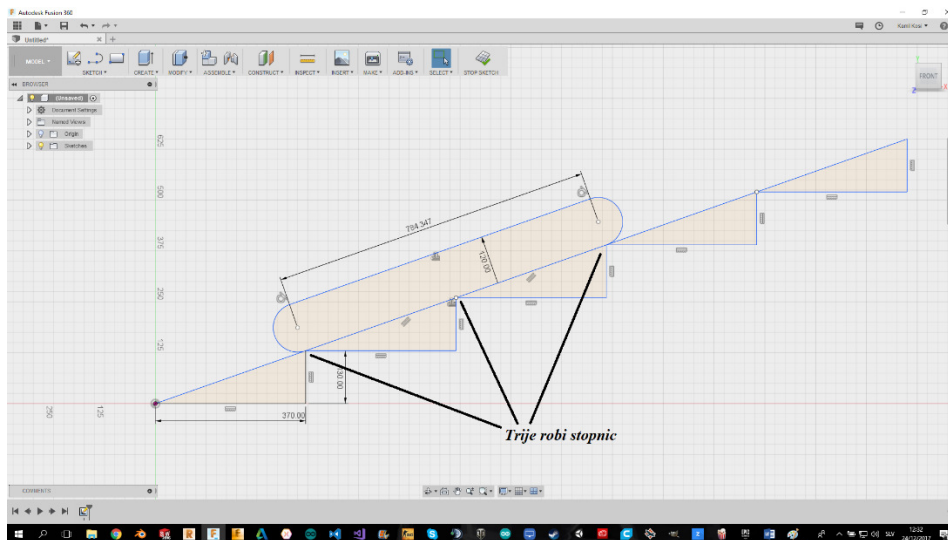
Začela sva iskati drugačne, preprostejše in bolj zanesljive sisteme in se odločila, da bo najin robot “plezal” po stopnicah s pomočjo gosenic in pomožne roke za dvig. Ugotovila sva, da morajo gosenice prekrivati vsaj tri robove stopnic (dve stopnici), da bi lahko ostal stabilen na stopnicah ne glede na težišče vozila. Ključni del najinega robota je dolžina, zato sva našla standardne mere stopnic.



Slika 13: Standardne mere stopnic (vir: <http://www.stopnice-pozvek.si/>)

Odločila sva se, da bova dolžino robota prilagodila zunanjim stopnicam, katerih mere znašajo 37cm x 13cm. Dolžina od roba do roba ene stopnice je najdaljša pri teh stopnicah, kar pomeni, da bo robot lahko premagoval tudi vse druge, bolj strme stopnice, če predpostavimo, da bo imel dovolj navora za premagovanje takšne sile.

Dolžino gosenic sva preprosto izračunala s pomočjo skice v programu Fusion360.



Slika 14: Izračun dolžine robota (foto: Kamil Kosi)

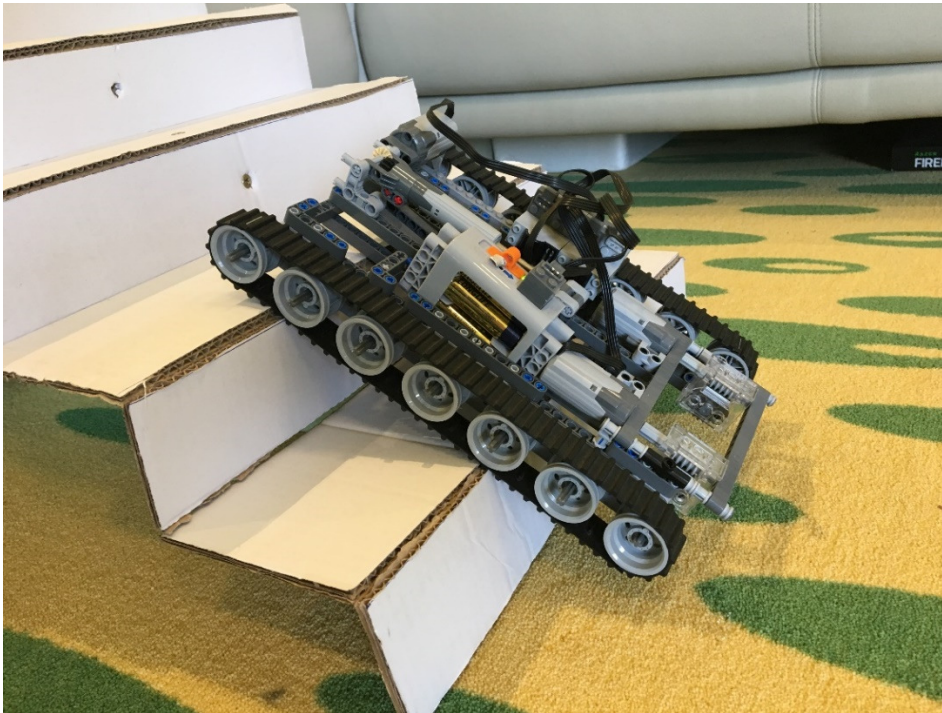
Dolžino robota od osi do osi sva zaokrožila na 800mm. Premer koles sva določila 120mm, saj sva hotela, da je robot čim bolj kompakten, hkrati pa nama takšen premer koles ponuja 60mm razdalje med robotom in tlemi in omogoča lažjo kasnejšo vgradnjo motorjev v podvozje.

4.2.1 Praktični preizkus najine ideje s pomočjo modela iz Lego kock

Najino zamisel sva želela praktično preveriti, zato sva izdelala prototip v razmerju 10:23. Takšno razmerje sva si izbrala zaradi standardne dolžine gosenic, ki jih izdeluje Lego. Prototip sva v celoti izdelala iz Lego Technic kock, saj so nama bile na voljo. Izdelava prototipa pa je bila zelo hitra. Izdelala sva tudi model stopnic v enakem razmerju in preverila delovanje najinega robota ter s tem uspešno potrdila najino idejo. Na modelu najinega robota sva ugotovila, da morajo biti gosenice čim bolj napete in morajo imeti čim več vmesnih koles, saj se robot v naprotnem primeru zagozdi na robih stopnic.



Slka 15: Prototipni model iz Lego kock (foto:Kamil Kosi)



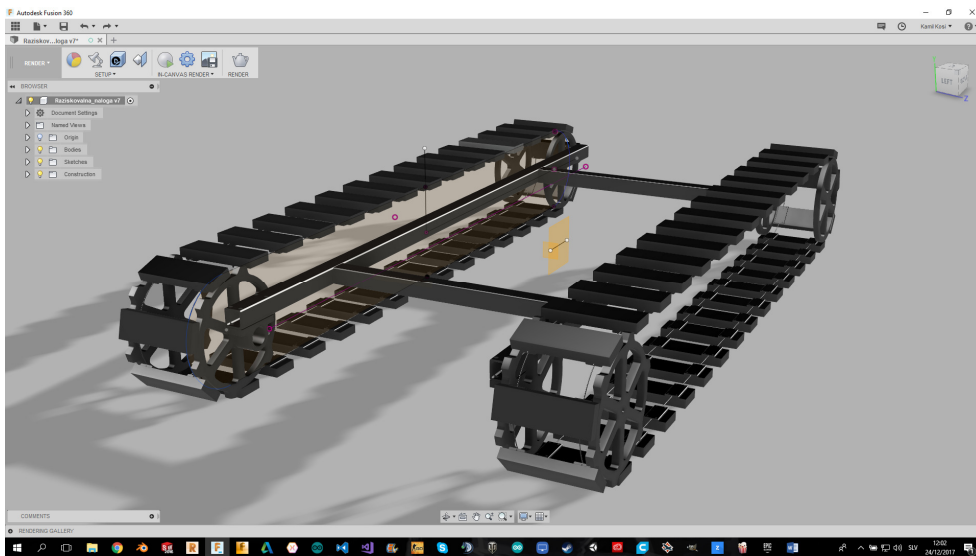
Slika 16: Prototipni model iz Lego kock (foto:Kamil Kosi)

Kljub temu da se je najin robot na prvo stopnico dvignil brez dodatne pomoči, sva menila, da bo dvižna roka v končnem modelu nujno potrebna, saj je to močno odvisno od težiščne točke, hkrati pa sva želela, da je robot čim bolj zanesljiv.

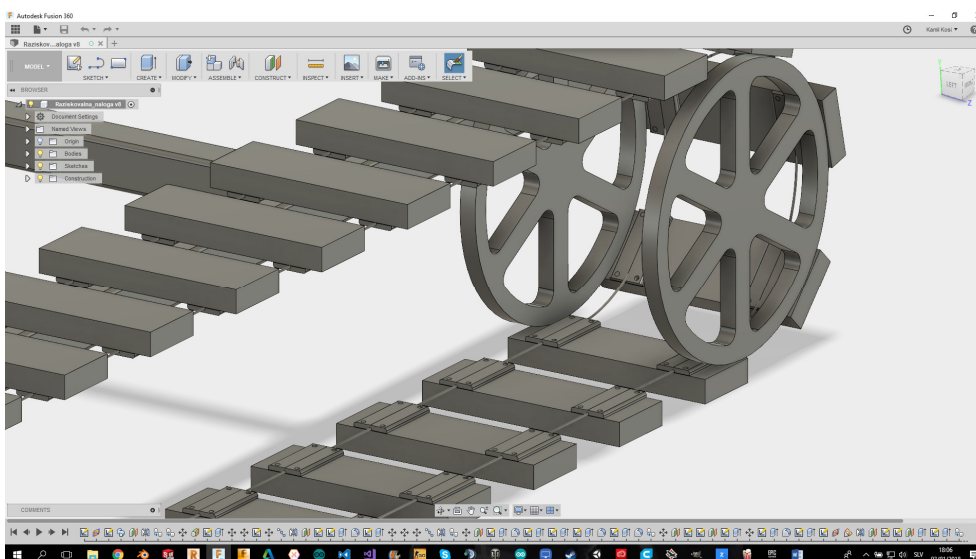
Dvižna roka se ob sprožitvi pomakne navzdol in na ta način dvigne sprednji del gosenic navzgor. Tako se lahko vozilo zapelje na prvo stopnico in nadaljuje z plezanjem. Dvižna roka je lahko uporabna tudi v primeru, če se robot na grobem terenu zagozdi. Ugotovila sva, da je najbolje, da je roka vpeta preko ležajev na sredini robota, saj je na ta način stabilnost robota v dvignjenem stanju najboljša. Premikanje roke bi izvajal električni cilinder, ki bi roko premikal s pomočjo vzvoda v obliki črke L.

4.3 Izdelava kovinskega modela v 1:1 razmerju

Najina začetna zamisel je bila, da bi naredila robota namenjenega za gasilce, saj sva menila, da bi bil takšen robot gasilcem zelo koristen in bi lahko na ta način pregledali izvor požara ali morebitne, v požaru ujete ponesrečence, brez neposrednega izpostavljanja gasilcev. Pri načrtovanju robota sva ugotovila, da bi za takšno nalogo bilo najbolje, da bi bil robot v celoti izdelan iz aluminija. Kljub temu da znaša specifična teža aluminija le približno 2600 kg/m³, sva ugotovila z izdelavo modela v programu Fussion 360, da bo masa robota z vso opremo znašala približno 16 kg.



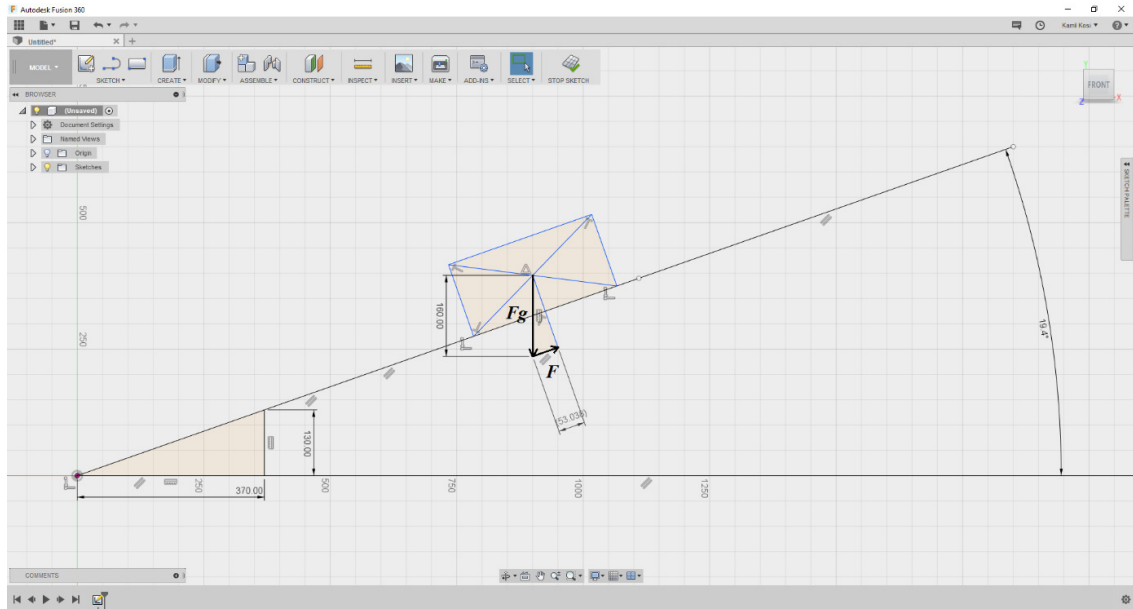
Slika 17: Prvi model v programu Fussion 360 (foto: Kamil Kosi)



Slika 18: Zamisel izdelave kovinskih gosenc (foto: Kamil Kosi)

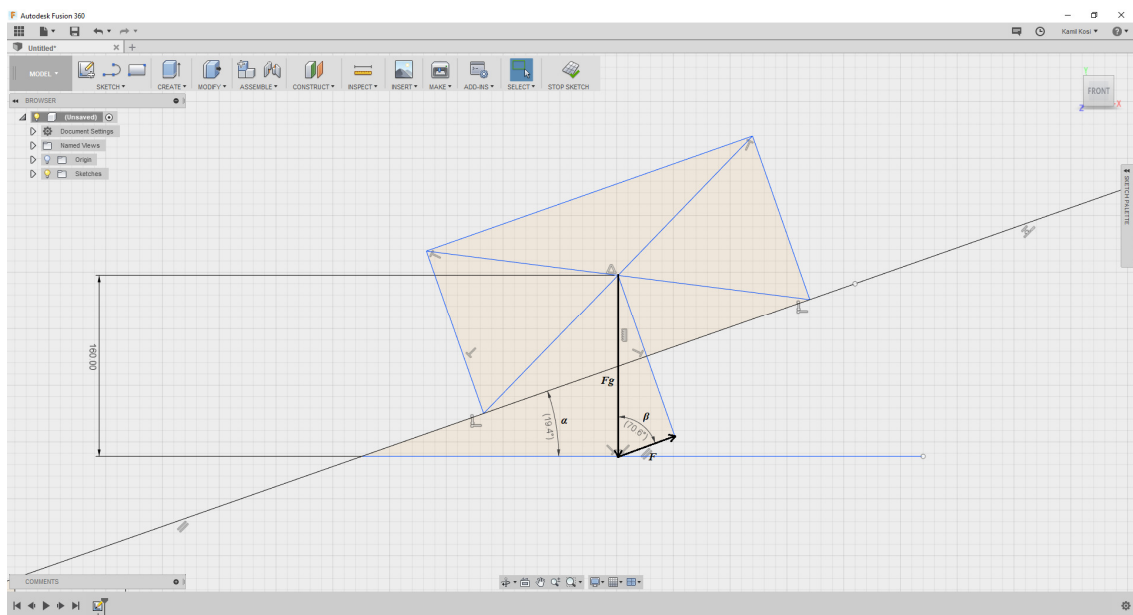
4.3.1 Izračun moči motorjev pri robotu z maso 16 kg

Za izračun moči motorjev sva uporabila program Fusion 360 ter nekaj preprostih enačb.



Slika 19: Sila potrebna za premagovanje stopnic (naklon 19.4°) (foto: Kamil Kosi)

Silo (F) sva preprosto izračunala s sinusnim izrekom.



Slika 20: Izračun sile (foto: Kamil Kosi)

Najprej sva izračunala kot β :

$$\alpha = 19.4^\circ$$

$$\beta = 90^\circ - \alpha$$

$$\beta = 70.6^\circ$$

Nato sva izračunala silo F s pomočjo kotnih funkcij:

$$F_g = 160\text{N}$$

$$\beta = 70.6^\circ$$

$$\cos\beta * F_g = F$$

$$F = 53\text{N}$$

Izračunala sva, da morajo motorji na vozilu skupno premagati 53N sile za premagovanje klanca z naklonom 19.4° . S tem podatkom in s polmerom kolesa sva izračunala še moč motorja.

Najprej sva izračunala navor M v Nm na izhodu motorja.

$$M = F * r$$

$$M = 53\text{N} * 0.06\text{m}$$

$$M = 3.18\text{Nm}$$

S pomočjo navora, ki je potreben in s pomočjo željene hitrosti sva nato izračunala še moč najinega DC motorja.

Torque Units	Units Speed	Conversion Factor
oz-in	RPM	0.00074
oz-in	rad/sec	0.0071
in-lb	RPM	0.0118
in-lb	rad/sec	0.1130
ft-lb	RPM	0.1420
ft-lb	rad/sec	1.3558
N-m	RPM	0.1047

Slika 21: Tabela za izračun moči motorja (vir: <https://www.micromo.com>)

Enačba za moč elektromotorja je:

$$M * \omega * \text{pripadajoči pretvorni faktor} = P$$

ω = kotna hitrost

M = navor

P = moč [W]

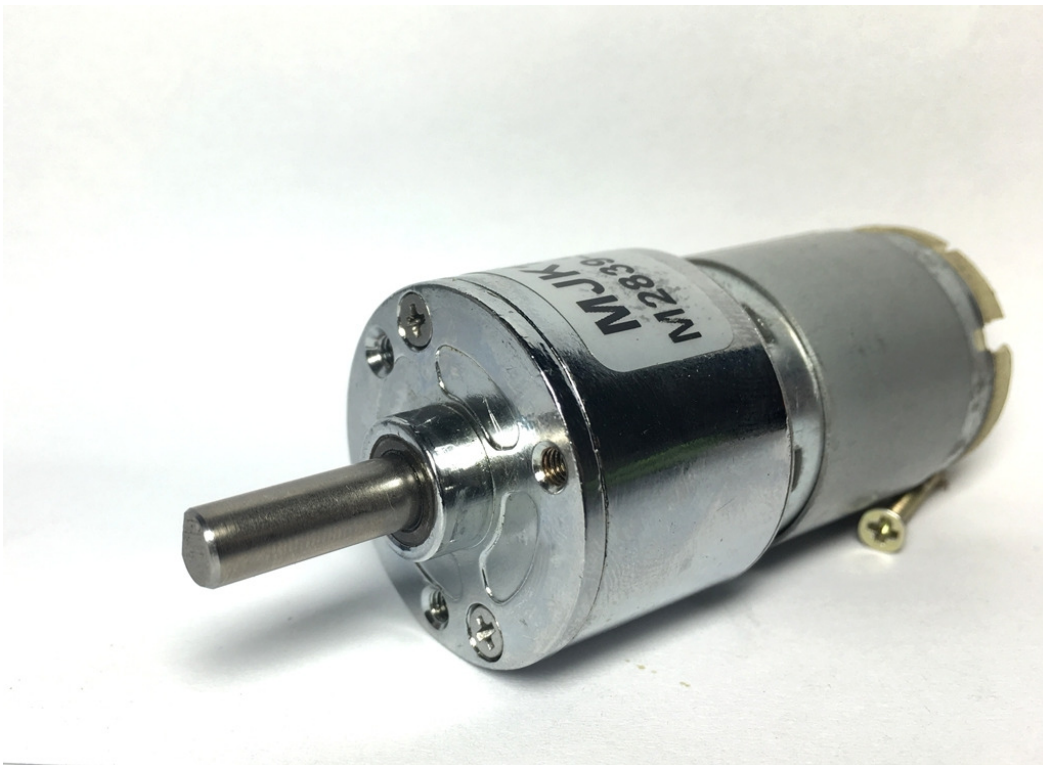
$$3.18Nm * 100RPM * 0.1047 = 33W$$

Ugotovila sva, da je najin robot pretežak, saj bi bili motorji, ki bi lahko priskrbeli dovolj velik navor in zadovoljivo končno hitrost, zelo veliki in dragi. Izračunala sva, da morajo motorji imeti moč 33W, vendar je to moč brez izgub, kar pomeni, da bi morala biti realna moč nekoliko večja, hkrati pa sva želela, da lahko robot premaguje tudi bolj strme stopnice. Pri večjem naklonskem kotu stopnic se sila potrebna za premikanje nelinearno višja in bi bila nekajkrat večja od izračunane. Poleg tega sva ugotovila, da bi gosenice za takšnega robota zahtevale veliko dela in da imava za takšen projekt premalo časa, zato sva spremenila najin načrt in se odločila, da bova odpornost proti visokim temperaturam opustila.

4.4 Izdelava robota z gumijastimi gosenicami

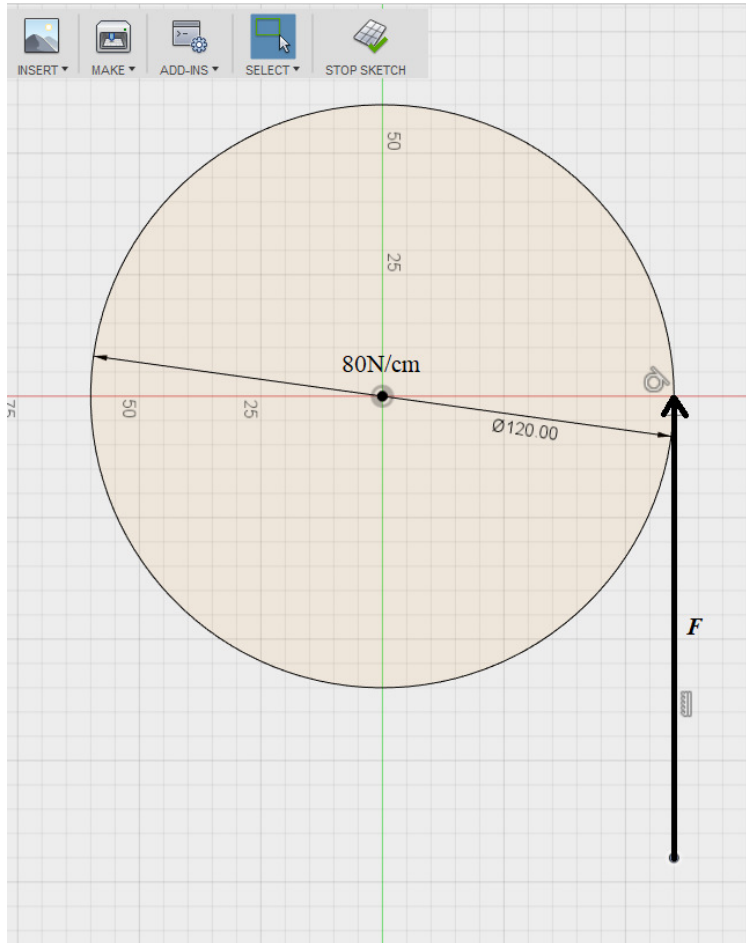
4.4.1 Izračun največje možne mase robota z motorji RS-385 z reduktorjem 100RPM

Ker nisva želela porabiti preveč denarja, sva se odločila, da bova konstrukcijo in robota prilagodila motorčkom, ki sva jih že imela doma. Odločila sva se, da bova za pogon robota uporabila motorje z oznako RS-385 z reduktorjem, ki sva jih imela že doma. To so motorji na enosmerni tok (DC) in so krtačni. Kljub temu da niso idealni za najin namen, zaradi občutljivosti na vlago, sva jih izbrala, ker imajo primerno število obratov na izhodu v primerjavi z brezkrtačnimi, ki obratujejo na veliko večji vrtilni frekvenci. Nazivna napetost za te motorje je 12V. Izhodna vrtilna frekvenca znaša 100 obratov na sekundo (RPM), motor pa proizvede 80N/cm navora.



Slika 22: DC krtačni motor z reduktorjem (vir: <https://www.aliexpress.com>)

S pomočjo navora in dolžine ročice, v najinem primeru polmer kolesa, sva lahko izračunala silo F , s katero se bo robot premikal v smeri vožnje.



Silo F sva izračunala tako, da sva nazivni navor v centimetrih delila s polmerom kolesa (ročico).

$$M = 80\text{N/cm (navor)}$$

$$r = 6\text{cm (polmer kolesa)}$$

$$F = \frac{M}{r}$$

$$F = 13.33\text{N}$$

Izračunana sila, ki jo lahko premaga motor znaša 13.33N, kar pomeni, da lahko skupno štirje motorji, vsak na svojem pogonskem kolesu, proizvedejo 53.32N sile. Skupno dovoljeno maso sva izračunala po enakem postopku, kot sva izračunala potrebno silo pri robotu z večjo

maso, le da sva v tem primeru izračunala maso glede na stopnice v javnih prostorih, katerih naklon znaša približno 30° . Na ta način bo robot imel dovolj sile, da bo premagoval stopnice z naklonom 30° in vse stopnice z manjšim naklonom, hkrati pa bo dovolj dolg, da bo premagoval tudi najbolj položne vrste stopnic.

S pomočjo sinusnega izreka sva izračunala, da ima lahko robot skupno maso 10.7 kg, če pri tem ne upoštevamo izgub pri prenosu energije, predvsem pa izgub na gosenicah.

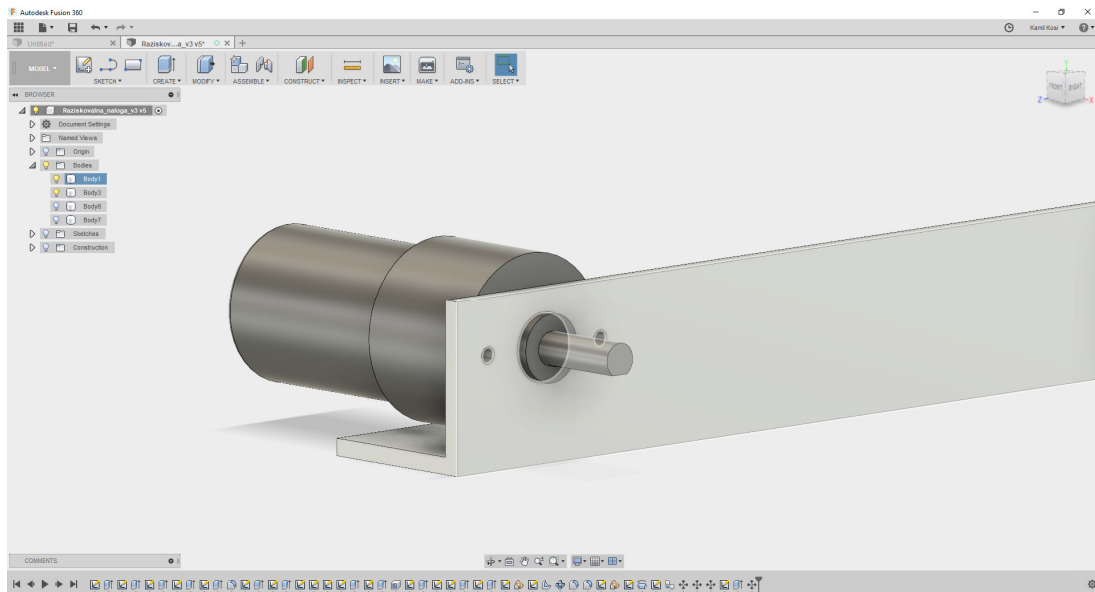
4.4.2 Konstrukcija druge različice vozila

Najin največji izziv je bil, da ohraniva potrebno dolžino, a močno znižava maso robota. Ugotovila sva, da kovinske gosenice ne bodo ustrezne, zato sva začela iskati druge rešitve. Po posvetu z mentorjem sva se odločila, da bomo za izdelavo gosenic uporabili zobate jermene iz poliuretana, ki se uporabljajo v industriji za transportne trakove. Pogonska kolesa sva izdelala s pomočjo 3D tiskalnika, s tem pa sva močno znižala maso konstrukcije. Velik del mase pri prvem robotu, so predstavljali tudi akumulatorjih. Najin začetni robot, bi naj bil odporen na vročino, zato sva zanj izbrala svinčene akumulatorje, ki so v primerjavi z drugimi vrstami baterij odporni na vročino. Odpornost proti visokim temperaturam sva kasneje ovrgla, zato sva sva se odločila, da bova za pogon uporabila LiPo celice, ki sva jih imela že doma in so v primerjavi s svinčenimi akumulatorji veliko lažje, hkrati pa lahko priskrbijo velik električni tok.

Za dvizno roko sva se odločila, da bova znova uporabila 3D-tisk. Ugotovila sva, da električnega cilindra za ceno, ki sva jo bila pripravljena plačati ne bova dobila, zato sva cilinder nadomestila s ceneno, kovinsko, navojno palico in z DC motorjem, ki vrti palico in premika matico v vzdolžni smeri.

4.5 Izdelava robota – mehanski del

Izdelave robota sva se lotila z nakupom aluminjastih L profilov z dolžino enega metra. Kupila sva 3 takšne profile, dolžine enega metra in začela z izdelavo konstrukcije.



Slika 23: Konstrukcija podvozja robota (foto:Kamil Kosi)

Najprej sva pregledala najin načrt podvozja narisane v računalniškem programu in si izpisala pomembne mere. Mere sva s pomočjo zarisovalne igle in ravnila prenesla na profile. Z ravnilom sva nato začrtala ravne linije na obeh straneh profilov. Aluminij sva razrezala na ustrezne dolžine s pomočjo kotnega rezalnika.



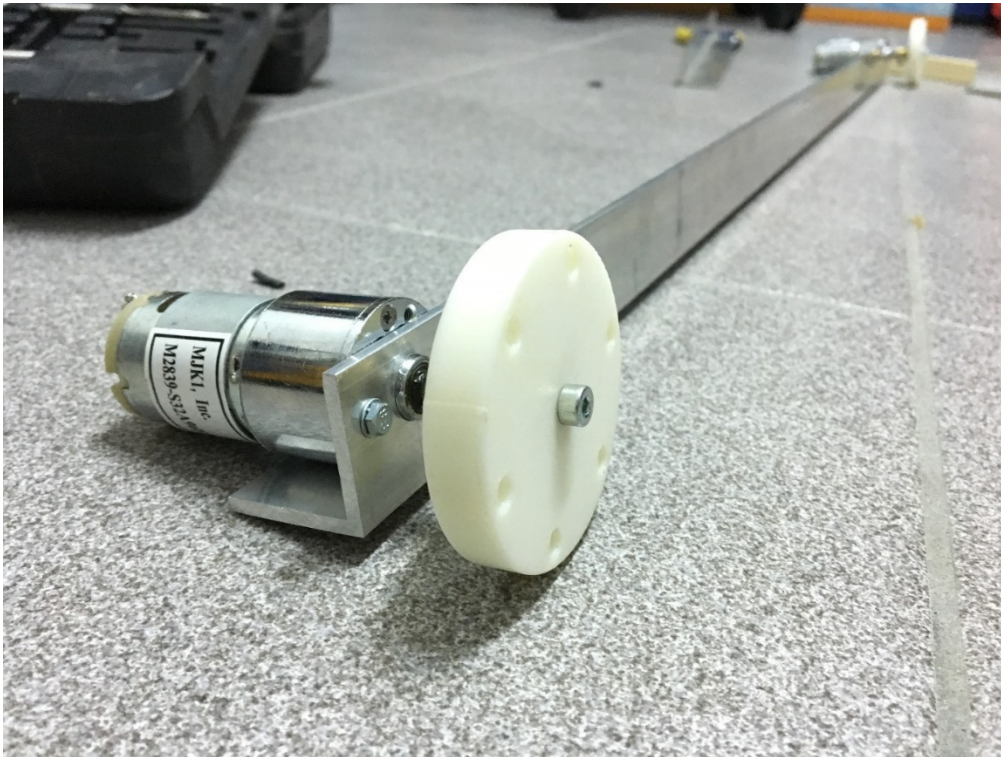
Slika 24: Rezanje aluminijastih profilov (foto: Kamil Kosi)

V nadaljevanju sva pobrusila robove profilov in jih na ta način izravnala, nato pa sva še pobrusila robove, tako da je bila kovina primerna za nadaljno obdelavo. V računalniškem programu sva narisala model motorjev, ki sva jih vgradila v ohišje in predvidela vse luknje za pritrditev motorja in luknjo za izhod glavne osi. Točke za izvrtavo lukenj sva nato prenesla na kovino in jih zatočkala. Izvrtala sva po dve luknji M3 za pritrditev in po eno luknjo M12 za os vsakega motorja.



Slika 25: Izvrtavanje lukenj (foto: Kamil Kosi)

S pomočjo imbus in viličastega ključa sva motorje pritrdila na ohišje z vijakoma M3. S 3D tiskalnikom sva natisnila ploščice za pritrnitev pogonskih koles in jih s pomočjo medeninastega vmesnika privila na os motorja.



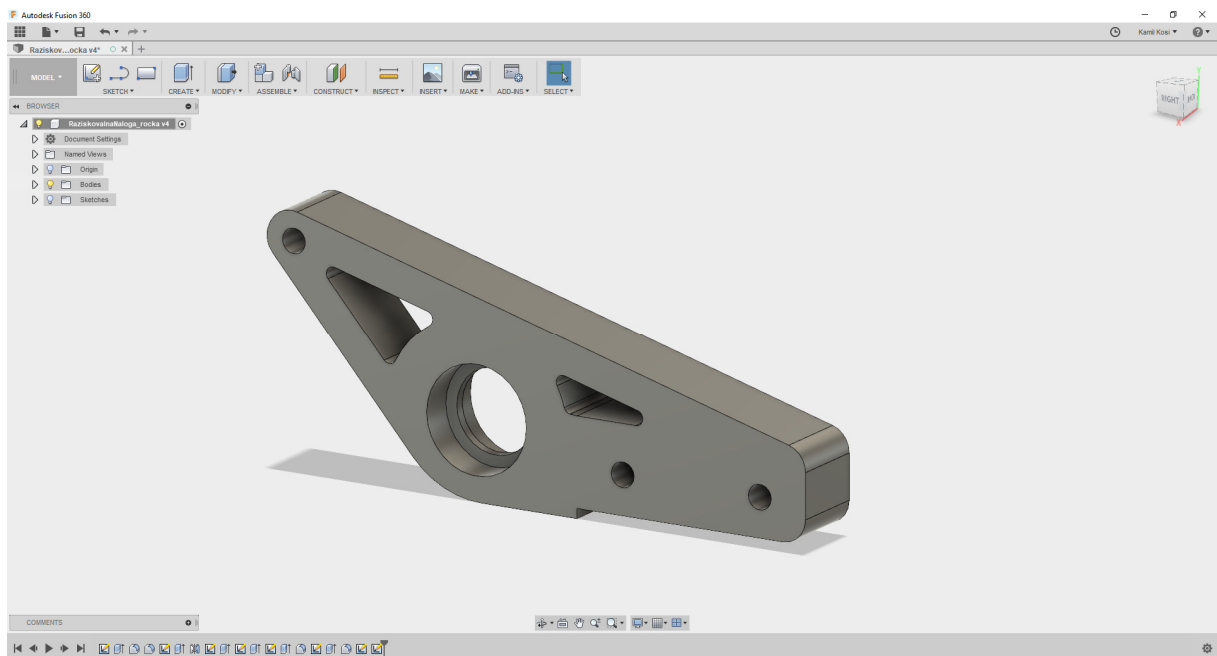
V oba stranska profila sva namestila po dva motorja in ju povezala s prečnim profilom dolžine 40 cm s pomočjo vijakov M5. Po končani izdelavi konstrukcije sva na osnovo privila vezano ploščo, debeline 3mm, s katero sva konstrukcijo še dodatno izboljšala proti zvijanju. Vezana plošča hkrati omogoča enostavnejšo pričvrstitev novih modularnih elementov npr. robotske roke, sistema za usmerjanje kamere, ...

Po izdelavi ogrodja sva se lotila pogonskega sistema. Izračunala sva potrebno dolžino vsake gosenice in izračun praktično preverila na izdelku. Na spletu sva našla mnoge zobate jermene, a sva zaradi pomankanja časa povpraševanje poslala slovenskemu podjetju Schiki d.o.o. Za gosenice sva uporabila poliuretanske, industrijske, zobate jermene, ki so nama jih razrezali na ustrezno dolžino in jih zvarili.

Medtem, ko sva čakala na jermene sva s tehnologijo 3D-tiska natisnila pogonska kolesa, ki sva jih narisala v računalniškem programu Fusion360. Po končani izdelavi koles sva jih privila s pomočjo vijakov M5 na predhodno natisnjene pritrdilne ploščice na motorju.

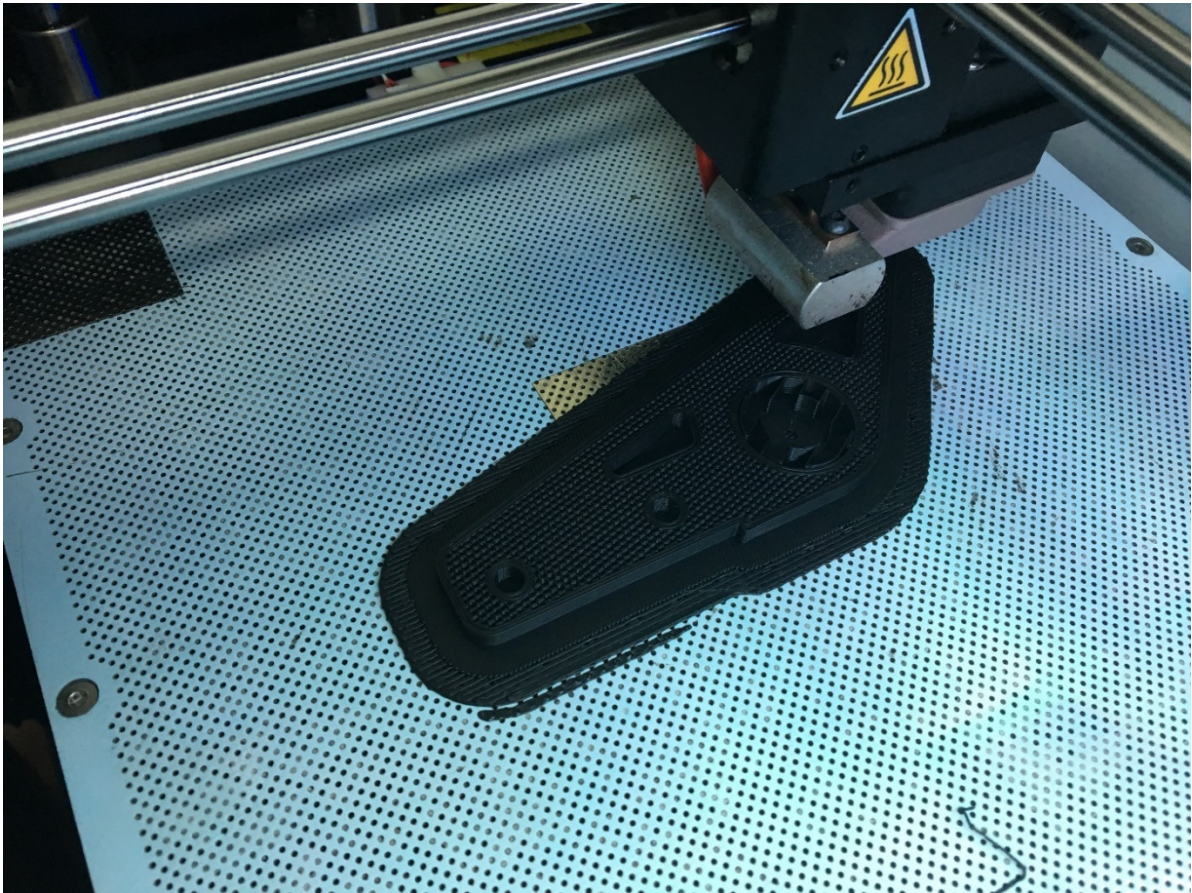
Glavni namen najinega robota je bil, da bi premagoval stopnice, zato sva morala izdelati še dvižno roko, ki sva si jo zamislila v uvodu. Roko sva ponovno izdelala s pomočjo 3D-tiskalnika. Za pogon sva si najprej zamislila električni cilinder, ki bi s pomočjo vzvoda dvignil robota na prvo stopnico. Med izdelavo naloge sva ugotovila, da so takšni cilindri dragi in da jih lahko za najin namen nadomestiva z navadno navojno palico, ki je povezana na os motorja, ki pomika matico v vzdolžni smeri, ko se navojna palica vrti.

Izdelavo sva začela z nakupom aluminijastega profila v obliki črke U. V računalniškem programu sva narisala povezovalni element, ki sva ga nato natisnila.



Slika 26: Povezovalni element (foto: Kamil Kosi)

Nato sva sestavni del dvižne roke izvozila v format STL in ga s pomočjo 3D-tiskalnika natisnila. Natisnila sva ga iz ABS plastike, saj je ta del roke močno obremenjen, saj povezuje dvižni del s pogonskim delom roke.



Slika 27: Tiskanje povezovalnega elementa (foto: Kamil Kosi)

Roko sva sestavila in s pomočjo vijakov M5 privijačila vse sestavne dele skupaj. V del iz ABS plastike sva vstavila tudi ležaje za lahkotnejše dvigovanje roke. Za premikanje roke sva si zamislila motor, ki bi obračal navojno palico, ta pa bi matico pomikala v vzdolžni smeri. Pretvornik iz prirezane osi motorja s premerom 6mm v izvrtino za navojno palico premera 8mm sva prav tako narisala v računalniškem programu in ga natisnila.

Ko je bila roka dokončana, nama je ostala le še izdelava povezovalnega elementa za dvigovanje roke. Zamislila sva si ga tako, da sva na matico M8, ki je enakega premera, kot je navojna palica, privarila vijak M5 z 90-stopinjskim zamikom.



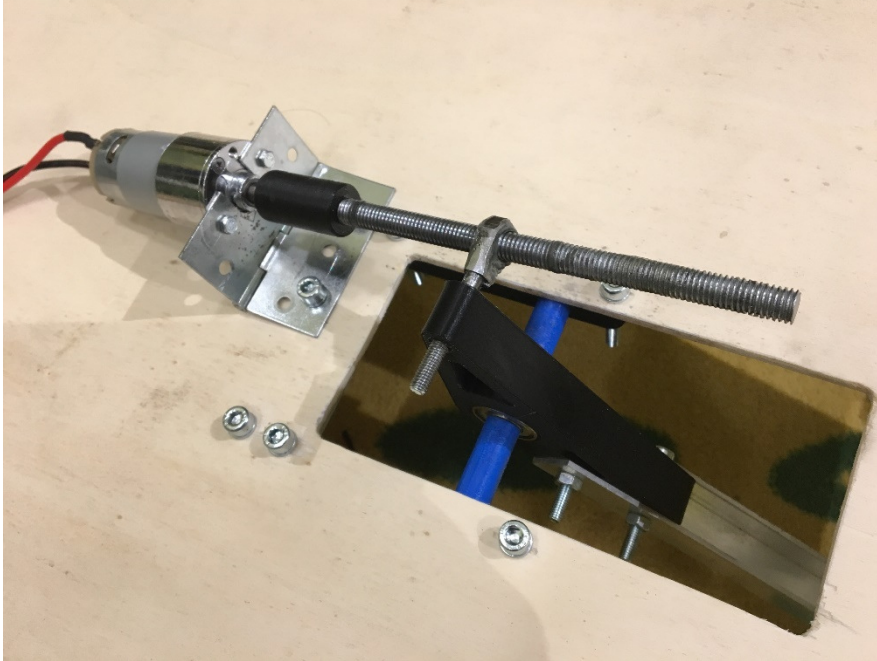
Slika 28: Varjenje povezujočega dela (foto: Kamil Kosi)

Matico zvarjeno na vijak sva nato še pobrusila in izravnala zvar za boljši videz ter sestavila končano dvižno roko.

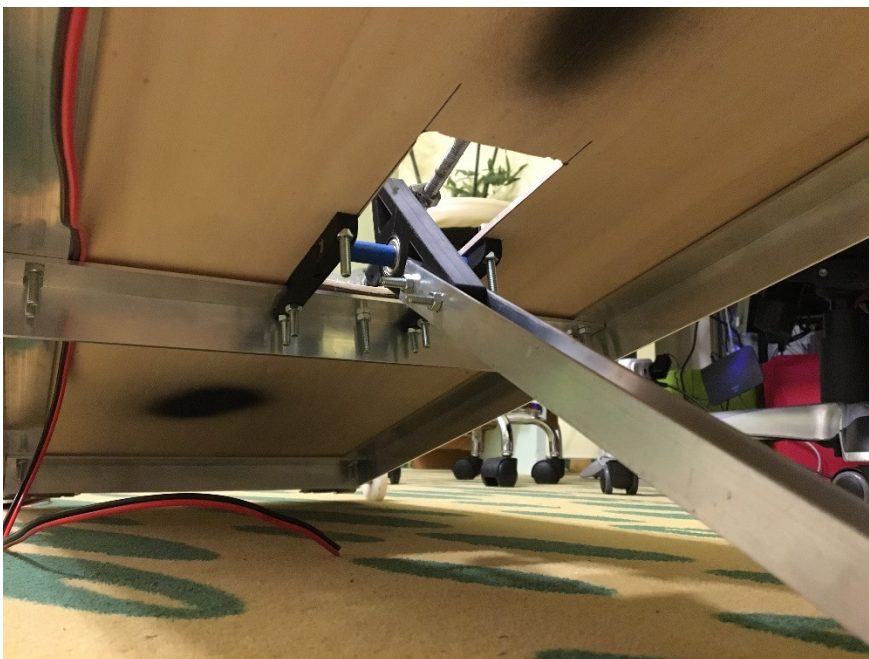


Slika 29: Sestavljena dvižna roka (foto: Kamil Kosi)

V podvozju sva nato izrezala luknjo in s pomočjo delov iz ABS plastike, ki sva jih sprintala, pritrčila roko na aluminijsko podvozje. Nosilec motorja sva izdelala iz kovinskega pregibnega elementa, saj se ob premikanju dvižne roke pogonska točka premika, zato se mora tudi motor obračati v pravilno smer.



Slika 30: Dvižni mehanizem (foto: Kamil Kosi)



Slika 31: Pritrditev dvižne roke (foto: Kamil Kosi)

Po končani dvižni roki sva se lotila izdelave pogonskih koles in gosenic. Najina medosna razdalja, med sprednjim in zadnjim pogonskim kolesom, je znašala 820mm, kar sva upoštevala pri končni velikosti pogonskih koles. Za gosenice sva izbrala poliuretanske jermene, širine 50mm. Naročila sva jih pri podjetju Schiki d.o.o iz Slovenskih Konjic, ki so nama jermen na dolžino brezstično spojili. Dolžino jermenov je bilo treba zaokrožiti na 8mm, saj toliko znaša vsak odsek od zoba do položnega dela. Odločila sva se, da bova dolžino zaokrožila na 1920mm. Glede na to dolžino sva morala preračunati tudi premer koles. Premer koles sva izračunala s preprosto formulo za obseg kroga.

$$O = 2 * l + d * \pi$$

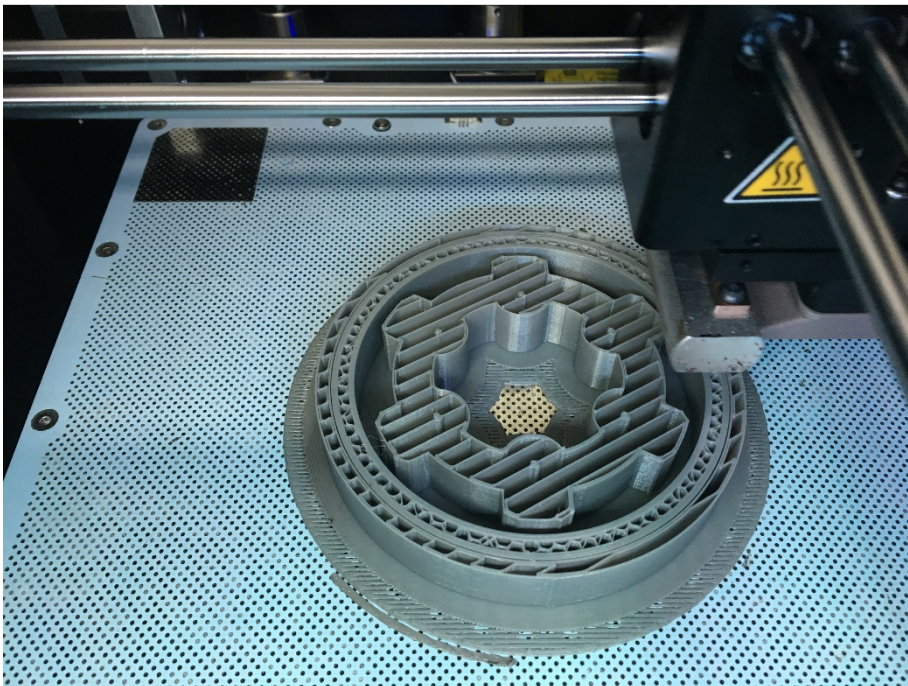
$$d = \frac{O - 2 * l}{\pi}$$

d = premer kolesa [mm]

O = obseg gosenic (dolžina gosenic) [mm]

l = medosna razdalja [mm]

Izračunala sva, da morajo imeti kolesa premer 89mm, kar sva tudi upoštevala pri načrtovanju koles.

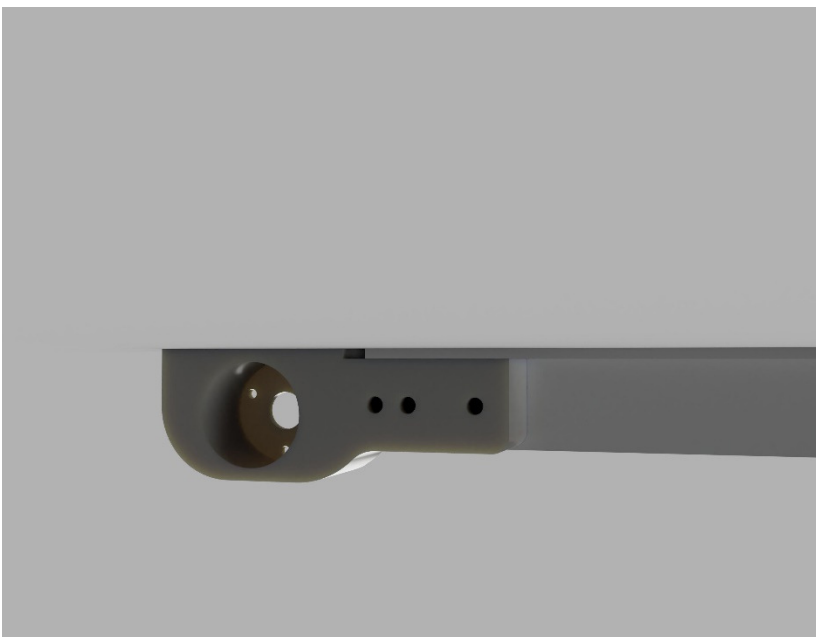


Slika 32: Printanje koles (foto: Kamil Kosi)

Pri namestitvi gosenic na kolesa, sva naletela na težavo. Pri računanju sva izračunala idealni premer koles, ko pa sva gosenice dobila, so bile prekratke. Sila na osi koles je bila prevelika, zato sva morala podvozje spremeniti. Narisala sva napenjalne elemente in jih sprintala. Na ta način sva lahko gosenice namestila in jih šele nato napela.



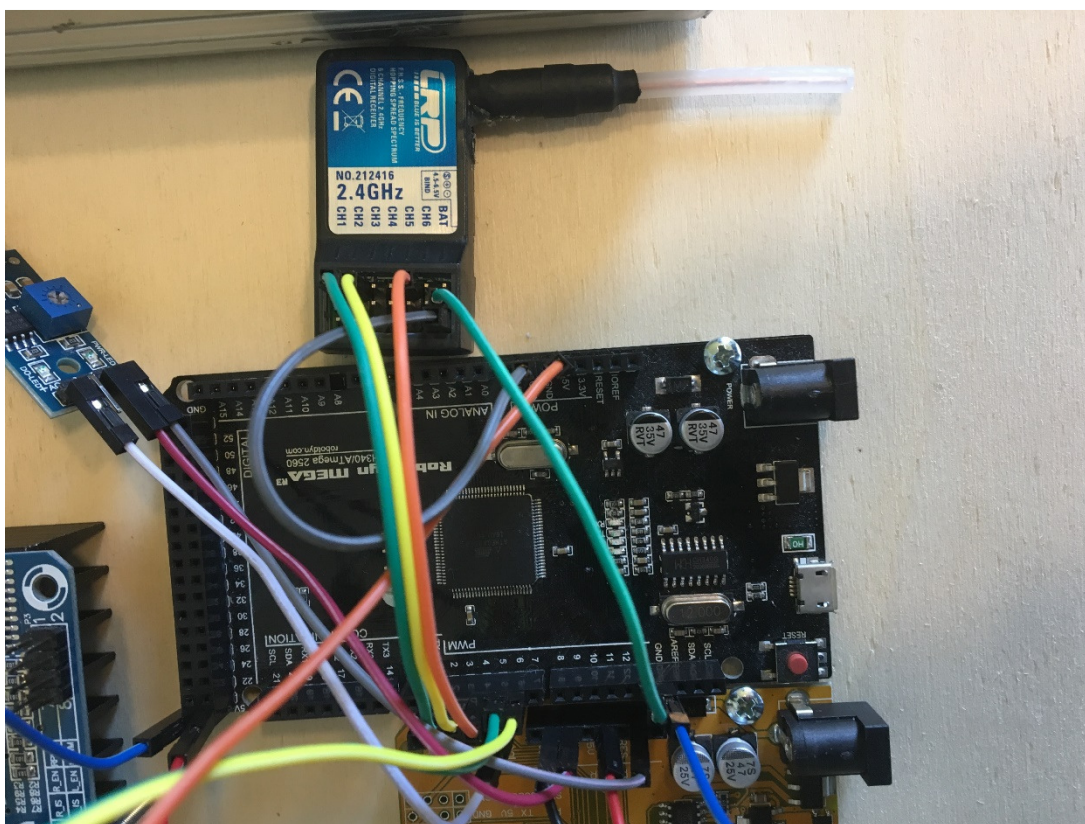
Slika 33: Poliuretanski jermeni (foto: Kamil Kosi)



Slika 34: Napenjalec za gosenice (foto: Kamil Kosi)

4.6 Izdelava robota – elektro-programski del

Za upravljanje robota sva uporabila krmilnik Arduino UNO, saj je ta platforma razvita po vsem svetu in ima veliko podporo na spletu. Začela sva s krmiljenjem in premikanjem robota. Za upravljanje sva uporabila daljinec, ki deluje s pomočjo radijskih valov s frekvenco 2.4 Ghz in je v glavnem namenjen letalskemu modelarstvu, s katerim se v prostem času ukvarjava. Pripadajoči sprejemnik sva z žičkami povezala na digitalne priključke na mikroprocesorju Arduino. Program za Arduino sva pisala v programu Arduino IDE.



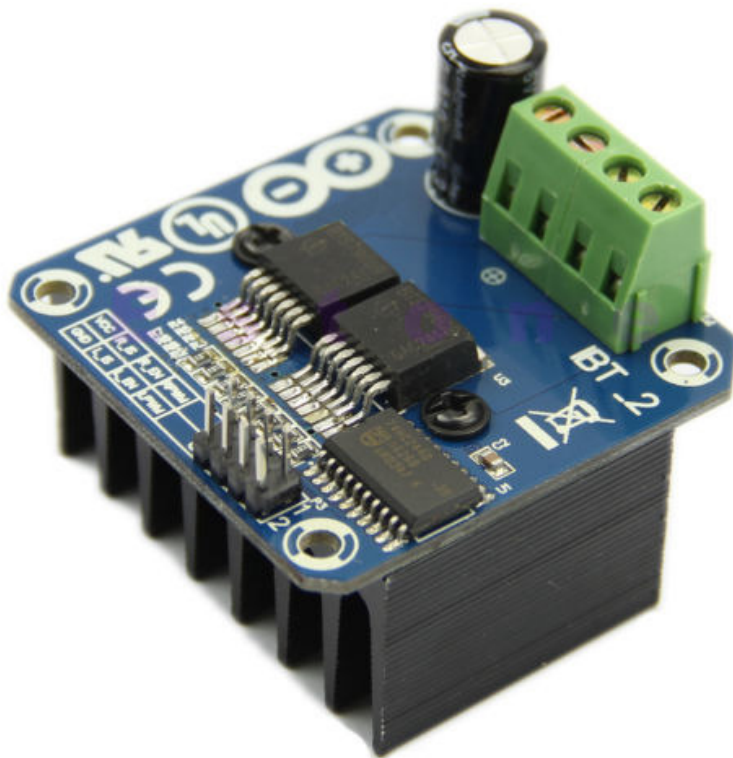
Slika 35: Povezan radijski sprejemnik (foto: Kamil Kosi)

Sprejemnik radijskega signala za modele letal je narejen tako, da sprejma signale odajnika in jih spremeni v napetostne impulze s spremenljivo dolžino, kar pomeni, da je minimalna dolžina impulza 1000ms in maksimalna 2000ms.

S funkcijo (`pulseIn`) v programu sva zapisala, da Arduino bere dolžine intervalov in glede na dolžine intervalov računa hitrost vsakega motorja. Najprej mora iz dolžine impulzov določiti, v katero smer se naj vrti, kar je zapisano s funkcijo (`if`, `if else`, `in else`), nato pa z odštevanjem in funkcijo (`map`) preračuna hitrost vrtenja. Na koncu mora Arduino še spremeniti dolžine

impulzov v 8-bitno številko, ki jo lahko nato s funkcijo (`analogWrite`) prenesemo na H-bridge modul v obliki PWM signala.

Za krmiljenje motorjev sva se odločila, da bova uporabila H-bridge vezje, s katerim lahko nadzirava hitrost vrtenja vsakega motorja, kot tudi smer vrtenja vsakega motorja. Za krmiljenje motorjev sva uporabila modul `ibt_2`, ki ima vhod za napajanje, izhod za motorje ter 8 pinov za krmiljenje.



Slika 36: Modul `ibt_2` (vir: <http://www.hessmer.org>)

```

int ch1; //Podatki od chanel_1
int ch2; //Podatki od chanel_2
int ch3; //Podatki od chanel_3

int RPWM_Output = 5; // Arduino naprejPin (RPWM)
int LPWM_Output = 6; // Arduino naprejPin (RPWM)
int RPWM_Output2 = 7;
int LPWM_Output2 = 8;
int RPWM_Output3 = 9;
int LPWM_Output3 = 10;

int ch1PLUS = 0;
int ch2PLUS = 0;
int ch3PLUS = 0;

int ch1PLUS2 = 0;
int ch2PLUS2 = 0;
int ch3PLUS2 = 0;

int Naprej_1 = 0; //podatki o smeri in hitrosti vsakega motorja
int Nazaj_1 = 0;
int Naprej_2 = 0;
int Nazaj_2 = 0;
int Naprej_3 = 0;
int Nazaj_3 = 0;

void setup() {

  pinMode(2, INPUT); // pinMode
  pinMode(3, INPUT);
  pinMode(4, INPUT);

  pinMode(RPWM_Output, OUTPUT);
  pinMode(LPWM_Output, OUTPUT);
  pinMode(13, OUTPUT);
  digitalWrite(13,HIGH);

  Serial.begin(9600); // Vpostavitev povezave "Serial"
}

void loop() {

  ch1 = pulseIn(2, HIGH, 25000); // Branje chanel_1
  ch2 = pulseIn(3, HIGH, 25000); // Branje chanel_2
  ch3 = pulseIn(4, HIGH, 25000); // Branje chanel_3

  Serial.print("Channel_1: "); // Izpis podatkov od oddajnika
  Serial.print(ch1);
  Serial.print(" | ");
  Serial.print("Channel_2:"); // Izpis podatkov od oddajnika
  Serial.print(ch2);
  Serial.print(" | ");
  Serial.print("Channel_3:"); // Izpis podatkov od oddajnika
  Serial.println(ch3);

  /*PRERAČUN PODATKOV*/

  int ch1PLUS = ch1-1000;
  int ch2PLUS = ch1-1000;
  int ch3PLUS = ch1-1000;

  /*MOTOR_1*/
  if (ch1PLUS < 450) //NAZAJ_M1
  {
    int Nazaj_1 = map(ch1PLUS, 449, 0, 0, 255);
    digitalWrite(LPWM_Output, LOW);
    analogWrite(RPWM_Output, Nazaj_1);
    Serial.println (Nazaj_1);
  }

  else if (ch1PLUS > 550) //NAPREJ_M1
  {
    ch1PLUS2 = ch1PLUS - 551;

    int Naprej_1 = map(ch1PLUS2, 0, 449, 0, 255);
    analogWrite(LPWM_Output, Naprej_1);
    digitalWrite(RPWM_Output, LOW);
    Serial.println (Naprej_1);
  }
  else
  {
    // forward rotation
    digitalWrite(LPWM_Output, LOW);
    digitalWrite(RPWM_Output, LOW);
  }
}

```

```
/*MOTOR_2*/
if (ch2PLUS < 450) //NAZAJ_M2
{
  int Naza2 = map(ch2PLUS, 449, 0, 0, 255);
  digitalWrite(LPWM_Output2, LOW);
  analogWrite(RPWM_Output2, Naza2);
  Serial.println (Naza2);
}

else if (ch2PLUS > 550) //NAPREJ_M2
{
  ch2PLUS2 = ch2PLUS - 551;

  int Naprej2 = map(ch2PLUS2, 0, 449, 0, 255);
  analogWrite(LPWM_Output2, Naprej2);
  digitalWrite(RPWM_Output2, LOW);
  Serial.println (Naprej2);
}
else
{
  // forward rotation
  digitalWrite(LPWM_Output2, LOW);
  digitalWrite(RPWM_Output2, LOW);
}
/*MOTOR_3*/
if (ch3PLUS < 450) //NAZAJ_M3
{
  int Naza3 = map(ch3PLUS, 449, 0, 0, 255);
  digitalWrite(LPWM_Output3, LOW);
  analogWrite(RPWM_Output3, Naza3);
  Serial.println (Naza3);
}

else if (ch3PLUS > 550) //NAPREJ_M3
{
  ch3PLUS2 = ch3PLUS - 551;

  int Naprej3 = map(ch3PLUS2, 0, 449, 0, 255);
  analogWrite(LPWM_Output3, Naprej3);
  digitalWrite(RPWM_Output3, LOW);
  Serial.println (Naprej3);
}
else
{
  // forward rotation
  digitalWrite(LPWM_Output3, LOW);
  digitalWrite(RPWM_Output, LOW);
}
}
```

Slika 37: Program za premikanje robota (foto: Kamil Kosi)

4.6.1 Pošiljanje povratnih informacij

Do sedaj sva lahko informacije pošiljala od uporabnika do robota, ki je nato upošteval ukaze. Želela sva, da bi lahko podatke sprejemala tudi v nasprotni smeri, zato sva uporabila dva modula NRF24L01, ki imata vgrajeno tudi anteno, preko katere se lahko dva takšna modula sporazumevata. Na vozilo sva namestila termometer in inštrument za merjenje vlage, ki sta pošiljala podatke nazaj do uporabnika.

Za takšno povezavo sva priključila prvi modul NRF24L01 na dodaten mikroprocesor Arduino na vozilu, saj sta programa precej zahtevna in sva želela, da bi bila ločena. Drugi modul NRF24L01 sva priključila na dodatni Arduino na daljincu za upravljanje. Podatke iz robota sva pošiljala do prejemnika in jih izpisovala na preprostem dvovrstičnem LCD prikazovalniku.



Slika 38: Modul NRF24L01 (vir: <http://propix.com.pl>)

```

RX_LCD__Urejeno_
#include "Arduino.h"
#include <SPI.h>
#include <RF24.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

//-----DODAJANJE_KNJIZNIC-----
LiquidCrystal_I2C lcd (0x3F, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE); //Naslov na I2C dekodir
RF24 radio(7, 8); //Dodajanje CE in CSN digitalnih pinov za oddajnik
byte addresses[] {6} = {"1Node", "2Node"};

//-----SETUP-----
void setup() {
  Serial.begin(9600); //Vpostavitve povezave "Serial" s računalnikom
  Serial.println("THIS IS THE RECEIVER CODE - YOU NEED THE OTHER ARDUINO TO TRANSMIT"); //Začetno navodilo na podatkovnem monitorju
  lcd.begin(16,2); //Zagon ekrana (šestnajst števk v dveh vrstah)
  radio.begin(); // Ukan na zagon oddajnika/sprejemnika
  radio.setPALevel(RF24_PA_MIN); // Nastavitev moči oddajanja
  radio.setDataRate(RF24_2MBPS); // Nastavitev hitrosti oddajanja
  radio.setChannel(124); // Nastavitev kanala oddajanja
  radio.openWritingPipe(addresses[0]); // Zagon podatkovnega tunela (povezave) med oddajnikom in sprejemnikom
  radio.openReadingPipe(1, addresses[1]);
  radio.startListening(); // Začetek sprejemanja podatkov ("poslušanje")
  pinMode (10, OUTPUT); //Nastavitev pina D10 kot izhod (OUTPUT)
}

//-----LOOP-----
void loop() {
  unsigned int data; //določitev spremenljivke s imenom "data", ki bo nosila podatke sensorja
  if ( radio.available() ) { //Preveri ali je na voljo signal
    while (radio.available()) { //Če signal je...
      radio.read( &data, sizeof(int)); //Preberi signal in ga napiši v spremenljivko "data"
      digitalWrite(10,HIGH); //Če je signal prisoten) poveži pin 10 na HIGH ==> dioda na pinu bo svetila
    }
    Serial.print("Data "); //V podatkovni terminal v Arduino IDE napiši "Data "
    Serial.println(data); //V podatkovni terminal v Arduino IDE napiši vrednost spremenljivke "data"
    lcd.clear(); //Na LCD ekranu izbriši kar je bilo napisano prej
    lcd.print(data); //Na ekran napiši vrednost, ki smo jo prebrali in shranili v spremenljivki "data"
  }
  else{
    digitalWrite(10,LOW); //Če signala ni ==> je pin 10 povezan na LOW ==> lučka ne sveti
  }
}

```

Slika 39: Program za sprejemnik podatkov (foto: Kamil Kosi)

Program za sprejemnik sva uredila in komentirala tako, da ga lahko vsak prilagodi svojim potrebam. Program za oddajnik deluje na podoben način in oddaja podatke v 16-bitnem zapisu. V prihodnje sva želela program razširiti, da bi pošiljal podatke večih senzorjev na enkrat v obliki datotečnega sistema, ki ga imenujemo »string«.

Oba programa sta zasnovana na podlagi obstoječega ponazoritvenega programa za Arduino knjižnico za modul nRF24, ki ga je napisal Ralph S Bacon.

<https://www.youtube.com/c/RalphBacon> (dostop: 10.01.2018)

```
1  #include "Arduino.h"
2  #include <SPI.h>
3  #include <RF24.h>
4
5  RF24 radio(7, 8);
6
7  byte addresses[][6] = {"1Node", "2Node"};
8
9  void setup() {
10     Serial.begin(9600);
11     Serial.println("To je koda za oddajnik");
12
13     radio.begin();
14
15     radio.setPALevel(RF24_PA_MIN);
16
17     radio.setDataRate(RF24_2MBPS);
18
19     radio.setChannel(124);
20
21     radio.openWritingPipe(addresses[1]);
22     radio.openReadingPipe(1, addresses[0]);
23
24     randomSeed(analogRead(A0));
25
26     pinMode(A0, INPUT);
27 }
28
29 void loop() {
30
31     // Prebere analogni vhod senzorja
32     unsigned int data = analogRead(A0);
33     ...
34     radio.stopListening();
35
36     radio.write( &data, sizeof(unsigned int) );
37
38     Serial.print("Sent: ");
39     Serial.println(data);
40
41     delay(100);
42 }
```

Slika 40: Koda za oddajnik (foto: Kamil Kosi)

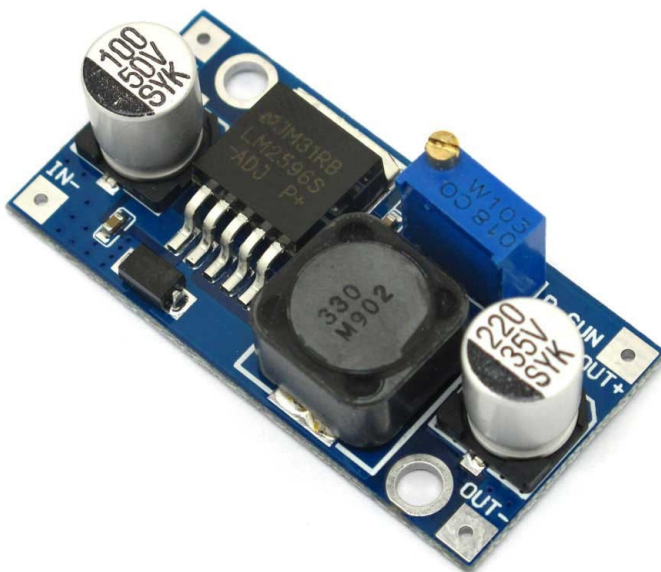
Ko sva program dokončala in ga naložila na Arduino, sva se lotila sprejemne postaje. Narisala sva ohišje za vse komponente in ga sprintala na 3D-tiskalniku. Ohišje sva natisnila iz PLA plastike, saj ima PLA nizek faktor krčljivosti in je zaradi tega primeren za tiskanje velikih ravnih površin brez zvijanja. Pokrov ohišja sva pritrdila na osnovo s pomočjo vijakov M5.



Slika 41: Sprejemna postaja (foto: Kamil Kosi)

Za prenos slike sva uporabila sistem »FPV«, ki je namenjen za modelarstvo. FPV pomeni »first person view« in je sestavljen iz štirih komponent.

Na začetku je analogna kamera resolucije HD, ki pošilja analogne podatke do oddajnika. Oddajnik pošilja te podatke do sprejemnika s pomočjo frekvence 5.4Ghz. Slika se nato prenese na izhodni monitor in se spreminja v resničnem času s frekvenco 50 sličic na sekundo. S prenosom slike se nama ni bilo potrebno preveč ukvarjati, saj so takšni sistemi v modelarstvu zelo znani, morala pa sva priskrbeti le ustrezno nazivno napetost. To sva dosegla z modulom LM2596, ki ga imenujemo tudi *DC-DC Step-Down Modul*. Ta modul deluje tako, da damo na vhod napetost od 2V do 40V, s pomočjo potenciometra pa lahko nastavimo poljubno napetost na izhodu. Ta modul lahko zagotovi tokove do 3A, kar je za najino aplikacijo več kot dovolj.



Slika 42: Modul LM2596 (vir: <https://www.itead.cc>)

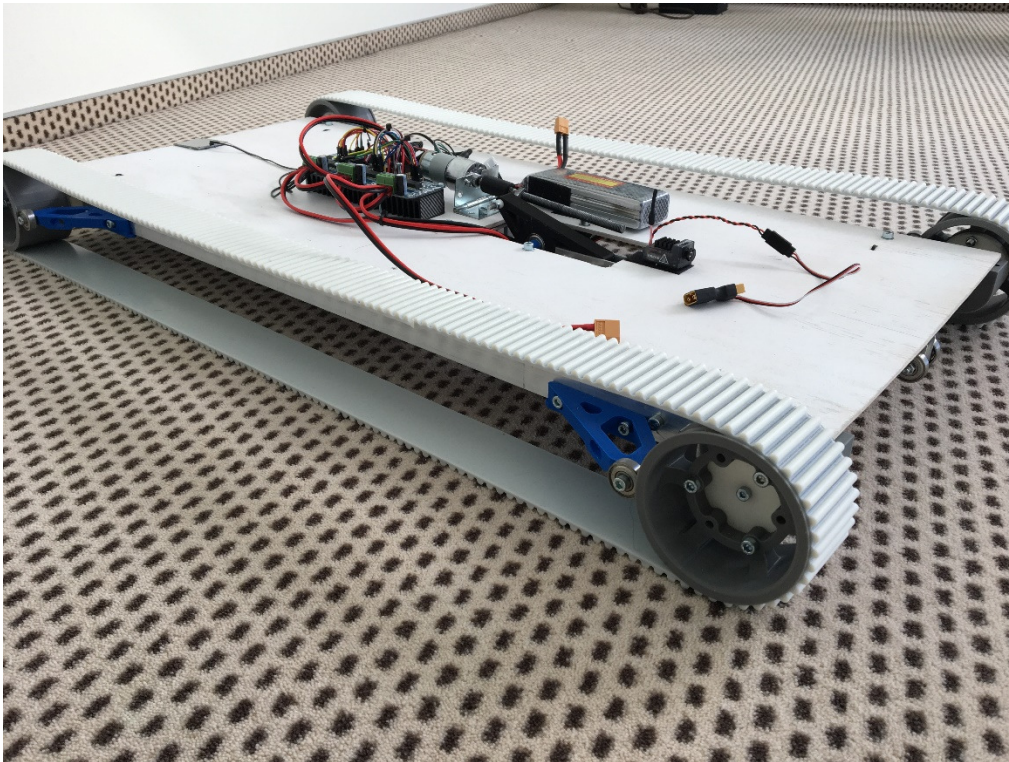
4.1 Testiranje robota

Po končani izdelavi sva robotsko vozilo želela še preizkusiti. Vozilo sva napajala s tri celičnim LiPo akumulatorjem s kapaciteto 4000 mAh. Takšen akumulator ima nazivno napetost v napolnjenem stanju približno 12 V, kar nama je zelo ustrezalo, saj je nazivna napetost za najine električne motorje prav tako 12V.

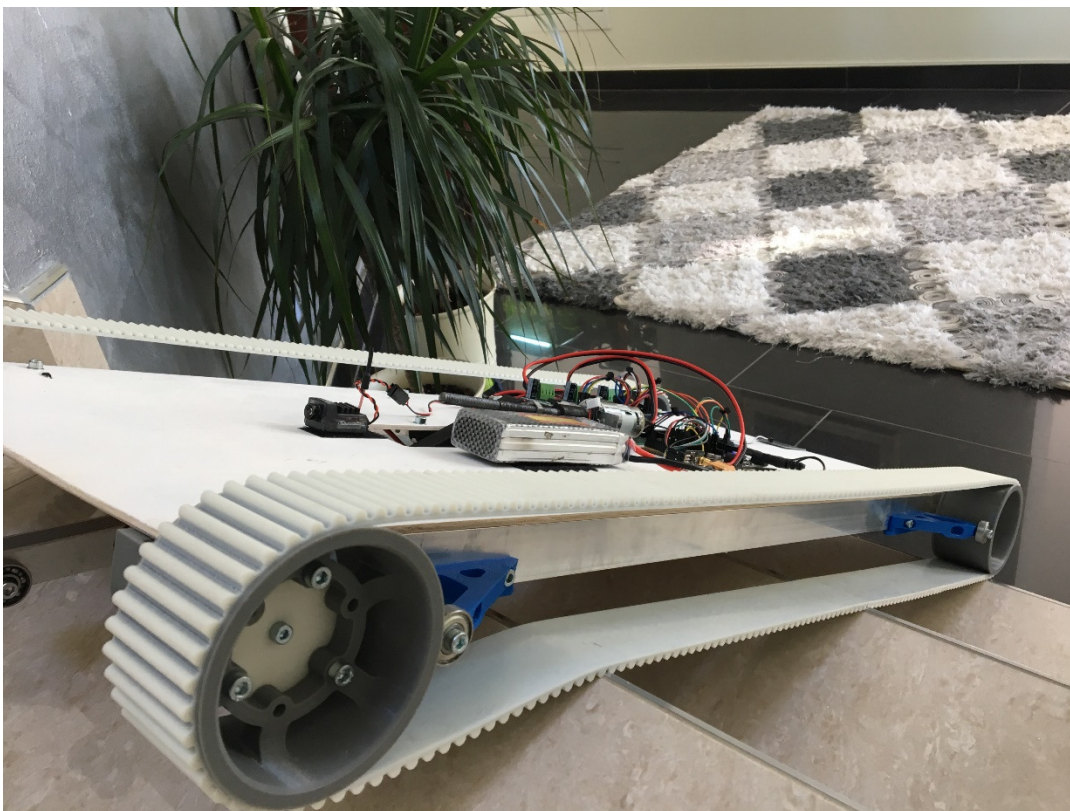
Po kratki vožnji z robotom sva ugotovila, da je desna gosenica počasi drsela s kolesa. Ugotovila sva tudi, da najini medeninasti vložki ne držijo koles dovolj trdno in jih zato sila gosenic ukrivlja. Morala sva narisati in natisniti posebne delčke, ki so imeli na zunanji strani ležaje in so se kotalili po zunanjem robu kolesa, tako, da so razbremenili silo gosenic. Ojačitveni deli so uspeli in gosenice niso več padale iz pogonskih koles, hkrati pa so omogočali regulacijo sile v nasprotni smeri vlečne sile gosenic.

Robota sva nato preizkusila na pravih stopnicah in ugotovila, da deluje, kot sva pričakovala. Ugotovila sva, da so najini motorji kljub temu prešibki, saj so se med daljšim obratovanjem močno segreli, prav tako je motor za dvigovanje robota prešibek in ima komaj dovolj moči, da dvigne podvozje. Ugotovila sva tudi, da bi morala silo na motorju za dvigovanje razbremeniti, saj nama je med testiranjem vijake M4 izruvalo iz navojev na ohišju motorja in sva jih morala zaviti še enkrat v drugi par lukenj za pritrditev.

Najino vozilo seveda ni popolno in bi ga bilo potrebno nadgraditi, a sva se odločila zaradi pomanjkanja časa, da bova na tej točki končala. V prihodnosti želiva robota še izpopolniti in ga nadgraditi, da bo imel več funkcij in da bo bolj zanesljiv.



Slika 43: Končni izdelek s ojačitvenimi deli (foto: Kamil Kosi)



Slika 44: Plezanje po stopnicah (foto: Kamil Kosi)

5 REZULTATI IN RAZPRAVA

Roboti že danes predstavljajo velikanski pripomoček na področju varnosti in reševanja. Že danes jih ponekod uporabljajo za pomoč ponesrečencem, denimo ukleščeni v porušeni stavbah pri potresih ali v nesrečah, kjer je okolje nevarno za zdravje reševalcev. Razlog, da roboti niso že danes množično med nami tudi v vsakdanjem življenju, je njihova kompleksnost. Malo je področij, kjer je potrebnih toliko različnih znanj, tehnologij in inovacij, kot na področju robotike.

Z raziskovalno nalogo sva želela dokazati, da lahko doma izdelava preprostega robota, ki bo cenovno zelo ugoden in uporaben ter da lahko nadomesti človeka v mnogih nevarnih operacijah. Najinega robota sva želela izdelati tako, da bi bil čim bolj enostaven za uporabo, praktičen, hkrati pa sva želela, da bi bil čim bolj modularen in da bi si lahko vsak posameznik robota prilagodil svojim potrebam. Robot bi moral imeti tudi kamero in video oddajnik, da bi lahko človek od daleč opazoval dogajanje v živo in se orientiral po okolici.

S svojo raziskovalno nalogo in izdelavo robota za preiskovanje nevarnih objektov sva ugotovila:

1. Robotsko vozilo lahko pregleda nevaren objekt enako učinkovito kot človek.

- Ob začetku raziskovalne naloge sva si zastavila nekaj hipotez. Prvo hipotezo sva delno potrdila, saj sva ugotovila, da lahko z robotskim vozilom nevarno okolje preverimo veliko hitreje kot človek, vendar pa ima vsaka kamera specifično vidno polje, zaradi katerega je v kombinaciji z nenavadnim vidnim kotom slika prostora popačena ali pa je vidno območje malo in lahko hitro izgubimo predstavo o prostoru. Po drugi strani, pa na kamero zunanji dejavniki kot so dim, vročina ali hlapi ne vplivajo v takšni meri kot na golo oko, kar vpliva na preglednost prostora, pri čemer je kljub temu slika jasnejša v primerjavi z golim očesom.

2. Robota lahko izdelava vsak, ki ima osnovno tehnično znanje.

- Drugo hipotezo sva potrdila, saj sva ugotovila, da je tehnologija že dovolj razvita in nam omogoča izdelavo daljinsko vodenih vozil. Z osnovnimi znanji iz mehanike in

elektrotehnike, ki sva jih pridobila v šoli, lahko vsak izdelal robota na daljinsko upravljanje. Pri izdelavi sva si pomagala tudi z risanjem v CAD programu (program za računalniško podprto risanje) Fusion 360, s katerim sva dosegla, da so bile vse mere pravilne in pri kasnejši izdelavi nisva imela težav. Pri izdelavi nama je bil še posebej v pomoč 3D tiskalnik s katerim je izgradnja robota potekala zelo hitro, vse mere so bile natančne, hkrati pa sva lahko izdelala dele, ki jih v prosti prodajni ne moremo kupiti.

3. Doma narejen robot je cenejši kot podobni, komercialno prodajani roboti.

- Robot, ki sva ga izdelala, zanesljivo opravlja nalogo, za katero je narejen (pregledovanje nevarnega okolja). Robot je bil razvit v namen, da je čim bolj modularen, kar pomeni, da ga lahko vsak, ki ima znanje iz mehanike in elektrotehnike, prilagodi svojemu namenu. Za celoten projekt sva plačala približno 200 eur, vendar sva imela veliko elementov že doma ali pa sva jih reciklirala iz drugih strojev. Krmilniki, motorji, regulatorji, konstrukcijski deli in druge elektronske komponente so bile cenovno ugodne, saj so to standardni deli, ki jih lahko kupimo preko spleta. Najdražji del robota so bile poliuretanske gosenice, saj so bile izdelane po meri. Cena najinega robota je seveda neprimerljiva s cenami podobnih robotov, ki so seveda boljše dovršeni in imajo večjo funkcionalnost a se njihova cena začne pri 1000eur. Kljub temu, da je najin robot preprostejši, sva tretjo hipotezo potrdila, saj so konkurenčni roboti od 5-krat do 20-krat dražji.

6 ZAKLJUČEK

Danes najbrž nihče ne dvomi, da bo prišel čas, ko bodo roboti postali del našega vsakdanjega življenja. Roboti že danes predstavljajo velikanski pripomoček na področju varnosti in reševanja. Z izdelavo najine raziskovalne naloge sva ugotovila:

- Izdelava robota, s katerim lahko daljinsko pregledamo nevarno okolje oz. lahko opravlja tudi druge preproste naloge, ki bi jih sicer moral opraviti človek, izvedljiva.
- Stanje tehnike je že dolgo časa primerno za izdelavo takšnih naprav, zato misliva, da bi se lahko podobne robote uporabljalo na mnogih področjih.
- Najinega robota lahko posameznik prilagodi svojim potrebam, saj je robot izdelan modularno zato je primeren za vrsto različnih operacij.
- Takšnega robota bi bilo brez težav možno predelati tako, da bi ga lahko uporabljali gasilci za odkrivanje ponesrečencev v požaru ter natančno določili jedra požara za organizacijo nadaljnega reševanja.
- Robotsko vozilo bi lahko uporabljali za iskanje ponesrečencev med ruševinami v primeru naravnih katastrof ali pa za preverjanje infrastrukture kot so vodovodi, električne napeljave in podobno na nedostopnih mestih. Takšno vozilo bi bilo uporabno tudi za pregledovanje visokonapetostnih napeljav, kjer je nevarnost električnega udara.
- Kot sva že zapisala, je večina tovrstnih robotov daljinsko vodenih, cilj raziskovanja pa so roboti, ki bi povsem samodejno delovali v reševalnih okoliščinah, praktično brez daljinskega nadzora ljudi. To bi bilo zelo pomembno, saj bi se lahko reševalci osredotočili na potek nadaljnega reševanja. Ta cilj ostaja najin izziv za nadaljnje raziskovanje in menima, da je uresničljiv.

Kljub najinim uspehom pa je najin robot daleč od idealnega. V prihodnosti, bi bilo dobro, da bi ga predelala na tak način, da bi bil bolj odporen proti zunanjim vplivom in bolj zanesljiv. Vse kontakte bi morala za začetek stalno pritrditi s spajkanjem, kasneje pa izdelati še ohišje, ki bi elektronske elemente ščitilo proti vlagi in drugimi zunanjimi vplivi.

V prihodnosti bi lahko z lahkoto na najino obstoječe ogrodje nadgradila še s teleskopsko roko, ki bi uporabnost najinega robota močno povečala.

V načrtu za to raziskovalno nalogo sva imela, da bi napisala program, da bi se lahko vozilo avtonomno premikalo po prostoru in izvajalo različne operacije avtonomno, a nama čas tega ni dopustil. Za avtonomno vožnjo bi potrebovala še dodatne senzorje, kar bi bilo zelo zanimivo, a izdelava takšnega robota ne bi predstavljala preveč težav, saj sva najin obstoječ program dobro dokumentirala in ga lahko z lahkoto razširima.

Težava najinega robota je tudi velikost, saj celotna dolžina robota znaša 80cm zaradi česar je robot manj uporaben in praktičen, hkrati pa se ne more obrniti na ozkih stopniščih. Kljub temu, da lahko stopnice premaguje v primerjavi z rešitvami na drugih podobnih robotih relativno hitro, bi se dalo najino podvozje poboljšati in izdelati bolj kompaktnega robota.

7 POVZETEK

Roboti že danes predstavljajo velikanski pripomoček na področju varnosti in reševanja. Razlog, da roboti niso že danes množično med nami tudi v vsakdanjem življenju, je njihova kompleksnost. Roboti danes pogosto opravljajo ponavljajoče se delo, pri čemer pričakujemo, da je rezultat dela vselej ponovljiv in predvidljiv. Z raziskovalno nalogo sva želela dokazati, da lahko doma izdelava preprostega robota, ki bo cenovno zelo ugoden v primerjavi z že obstoječimi na tržišču. Najinega robota sva želela izdelati tako, da bi bil čim bolj enostaven za uporabo, praktičen, hkrati pa sva želela, da bi bil čim bolj modularen in da bi lahko vsak posameznik robota prilagodil potrebam reševalnih nalog. Robot, ki je namenjen opravljanju nalog, ki bi jih morali sicer opraviti ljudje, mora biti izdelan tako, da lahko premaguje ovire, ki se zdijo človeku samoumne. V urbanih okoljih imamo opravka z mnogimi preprekami v obliki stopnic, zato je bil najin prvi izziv, da izdelava robota, ki lahko premaguje stopnice. Naloga sva se najprej lotila z iskanjem različnih možnosti za premagovanje stopnic. Idealni sistem za premagovanje stopnic so seveda "noge". Najprej sva želela izdelati robota v obliki človeka ali tako imenovanega humanoida. Zaradi časovne omejitve pri pisanju naloge sva se odločila, da bo najin robot "plezal" po stopnicah s pomočjo gosenic in pomožne roke za dvig. Nato sva izdelala prototip v razmerju 10:23. Takšno razmerje sva si izbrala zaradi standardne dolžine gosenic, ki jih izdeluje Lego. Prototip sva v celoti izdelala iz Lego Technic kock. Kljub temu da se je najin robot na prvo stopnico dvignil brez dodatne pomoči, sva menila, da bo dvizna roka v končnem modelu nujno potrebna, saj je to močno odvisno od težiščne točke, hkrati pa sva želela, da je robot čim bolj zanesljiv. Za pogon robota sva uporabila motorje z oznako RS-385 z reduktorjem. Najin največji izziv pri konstrukciji vozila je bil, da ohraniva potrebno dolžino, a močno znižava maso robota. Ugotovila sva, da kovinske gosenice ne bodo ustrezne, zato sva začela iskati druge rešitve. Odločila sva se, da bomo za izdelavo gosenic uporabili zobate jermene iz poliuretana, ki se uporabljajo v industriji za transportne trakove. Pogonska kolesa sva izdelala s pomočjo 3D tiskalnika, s tem pa sva močno znižala maso konstrukcije, cilinder sva nadomestila s ceneno, kovinsko, navojno palico in z DC motorjem, ki vrti palico in premika matico v vzdolžni smeri. Za upravljanje robota sva uporabila krmilnik Arduino Mega. Za upravljanje sva uporabila daljinec, ki deluje na frekvenci 2.4 Ghz in je v glavnem namenjen letalskemu modelarstvu. Pripadajoči sprejemnik sva z žičkami povezala na digitalne priključke na mikroprocesorju Arduino. Program za Arduino sva pisala v programu Arduino IDE. Za krmiljenje motorjev sva se odločila, da bova naredila H-bridge v

MOSfet izvedbi, s katerim lahko nadzirava hitrost vrtenja vsakega motorja kot tudi smer vrtenja vsakega motorja. Želela sva, da bi lahko podatke sprejemala tudi v nasprotni smeri, zato sva uporabila dva modula NRF24L01, ki imata vgrajeno tudi anteno, preko katere se lahko dva takšna modula sporazumevata. Na vozilo sva namestila termometer in inštrument za merjenje vlage, ki sta pošiljala podatke nazaj do uporabnika. Za takšno povezavo sva priključila prvi modul NRF24L01 na že obstoječi mikroprocesor Arduino na vozilu, drugi modul NRF24L01 pa sva priključila na dodatni Arduino na daljincu za upravljanje. Podatke iz robota sva pošiljala do prejemnika in jih izpisovala na preprostem dvovrstičnem prikazovalniku. Robot, ki sva ga izdelala, zanesljivo opravlja nalogo, za katero je narejen (pregledovanje nevarnega okolja). Z robotskim vozilom nevarno okolje preverimo veliko hitreje kot človek, vendar pa ima vsaka kamera specifično vidno polje zaradi katerega je slika prostora popačena. Ugotovila sva, da z osnovnimi znanji iz mehanike in elektrotehnike, ki sva jih pridobila v šoli, lahko vsak izdelava robota na daljinsko upravljanje. Pri izdelavi sva si pomagala tudi z risanjem v CAD programu (program za računalniško podprto risanje) Fusion360, s katerim sva dosegla, da so bile vse mere pravilne in pri kasnejši izdelavi nisva imela težav. Robot je bil razvit v namen, da je čim bolj modularen. Cena najinega robota je neprimerljiva s cenami podobnih robotov, ki se komercialno prodajajo, zato sva tretjo hipotezo potrdila. Večina tovrstnih robotov je daljinsko vodenih s strani ljudi. Cilj so roboti, ki povsem samodejno delujejo v različnih težavnih reševalnih okoliščinah, praktično brez daljinskega nadzora ljudi. Ta cilj ostaja najin iziv za naslednjo raziskovalno nalogo.

8 ZAHVALA

Za pomoč pri pisanju najine raziskovalne naloge bi se rada zahvalila vsem, brez katerih nama ne bi uspelo. Hvala najinemu mentorju gospodu Zvonetu Cencnu, ki nama je ves čas pisanja naloge stal ob strani, naju spodbujal in pomagal s svojimi izkušnjami in znanjem. Velika zahvala gre najinim staršem, za vso pomoč in podporo, ki jo dobivava vsak dan. Zahvala tudi lektorici dr. Nataši Meh Peer, ki je poskrbela, da je tudi s pravopisnega vidika vse lepo urejeno.

9 VIRI IN LITERATURA

Arduino. (27.. Okt. 2013). Pridobljeno iz Wikipedija: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Arduino>

Elektromotor. (21. . maj 2017). Pridobljeno iz Wikipedia:
<https://sl.wikipedia.org/wiki/Elektromotor>

EvSvet. (07. Avg 2015). Pridobljeno iz Tipi električnih motorjev:
<http://evsvet.eu/viewtopic.php?t=218>

Li-ion baterije - prednosti in slabosti. (2017). Pridobljeno iz Vse o akumulatorjih in baterijah:
<http://faq.akumulator.si/index.aspx?category=17&id=116>

Ni-Cd baterije - prednosti in slabosti. (2017). Pridobljeno iz Vse o akumulatorjih in baterijah:
<http://faq.akumulator.si/index.aspx?category=17&id=114#vsebina>

Ugodno orodje. (20. August 2017). Pridobljeno iz KAJ JE BREZKRTAČNI MOTOR?:
<https://www.misaron.si/brezkrtacni-motor>