



Strojna šola

Trg mladosti 3, 3320 Velenje

Mladi raziskovalci za razvoj Šaleške doline

RAZISKOVALNA NALOGA

IZDELAVA ROBOTA IN DOLOČITEV NJEGOVE NATANČNOSTI

Tematsko področje: strojništvo

Avtorja:

Žan Novak, dijak 4. letnika

Fran Slemenšek, dijak 4. letnika

Mentor:

Jože Hrovat, univ. dipl. inž. strojništva

Velenje, 2017

Novak, Ž. , Slemenšek, F. Izdelava robota in določitev njegove natančnosti
Raziskovalna naloga, ŠC Velenje 2017

Raziskovalna naloga je bila izdelana na ŠC Velenje, Strojna šola.

Mentor: Jože Hrovat, univ. dipl. inž. strojništva

Datum predavitve:

KLJULČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	ŠC Velenje, šolsko leto 2016/2017
KG	Robot / 3D printanje / PLA / Arduino / Servo motor
AV	Novak, Žan / Slemenšek, Fran
SA	Hrovat, Jože
KZ	3320 Velenje, SLO, trg mladosti 3
ZA	ŠC Velenje
LI	2017
IN	IZDELAVA ROBOTA IN DOLOČITEV NJEGOVE NATANČNOSTI
TD	Raziskovalna naloga
OP	VII, 32 strani, 2 tabele, 28 slik, 12 virov
IJ	SLO
JI	sl / en

AI V šoli se pri predmetu Robotika dosti srečujeva z robotskimi rokami. Tam sva tudi dobila navdih za izdelavo robota. Namen najine raziskovalne naloge je izdelava štiriosne robotske roke s stroški nižjimi od 50 eurov, ter določitev njenih karakteristik. Vse potrebne podatke in informacije o sestavnih delih robota, sva dobila na spletu. Vse dele robota sva natisnila s pomočjo 3D tiskalnika in s filamentom PLA. Natisnjeni model sva sestavila, za pogonski del pa sva uporabila servo motorje SG90 in pa MG955, ki sva jih spojila z mikroprocesorjem Arduinom Nano. Arduino sva sprogramirala tako, da prime testno kocko in z njo izmeri točnost pozicije na merilni uri. S pomočjo meritev bova določila natančnosti robotskega gibanja in s tem potrdila tezo, da so roboti izdelani s pomočjo servo motorjev premalo natančni za resno uporabo.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- ND ŠC Velenje, school year 2016/2017
- CX Robot / 3D print / PLA / Arduino / Servomotor
- AU Novak, Žan / Slemenšek, Fran
- AA Hrovat, Jože
- PP 3320 Velenje, SLO, trg mladosti 3
- PB ŠC Velenje
- PY 2017
- TI BUILDING A ROBOT AND DETERMINATION OF IT 'S ACCURACY
- NO VII, 31 pages, 2 tabels, 28 pictures, 12 sources
- LA SLO
- AL sl / EN
- AB At our school, at the robotics class we encounter a lot with robotic arms. There we also got the inspiration for making a robot. The aim of our research was to make a four-axis robot with a cost less than 50 €, and to determin its characteristics. All the necessary data and information on the components of the robot, we got online on the internet. All the parts of the robot were printed by using a 3D printer with PLA filament. Printed parts were assembled, for the drive we used servo motors SG90 and MG955, and merged it with microprocessor Arduino nano. We programmed Arduino, so the robot grabs the test cube and with it measures the position accuracy on the precision meter. With the help of measurements we determined the precision of robots movement and those confirm the theory that robots made with servo motors are not precise enough for serious use.

Kazalo vsebine

1	UVOD	1
2	ZGODOVINA INDUSTRIJSKE ROBOTIKE	2
3	KAJ JE SPLOH ROBOT?	3
4	UPORABA	4
5	HIPOTEZE	5
6	TISKANJE ROBOTSKÉ ROKE	6
6.1	3D-TISKANJE	6
6.2	TISKALNIK	7
6.3	PROCES TISKANJA	8
7	NAKUP IN IZBIRA KOMPONENT	10
8	IZDELAVA ROBOTA	11
8.1	POTEK DELA SPODNJI DEL ROBOTA	11
8.2	POTEK DELA ZGORNJI DEL ROBOTA	12
8.3	POTEK DELA NASTAVEK ZA PRIJEMALO	13
9	IZDELAVA VEZJA ZA NAPAJANJE	14
10	ARDUINO	16
11	ARDUINO IN SERVO MOTORJI	18
12	SERVO MOTORJI	19
12.1	KRMILJENJE SERVO MOTORJA	20
13	LASTNOSTI ROBOTA	21
13.1	DELOVNO OBMOČJE ROBOTA	21
13.2	OBREMENITEV ROBOTA	22
13.3	HITROST	22
13.4	LOČLJIVOST	22
13.5	TOČNOST	22
13.6	PONOVLJIVOST	23
14	MERITEV	24
15	LITERATURA	29
16	RAZPRAVA	30
17	ZAKLJUČEK	31
18	ZAHVALE	31

Kazalo slik

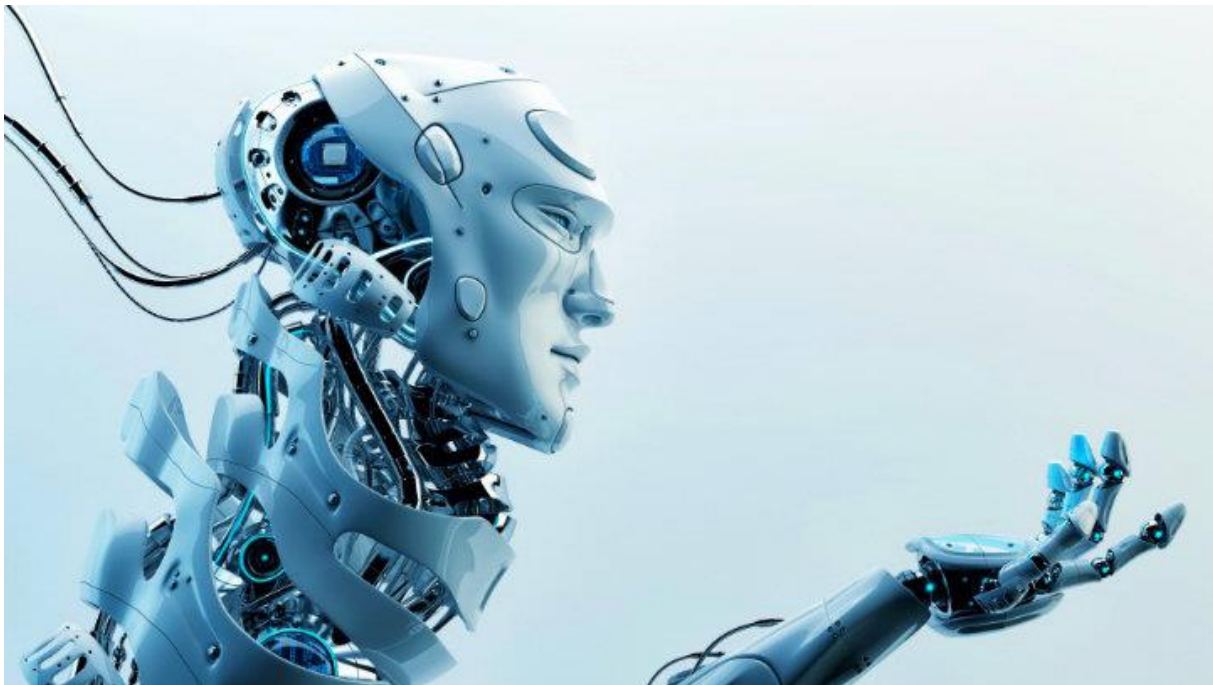
Slika 1: Človeški robot	1
Slika 2: Sestava robota	3
Slika 3: Robotika	4
Slika 4: 3D Tiskanje	6
Slika 5: 3D tiskalnik	7
Slika 6: Deli robotske roke	8
Slika 7: Nastavitev parametrov	9
Slika 8: Cenik	10
Slika 9: Potek dela zgornji del	11
Slika 10: Potek dela zgornji del	12
Slika 11: Potek dela nastavek za prijemalo	13
Slika 12: Vezava Arduina	14
Slika 13: Arduino nano	14
Slika 14: Shema vezja	15
Slika 15: Priključki za Arduino Nano	17
Slika 16: Različna vezja Arduina	17
Slika 17: Prerez servo motorja	19
Slika 18: Servo motor MG 995	19
Slika 19: Dolžina takta	20
Slika 20: Delovno območje robota	21
Slika 21: Točnost in ponovljivost	23
Slika 22: Graf vseh meritev v X, Y , Z osi	25
Slika 23: Merilna ura	26
Slika 24: Merjenje	26
Slika 25: Graf meritev X, Y, Z	27
Slika 26: Graf naše meritve po X-osi	27
Slika 27: Graf meritve po Y-osi	28
Slika 28: Graf meritve po Z-osi	28

1 UVOD

Robotika je mlada tehnološka smer, ki se ukvarja z zasnovo, konstrukcijo, izdelavo in aplikacijo robotskih mehanizmov. Zajema tudi področja sensorike in razvoja računalniških sistemov za vodenje takšnih mehanizmov. V splošnem ločimo dve veji robotike:

- industrijsko
- in servisno.

Že sami imeni nam poveda, da gre pri prvi za aplikacijo robotskih mehanizmov v industriji, kjer so monotone in ponovljive operacije nadomeščene z roboti, ki zaradi svoje natančnosti in hitrosti povečajo storilnost določene industrije. V primeru servisne robotike pa govorimo o mehanizmih, ki lajšajo naš vsakdanjik in pripomorejo k večji blaginji. K slednjim prištevamo mobilne robote, humanoidne robote, medicinske in rehabilitacijske robote, različne hobi sisteme, ne nazadnje tudi robotske čistilce in sesalnike.



Slika 1: Človeški robot

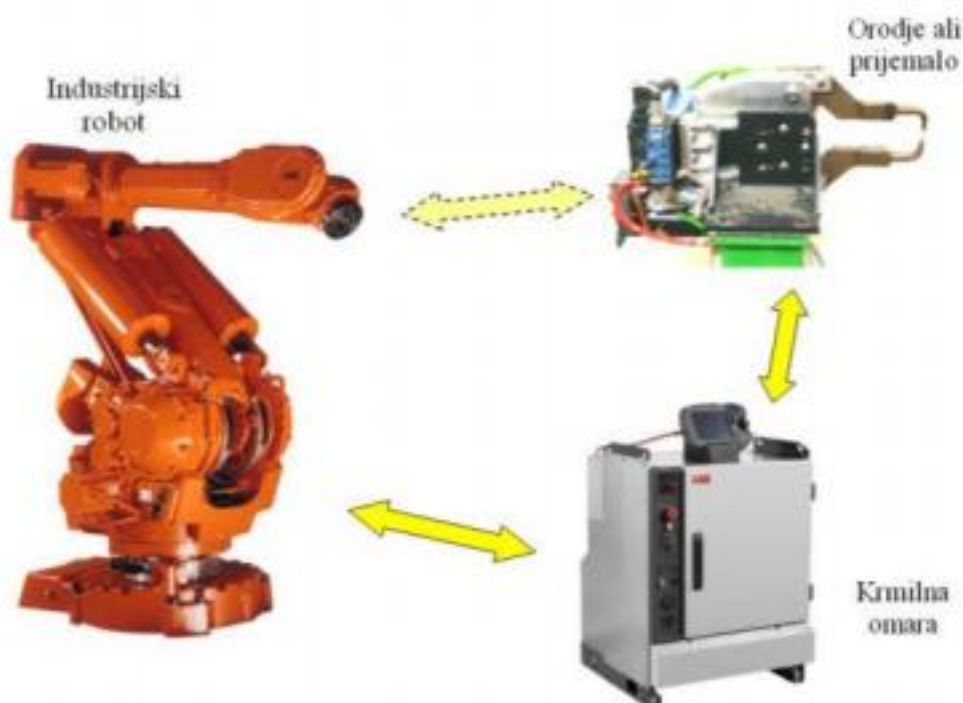
2 ZGODOVINA INDUSTRIJSKE ROBOTIKE

Zgodba o industrijski robotiki se je začela z mladima inovatorjema Georgeem Devolom in Josephom Engelbergerjem. Leta 1956 sta ustanovila podjetje Unimation in na podlagi Devolovega patenta, ki ga je prijavil dve leti prej, izdelala prvega industrijskega robota - Unimate. V šestdesetih letih prejšnjega stoletja, ko robotski trg še ni bil tako razvit, so robotski manipulatorji prej uživali sloves zabavne igrače kot česa res uporabnega. Unimation je skušal prebiti ta stereotip in dokazati, da je potencial industrijske uporabe takšnih robotskih manipulatorjev neskončen. Skupna pomanjkljivost takratnih robotov je bil hidravlični pogon, ki ga je bilo pri nižjih obremenitvah težko nadzirati, zato je posledično dosegal nižjo natančnost. Leta 1972 so se v švedskem podjetju Asea pod vodstvom Björna Weichbrodta odločili za razvoj robotskega mehanizma z električnim pogonskim sistemom. Prvi prototip IRB 6 (nosilnost robota je bila šest kilogramov) je bil prvi robot, krmiljen z Intelovim mikroračunalnikom, ki je omogočal premike v petih oseh. Leta 1974 je stekla serijska proizvodnja in podjetja so začela opazovati prednosti avtomatizacije industrijskih procesov.

Danes, samo nekaj desetletij pozneje, si ne znamo predstavljati uspešne industrije brez nameščenih robotskih aplikacij. Po poročanju IFR (International Federation of Robotics) sta vodilni po uporabi industrijskih robotov avtomobilska in elektronska industrija.

3 KAJ JE SPLOH ROBOT?

Robot je programabilen, večnamenski mehanizem s tremi ali več stopnjami gibanja, namenjen premikanju in ravnanju z različnimi materiali, deli ali orodji. Programabilen pomeni, da lahko robotu spremenimo potek njegovih gibov brez fizičnega kontakta z mehanizmom. Več namembnost robotov se kaže v prilagoditvah fizičnih premikov, da zadoščajo raznovrstnim aplikacijam. Stopnje gibanja ali osi gibanja nam opišejo gibanje robotskega mehanizma. Premiki v oseh gibanja so lahko rotacijski (kot pri nihalu) ali linearni. Industrijski manipulatorji so večinoma 6-osni (ti lahko dosežejo katero koli točko s poljubno orientacijo) in so sestavljeni iz baze, roke in zapestja. Robotska roka poskrbi za pozicijo, zapestje pa za orientacijo orodja, ki je nameščeno na vrhu robota. Skupaj popolnoma določita lego orodja. Človeška roka (rama, komolec in zapestje) ima sedem osi gibanja. Čeprav za doseg katere koli točke potrebujemo zgolj tri, nam dodatne osi gibanja omogočajo različne orientacije dosega iste točke.

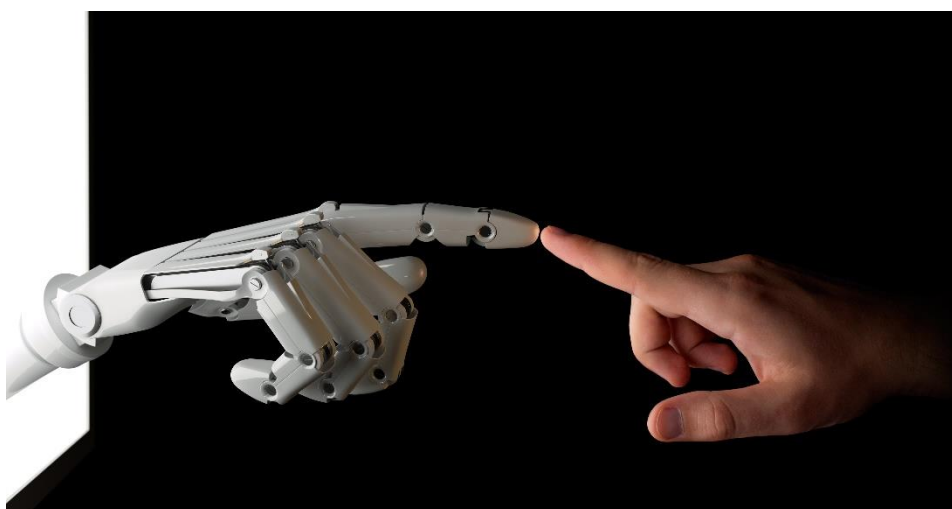


Slika 2: Sestava robota

4 UPORABA

Industrijske robote uporabljamo tako rekoč že v vseh proizvodnih procesih. Tudi mobilni roboti in roboti z možnostjo lastnega odločanja se čedalje bolj uveljavljajo, sploh na novejših področjih. Področja, kjer se roboti najbolj uporabljajo so:

- strojna obdelava,
- varjenje (točkovno, obločno, lasersko,
- kontrola kvalitete in merjenja,
- raziskovalno delo,
- kmetijstvo,
- medicina,
- vojska,
- sestava elektronskih komponent in vezij,
- obdelava plastičnih snovi,
- barvanje, nanašanje zaščitnih premazov, emajliranje,
- delo z nevarnimi snovmi,
- skladiščenje.



Slika 3: Robotika

5 HIPOTEZE

V raziskovalni nalogi sva izdelovala robota. Pri tem sva se osredotočila na čimbolj natančno in precizno izvedbo robota.

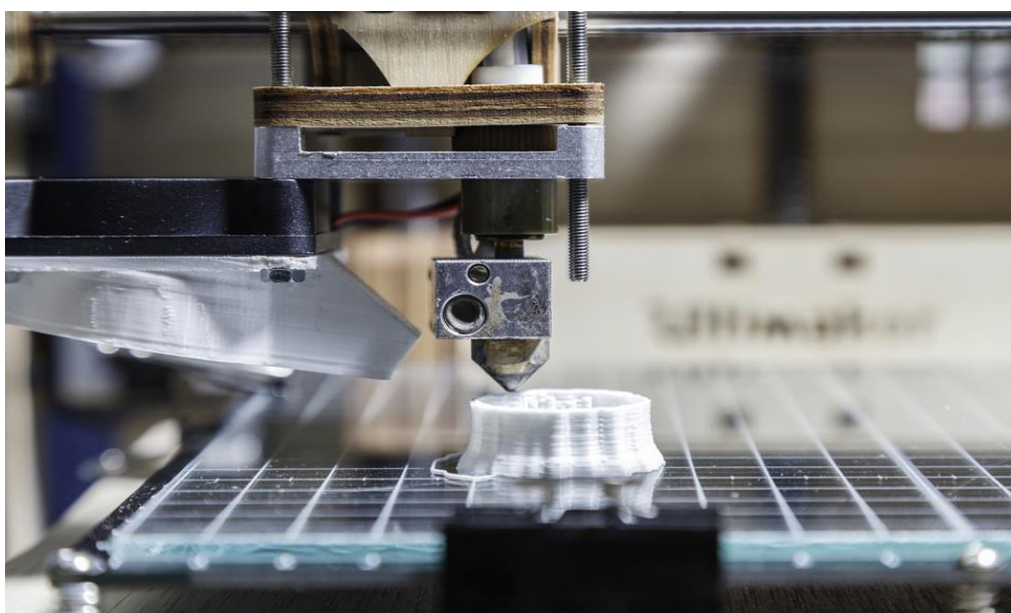
Pri raziskovanju sva naletela na različne ugotovitve. Najine zastavljene hipoteze so bile, da:

- izdelava robota s stroškimi nižjimi od 50€,
- direktni pogon zglobov s servo motorjem ni primeren za natančno uporabo,
- je natančnost robota nižja od 0,1 mm.

6 TISKANJE ROBOTSKE ROKE

6.1 3D-TISKANJE

Tri-dimenzionalni tisk (3D tisk) je proces izdelave prostorskih trdnih predmetov, objektov na podlagi digitalnih načrtov. 3D tisk je v zadnjem času postal razpoložljiva možnost tudi slehernemu potrošniku in ustvarjalcu, saj so cene naprav padle, vse več pa je tudi 3D tiskalnikov, ki jih lahko uporabljamo tudi doma.



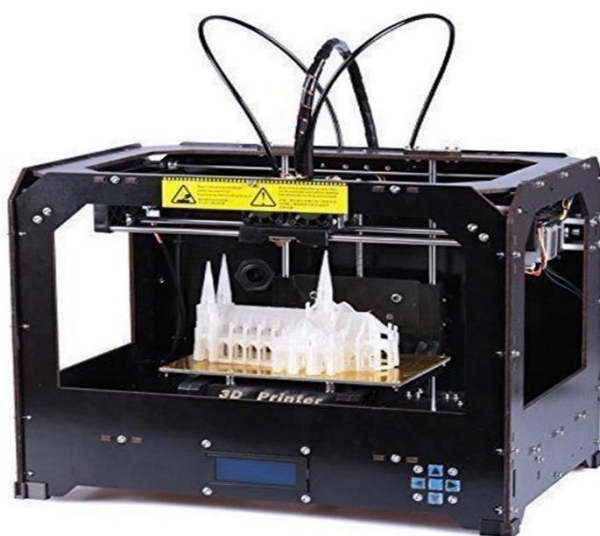
Slika 4: 3D Tiskanje

Slika 4 vir : 3D tiskanje

6.2 TISKALNIK

Je stroj, ki je namenjen 3D tiskanju modelov iz različnih polimerov kot so: guma, plastika, papir, poliuretanski materiali, kovine in podobno, izbira pa je odvisna od zmogljivosti in tipa tiskalnika. V splošnem se materiali po plasteh nanašajo na različne načine, a najpogostejši v tiskalnikih nižjega cenovnega razreda je nanos topljenega polimera skozi majhno šobo. Polimer je v večini primerov topljiva plastika z ugodnimi lastnostmi za topljenje in hlajenje.

Največ se uporablja bioplastika PLA ali bolj vzdržljiva ABS, ki za uporabo potrebuje ogrevano posteljo za nanos. 3D tiskalni filament se med 3D tiskanjem vleče v ogrevano glavo (ang. extruder), kjer se stopi in skozi šobo nanese na tiskalno posteljo. Pri samemu 3D tisku, sva uporabila CTC 3D printer, ki ima območje tiskanja 225 x 145 x 150 mm.



Slika 5: 3D tiskalnik

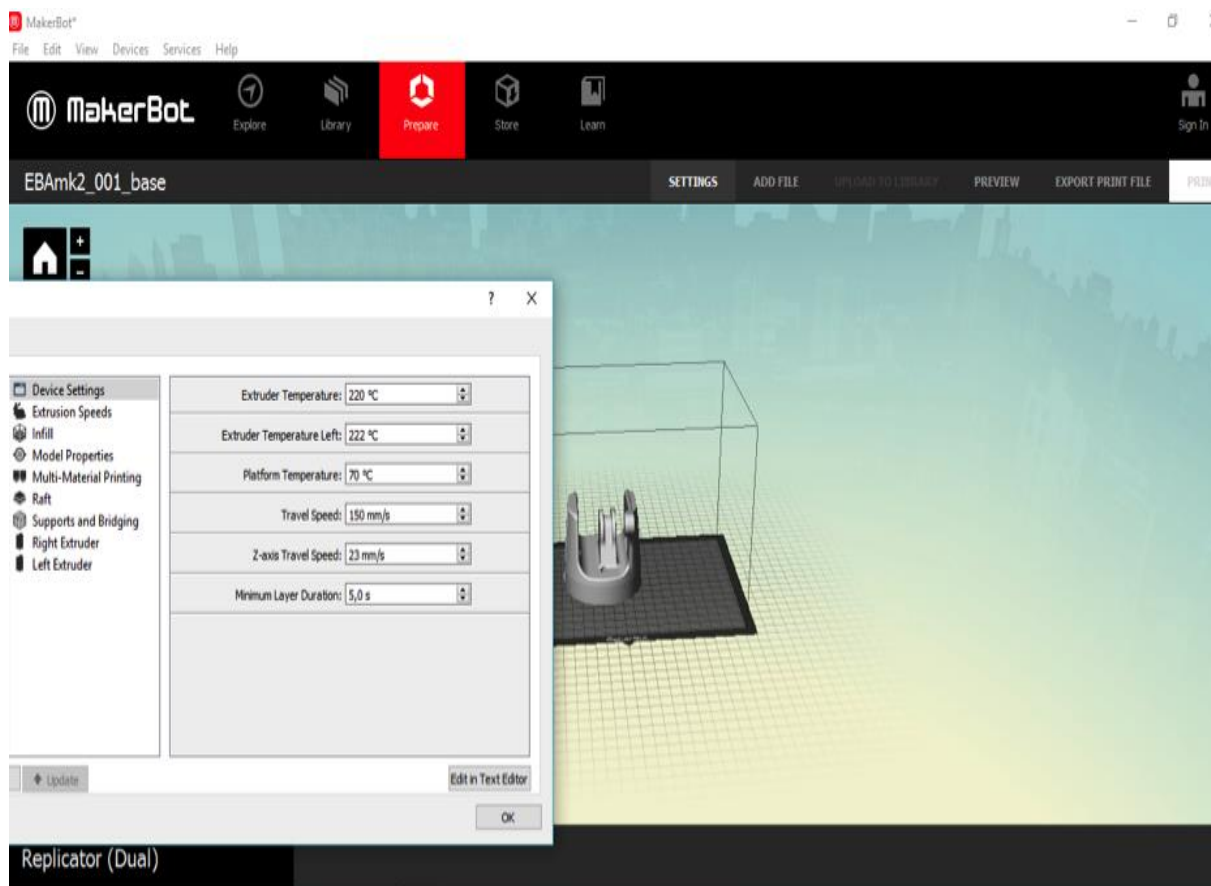
6.3 PROCES TISKANJA

Pri samemu 3D tiskanju sva uporabila filament PLA, ki sva jo naročila preko slovenske spletne strani 3D Jake. Tiskanje vseh 22 plastičnih komponent, z 30% polnjenjem in hitrostjo 10mm/sek je trajalo približno 42-ur, pri tem sma porabila približno 0.5 kilogramov PLA filamenta. Vse potrebne elemente za pripravo na 3D tisk sma pridobila na spletni strani Thingiverse, ki je najbolj iskana in priljubljena spletna stran z poljubnimi 3D modeli. Izbrala sva pravilni 3D model in tako prenesla STL dokumente. S pomočjo programa MakerBot sva nastavila parametre 3D modelov, tako da sva lahko najhitreje natisnila čim več delov robotske roke in najbolj učinkovito.



Slika 6: Deli robotske roke

Novak, Ž. , Slemenšek, F. Izdelava robota in določitev njegove natančnosti
Raziskovalna naloga, ŠC Velenje 2017



Slika 7: Nastavitev parametrov

7 NAKUP IN IZBIRA KOMPONENT

Vse informacije , ki sva potrebovala pri montaži robota sva dobila na uradni strani od EEZYBOTA. Vijalne komponente sva kupila pri podjetju IDEAL v Velenju, električne komponente (Arduino, SG90 servo motor, MG995 servo motorje) pa sva naročila preko internete strani Aliexpress. Za nakup v tujini sva se odločila zgolj zaradi cene, saj sva pri tem veliko privarčevala.

Cenik:

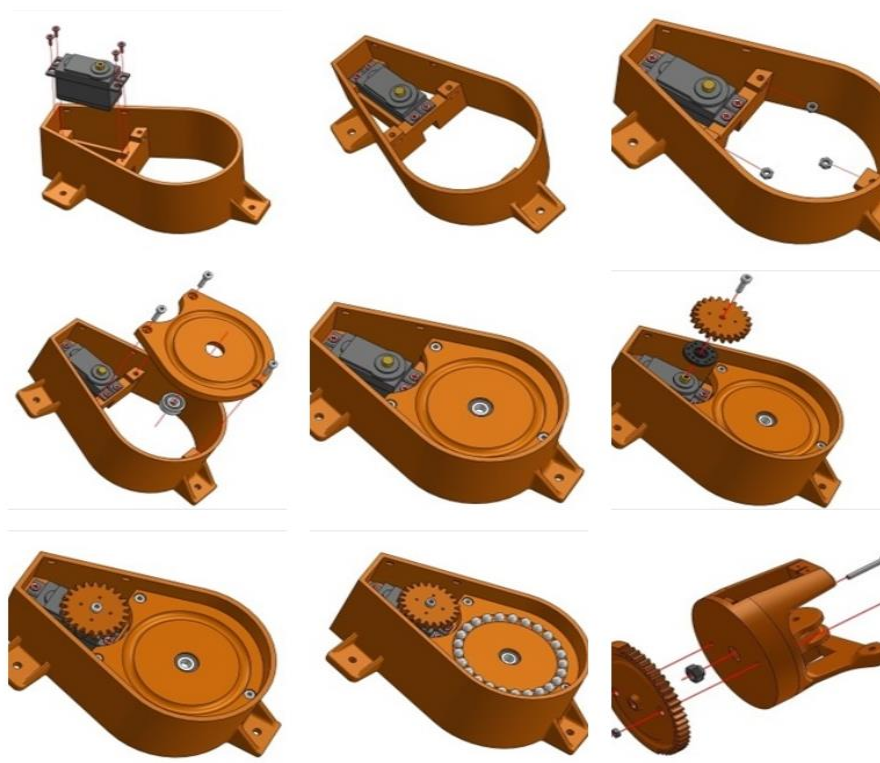
IZDELEK	ŠTEVILO	CENA
SG90 SERVO MOTOR	1	1,40 €
MG995 SERVO MOTOR	3	11,10 €
M6 SAMOZAPORNA MATICA	1	0,26 €
M6 x 25 VIJAK	1	0,35 €
M3 SAMOZAPORNA MATICA	2	0,32 €
M3 x 20 VIJAK	2	0,45 €
M3 x 10 IMBUS VIJAK	1	0,47 €
M4 SAMOZAPORNA MATICA	9	2,31 €
M4 x 40 VIJAK	1	0,35 €
M4 x 30 VIJAK (odrezan)	1	0,35 €
M4 x 20 VIJAK (odrezan)	5	0,35 €
M4 x 60mm NAVOJNI DROG	1	0,50 €
M4 x 32mm NAVOJNI DROG	1	=
25mm KROGLICE (Airsoft)	25	0 €
606zz LEŽAJ	1	1,02 €
M4 PODLOŽKA	20	1,17 €
PLA 0.5 KG	1	14,99 €
ARDUINO NANO	1	2,85 €
AC/DC 12 ADAPTER	1	5 €
	VSOTA	€43,24

Slika 8: Cenik

8 IZDELAVA ROBOTA

8.1 POTEK DELA SPODNJI DEL ROBOTA

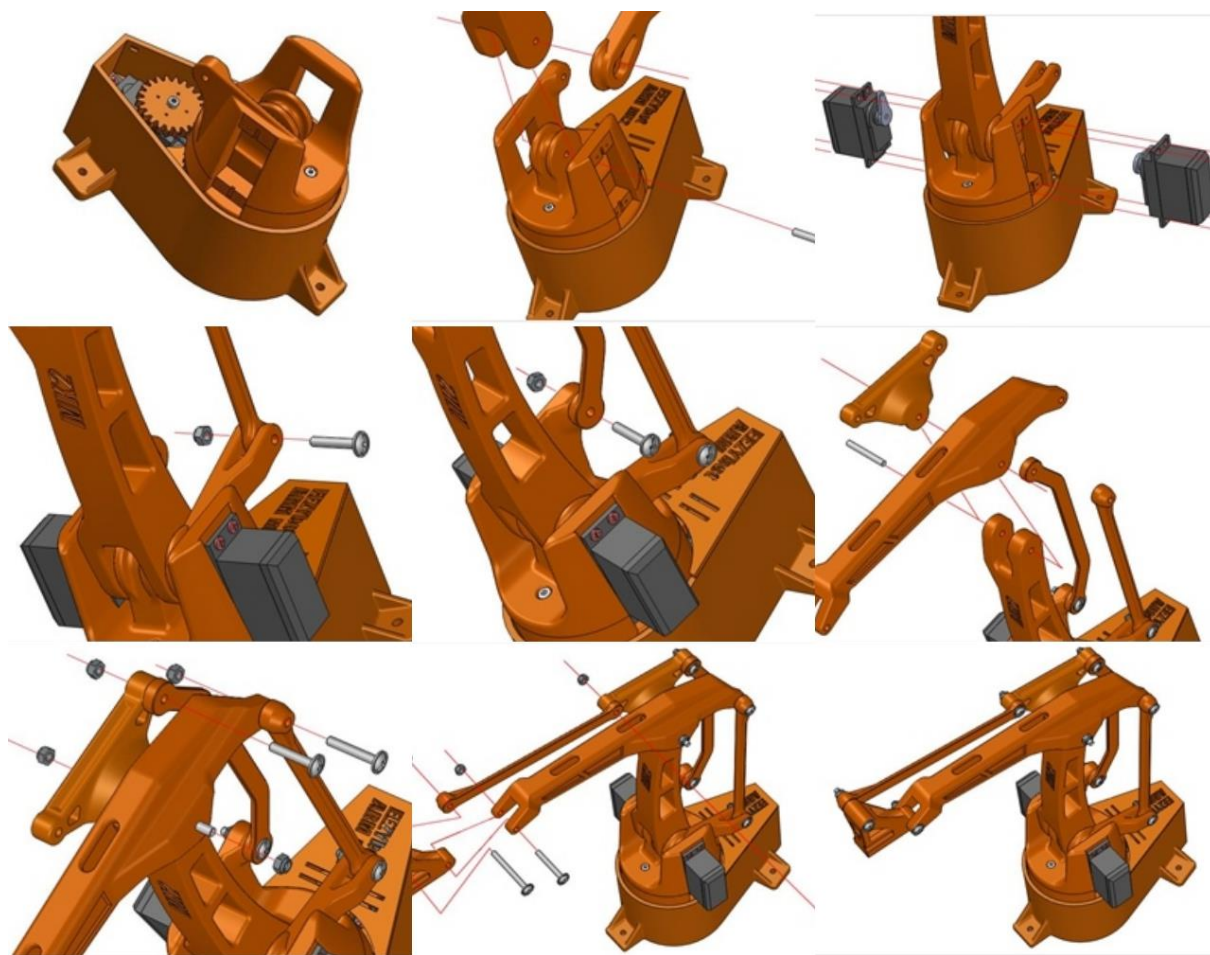
Z montažo robota sva pričela tako, da sva najprej v spodnji podstavek privijačila servo motor MG995 z imbus M3 vijaki, ki so bili priloženi zraven servo motorjev, nato pa sva privijačila še spodnjo podlago za plastične kroglice in v utore vstavila M3 matice. Naletela sva na manjše težave pri vstavljanju matic v utor, saj sva s težavo odstranjevala podporni material. Nato sva z majhno ploščato in pol krožno pilo obdelala luknjo, tako da sva v njo vležajila kroglični ležaj. Pogonsko ročico sva nastavila na sredino tako da se je vrtela 90° v eno in 90° v drugo stran in na njo, s pomočjo M3 imbus vijaka pritrčila plastično krilce. Na krilce pa sva z M2 vijaki pritrčila natisjen zobnik. Plastične kroglice premera 25mm pa sva položila v utor, nato pa sva zgornji podstavek pritrčila še z zgornjo podlago in nato vse skupaj pritrčila z M6 vijakom in matico.



Slika 9: Potek dela zgornji del

8.2 POTEK DELA ZGORNJI DEL ROBOTA

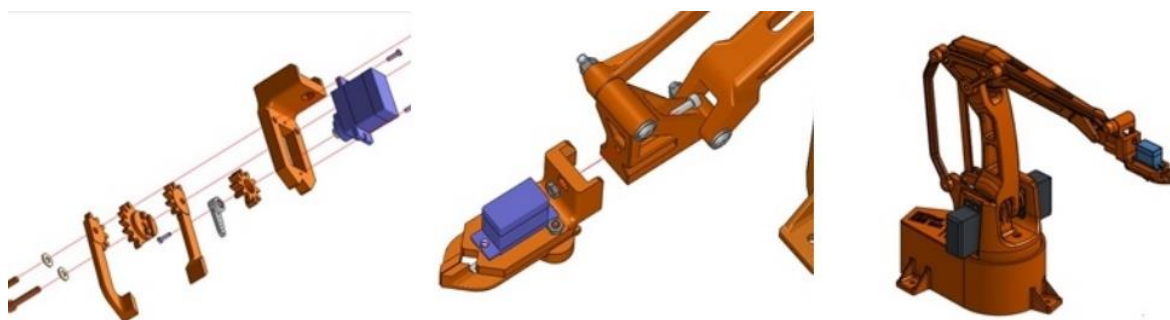
Največ časa sva porabila za zgornji del robota, saj sam tisk ni bil toliko natančen. Večino luknj, ki so bile namenjen za vijake sva morala previdno povečati s povrtavanjem. Pri sklopu glavne roke sva namestila jekleno osovino. Nato sva s pomočjo finih svetrov, povečala luknje in z M4 vijaki, ter M4 maticami pritrdila gnana vodila, ter prečne nosilce robotske roke, nato pa še z vijaki M3 in maticami oba MG955 servo motorja.



Slika 10: Potek dela zgornji del

8.3 POTEK DELA NASTAVEK ZA PRIJEMALO

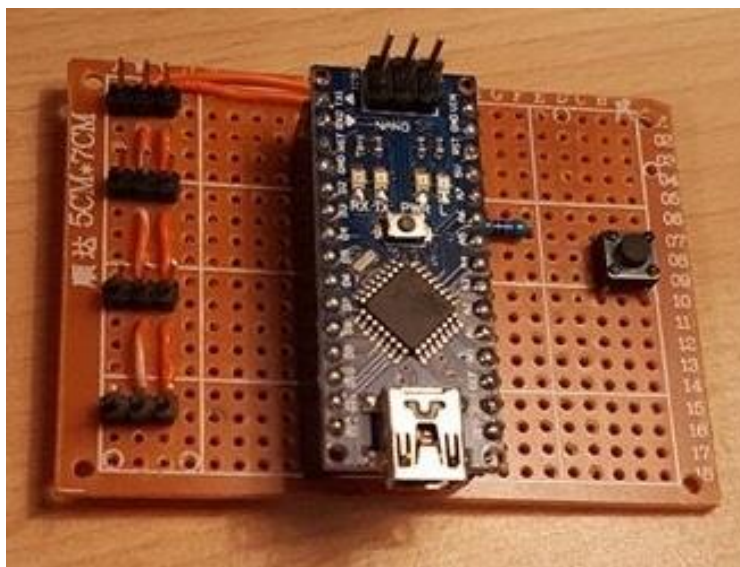
Najprej sva nosilec z servo motorjem SG90 pritrčila na roko robota s M4 vijakom, ter matico. Kasnej pa sva plastični pin oziroma krilce z M2 vijakom pritrčila na pogonsko ročico servo motorja. Zobnike in čeljusti sva nastavila tako, da se med seboj sinhronizirajo in tako upravljajo čeljust, ter jih povezala z M2 vijaki in maticami.



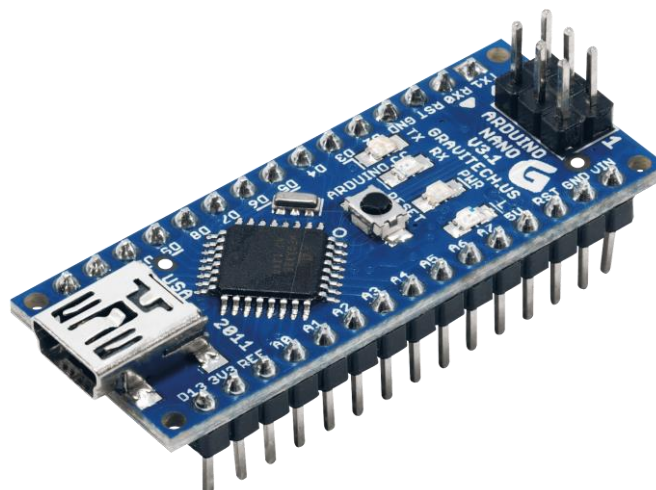
Slika 11: Potek dela nastavek za prijemalo

9 IZDELAVA VEZJA ZA NAPAJANJE

Najprej sva izdelala napajalno vezje z priklopi za servo motorje in gumbom. Vezje napajamo z adapterjem 230V AC/ 12V DC. Za mikrokrmilnik smo uporabili arduino nano. Servo motorje bi seveda lahko priklopili v in napajali z mikroprocesor, ampak zaradi teže robotske roke bi servo motorji porabili za napajanje preveč toka, kar bi uničilo arduino nano vezje skozi čas.



Slika 12: Vezava Arduina



Slika 13: Arduino nano

10 ARDUINO

Arduino temelji na Atmelovem čipu AVR ATmega 328P. To je 8-bitni mikrokontroler s precej različnimi vhodi in izhodi, a le 28 (DIP verzija) priključki. Posledično je mnogo priključkov multifunkcijskih, kar avtomatično pomeni, da jih moramo ustrezno konfigurirati. Čipu moramo npr. "povedati" ali želimo priključek uporabiti kot digitalni vhod, izhod ali TX priključek serijskega vmesnika. Arduino okolje omogoča spreminjanje funkcij posameznih priključkov, vendar to omogoča s klicanjem programske funkcije, ki ima lahko zapomljivo ime, nabor teh ukazov pa je dokaj ozek. Zaradi dodatnih klicev je izvajanje programa sicer počasnejše in poraba pomnilnika večja. AVR je programski jezik ki temelji na »C« jeziku in na CMOS tehnologiji zato bo ukaz prebral visoko logično vrednost (HIGH), če je napetost večja od cca 2.5V ($V_{cc}/2$) in LOW, če je nižja. Pri vaših aplikacijah se vedno potrudite, da bodo vrednosti daleč od mejnih, torej kar se da blizu 0 oziroma 5V. Arduino predstavlja odprtokodno strojno platformo, katere osnova je standardiziran strojni krmilnik in je odlična naprava za prve začetke v elektrotehnik. Krmilnik predstavlja računalnik v malem, saj ko na njega naložimo program, krmilnik deluje povsem samostojno in ni potrebno, da je povezan z računalnikom. Na njega lahko priklopimo različne senzorje za temperaturo, vlago, merjenje razdalj, servo motorčke, ethernet modul, WiFi modul, bluetooth modul, releje za krmiljenje naprav ter še mnogo različnih druge stvar. Krmilnik je na voljo je v več različnih izvedbah. Najbolj uporabljeni modeli so Arduino Uno, Leonardo, Mega 2560, najdemo pa ga tudi v drugih različnih velikostih, vse do modela LilyPad, ki je namenjen vgradnji v oblačila. Različne modele si lahko ogledate na strani:

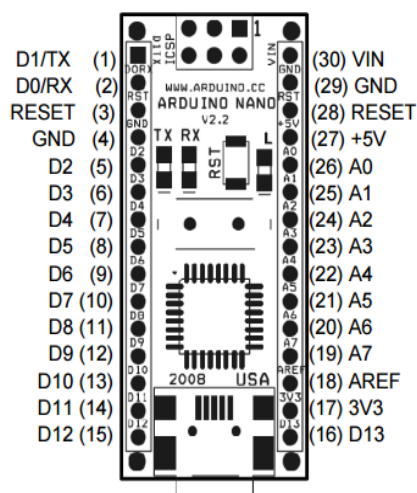
<http://arduino.cc/en/Main/Products>

Ena izmed glavnih prednosti te platforme je tudi nizka cena, saj osnovni krmilnik dobimo že za okoli 10€, medtem ko različne senzorje dobimo že za okoli 2€.

Različni modeli krmilnikov so si med seboj precej podobni, večinoma pa se razlikujejo po številu podprtih vhodov in izhodov. Arduino Uno tako podpira 14 pinov, za katere lahko za vsakega posebej določimo, ali bo pin predstavljal digitalni vhod ali izhod. Poleg tega podpira še 6 analognih vhodov, na katere priklopimo analogne senzorje. Na drugi strani pa Arduino Mega 2560 podpira kar 54 digitalnih vhodno-izhodnih pinov ter še dodatnih 16 analognih

vhodnih pinov. Priključitev krmilnika na računalnik je res enostavna, saj ga lahko priklopimo kar na običajna USB vrata.

Preko USB lahko sedaj na krmilnik nalagamo lastno programsko opremo, poleg tega pa se preko USB vrat tudi napaja, tako da dodatni kabli niso potrebni, razen v primeru priključitve in krmiljenja bolj potrošnega bremena. Za programiranje vmesnika uporabljamo Arduino programsko okolje, ki ga lahko dobimo zastonj na strani: <http://arduino.cc/en/Main/Software>



Številka pina	Ime	Tip	opis
1-2, 5-16	D0-D13	I/O	Digitalni vhod/izhod port 0 do 13
3, 28	RESET	vhod	reset
4, 29	GND	PWR	ozmeljitev
17	3V3	Izhod	+3.3V izhod (iz FTDI)
18	AREF	Vhod	ADC reference
19-26	A7-A0	Vhod	Analogni vhod kanal 0 do 7
27	+5V	Vhod ali izhod	+5V izhod (iz notranjega regulatorja) ali +5V (vhod iz zunanjega napajalnika)
30	VIN	PWR	napajalna napetost

Slika 15: Priključki za Arduino Nano



Slika 16: Različna vezja Arduina

11 ARDUINO IN SERVO MOTORJI

Arduino lahko krmili mnogo servo motorjev, paziti je treba le da so potrebe po električnem toku motorjev velike in je potrebno za več motorjev dodatno napajanje. Napajanje Arduino in servo motorja je lahko ločeno, povezana moreta biti zgolj GND signala.

Za Arduino okolje je bila napisana knjižnica posebej prirejena za krmiljenje servo motorjev.

V prvi vrstici programa dodamo knjižnico `#include` . S funkcijo `.write(kot)`, povemo na kakšen kot naj se servo motor postavi, (od 0° do 180°). V

dokumentaciji <http://arduino.cc/en/reference/servo> si lahko preberete več o dodatnih funkcijah v tej knjižnici.

```
#include
```

```
Servo servo1; // ustvari objekt za krmiljenje servo
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
  servo1.attach(3); // navedemo na katerem pinu se nahaja signalni kabel za servo
```

```
}
```

```
void loop()
```

```
{
```

```
  servo1.write(0);          // podamo kot kam naj se servo postavi
```

```
  delay(1500);              // počakamo da se servo pozicionira
```

```
  servo1.write(180);        // podamo kot kam naj se servo postavi
```

```
  delay(1500);
```

```
(osnovni program za krmiljenje servo motorjev)
```


12 SERVO MOTORJI

Servo motorji so v industriji nepogrešljivi, saj omogočajo hitre in zelo precizne premike. Odlikuje jih konstantni navor skozi celotno območje vrtljajev. Mogoče jih je dobiti v različnih velikostih. Ponujajo različne kote zasuka, možno pa je dobiti tudi servo motorje, ki se vrtijo za cele obrate. Značilnost tega motorja je, da se končna gred motorja premika le v obsegu 180° (od -90° do $+90^\circ$) in preko vzvodov vpliva na razna krmila na modelu. Ker se ti motorji tako množično uporabljajo je njihova cena nizka, poleg tega pa že vsebujejo vgrajene zobniške reduktorje.



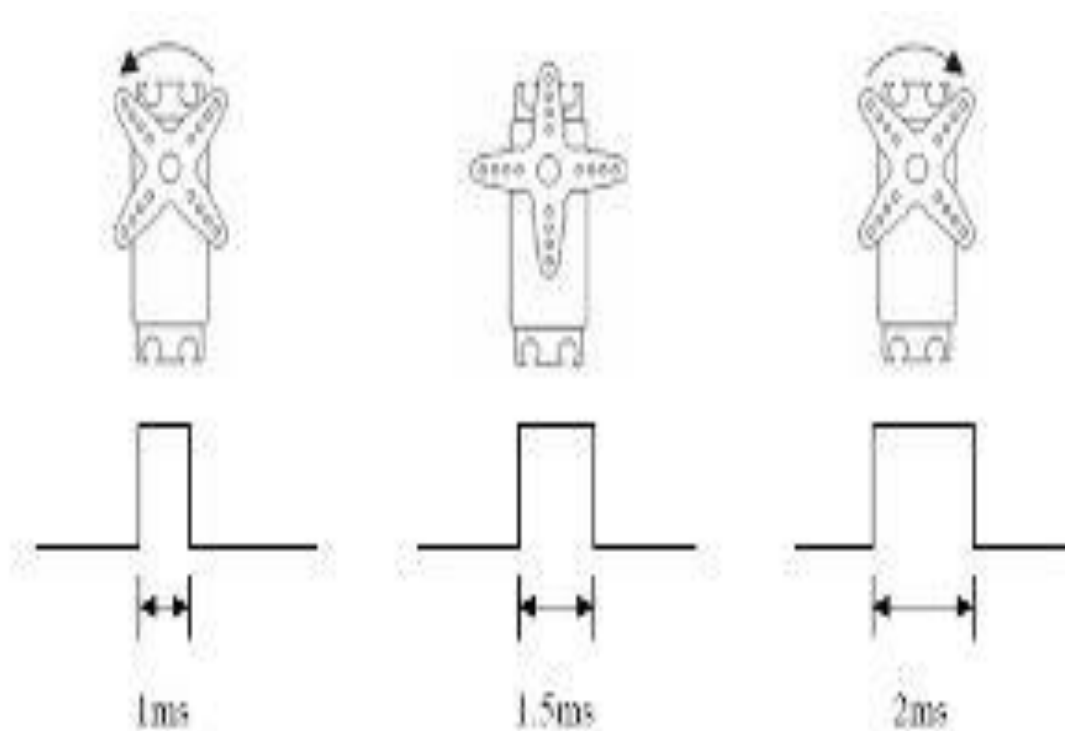
Slika 17: Prerez servo motorja



Slika 18: Servo motor MG 995

12.1 KRMILJENJE SERVO MOTORJA

Motor za priklop potrebuje tri priključke, dva za napajanje (+,-) in priključek za servo-signal. Pozicija gredi motorja je odvisna od dolžine pulza na priključku za signal in sicer, če je digitalni signal v logični enici približno za čas 1ms, se gred motorja obrne na pozicijo -90° . Daljši čas logične enice ustreza večjemu kotu. Če je čas logične enice približno 2ms se gred obrne na pozicijo $+90^\circ$. V kolikor širina digitalnega signala znaša približno 1,5ms, se gred ustavi v nevtralnem položaju.

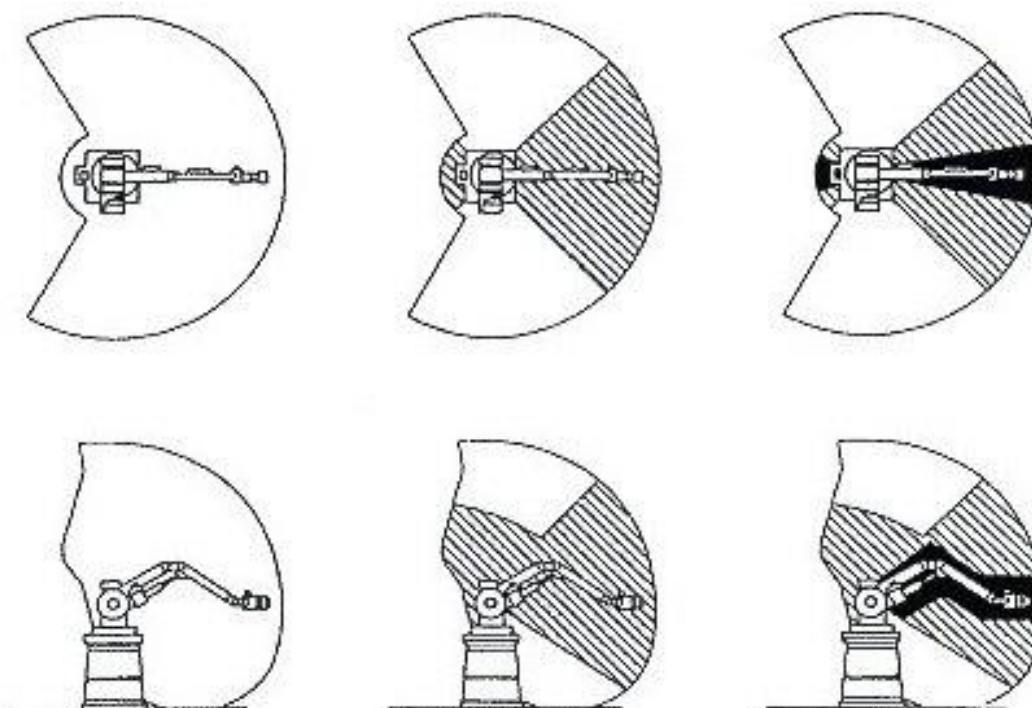


Slika 19: Dolžina takta

13 LASTNOSTI ROBOTA

13.1 DELOVNO OBMOČJE ROBOTA

Delovni prostor robota Pri zadani nalogi mora manipulator doseči različne predmete z različne oddaljenosti. Na podlagi teh podatkov lahko definiramo delovni prostor robota. To je volumen prostora, v katerem se giblje. Tukaj so upoštevane tudi skrajne lege, ki jih lahko doseže. Kot lahko opazimo, je večina robotov sestavljena iz primarnega dela, to je roka, in sekundarnega dela, to je dlan oziroma prijemalo. Pri tem predstavlja roka večji del strukture, ki globalno premika dlan oziroma prijemalo. Prijemalo pa predstavlja manjši del strukture, ki je namenjena za premikanje v manjšem obsegu. Primarni delovni prostor takšnega robota je definiran na podlagi premikanja roke. Prijemalo pa definira sekundarni delovni prostor robota. Proizvajalci industrijskih robotov pogosto podajajo obliko in lastnosti delovnega prostora na grafičnem način. Skoraj vedno proizvajalec poda stranski in tlorisni pogled delovnega prostora, kot je prikazano na sliki spodaj.



Slika 20: Delovno območje robota

13.2 OBREMENITEV ROBOTA

Zraven delovnega prostora in orientacije prijemala je zelo pomembna lastnost robota tudi njegova dopustna obremenitev, oziroma kakšno breme lahko prenaša po delovnem prostoru. Proizvajalec poda t.i. efektivno breme, ki ga robot lahko prenaša po vsem delovnem prostoru. Poleg skupne največje delovne obremenitve prijemala pa je zelo pomembno, kje se nahaja težišče prijemala z objektom, saj je potrebno paziti tudi na dovoljeni moment.

13.3 HITROST

V današnjem času ko se zmeraj bolj držimo pregovora, da je čas denar, nam tudi prihranek časa pri robotih zaradi velikih hitrosti igra zelo pomembno vlogo. Proizvajalci robotov navadno podajajo hitrost za rotacijske sklepe v stopinjah ali radianih na sekundo ter v milimetrih na sekundo za translacijske sklepe. Pri teh podatkih moramo biti zelo previdni, saj proizvajalec mnogokrat ne določi v kolikšnem času robot doseže omenjeno maksimalno hitrost. Pogosto je ta maksimalna hitrost odvisna tudi od oblike in dolžine poti med dvema točkama v prostoru. Proizvajalec včasih tudi ne omenja, da se hitrost ob sočasnem gibanju vseh osi lahko zmanjšajo.

13.4 LOČLJIVOST

Definirana je kot najmanjši inkrementalni premik, ki ga robot lahko opravi. Določena je s kvaliteto regulacijskega sistema, ki vodi motorje. Predvsem je pri ločljivosti pomembna ločljivost senzorjev pozicije - enkoderjev. Na ločljivost pa vpliva tudi mehanska zgradba robota, t.j. podajnost segmentov in mrtvi hod v sklepih

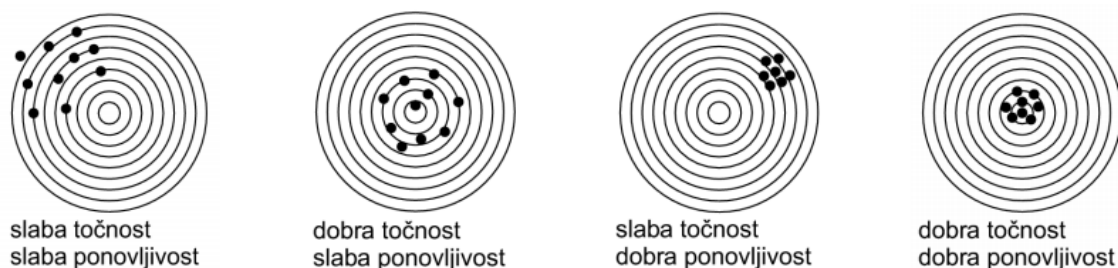
13.5 TOČNOST

Izraža razpršenost lege pri premiku robota v zahtevano lego n-krat iz iste smeri. Točnost je odvisna od mehanskih lastnosti mehanizma, algoritmov vodenja in ločljivosti. Točnost je možno izboljšati s točnejšo izdelavo segmentov, s povečanjem togosti mehanizma (vendar povečanje mase lahko upočasni robot), z uporabo kvalitetnejših senzorjev in regulacijskega

sistema. Točnost se spreminja glede na pozicijo vrha manipulatorja v delovnem prostoru, saj so npr. obremenitve sklepov večje pri bolj iztegnjenem robotu.

13.6 PONOVLJIVOST

Je zmožnost robota, da dosega določeno lego vedno znova. Je statistični pojem, povezan s točnostjo in opisuje kakšne so napake pri ponavljanju istih gibov. Če robot programsko vodimo iz iste lege v merjeno lego, vedno pri enakih vplivih okolja, z določenim številom ponovitev, lahko opazimo, da rezultati kažejo odstopanje od pričakovane vrednosti.



Slika 21: Točnost in ponovljivost

14 MERITEV

Po končani izdelavi robota, sva pričela z meritvami. Za meritve sva uporabila merilno uro, ki ima 10 mm merilno območje. Da sva nastavila pravilne kote, sva si pomagala z magnetnim podstavkom. Za vsako koordinatno os X, Y, Z sva opravila deset meritev, istočasno pa sva izpisala najine podatke v Excel tabelo.

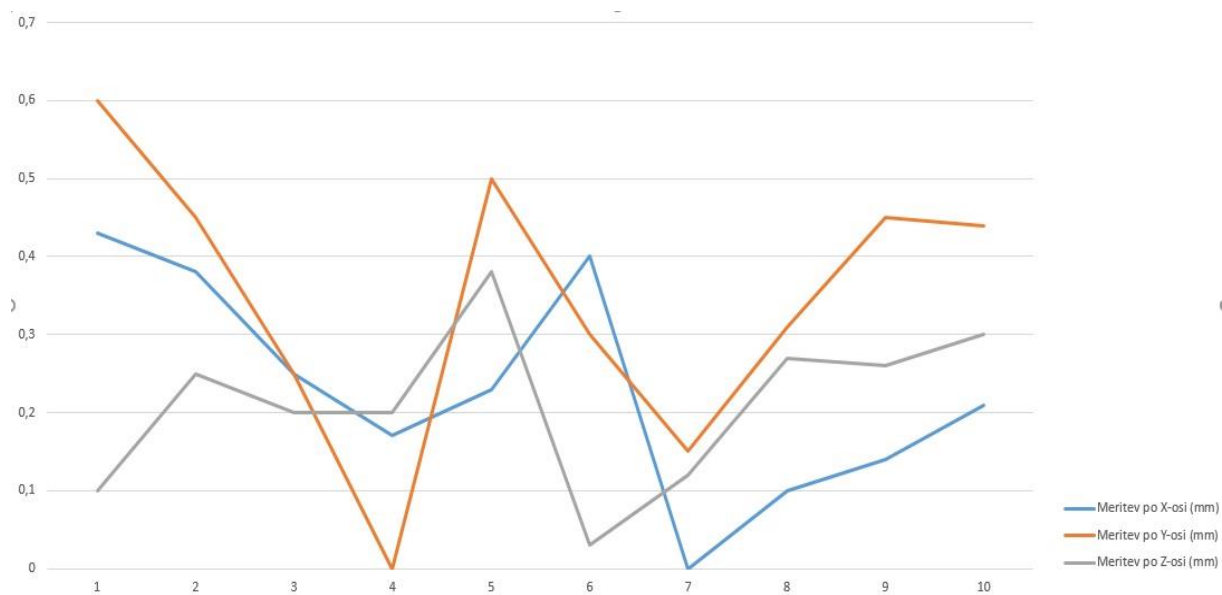
MERITVE NATANČNOSTI ROBOTA EEZYBOT MK2

Št. Meritve	Meritev po X-osi (mm)	Meritev po Y-osi (mm)	Meritev po Z-osi (mm)
1	0,43	0,6	0,1
2	0,38	0,45	0,25
3	0,25	0,25	0,2
4	0,17	0	0,2
5	0,23	0,5	0,38
6	0,4	0,3	0,03
7	0	0,15	0,12
8	0,1	0,31	0,27
9	0,14	0,45	0,26
10	0,21	0,44	0,3

Tabela 1

Model robota	EEZYBOT MK2	
Oblika	4-Osni	
Maksimalna obremenitev	100 g	
Horizontalni doseg	150 mm	
Maksimalna hitrost	0.8 m/s	
Ponovljivost doseganja točke	0.45 mm	
Delovni prostor	OS1	80°
	OS2	40°
	OS3	54°
	OS4	Vedno ostaja v vzporedni legi s površino
Masa	1.2 kg	
I/O linije	0	
Zavore	Vse osi	

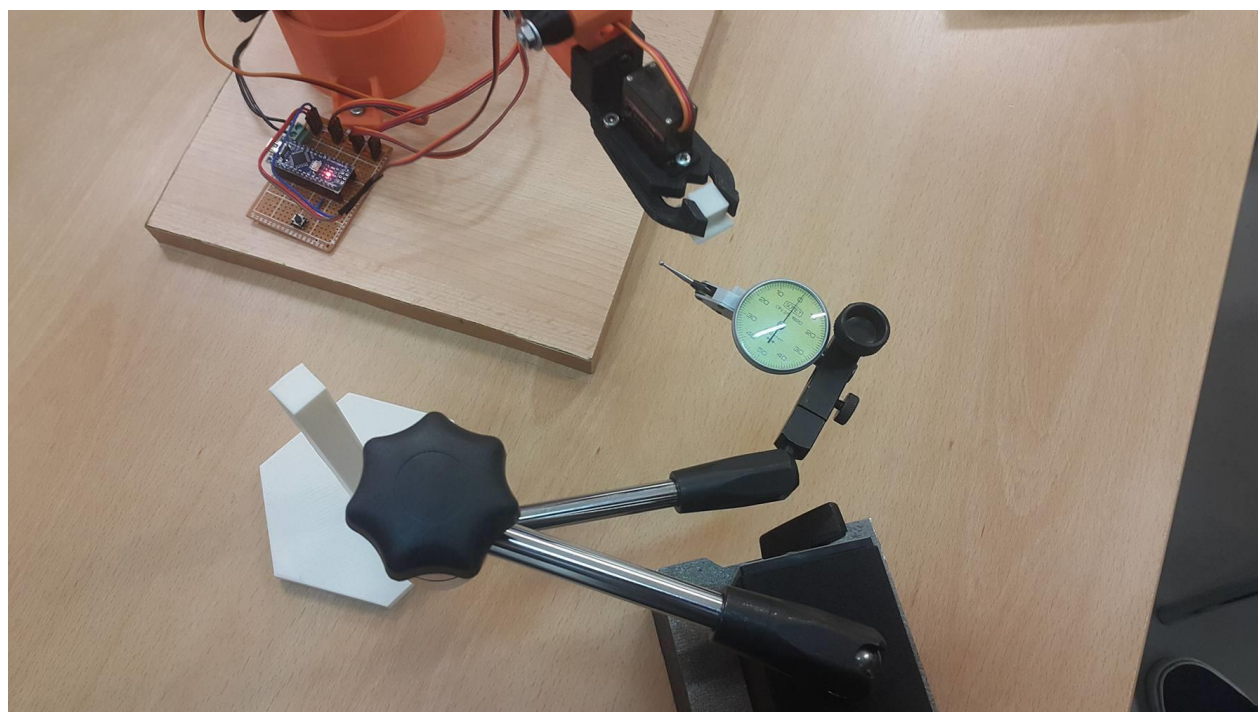
Tabela 2



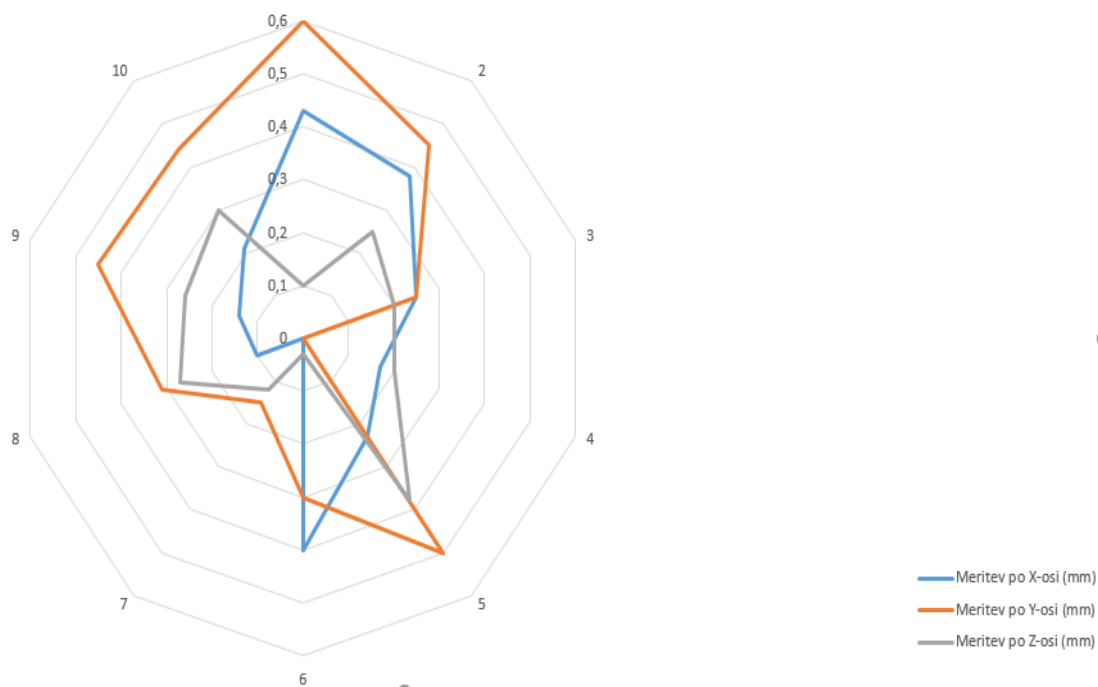
Slika 22: Graf vseh meritev v X, Y, Z osi



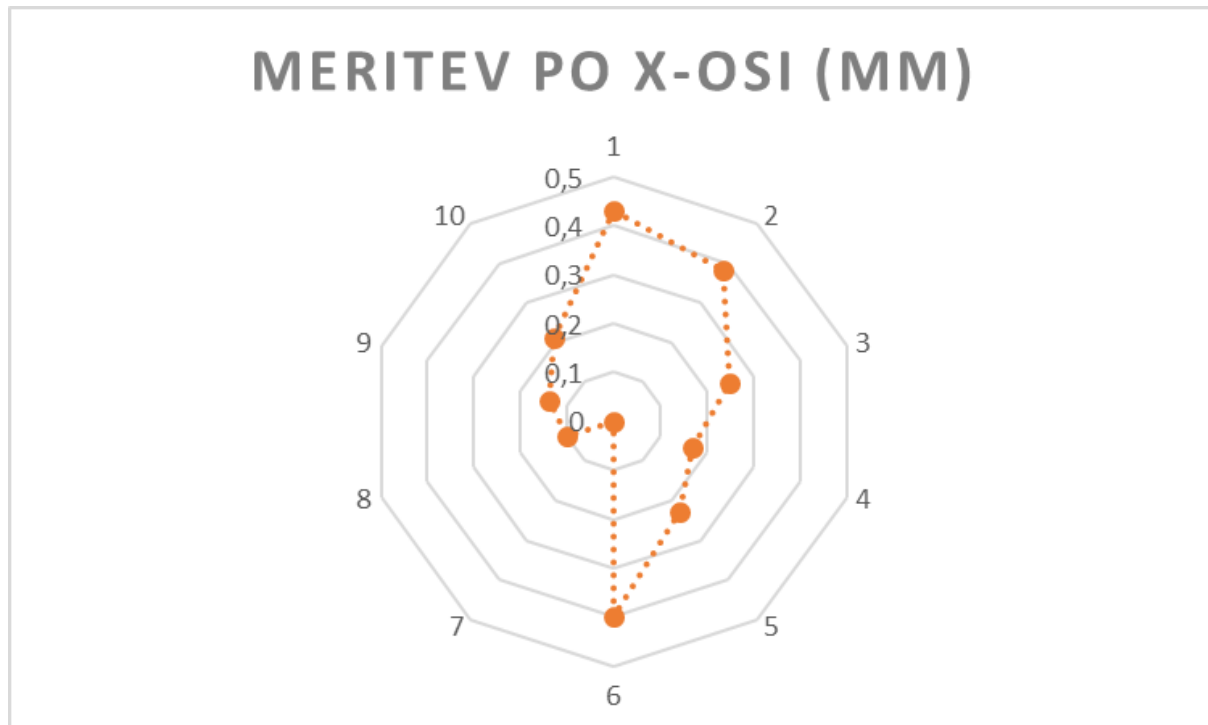
Slika 23: Merilna ura



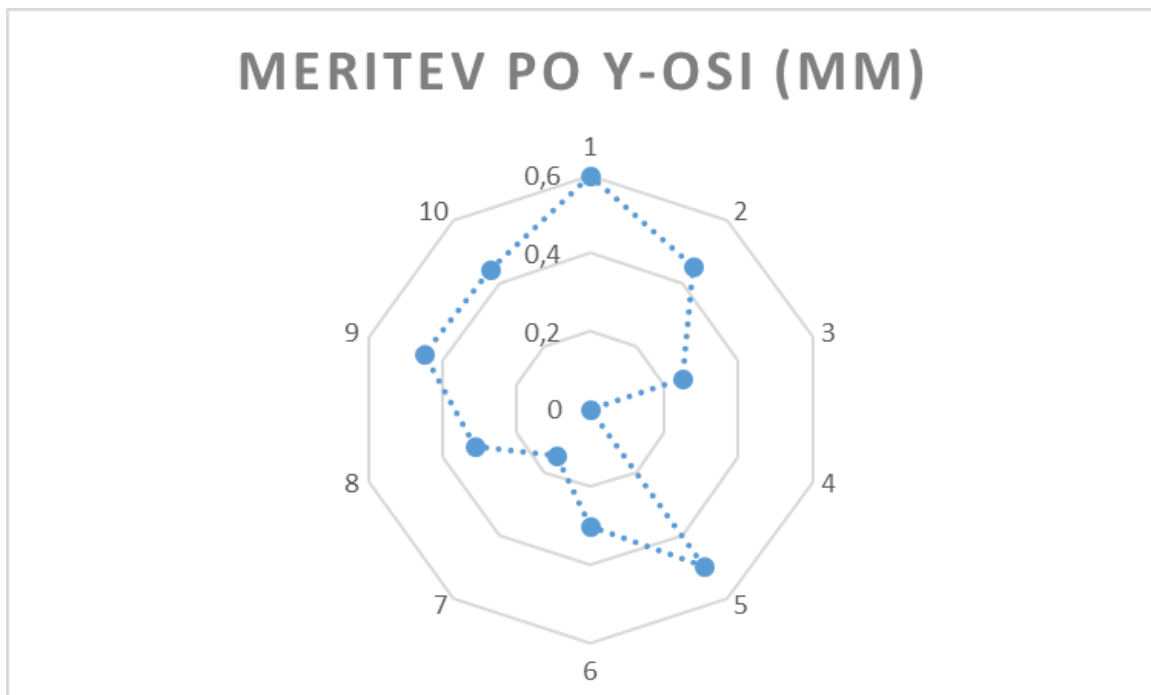
Slika 24: Merjenje



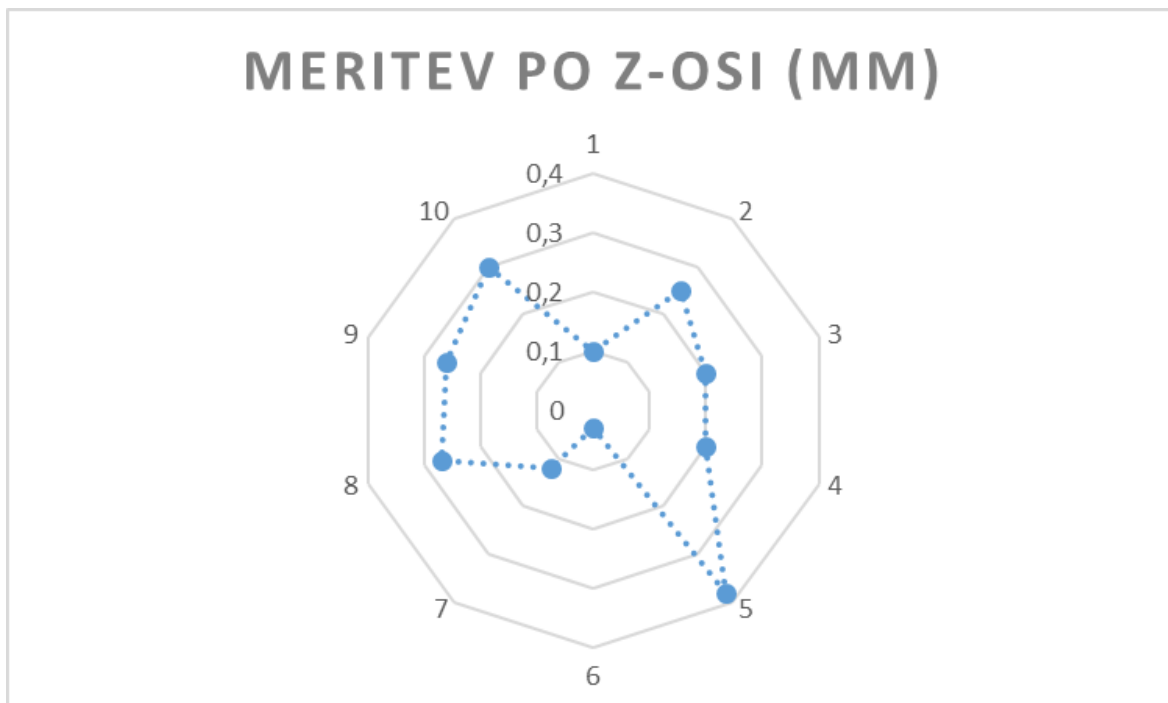
Slika 25: Graf meritev X, Y, Z



Slika 26: Graf naše meritve po X-osi



Slika 27: Graf meritve po Y-osi



Slika 28: Graf meritve po Z-osi

15 LITERATURA

Slika 4: <http://s3.amazonaws.com/digitaltrends-uploads-prod/2015/09/3D-Printing-Header.jpg>

Slika 5: https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/61W7oz8HzCL_SL1000.jpg

Slika 23:

<https://www.google.si/search?q=merila+ura&espv=2&biw=1753&bih=956&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwip8JLok5DSAhWEVhQKHdAHCrgQAUIBigB#tbm=isch&q=merilna+ura+&imgsrc=BR4JkjB37h3T5M>:

Slika 16, 15, 19, 20, 21:

Hrovat, J. Ustno izročilo in Robotika dokumentacija.

http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/Strukturni_skladi/Gradiva/MUNUS2/MUNUS2_116MHTRobotikaAVR.pdf

Servomotorji literatura

<http://www.ps-log.si/produkti/servo-motorji>

<http://www.matris.eu/sl/blog/definicija-servomotorja>

Arduino

<https://www.arduino.cc/en/Tutorial/HomePage>

<https://www.arduino.cc/en/Main/Software>

<http://www.svet-el.si/o-reviji/programiranje/2514-211-41>

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

<https://ucilnica.fri.uni-lj.si/mod/page/view.php?id=16122>

<https://ucilnica.fri.uni-lj.si/mod/page/view.php?id=15485>

Slika 16:

<https://www.zmaga.com/content.php?id=4394>

16 RAZPRAVA

Na začetku sva postavila 3 hipoteze:

1. izdelava robota s stroškimi nižjimi od 50€.

To hipotezo sva potrdila na podlagi najinega izdelka. Dokazala sva, da je možno izdelati robotsko roko za manj kot 50 evrov. Zaradi domače izdelave je robotska roka manj zanesljiva, varna in zmogljiva.

2. Direktni pogon zglobov s servo motorjem ni primeren za natačno uporabo.

Tudi to hipotezo sva potrdila, saj servo motorji niso dovolj natančni in nimajo dovolj navora

Za dvigovanje in obratovanje z težjimi izdelki. Najin izdelek je namenjena zgolj za predstavitev delovanja, ne pa za uporabo v proizvodnji.

3. Je natančnost robota nižja od 0,1 mm.

To hipotezo sva zavrgla, saj so meritve, ki smo jih izmerili z merilno uro prevelike da bi hipotezo potrdila.

17 ZAKLJUČEK

Največjo težavo pri najinem raziskovanju je predstavljal Arduino program in 3D-tiskanje, saj sva morala natisniti precej majhne in zahtevne dele. S pravilnimi nastavitvami sva dosegla dokaj dober tisk izdelkov. Težavo pri dobavljivosti komponent je predstavljal samo čas dobave, saj sva se odločila za nakup v tujini, ki je bil bistveno cenejši, kot če bi komponente kupila v Sloveniji. Med čakanjem na pakete sva imela čas za razmislek ter spoznavanje programa. Med drugim sva na spletni strani Arduino spoznala nekaj novih ukazov in skript. Poleg tega sva si precej natančno ogledala šolske primere robotov. Raziskala sva njihovo osnovno delovanje, sestavo in uporabnost. Ko sva izdelek že dokončno sestavila, sva morala program na določenih mestih popraviti in izboljšati.

18 ZAHVALE

Za pomoč pri raziskovalni nalogi se iskreno zahvaljujema:

- Staršem za vso pomoč in podporo
- Mentorju Jožetu Hrovatu.