

Šolski center Celje



Srednja šola za strojništvo, mehatroniko in medije

PAMETNI INVALIDSKI VOZIČEK

Raziskovalna naloga

Avtorji:

Florjan Jakob, M-4. c

Klemen Javeršek, M-4. c

inž. Jakob Jurak, M-4. c

Mentorja:

Matjaž CIZEJ, univ. dipl. inž.

mag. Andro GLAMNIK, univ. dipl.

Mestna občina Celje, Mladi za

Celje Celje, 2021

IZJAVA

Mentor/-ica _____ v skladu z 20. členom Pravilnika o organizaciji mladinske raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljam, da je v raziskovalni nalogi z naslovom _____, katere avtor/-ica je _____:

- besedilo v tiskani in elektronski obliki istovetno,
- pri raziskovanju uporabljeno gradivo navedeno v seznamu uporabljene literature,
- da je za objavo fotografij v nalogi pridobljeno avtorjevo dovoljenje in je hranjeno v šolskem arhivu,
- da sme Osrednja knjižnica Celje objaviti raziskovalno nalogo v polnem besedilu na knjižničnih portalih z navedbo, da je raziskovalna naloga nastala v okviru projekta Mladi za Celje,
- da je raziskovalno nalogo dovoljeno uporabiti za izobraževalne in raziskovalne namene s povzemanjem misli, idej, konceptov oziroma besedil iz naloge ob upoštevanju avtorstva in korektnem citiranju,
- da smo seznanjeni z razpisni pogoji projekta Mladi za Celje.

Celje, _____

žig šole

Podpis mentorja

Podpis odgovorne osebe

*

POJASNILO

V skladu z 20. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje je potrebno podpisano izjavo mentorja (-ice) in odgovorne osebe šole vključiti v izvod za knjižnico, dovoljenje za objavo avtorja (-ice) fotografskega gradiva, katerega ni avtor (-ica) raziskovalne naloge, pa hrani šola v svojem arhivu.

DOVOLJENJE ZA OBJAVO AVTORSKE FOTOGRAFIJE V RAZISKOVALNI NALOGI

Podpisani Klemen Javeršek, Jakob Jurak, Jakob Florjan izjavljamo, da smo avtorji fotografskega gradiva, navedenega v priloženem seznamu in dovoljujemo v skladu z 2. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, da se lahko uporabi pri pripravi raziskovalne naloge pod mentorstvom Matjaža Cizeja in Andra Glamnika, z naslovom Pametni invalidski voziček, katere avtorji so Klemen Javeršek, Jakob Jurak, Jakob Florjan.

Dovoljujemo tudi, da sme Osrednja knjižnica Celje vključeno fotografsko gradivo v raziskovalno nalogo objaviti na knjižničnih portalih z navedbo avtorstva v skladu s standardi bibliografske obdelave.

Celje, _____

Podpis avtorjev:

Priloga: – seznam fotografskega gradiva

ZAHVALA

Zahvaljujemo se našim mentorjem , mag. Andru Glamniku, univ. dipl. inž. In Matjažu Cizej, univ. dipl. Inž, za koordinacijo pri izdelavi raziskovalne naloge in strokovne nasvete.

Na koncu bi se zahvalili še Brigiti Renner, prof., za pregled in lektoriranje naloge.

POVZETEK

Po celem svetu obstajajo ljudje, ki zaradi raznih razlogov postanejo invalidni. Raziskovalci smo opazili, da ostajajo kljub dani tehnologiji invalidski vozički še po veliko letih precej nespremenjeni. Zato smo se odločili, da bomo področje raziskali in dano nadgradili. Najprej smo raziskali trg in ugotovili, da je večina naprednejših vozičkov zelo dragih, zato smo se odločili, da bomo poskusili narediti cenejšo verzijo pametnega vozička. Sklenili smo, da bomo sestavili voziček s pomočjo 3D-tiskanja in ga programirali z Raspberry Pijem. S pomočjo naših mentorjev in spleta smo uspeli narediti najboljši načrt za voziček.

Ključne besede: Pametni invalidski voziček, robotska roka, Python, brezžična povezava, 3D-tiskanje, Raspberry Pi.

ENGLISH SUMMARY

All around the world there are people who become disabled from various causes. We researchers have noticed that despite the current technology the wheelchairs for disabled people have not changed or evolved much from their initial design. Therefore we decided to do a research on the specific topic and come up with an advanced wheelchair. Firstly we did research of the market during which we discovered that the most of technically advanced wheelchairs for disabled individuals are very expensive so we decided to make a cheaper version of this kind of wheelchair. We decided to assemble the wheelchair by using a 3D printer and write a code with raspberry-pi. With the help of our supervisors and the web we managed to develop the best design for the wheelchair.

Kazalo vsebine

1 UVOD	1
1.1 STRUKTURA RAZISKOVALNEGA DELA	2
1.2 Hipoteze	2
1.3 Metode raziskovanja	3
1.4 Raziskava trga	4
2 JOY-PI IN RASPBERRY PI	6
2.1 Mikroračunalnik Raspberry Pi	7
2.1.2 Raspberry Pi.....	8
2.1.3 Sestava Raspberry Pija	9
3 POTEK DELA	26
3.1 SNOVANJE	26
3.1.1 Prvi koncept vozička.....	26
3.2 3D-tiskanje	27
3.2.1 Tiskanje modela.....	29
3.3 GONILNIKI	32
3.4 STABILIZACIJA NAPETOSTI – linearni regulator napetosti	35
3.5 INVALIDSKI VOZIČEK	37
3.5.1 Jedro vozička	38
3.5.2 Sedež vozička	39
3.6 KONTROLER	40
3.7 LIPO BATERIJA	41
3.8 ROBOTSKA ROKA	43
3.8.1 Prijemalo.....	44
3.9 ELEKTRIČNO VEZJE	46
4 PREDSTAVITEV REZULTATOV	47
5 ZAKLJUČEK	48
6 VIRI IN LITERATURA	49

KAZALO SLIK

Slika 1: Izboljšanje življenja.....	1
Slika 2: Veščine raziskovanja v posameznih korakih raziskave	3
Slika 3: Električni invalidski vozički	4
Slika 4: Pametni invalidski voziček Bro	4
Slika 5: Invalidski vozički za dvigovanje.....	5
Slika 6: Pametni invalidski voziček	5
Slika 7: Model mikroračunalnika	7
Slika 8: Raspberry Pi 4B.....	8
Slika 9: GPIO	12
Slika 10: Deli Raspberry Pija	13
Slika 11: Joy-Pi.....	14
Slika 12: GPIO-diode.....	15
Slika 13: Breadboard.....	16
Slika 14: LCD-modul.....	16
Slika 15: Priključek za napajanje.....	17
Slika 16: LED-matrica	17
Slika 17: 7-segmentni prikazovalnik.....	18
Slika 18: Vibracijski modul.....	19
Slika 19: Svetlobni senzor	19
Slika 20: Buzzer.....	20
Slika 21: Zvočni senzor.....	20
Slika 22: PIR-senzor	21
Slika 23: Ultrazvočni senzor.....	21
Slika 24: Infrardeči senzor	22
Slika 25: Kapacitivni senzor na dotik	22
Slika 26: DHT11-senzor	23
Slika 27: Matrica gumbov	24
Slika 28: RFID-modul.....	24
Slika 29: Stikalo za module.....	25
Slika 30: Prvi koncept	26
Slika 31: 3D-tiskalnik	27
Slika 32: FDM-tehnologija 3D-tiskanja	28
Slika 33: Tiskanje modela	29

Slika 34: Specifikacije tiskanja.....	30
Slika 35: Tiskanje	31
Slika 36: Gonilnik koračnega motorja	34
Slika 37: Stabilizacija	35
Slika 38: Končni model vozička.....	37
Slika 39: Jedro vozička	38
Slika 40: Sedež vozička	39
Slika 41: Kontroler	40
Slika 42: Lipo baterija.....	42
Slika 43: Robotska roka	43
Slika 44: Prijemalo	45
Slika 45: Končan model vozička	Error! Bookmark not defined.

1 UVOD

Živimo v času, v katerem zdravstvo napreduje, ampak še vedno ne moremo ozdraviti tistih, ki so izgubili sposobnost hoje; zato smo se odločili raziskati to področje, da bi lahko izboljšali življenja gibalno prizadetih. Kot raziskovalce nas je zanimalo, kako lahko ljudem z našim vozičkom olajšamo življenje. Odločili smo se, da bomo poskušali ustvariti pametni invalidski voziček, ki ne bi bil predrag za povprečnega človeka. Naš voziček bi se lahko samodejno premikal po stanovanju uporabnika oz. z njegovo nadgradnjo bi bila možna vožnja npr. po celem mestu. Za to temo smo se odločili tudi zato, ker je potreba po invalidski vozičkih v porastu. Nenazadnje pa smo želeli ljudem olajšati življenje, saj imajo v njem veliko več izzivov kot mi.



Slika 1: Izboljšanje življenja

(Vir: <https://www.dw.com/en/wheelchair-basketball-how-disabled-do-you-have-to-be/a-54406662>)

1.1 STRUKTURA RAZISKOVALNEGA DELA

Nismo edini, ki smo razmišljali, kako nadgraditi navadni invalidski voziček; na trgu obstaja že veliko podjetij, ki se ukvarjajo s tem, zato smo se zgledovali po različnih primerih vozičkov. Po natančnem pregledu smo se odločili, da bomo uporabili krmilno palčko za premik vozička, imamo pa tudi ideje, da bi ustvarili mobilno aplikacijo, ki bi kontrolirala voziček. Seveda pa smo morali tudi raziskati, katere vrste vozičkov obstajajo. To pa smo spoznali na spletni strani: <https://brazemobility.com/5-things-you-need-to-know-about-smart-wheelchairs/>.

1.2 Hipoteze

H1 – Voziček ne sme biti pretežak.

H2 – Voziček bo opremljen s senzorji.

H3 – Voziček bo ljudem olajšal življenje.

H4 – Cenovno bo ugodnejši.

1.3 Metode raziskovanja

- Metoda analize, ki temelji na razčlenitvi celote na njene osnovne sestavne dele. Tako smo si našo kompleksno nalogo razdelili na več delov, kot so: snovanje, konstruiranje, električno vezje, programiranje itd. S tem je bilo delo bolj sistematično in nazorno.
- Primerjalna metoda, ki temelji na primerjavi več ugotovitev. To metodo smo največkrat uporabili pri snovanju. Svoje ideje o konstrukciji smo primerjali z ostalimi invalidskimi vozički na trgu.



Slika 2: Veščine raziskovanja v posameznih korakih raziskave

(Vir: <https://www.zrss.si/pdf/VescineZnanstvenegaRaziskovanja.pdf>)

1.4 Raziskava trga

Dandanes so električni vozički na trgu že zelo uveljavljen produkt. Večina nudi le to, da z električnim motorjem fizično razbremeni skrbnika ali gibalno ovirano osebo. Dražje različice pa ponujajo tudi elektronsko nastavitve naslonjala, sedišča itd. Veliko produktov proizvajalci pohvalijo z udobjem, pozornost pa je posvečena tudi kompaktnosti. Proizvajalci dajo veliko na razstavljivost, saj jih je dosti narejenih tako, da pomagajo voznikom motornih vozil pri vstopu in pri enostavnem pospravljanju vozička v vozilo. Priključek za polnjenje je na lahko dostopnem mestu. Cene osnovnih modelov so od 1500 € do 2500 €.



Slika 3: Električni invalidski vozički

(Vir: <https://smartmovemedical.com/product/power-wheelchairs-v1/>)

Naprednejši vozički, kot je npr. Bro, ki ga proizvaja podjetje Scewo, pa ima funkcijo, da z gosenicami pleza in se spušča po stopnicah. Povezan je s telefonom za nadzor raznih parametrov, npr. baterija, nagib ... Cena znaša 36.000 €.



Slika 4: Pametni invalidski voziček Bro

(Vir: <https://www.scewo.ch/en/bro>)

Sicer obstajajo tudi izdelki za pobeg v naravo, ki jih je vredno omeniti, čeprav z njimi ne tekujemo.

Našli pa smo tudi primerke, ki se dvigujejo in tako pomagajo oviranemu doseči visoke police, ali pa primere s spremembo podlage, ki lahko dvigujejo bolnika v stoječ in spuščajo v ležec položaj (npr. da se lahko sam uleže v posteljo). Cene se gibljejo od 2.500 € pa do 10.000 €.



Slika 5: Invalidski vozički za dvigovanje

(Vir: <https://www.amazon.com/Szeao-Standing-Wheelchair-Reclining-Motorized/dp/B07VDKHVCZ>)

Dražja verzija vozička s podobnimi funkcijami, kot ga želimo izdelati mi, je prikazana na spodnji sliki.



Slika 6: Pametni invalidski voziček

(Vir: <https://www.rotoks.si/izdelek/najlazji-pametni-elektricni-invalidski-vozicek-airwheel-h3ps-19-kg/?lang=en>)

2 JOY-PI IN RASPBERRY PI

Za programiranje vozička smo se odločili uporabiti mikroračunalnik Raspberry Pi, za poskuse pa smo uporabljali Joy-Pi, ki ima razne senzorje, s katerimi lahko simuliramo dejanja. Vedeli smo, da je najboljša izbira mikroračunalnik Raspberry Pi, saj lahko z njim lažje programiramo, morali pa smo se tudi naučiti, kako se uporablja njegov programski jezik Python.

Na voljo smo imeli več vrst mikroračunalnikov, izbirali pa smo med dvema. To sta bila mikroračunalnik Raspberry Pi in Arduino. Odločilo smo se za 8 Raspberry Pi zaradi naslednjih razlogov:

1. Raspberry je funkcionalen računalnik, boljši od Arduina.

Raspberry ima lasten procesor, pomnilnik in izhod HDMI za grafično kartico, medtem ko je Arduino v kompletu s tremi elementi: platforma prototipa strojne opreme, shramba datotek in jezik (ogrodje) Arduino.

2. Raspberry ima omrežna vrata, Arduino pa ne.

Ima omrežna vrata (Ethernet) in možnost povezave z wi-fi, Arduino pa nima teh vrat in ima možnost povezave s spletom le ob razširitvi svoje strojne opreme.

3. Raspberry ponuja več prilagodljivosti pri programiranju.

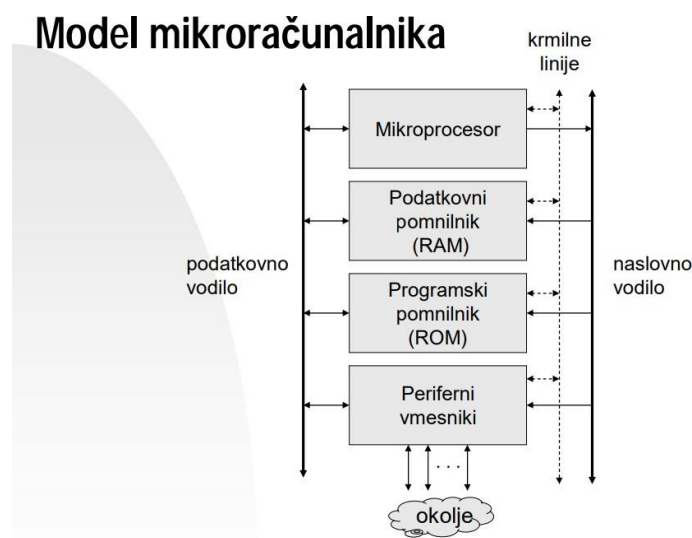
Ima več razpoložljivih programskih jezikov in skriptov (Python, C, PHP, Perl), medtem ko Arduino manj (C++/C).

2.1 Mikroračunalnik Raspberry Pi

Raspberry Pi je mikroračunalnik – tj. računalnik, zgrajen na osnovi mikroprocesorja.

Sestavljajo ga:

- Mikroprocesor, ki upravlja delovanje mikroračunalnika.
- Programski pomnilnik, iz katerega mikroprocesor bere ukaze, jih interpretira in izvaja.
- Podatkovni pomnilnik, v katerem so shranjeni podatki, ki jih procesor obdeluje.
- Periferni vmesniki, preko katerih mikroračunalnik vzpostavlja povezavo z okolico.



Slika 7: Model mikroračunalnika

(Vir: <http://www1.scptuj.si/~slmurko/Teorija%20in%20vaje/RSM/Mikrora%20unalnik/zanimivo-%20Institut%20RTS%20-%20FERI%20Maribor/rts.uni-mb/rts.uni-mb.si/misc/materiali/mikrorac/uvod.pdf>)

2.1.2 Raspberry Pi

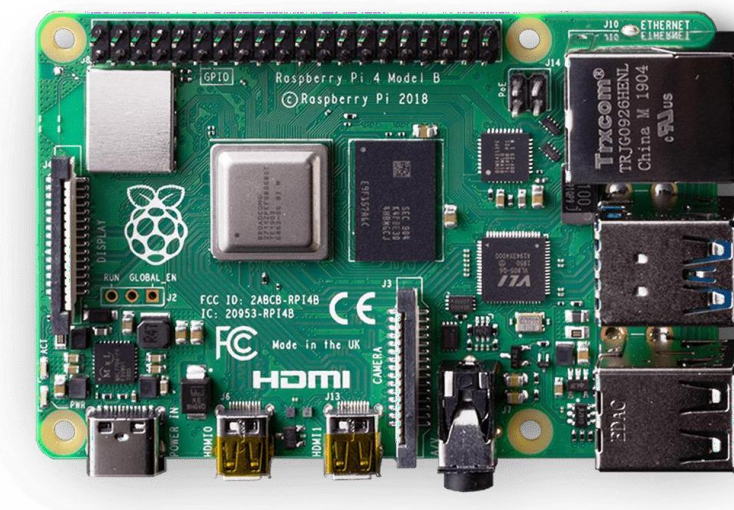
» Raspberry Pi je mikroračunalnik v velikosti kreditne kartice, ki so ga razvili v Združenem kraljestvu za Fundacijo Raspberry Pi, ki spodbuja poučevanja osnov računalništva v šolah in v državah v razvoju. Izvirni model je postal precej bolj priljubljen, kot so pričakovali, prodajali so ga tudi za namene, ki jih niso pričakovali. Obstajajo tudi kompleti, ki vključujejo dodatke, kot so miška, tipkovnica in kabli.

Glede na uradne podatke je Fundacija Raspberry Pi do aprila 2016 prodala več kot 10 milijonov Raspberry Pijev, zaradi česar je najbolje prodajani britanski računalnik.

Obstaja več verzij mikroračunalnika – v našem primeru smo izbrali Raspberry Pi 4 model B.

Na Raspberry Piju se uporablja predvsem Raspbian, različica sistema Debian na osnovi Linux operacijskega sistema. Drugi operacijski sistemi, ki so na voljo prek uradne spletne strani, so Ubuntu MATE, Snappy Ubuntu itd.

Na računalniku Raspberry Pi lahko zaženemo tudi mnoge druge operacijske sisteme, če si to želimo.« (https://sl.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi)



Slika 8: Raspberry Pi 4B

(Vir: <https://www.buyapi.ca/product/raspberry-pi-4-model-b-4gb/>)

2.1.3 Sestava Raspberry Pija

1. Napajanje preko mikro USB

Raspberry Pi običajno napaja 5 V mikro USB-povezava. Koliko toka je potrebnega (v mA ali A) za delovanje Raspberry Pija, je odvisno od naše uporabe. Priporočena količina je med 700 mA za Raspberry Pi model A do 2,5 A za Raspberry Pi 3 model B. Plošče Raspberry Pi običajno črpajo precej nižje količine, med 200 mA in 500 mA. Poraba je odvisna od naše uporabe. Predvajanje videoposnetkov in brskanje po spletu porabi več energije, kot če je naprava v prostem teku in zagonu. Odvisno je tudi od tega, katere naprave smo povezali; nekatere tipkovnice in miške porabijo več energije kot druge.

2. Reža za kartico SD

Reža za digitalno kartico (SD Card) je polprevodniška izmenljiva naprava za shranjevanje, ki je potrebna za zagon operacijskih sistemov na Raspberry Piju, saj le ta nima vgrajenega pomnilnika in funkcije za shranjevanje podatkov. Raspberry Pi podpira tako SDHC (Secure Digital High Capacity) kot SDXC (Secure Digital eXtended Capacity). Najprimernejša kartica za pravilno delovanje vseh vrst operacijskih sistemov je razred 10 s hitrostjo @ 10 MB/s.

3. Vrata USB in Ethernet vrata

Število in vrsta vrat USB na Raspberry Piju sta odvisna od modela. Raspberry Pi model B je opremljen z dvoje vrati USB 2.0; B+, 2B, 3B in 3B+ imajo štiri vrata; USB 2.0. Pi 4 ima dvoje vrat USB 2.0 in dve USB 3.0. V vseh modelih pred Raspberry Pijem 4 se vrata povežejo s kombiniranim zvezdiščem/Ethernet čipom, ki je sam USB-naprava, priključena na ena vrata USB na BCM2835. Na Raspberry Piju 4 je čip zvezdišča USB povezan s SoC s pomočjo vodila PCIe. Pri modelih A in Zero so posamezna vrata USB 2.0 neposredno priključena na SoC.

4. Video izhod (RCA-kabel)

Poleg povezave HDMI, ki omogoča povezavo HD, ima Raspberry Pi tudi možnost priključitve na standardni monitor ali televizor z uporabo RCA-videokabla. RCA-kabel je v primerjavi s HDMI cenejši, vendar mora uporabnik skupaj z njim kupiti 3,5 mm stereokabel za olajšanje zvoka. Raspberry Pi model B+, Pi 2, Pi 3 in Pi 4 imajo 4-polni 3,5-milimetrski avdiopriključek, ki vključuje tudi kompozitni videosignal. To je omogočilo odstranitev sestavljene videovtičnice, ki jo najdemo na originalnem modelu B. Nova vtičnica je 4-polna in prenaša avdio in videosignale. Podobna je vtičnicam, ki jih najdemo v drugih večpredstavnostnih napravah, kot so iPod, MP3-predvajalnik in pametni telefon. Zdaj se uporablja na A+, B+, Pi 2, Pi 3 in Pi 4.

5. LED-diode

Raspberry Pi je sestavljen iz 5 glavnih LED-diod, ki opravljajo naslednje funkcije:

- I. funkcija: (zelena barva) – Glavna funkcija je prikaz stanja kartice. Običajno utripa med katero koli dejavnostjo na kartici SD, ki jo izvaja končni uporabnik.
- II. PWR: (rdeča barva) – Glavna funkcija PWR LED je moč. Ta svetilka je neprekinjeno vklopljena, ko je Raspberry Pi vklopljen in jo držimo, dokler se ne izklopi.
- III. FDX: (oranžna barva) – Glavna funkcija FDX LED je “full duplex”. Ta LED se vklopi, ko je Ethernet povezava tipa “Full Duplex”.
- IV. LNK: (oranžna barva) – Funkcija, ki jo izvaja LNK LED, je link. Ta LED se vklopi, ko je vzpostavljena Ethernet povezava in začne prenos paketov.
- V. 100: (oranžna barva) – Cilj 100 LED je prikazati povezavo 100 Mbps. Ko je na Ethernet vratih vzpostavljena katera koli povezava, se ta LED-dioda prižge le, če je povezava hitrosti 100 Mbps in se izklopi, ko je povezava 10 Mbps.

6. GPIO (General Purpose Input Output)

GPIO omogoča povezavo vseh vrst zunanjih naprav z Raspberry Pijem. Raspberry Pi ima vgrajen GPIO s 40 nožicami, od katerih se jih 26 uporablja kot digitalni vhodi ali izhodi. Še pomembneje je, da je 9 od 14 novih zatičev GPIO namenskih vhodov/izhodov tudi vgrajenih UART, I2C, SPI Bus in še vedno je na voljo veliko brezplačnih zatičev GPIO za dodatke.

GPIO#	2. funkcija	Pin#	Pin#	2. funkcija	GPIO#
	+3.3 V	1	2	+5 V	
2	SDA1 (I ² C)	3	4	+5 V	
3	SCL1 (I ² C)	5	6	GND	
4	GCLK	7	8	TXD0 (UART)	14
	GND	9	10	RXD0 (UART)	15
17	GEN0	11	12	GEN1	18
27	GEN2	13	14	GND	
22	GEN3	15	16	GEN4	23
	+3.3 V	17	18	GEN5	24
10	MOSI (SPI)	19	20	GND	
9	MISO (SPI)	21	22	GEN6	25
11	SCLK (SPI)	23	24	CE0_N (SPI)	8
	GND	25	26	CE1_N (SPI)	7
<i>(Raspberry Pi 1 A in B se tukaj končata)</i>					
EEPROM	ID_SD	27	28	ID_SC	EEPROM
5	N/A	29	30	GND	
6	N/A	31	32		12
13	N/A	33	34	GND	
19	N/A	35	36	N/A	16
26	N/A	37	38	Digital IN	20
	GND	39	40	Digital OUT	21

Model B rev. 2 ima 8 dodatnih priključkov, ki ponujajo dostop do dodatnih

Funkcija	2. funkcija	Pin#	Pin#	2. funkcija	Funkcija
N/A	+5 V	1	2	+3.3 V	N/A
GPIO28	GPIO_GEN7	3	4	GPIO_GEN8	GPIO29
GPIO30	GPIO_GEN9	5	6	GPIO_GEN10	GPIO31
N/A	GND	7	8	GND	N/A

Slika 9: GPIO

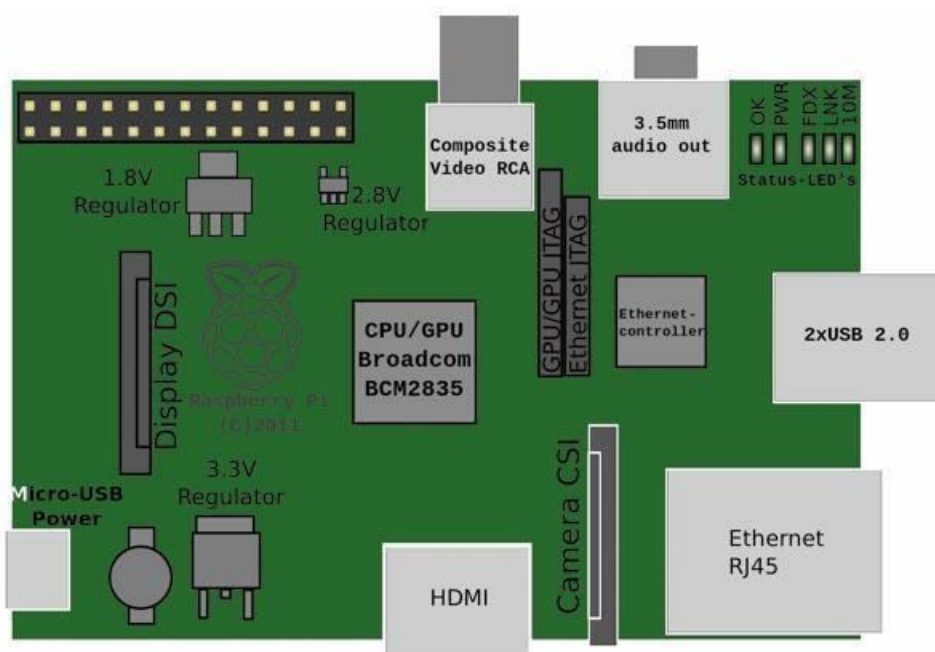
(Vir: https://sl.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi)

7. Priključek za kamero CSI

Raspberry Pi ima serijski vmesnik kamere za industrijski procesor (MIPI) tipa 2 (CSI-2). CSI-2 omogoča povezavo majhne kamere s procesorjem Broadcom BCM 2835. Funkcija tega vmesnika je standardizirati pritrditev modulov kamer na procesorje za industrijo mobilnih telefonov. MIPI CSI-2 različice 1.01 podpira do 4 podatkovne pasove, vsak pas pa ima pasovno širino 1 Gbps. Specifikacija D-PHY opredeljuje vmesnik fizične strojne plasti med kamero in procesorjem, da olajša hitro izmenjavo podatkov.

8. Sistem na čipu (SoC)

Raspberry Pi (sistem na čipu) SoC je ARM, ki temelji na Broadcom Technologies. Procesor ARM deluje od 700 MHz do 1 GHz. SoC omogoča tudi videocore 4 GPU in je sposoben za hitro 3D-jedro, OpenGL in podpira predvajanje videoposnetkov Blu-ray in H.264.



Slika 10: Deli Raspberry Pija

(Vir: <https://slo-pi.com/clanki/raspberry-pi-3-model-b>)

2.2 JOY-PI

Joy-Pi je eksperimentalni kovček, ki temelji na Raspberry Piju 3B/3B+/4B in se uporablja za vstop v elektrotehniko in programiranje. Sistem ohišja ponuja okolje "vse v enem" in na delovni mizi opravi številne zapletene rešitve za majhne dele. Joy-Pi je zelo primeren za šolske projekte, zato smo ga tudi uporabili, saj ga lahko na koncu lekcije preprosto izklopimo in zapremo, nato pa projekt nadaljujemo v naslednji uri. Druga prednost ohišja je velika mobilnost in kompaktnost. To nam omogoča, da ga vzamemo s seboj, kamor koli gremo. Joy-Pi ima veliko število senzorjev in modulov, ki jih je mogoče upravljati neodvisno od predhodnega znanja. Takoj je pripravljen za uporabo, ko nanj priključimo napajalnik. S 7-palčnim zaslonom na dotik, vgrajenim v pokrov, je mogoče upravljati Raspberry Pija in ocene integriranih senzorjev prikazati neposredno. Izvedena plošča omogoča priključitev in uporabo dodatnih zunanjih senzorjev in modulov ali samokonstruiranih vezij.



Slika 11: Joy-Pi

(Vir: <https://joy-it.net/en/products/rb-joypi>)

2.2.1 Sestava Joy-Pija

1. GPIO LED-diode

GPIO LED-diode nam vizualno prikažejo izhode oz. nam podajo povratne informacije v obliki LED-diod.

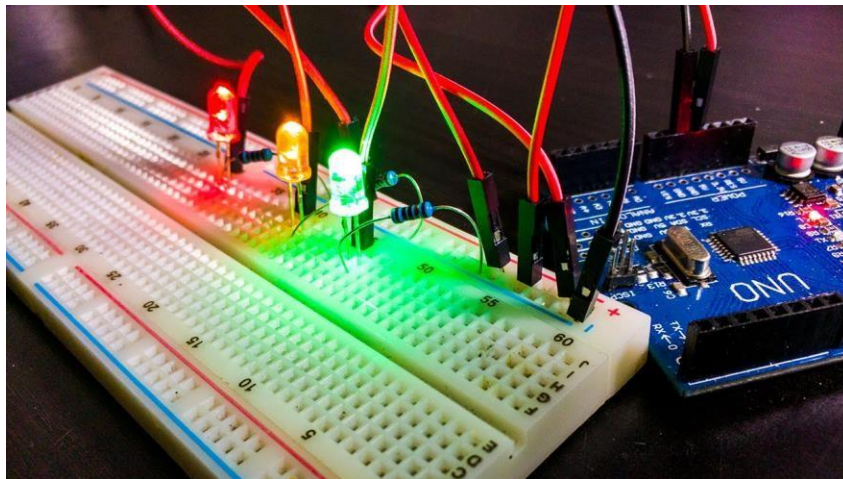
1	3.3 V DC		2	5 V DC
3	GPIO 2 (SDA1, I2C)		4	5 V DC
5	GPIO 3 (SCL1, I2C)		6	Ground
7	GPIO 4		8	GPIO 14 (TXD0)
9	Ground		10	GPIO 15 (RXD0)
11	GPIO 17		12	GPIO 18
13	GPIO 27		14	Ground
15	GPIO 22		16	GPIO 23
17	3.3 V		18	GPIO 24
19	GPIO 10 (SPI, MOSI)		20	Ground
21	GPIO 9 (SPI, MISO)		22	GPIO 25
23	GPIO 11 (SPI, CLK)		24	GPIO 8 (SPI)
25	Ground		26	GPIO 7 (SPI)
27	ID_SD (I2C, EEPROM)		28	ID_SC
29	GPIO 5		30	Ground
31	GPIO 6		32	GPIO 12
33	GPIO 13		34	Ground
35	GPIO 19		36	GPIO 16
37	GPIO 26		38	GPIO 20
39	Ground		40	GPIO 21



Slika 12: GPIO-diode

(Vir: <https://joy-pi.net/wp-content/uploads/2020/09/RB-JoyPi-Manual-29-09-2020-1.pdf>)

2. Breadboard



Slika 13: Breadboard

(Vir: <https://www.youtube.com/watch?v=fq6U5Y14oM4>)

3. 16 x 2 LCD (Liquid crystal display) modul (MCP23008)

LCD-modul je ploski zaslon ali druga elektronsko modularna optična naprava, ki uporablja svetlobno modulirajoče lastnosti tekočih kristalov v kombinaciji s polarizatorji.



Slika 14: LCD-modul

(Vir: <https://www.robotics.org.za/LCD1602-BG-5V-I2C>)

4. Priključek za napajanje



Slika 15: Priključek za napajanje

(Vir: <https://joy-pi.net/wp-content/uploads/2020/09/RB-JoyPi-Manual-29-09-2020-1.pdf>)

5. 8 x 8 LED-matrica (MAX7219)

MAX7219 je serijski vhodni/integrirani izhodni pogonski gonilnik katodnega zaslona, 7-segmentni digitalni LED, ki mikroprocesor poveže z 8-bitnim digitalnim zaslonom, lahko je tudi povezan grafični prikaz ali 64 neodvisnih LED. Vključuje kodirnik BCD na čipu, vezje za skeniranje, nekaj besed za pogon, pa tudi statični RAM $8 * 8$ za shranjevanje posameznih podatkov. Za segmentiranje trenutnih nastavitev za vsako LED se uporablja samo zunanji register. Preprost 4-žični serijski vmesnik je mogoče povezati z vsemi splošnimi mikroprocesorji. Vsakemu naslovu za podatke ni treba prepisati vseh posodobitev zaslona.



Slika 16: LED-matrica

(Vir: <https://www.pcboard.ca/max7219-display-driver-kit>)

6. 7-segmentni prikazovalnik

7-segmentni zaslon je oblika elektronske prikazovalne naprave za prikaz decimalnih števil, ki je alternativa zapletenejšim matričnim prikazom. Pogosto se uporablja v digitalnih urah, elektronskih števcih, osnovnih kalkulatorjih in drugih elektronskih napravah, ki prikazujejo številčne podatke.



Slika 17: 7-segmentni prikazovalnik

(Vir: https://en.wikipedia.org/wiki/Seven-segment_display#/media/File:LED_Digital_Display.jpg)

7. Vibracijski modul

Že ime pove, da ta modul zaznava vibracije. Sestavljen je iz vibracijskega senzorja in primerjalnika. Prag se prilagodi z vgrajenim potenciometrom. Ko ni vibracij, senzor oddaja logično LOW, ko so, pa logično HIGH.



Slika 18: Vibracijski modul

(Vir: <https://grobotronics.com/arduino-vibration-motor-module.html?sl=en>)

8. Svetlobni senzor

Zaznava prisotnost svetlobe v nekem prostoru. Ko je svetloba, oddaja HIGH, ko je ni, pa LOW.



Slika 19: Svetlobni senzor

(Vir: <https://www.reichelt.com/de/en/developer-boards-digital-light-sensor-bh1750-debo-bh-1750-p224217.html>)

9. Buzzer za zvočni signal

Buzzer za zvočni signal je zvočna signalna naprava, ki je lahko mehanska, elektromehanska ali piezoelektrična (na kratko piezo). Tipične uporabe brenčočev in piskalcev vključujejo alarmne naprave, časovnike in potrditev uporabnikovega vnosa, kot je klik miške ali pritisk tipke.



Slika 20: Buzzer

(Vir: <https://www.amazon.in/Buzzer-Small-Enclosed-Piezo-Electronic/dp/B07P87BWVY>)

10. Zvočni senzor

Zaznava zvok. Modul je opremljen tudi s kondenzatorjem za shranjevanje elektrine. Ko zazna zvok, oddaja HIGH, ko ne, pa LOW.

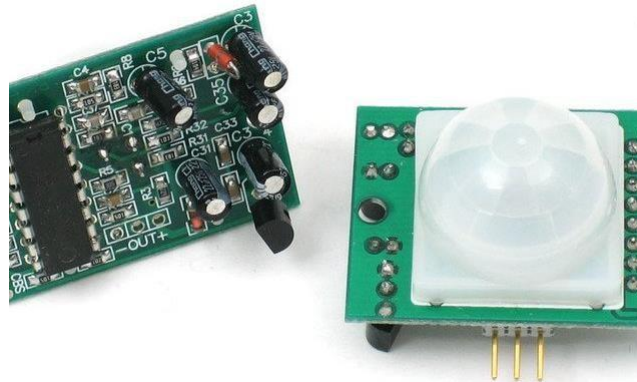


Slika 21: Zvočni senzor

(Vir: <https://opencircuit.shop/Product/KY-037-Microphone-sound-detection-module>)

11. Senzor za premikanje

Piroelektrični infrardeči senzor za toplotno sevalno energijo se spremeni in bo povzročil spremembe naboja. Ta učinek se uporablja za zaznavanje infrardečega sevanja. Piroelektrični senzor je treba uporabljati v človeških detektorjih gibanja, pasivnem infrardečem alarmu za vdor in samodejnem vklopu žarnice. Na enakem principu delujejo piroelektrični senzorji z infrardečo absorpcijsko metodo, ki se uporabljajo pri zaznavanju plinov.



Slika 22: PIR-senzor

(Vir: <https://learn.adafruit.com/pir-passive-infrared-proximity-motion-sensor>)

12. Ultrazvočni senzor za zaznavanje razdalje

Zelo natančno meri razdaljo. Uporabljamo ga tudi pri našem vozičku.



Slika 23: Ultrazvočni senzor

(Vir: <http://www.eu.diigiit.com/hc-sr04-ultrasonic-sensor>)

13. Infrardeči senzor



Slika 24: Infrardeči senzor

(Vir: <https://www.indiamart.com/proddetail/ir-sensor-21495675055.html>)

14. Senzor na dotik

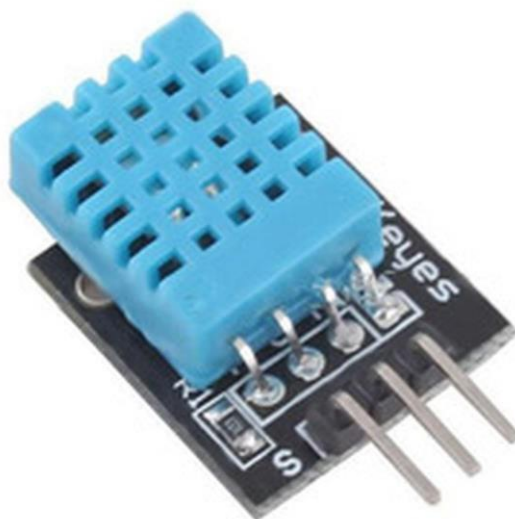
Ko pride nekaj v stik s površino senzorja na dotik oz. se ga dotakne, se vezje senzorju zapre in tok steče. Merilno vezje zazna spremembo kapacitivnosti in jo pretvori v sprožilni signal.



Slika 25: Kapacitivni senzor na dotik

(Vir: <https://www.electroschematics.com/capacitive-touch-sensor/>)

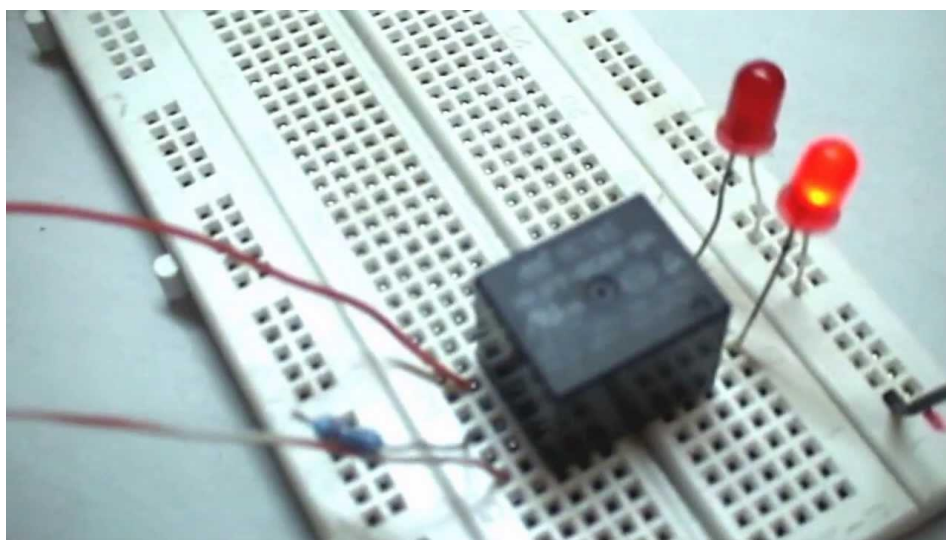
15. DHT11-senzor temperature in vlage



Slika 26: DHT11-senzor

(Vir: <https://www.amazon.in/Robodo-Electronics-DHT11-Temperature-Raspberry/dp/B00BOME05U>)

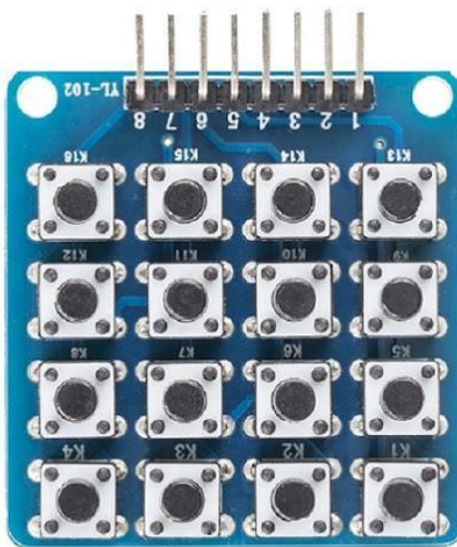
16. Rele



Slika 27: Rele

(Vir: <https://lastminuteengineers.com/one-channel-relay-module-arduino-tutorial/>)

17. Matrica gumbov



Slika 27: Matrica gumbov

(Vir: <https://www.jsumo.com/matrix-button-keypad-module-4x4-keypad>)

18. RFID-modul (MFRC522)



Slika 28: RFID-modul

(Vir: <https://lastminuteengineers.com/how-rfid-works-rc522-arduino-tutorial/>)

19. Stikalo za module



Slika 29: Stikalo za module

(Vir: <https://joy-pi.net/wp-content/uploads/2020/09/RB-JoyPi-Manual-29-09-2020-1.pdf>)

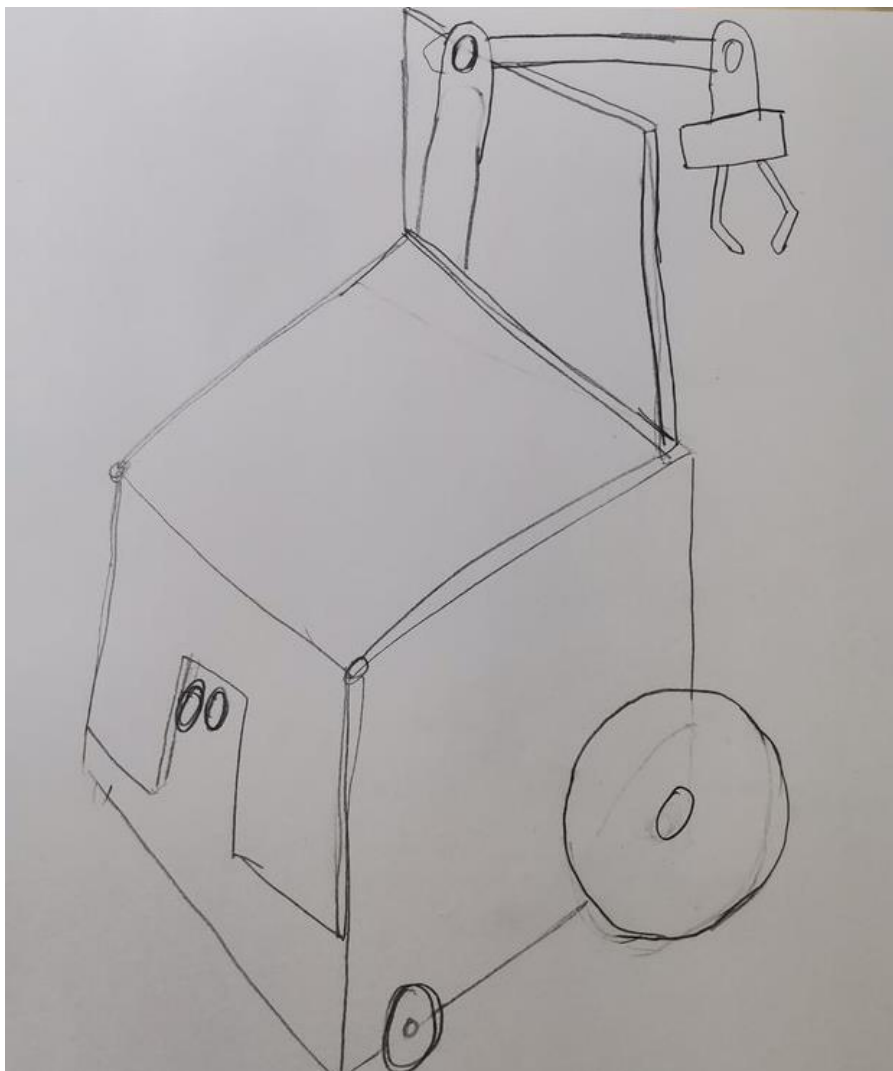
3 POTEK DELA

3.1 SNOVANJE

Pri snovanju izdelka je potrebno vedeti, kakšen je njegov namen in kako bo deloval. Zaradi epidemičnih razmer smo spoznali, da ne bomo mogli nadgraditi že obstoječega vozička, zato smo se odločili, da bomo naredili 3D-model vozička s pomočjo 3D-tiskalnika. Ugotovili smo, da potrebujemo dovolj močno baterijo, da poganja vse motorje v vozičku, ob tem pa ne sme biti celotna konstrukcija pretežka.

3.1.1 Prvi koncept vozička

Pri konceptu vozička nismo imeli težav, saj je to model, ki ga bomo priredili sami, zato nismo naleteli na kakršnekoli težave.



Slika 30: Prvi koncept

(Vir: Lasten vir)

3.2 3D-tiskanje

Že od samega začetka je bil naš glavni cilj 3D-tiskanje konstrukcije robota. Poleg tega je najprimernejši proces izdelovanja prototipnih izdelkov. S svojim unikatnim procesom tiskanja je tiskalnik zmožen natisniti zapletene oblike po ugodni ceni. 3D-tiskanje je bilo za nas izziv, saj se do sedaj še nikoli nismo srečali s to tehnologijo. Tako smo pridobili dodatno znanje iz sodobnih tehnologij izdelovanja izdelkov. Uporabljali smo domači 3D-tiskalnik Flsun-qq-s, ki je med najboljšimi namiznimi Flsunovimi 3D-tiskalniki. Flsun-qq-s je hitrejši in tišji kakor njegov predhodnik. Je zelo zanesljiv in natančen, saj uporablja 1,75 mm debelo polilaktično kislino za polnilo. Prav tako je uporabniku zelo prijazen in namenjen vsem, ki želijo hitro pridobiti znanje na tem področju.

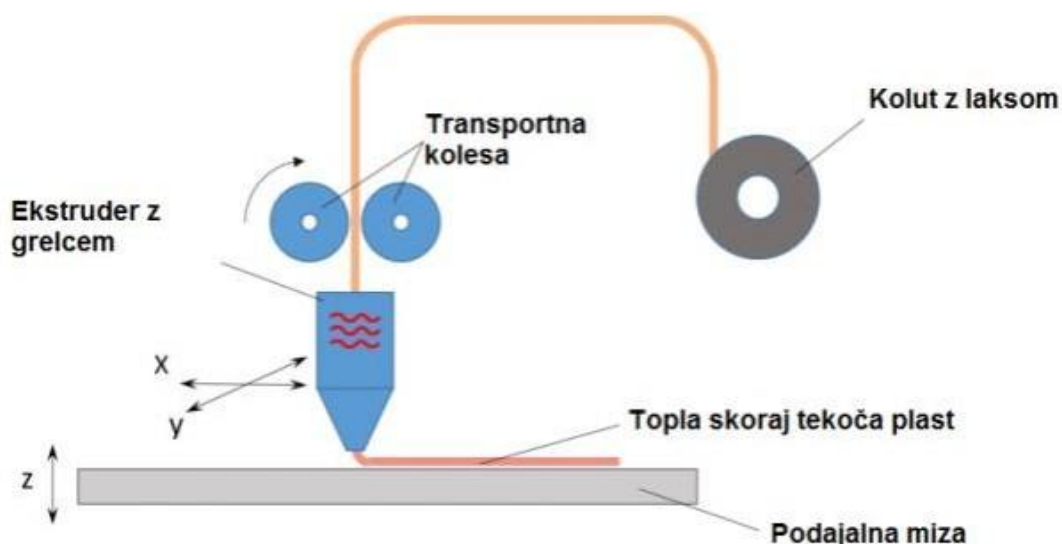


Slika 31: 3D-tiskalnik

(Vir: <https://www.amazon.com/FLSUN-Permanent-Automatic-Leveling-255mmx260mm/dp/B07RSWHWFQ>)

Izdelki so lahko narejeni v ločljivosti vse od 0,05 mm do 0,4 mm. Pri tem je temperatura tiskalne konice lahko 215 – 260 °C, temperatura podlage pa lahko doseže 110 °C. Ker je uporabljen

tiskalnik tipa delta, je maksimalna velikost izdelka valj s premerom 255 mm in višino 360 mm. Tiskalnik lahko tiska s pozicijsko natančnostjo 0.01 mm in natančnostjo tiska med 0.05 in 0.3 mm. [10] Deluje po principu FDM, kar pomeni modeliranje s taljenjem polnila. Iz koluta, ki je pritrjen na ohišje, ekstruder sam odvija plastično žico. Ta potuje skozi glavo ekstruderja in konico, ki segreje polnilo do skoraj tekočega stanja. Glava se premika pod računalniškim nadzorom, da definira tiskano obliko. Premika se v treh dimenzijah, in sicer po oseh x, y in z. Osi x in y se spreminjata na podlagi razlik višin treh vodil glave tiskalnika. Osi z pa se spreminja s hkratno spremembo višine teh treh vodil. S pomočjo aditivnega postopka ekstruder naredi vsak sloj posebej. Tako z velikim številom slojev dobimo obliko izdelka.



Slika 32: FDM-tehnologija 3D-tiskanja

(Vir: https://www.azurefilm.si/3d-tiskalniki?gclid=CjwKCAjw6qqDBhB-EiwACBs6x3vuhRrj4KFDqkGkysvoab0Ap0yWXIjeE0xwTgdZntxfGQySzSXAURoCimsQAvD_BwE)

3.2.1 Tiskanje modela

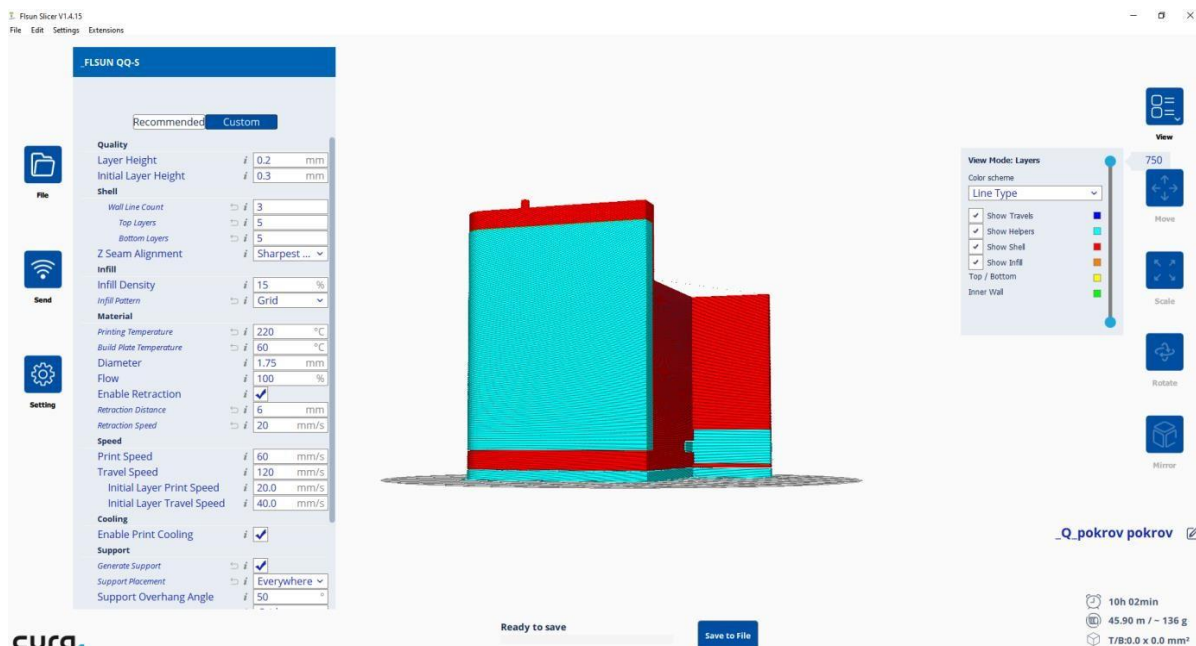
Predmet oz. izdelek, ki ga želimo natisniti, moramo najprej narisati v modelirnem programu. V našem primeru so bili vsi sestavni deli narisani v SolidWorksu. Shranjene datoteke, ki jih razume SolidWorks, smo morali pretvoriti v tiskalniku razumljiv jezik. Cura je program, ki nam omogoča uvažanje CAD-modelov tiskanje. S tem prihranimo veliko časa, saj je vse, kar od nas zahteva program, da uvozimo željeni model v STL-obliki. S pomočjo programskih funkcij lahko zavrtimo uvožen model v kateri koli smeri. S spreminjanjem lege spreminjamo trdnost, čas izdelave in hrapavost našega izdelka. Stremimo k temu, da izdelek zavrtimo v položaj, ki bo po končani izdelavi dosegel čim večjo odpornost proti zlomu in bo za tiskanje uporabil čim manj polnila.



Slika 33: Tiskanje modela

(Lasten vir)

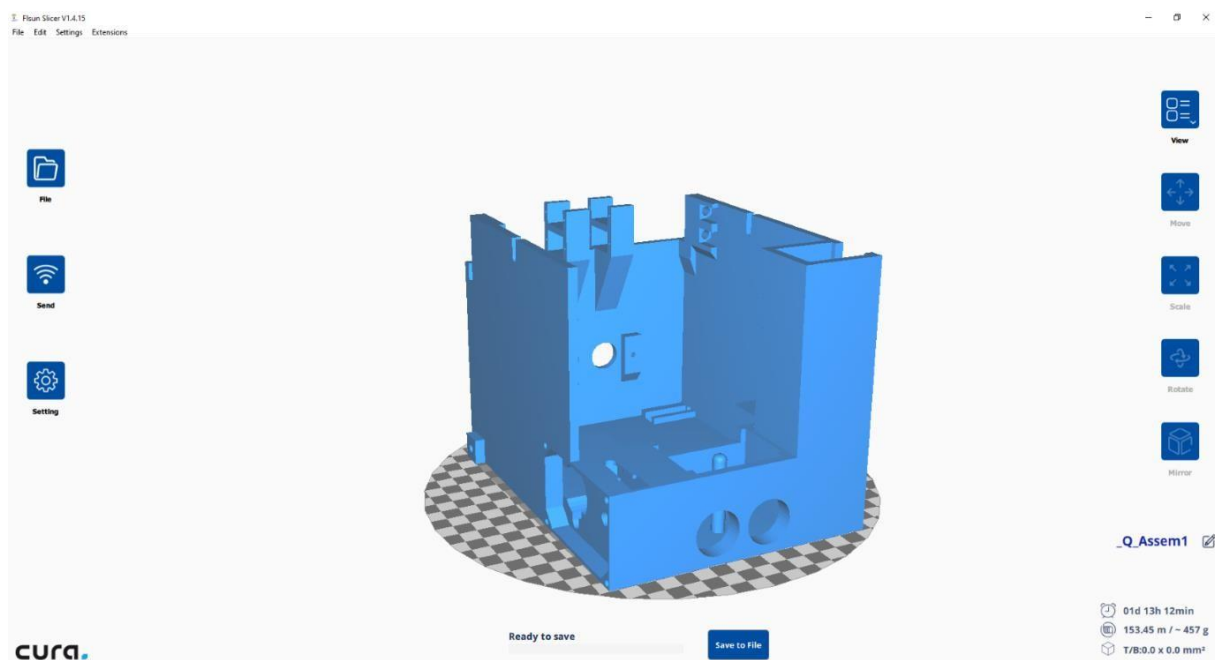
Ko izdelek postavimo v željeno lego, mu po potrebi dodamo funkcijo »Support«. Ta delom izdelka, ki niso samostojni, naredi podporo. Npr. ko smo natisnili nosilec pomožnih koles, smo morali uporabiti to funkcijo, saj bi bil izdelek drugače povsem neuporaben.



Slika 34: Specifikacije tiskanja

(Lasten vir)

Pri modeliranju moramo upoštevati tolerance, da dobimo izdelek s popolnoma natančnimi merami. Najprej smo imeli s tem nekoliko težav, saj nismo imeli podatka, v kakšnih mejah morajo biti tolerance. Ko pa smo natisnili nekaj prvih prototipov, smo prišli do ugotovitve, da moramo pri luknjah za ležaje in spoje upoštevati določeno toleranco: željena mera +0.4 mm dodatka. Npr. ko smo naredili luknjo za vijak, ki je nameščen kot os za eno od sprednjih koles, smo morali ležaju, katerega zunanji obseg meri 5 mm, dodati 0.4 mm za tolerance tiskalnika. Program pa nam ponudi tudi vpogled, kako bo izdelek praktično natisnjen. Prikaže nam tudi veliko ostalih informacij, kot so: število potrebnih slojev, čas tiskanja, poraba polnila itd. Tako lahko lažje vidimo morebitne napake.



*Slika 35: Tiskanje
(Lasten vir)*

3.3 GONILNIKI

Gonilnik koračnega motorja je pogonsko vezje, ki koračnemu motorju omogoča delovanje. Koračni motorji zahtevajo zadostno in nadzorovano energijo za faze v natančnem zaporedju. Zaradi tega se štejejo za naprednejše od običajnih enosmernih motorjev.

Kljub temu da se zdi sistem zelo zapleten, ga je mogoče zgraditi z nekaj tranzistorji. S pravilno organizacijo vklopa in izklopa lahko sistem v zadostni meri napaja faze za izvedbo korakov motorja. Enopolni gonilnik je mogoče narediti z nizkim proračunom. Pomembno je vedeti, da bo ta gonilnik poganjal samo unipolarne motorje. Če želimo napajati bipolarni motor, bomo potrebovali dva polna mosta. To omogoča sistemu, da vrne tok v korake. Ti se lahko izkažejo za zahtevnejše, vendar lahko to dosežemo s čipom H-bridge.

Gonilniki koračnih motorjev se za delovanje in ustvarjanje izhoda zanašajo na vhod iz ločenega vira.

Naslednji štirje signali krmilijo motor:

1. URA: Signal ure daje koračni ukaz.
2. RESET: Signale končne ravni postavi v določen začetni položaj.
3. SMER: Določa občutek vrtenja osi motorja.
4. POL/POLNO: Odloča se, ali bo deloval v celoti ali v polkoraka.

Enostaven način za napajanje preprostega koračnega motorja je preko mikrokrmilnika. To zadostuje, saj ti gonilniki za delovanje potrebujejo le nekaj signalov. Prvi je koračni signal, drugi pa smerni. Ta pri logični high +5 V pove motorju, v katero smer naj deluje. Ko je signal low (GND), gre v nasprotno smer.

Polnokoračni motor običajno potrebuje dva pravokotna signala. Glede na vodilno fazo se bo os motorja vrtela v smeri urinega kazalca ali obratno. Vrtenje je sorazmerno s frekvenco, ki nadzoruje impulz na liniji. To je GND in +5 V. Torej, odvisno od stikal za nastavitve ločljivosti koraka, bo motor prešel iz enega koraka v drugega. Če je npr. nastavljen v polnokoračnem načinu, se izvede polni korak in polkorak, če je motor nastavljen na polkoračni način in četrtnski korak, za četrtekoračni način itd.

Ključnega pomena je, da gonilnik prilagodimo pravilnemu motorju. Če izvedemo napačno, zmogljivost motorja ne bo zadostna ali pa lahko celo poškoduje katerikoli del.

Pri iskanju ustreznih motorjev in gonilnikov moramo upoštevati omejitve napetosti in največji tok, ki ga gonilnik lahko napaja. Kar zadeva motor, se moramo prepričati, da sprejme ojačevalce in upor, ki jo zagotavlja voznik. Prav tako mora biti neprekinjena tokovna moč gonilnika večja od trenutne nazivne vrednosti motorja.

Pogosto je električna napetost navedena, vendar ne vedno. Za izračun lahko uporabimo Ohmov zakon in zagotovimo, da naš proces prinaša željene rezultate. Napetost pomnožimo z 20, da dobimo največjo obratovalno napetost gonilnika motorja. Če napetost ni zagotovljena, lahko kvadratni koren induktivnosti motorja (mH) pomnožimo z 32, da dobimo napajalno napetost.

Če npr. specifikacije motorja kažejo, da je nazivna napetost 3 V ($3\text{ V} \times 20 = 60\text{ V}$), je varno, da motor deluje z gonilnikom največ 60 V delovne napetosti.

Če npr. specifikacije motorja kažejo, da sta fazni tok in upor 5 A in $0,6\ \Omega$ ($5\text{ A} \times 0,6\ \Omega = 3 \times 20 = 60\text{ V}$).

Izvajanje vrednosti induktivnih faz daje konzervativno oceno napetosti, saj gre za zelo natančen izračun maksimalne napetosti.

Čeprav se postopek namestitve koračnega motorja zdi zapleten, je lahko s potrpljenjem in pravimi navodili precej enostaven. Uporaba mikrokrmilnika je učinkovit način za pogon motorja, saj gonilnik za delovanje potrebuje le nekaj signalov. Tudi povezovanje motorjev z gonilniki je lahko enostavno. Z določitvijo vrednosti neprekinjenega toka, amperov na fazo, z uporabo Ohmovega zakona za izračun napetosti lahko uspešno programiramo motor in gonilnik.

Če povežemo gonilnik s koračnim motorjem, bomo lahko motorju pošiljali tokove in si s tem zagotovili delovanje, kakršnega si želimo. S to natančnostjo lahko pomagamo pri projektih, ki zahtevajo strog nadzor hitrosti in natančnosti.



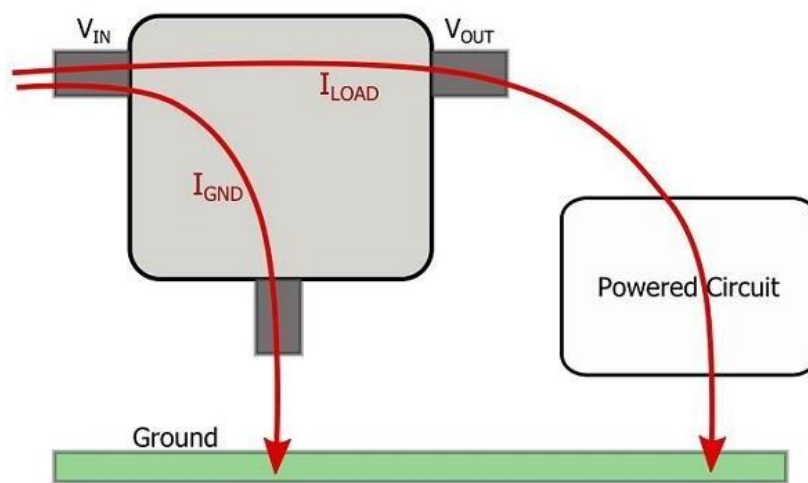
Slika 36: Gonilnik koračnega motorja

(Vir: <http://www.cip.si/stepper-motor-driver-28byj-48.html#.YHMFw2mxVkw>)

3.4 STABILIZACIJA NAPETOSTI – linearni regulator napetosti

Elektronski sistemi običajno prejemajo napajalno napetost, ki je višja od zahtevane napetosti sistema. Npr. 9 V baterija lahko napaja ojačevalnik, ki potrebuje na vhodu 0–5 V napetosti, lahko pa dve 1,5 V bateriji v seriji zagotovita napajanje vezja, ki za svojo digitalno logiko potrebuje 1,8 V.

V takih primerih moramo vhodno moč uravnati s komponento, ki sprejema višjo napetost in proizvaja nižjo napetost. Eden od zelo pogostih načinov za doseganje te vrste regulacije je vključitev linearnega regulatorja napetosti.



Slika 37: Stabilizacija

(Vir: http://www.educa.fmf.uni-lj.si/izodel/sola/2001%20di/Bezjak/apo_sipos/11.htm)

DELOVANJE:

Linearni regulator napetosti za delovanje uporablja tranzistor, ki ga krmili vezje z negativnimi povratnimi informacijami, da se ustvari določena izhodna napetost, ki ostane stabilna kljub spremembam obremenitvenega toka (I_{LOAD}) in vhodne napetosti (V_{INPUT}).

Osnovni linearni regulator s fiksno izhodno napetostjo je naprava s tremi priključki, kot je prikazano na zgornjem diagramu. Nekateri linearni regulatorji omogočajo nastavitev izhodne napetosti s pomočjo zunanje upor.

Pomanjkljivosti:

Resna pomanjkljivost linearnih regulatorjev je njihova nizka učinkovitost pri mnogih aplikacijah. Tranzistor znotraj regulatorja, ki je povezan med vhodnim in izhodnim terminalom, deluje kot spremenljiv serijski upor. Tako visoka vhodno-izhodna napetostna razlika kombinirana z visokim obremenitvenim tokom povzroči velike izgube moči. Potreben tok za delovanje notranjega vezja regulatorja, ki je v diagramu označen z IGND, prav tako doda k izgubi moči.

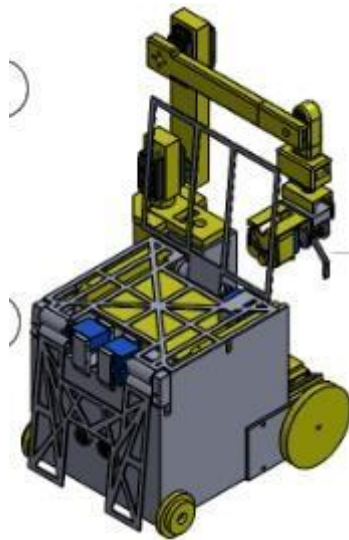
Morda najverjetnejši način okvare v vezju linearnega regulatorja izvira iz toplotnih in ne izključno električnih dejavnikov. Moč, ki jo razprši regulator, bo privedla do povečanja temperature komponent, zato je brez ustreznih poti, ki omogočajo odmik toplote od regulatorja, lahko temperatura sčasoma dovolj visoka, da resno poslabša zmogljivost ali povzroči toplotno zaustavitev.

Prednosti:

Glavne prednosti so nizek hrup, nizki stroški in enostavnost uporabe. Edini zunanji sestavni del, ki ga potrebuje večina linearnih regulatorjev, so vhodni in izhodni kondenzatorji, kapacitivne zahteve pa so dovolj prilagodljive, da je načrtovalna naloga zelo enostavna.

3.5 INVALIDSKI VOZIČEK

Na začetku smo hoteli nadgraditi že obstoječi voziček, ampak smo se zaradi razmer odločili, da bomo uporabili 3D-tiskalnik in natisnili lastni model vozička. Invalidski voziček je sestavljen iz več posameznih delov, kot so: naslonjalo, kolesa, podpora za noge itd. Posamezni deli so bili natisnjeni posamično, nato pa smo jih združili. To nam je omogočalo, da te dele tudi lažje premikamo in lažje naredimo simulacijo delovanja.



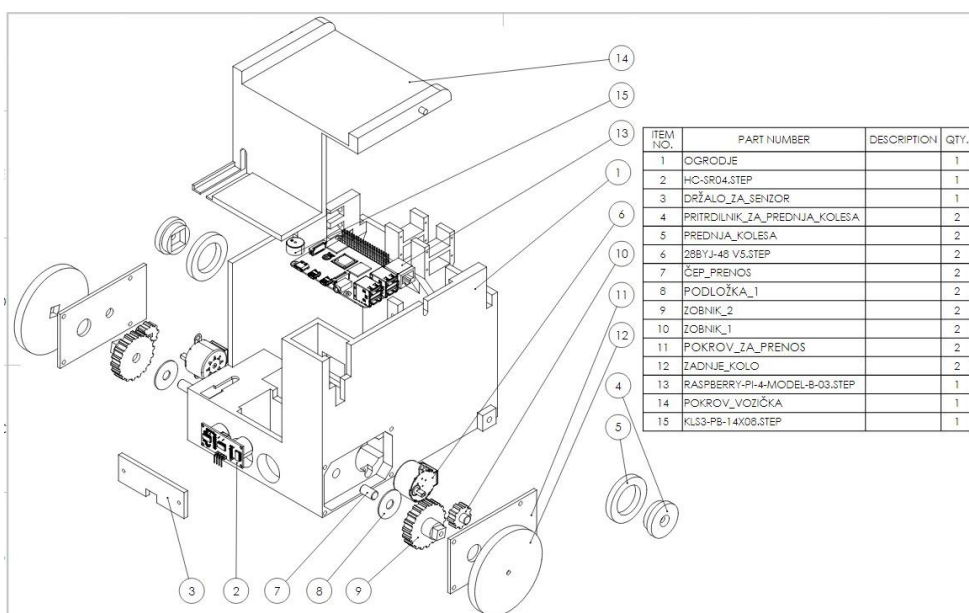
Slika 38: Končni model vozička

(Lasten vir)

3.5.1 Jedro vozička

Jedro vozička je osnova, na kateri smo gradili voziček. Na zgornjem delu spredaj najdemo luknje za pritrditev sedeža in namestitve za servomotorje, ki ga premikajo. Pod njimi je mesto za pritrditev ultrazvočnega senzorja za zaznavanje razdalje. Jedro je v sredini votlo, v njem pa se nahaja mikroračunalnik Raspberry Pi 4 model B-03, LiPo baterija, usmerjevalnik napetosti, buzzer in električna napeljava. Na sredini zgoraj sta dve luknji za pritrditev pokrova, ki se povezne čez celotno konstrukcijo in tako skrije ter varuje celotno napeljavo izdelka. Pokrov je zasnovan tako, da ga je preprosto sneti in ponovno nataktni ter spreminjati oz. popravljati napeljavo. Zgoraj je mesto za pritrditev roke oz. gnezda le te. Spodaj spredaj je mesto za pritrditev koles in njihova pritrdila. Zadaj sta odprtini za prenos. Zanj smo se odločili, ker so motorji kljub dovolj navora prepočasni. Razmerje prenosa je 1 :

2. Sestavljen je tako, da je manjši zobnik pritrjen na koračni motor, ta goni večji zobnik, ki je na eni strani s čepom in podložko, ki smo jo dodali, da zmanjšamo trenje, pritrjen na ogrodje vozička. Zobnika pomaga na mestu držati tudi pokrov prenosa, ki ju prav tako ščiti pred umazanijo in prahom. Na večji zobnik je pritrjeno kolo, ki na vsaki strani poganja in usmerja voziček. Na zadnjem delu vozička pa najdemo tudi manjši predel z dvema luknjama. Namenjen je spojki za priklop baterije, USB-kablu za programiranje vozička in kablu za povezavo z nadzorno ploščo.

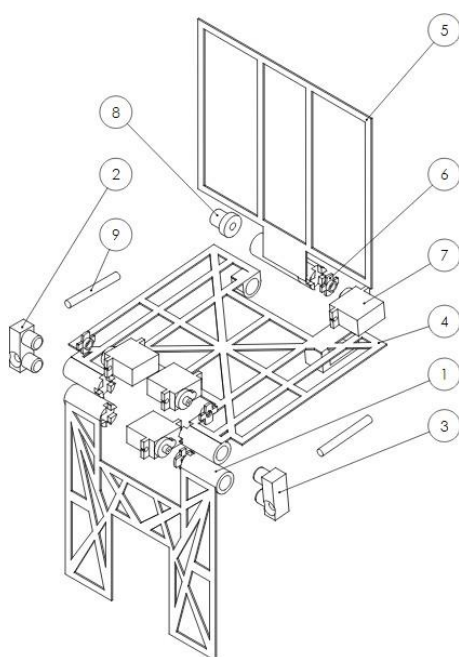


Slika 39: Jedro vozička

(Lasten vir)

3.5.2 Sedež vozička

Sedež je na jedro pritrjen z dvema vijakoma, ki tečaje držita na jedru, in dvema moznikom, ki ga držita na mestu. Na tečajih sta pritrjena sedalo in OPORA_ZA_NOGE. Slednja je gnana s servomotorjem, ki je pritrjen na jedro. Sedalo je gnano s servomotorjema na sredini, nad pogonom za OPORO_ZA_NOGE. Zaradi njune postavitve morata delovati drug nasproti drugemu, da dvigneta sedalo. Na koncu sedala je naslonjalo, ki je s PRITRDILNIK_ZA_NASLONJALO pritrjeno na sedalo. Tudi nagib tega je gnan s servomotorjem.



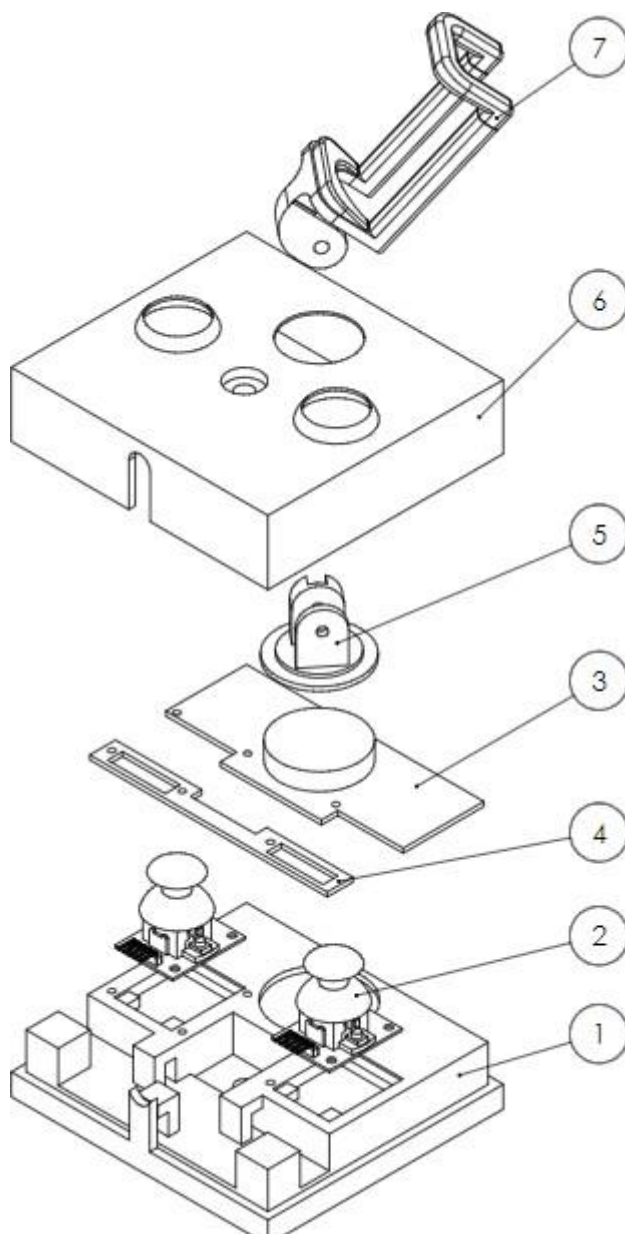
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	OPORA_ZA_NOGE		1
2	TEČAJ_1		1
3	TEČAJ_2		1
4	SEDALO		1
5	NASLONJALO		1
6	PRITRDILNA_PLOŠČA_ZA_SERVO_MOTOR		4
7	SG90 SERVO MOTOR		4
8	PRITRDILNIK_ZA_NASLONJALO		1
9	MOZNIK.STL		2

Slika 40: Sedež vozička

(Lasten vir)

3.6 KONTROLER

Za kontroliranje vozička smo uporabili dve krmilni palčki, v prihodnosti pa smo razmišljali o kontroliranju preko pametnega telefona. Krmilni palčki bosta imeli več funkcij, prva je vožnja vozička, druga je naslonjalo in tretja je kontroliranje robotske roke. Kontroler pa ima funkcijo, da bo možno upravljati kontrolni palčki, kot prikazuje spodnja slika.



Slika 41: Kontroler

(Lasten vir)

3.7 LIPO BATERIJA

LiPo (litij-polimer, Li-Poly, LIP) spadajo v skupino polnilnih baterij na osnovi litija. So druga generacija te vrste baterij.

Imajo podobne značilnosti kot njihove predhodnice Li-ion baterije.

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 je precej občutljivejša na mehanske poškodbe, zato je dobro, da je zaščitena z ustreznim ohišjem.

Njena pomanjkljivost je krajša življenjska doba in povečana občutljivost na nizke temperature.

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 prenapolnjenost – možno uničenje celic, 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



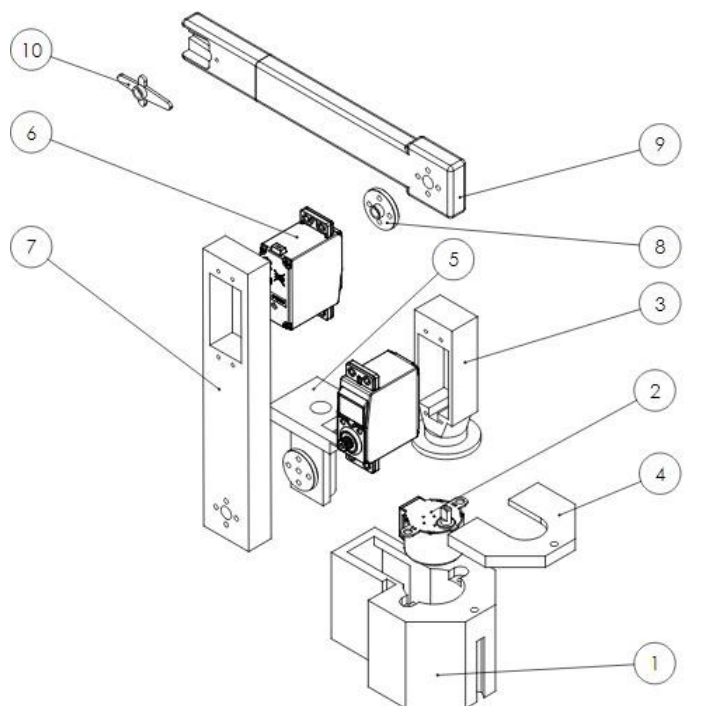
Slika 42: LiPo baterija

(Vir: <https://hr.hr2021.com/category?name=lipo%20baterije>)

3.8 ROBOTSKA ROKA

Veliko naprednejših invalidskih vozičkov invalidom omogoča, da se dvigajo in spuščajo. Ta funkcija je namenjena doseganju stvari, ki jih invalidi drugače ne morejo doseči. Opazili smo, da je ta funkcija nevarna, saj nepokretno osebo dvigne visoko v zrak. Prav tako pa je zelo težka in za svoje delovanje potrebuje veliko energije. Uporabniki se lahko ob dviganju sedeža počutijo celo neprijetno.

Naša rešitev teh problemov je robotska roka. Ta posnema človeško roko, ki jo poskušamo nadomestiti oz. povečati njen doseg. To je razlog za poimenovanje nekaterih delov robotske roke po delih človeške roke. Na delu, ki je poimenovano gnezdo, je pritrjena na voziček. Tam se nahaja koračni motor, ki lahko konstrukcijo zavrti za 270°. Na njem je z dvema deloma pritrjen del, poimenovan po rami. Na njem je servomotor, ki kot pri roki poskrbi za razdaljo med gnezdом in prijemalom. Ta premika nadlahtnico, na kateri je servomotor, ki posnema delovanje komolca. Ta poskrbi za višino, na kateri bo prijemalo s premiki podlahtnice. Ko smo nastavili roko, potrebujemo le še del, poimenovan zapestje, da s servomotorjem kompenzira nagib in tako izravna prijemalo.



Slika 43: Robotska roka

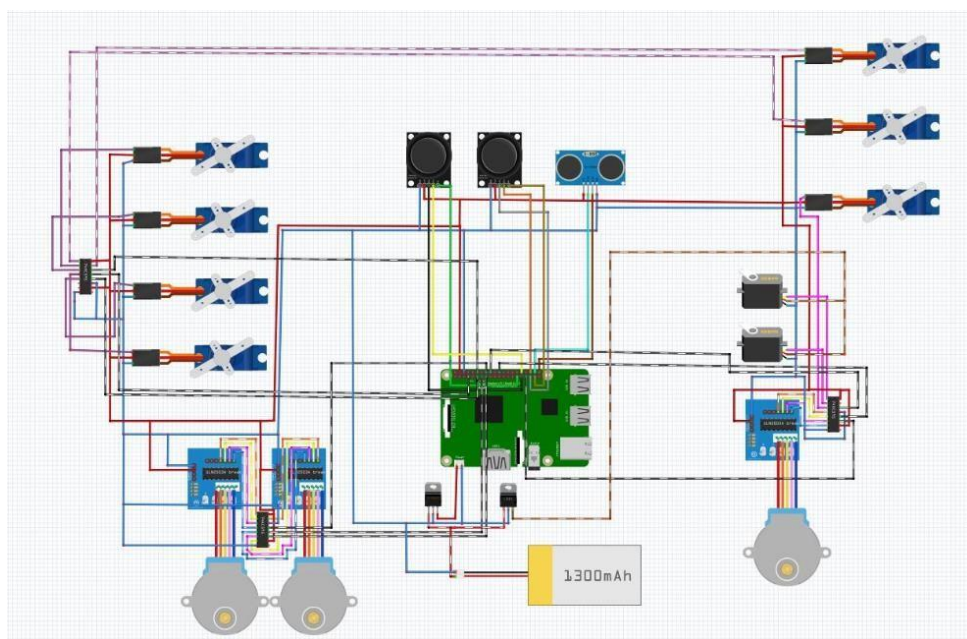
(Lasten vir)

3.8.1 Prijemalo

Kot pri roki, smo tudi pri prijemu posnemali človeško telo, natančneje dlan. Za to smo se odločili, ker je dlan primerna za prijemanje različnih predmetov. Ko smo nastavili roko, potrebujemo le še del, poimenovan zapestje, da s servomotorjem kompenzira nagib s podlahtnice in tako izravna prijemalo. Ker se zavedamo, da se srečujemo s predmeti vseh velikosti in oblik, smo pričeli s servomotorjem, ki prijemalo lahko zavrti za 180° , kar je več kot dovolj. Nadaljujemo z delom za prijemanje. Začne se s `PODLAGA_ZA_PRIJEMALO`, na kateri sta čeljusti. Desna čeljust ima dva prsta, enega zgoraj in drugega spodaj, med katera pride med zapiranjem prst leve čeljusti. Čeljusti sta med seboj povezani s prenosom $1 : 1$, kar nam omogoča pogon z enim motorjem. Čeljusti na mestu drži `POKROV_PRIJEMALO`, na njem je na levo čeljust pritrjen servomotor, ki poskrbi za njeno odpiranje in zapiranje. Motor je pritrjen v posebno ohišje, imenovano pritrdilnik za prijemalo. To je pritrjeno v nastavljivo prijemalo, tako da se še vedno lahko vrti. Nanj je pritrjen s kuhinjsko gumico. Ta moment drži, dokler čeljusti ne zadenejo ovire. Takrat motor preseže moment gumice in se s `PRITRDILNIKOM_ZA_SERVO_PRIJEMALA` zavrti okrog svoje osi. To nam omogoča, da je prijemalo vedno ravno prav odprto oz. se prilagaja vsaki obliki. Naš sistem motor prav tako varuje pred preobremenitvijo.

3.9 ELEKTRIČNO VEZJE

Vezje našega robota napaja LiPo baterija. Iz nje stabiliziramo dve napetosti: prva je 6 V in napaja le velika servomotorja Futaba s3003, druga pa je 5 V, ki napaja krmilnik in ostale komponente. V krmilnik so kot vhodi vezani dva joysticka in senzor za razdaljo. Kot izhodi za motorje so vezani čipi, 74HC595, s katerimi krmilimo servomotorje za roko in sedež ter koračne motorje za roko in pogon vozička.

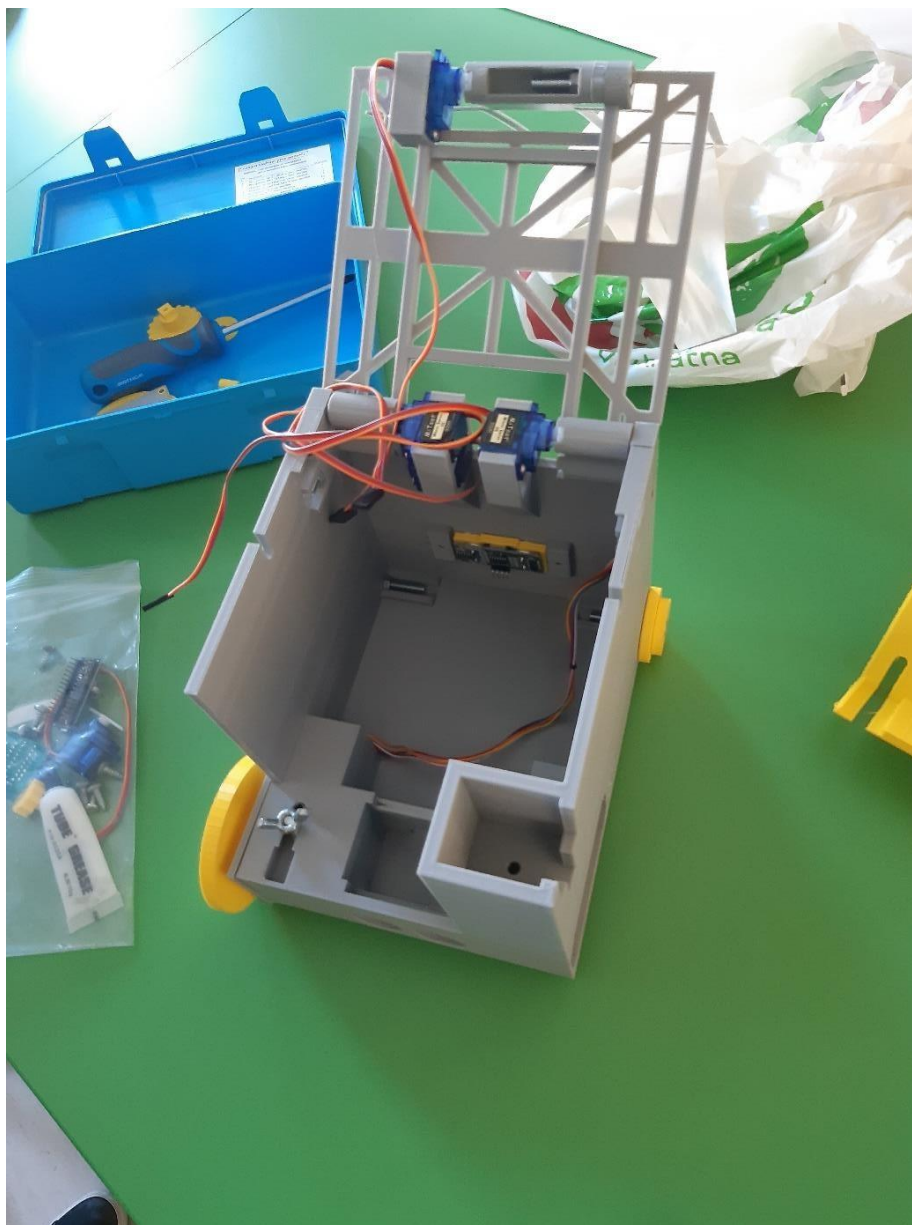


Slika 45: Električno vezje

(Lasten vir)

4 PREDSTAVITEV REZULTATOV

Model vozička in robotsko roko smo naredili v času pisanja raziskovalne naloge. Trenutno smo v fazi programiranja vozička in robotske roke. Prvega zagona še nismo opravili, smo pa potrdili mobilnost raznih delov vozička in robotske roke.



Slika 46: Model vozička

(Lasten vir)

5 ZAKLJUČEK

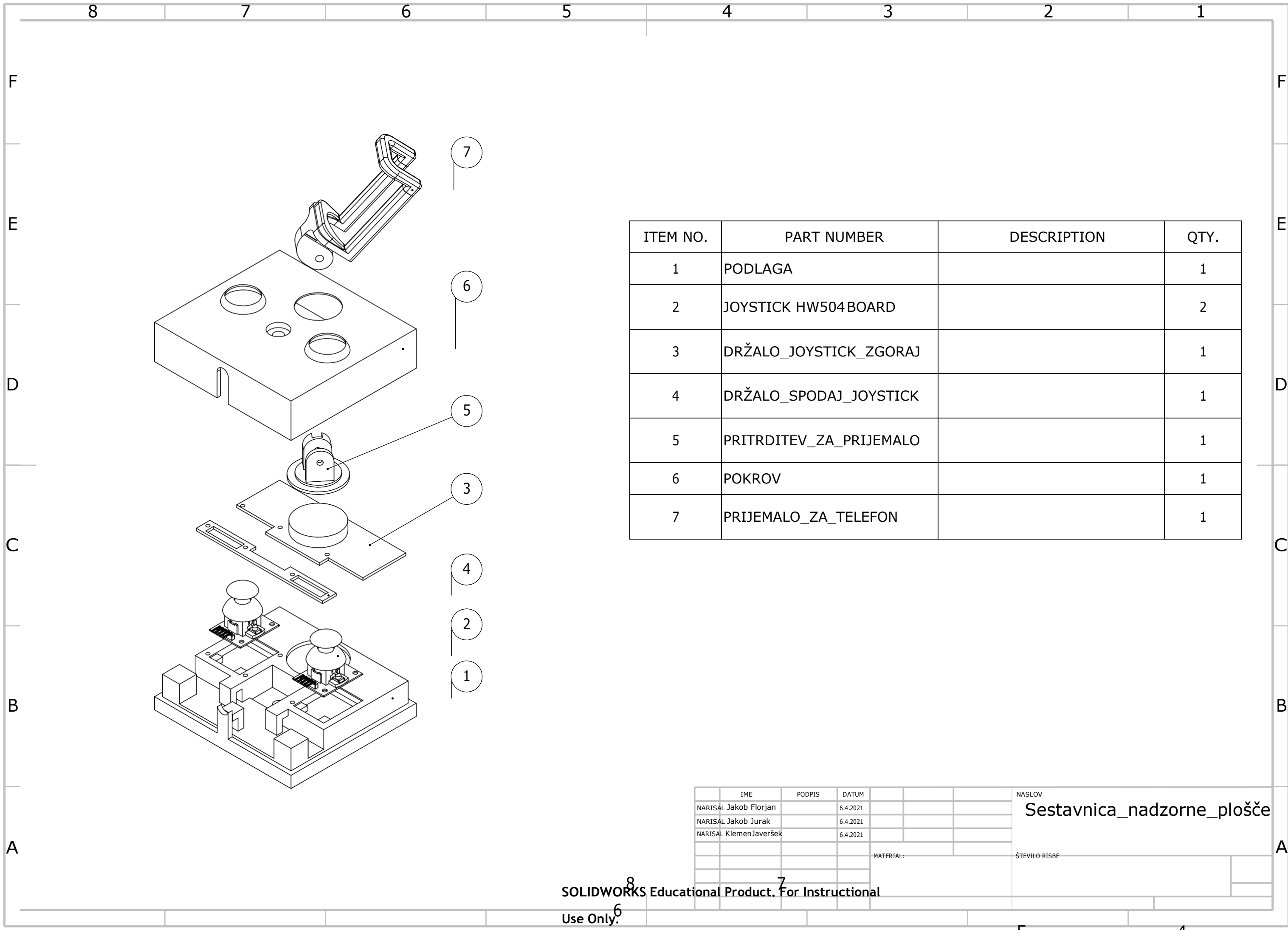
Zaradi trenutnih razmer nismo mogli uresničiti naše začetne ideje, ki bi bila nadgradnja invalidskega vozička, zato smo se odločili, da bomo naredili manjši delujoči model. Raziskovalna naloga nam je prinesla razne nove poglede v tehnično področje mehatronike in ugotovili smo, kako kompleksna je. Projekt se nam na začetku ni zdel pretežak, toda skozi čas smo ugotovili, kako zahtevna je raziskovalna naloga in koliko truda je potrebno vložiti v kakovosten delovni izdelek. Težave, ki so se pojavile, smo reševali s pomočjo spleta, raznih učbenikov, največ pa sta nam pomagala mentorja. Brez motivacije mentorjev izdelka verjetno ne bi dobro naredili, zato smo jima zelo hvaležni.

6 VIRI IN LITERATURA

- [1] Vrste invalidskih vozičkov (svetovni splet). Dostopno na naslovu:
<https://brazemobility.com/5-things-you-need-to-know-about-smart-wheelchairs/>
- [2] Vrste raziskovanja (svetovni splet). Dostopno na
naslovu: <https://www.zrss.si/pdf/VescineZnanstvenegaRaziskovanja.pdf>
- [3] Podjetje Scewo (svetovni splet). Dostopno na
naslovu: <https://smartmovemedical.com/product/power-wheelchairs-v1/>
- [4] Invalidski voziček Bro (svetovni splet). Dostopno na naslovu:
<https://www.scewo.ch/en/bro>
- [5] Pametni invalidski voziček (svetovni splet). Dostopno na
naslovu: <httpswww.rotoks.si/izdelek/najji-pametni-elektricni-invalidski-vozicek.pdf>
- [6] Raspberry pi (svetovni splet). Dostopno na naslovu:
https://sl.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi
- [7] Model mikroračunalnika (svetovni splet). Dostopno na naslovu:
<http://www1.scptuj.si/~slmurko/Teorija%20in%20vaje/RSM/Mikrora%E8unalnik/zanimivo-%20Institut%20RTS%20-%20FERI%20%20Maribor/rts.uni-mb/rts.uni-mb.si/misc/materiali/mikrorac/uvod.pdf>
- [8] GPIO (svetovni splet). Dostopno na naslovu: https://sl.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi
- [9] JOY-PI (svetovni splet). Dostopno na naslovu: <https://joy-it.net/en/products/rb-joypi>
- [10] Ultrazvočni senzor (svetovni splet). Dostopno na naslovu:
<http://www.eu.diigiit.com/hc-sr04-ultrasonic-sensor>

[11] 3D-Printer (svetovni splet). Dostopno na naslovu: <https://www.amazon.com/FLSUN-Permanent-Automatic-Leveling-255mmx260mm/dp/B07RSWHWFQ>

[12] Mehatronika (Monika Čeh)



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	PODLAGA		1
2	JOYSTICK HW504 BOARD		2
3	DRŽALO_JOYSTICK_ZGORAJ		1
4	DRŽALO_SPODAJ_JOYSTICK		1
5	PRITRDITEV_ZA_PRIJEMALO		1
6	POKROV		1
7	PRIJEMALO_ZA_TELEFON		1

	IME	PODPIS	DATUM				NASLOV
	NARISAL Jakob Florjan		6.4.2021				Sestavnica_nadzorne_plošče
	NARISAL Jakob Jurak		6.4.2021				
	NARISAL KlemenJaveršek		6.4.2021				
							ŠTEVILO RISBE

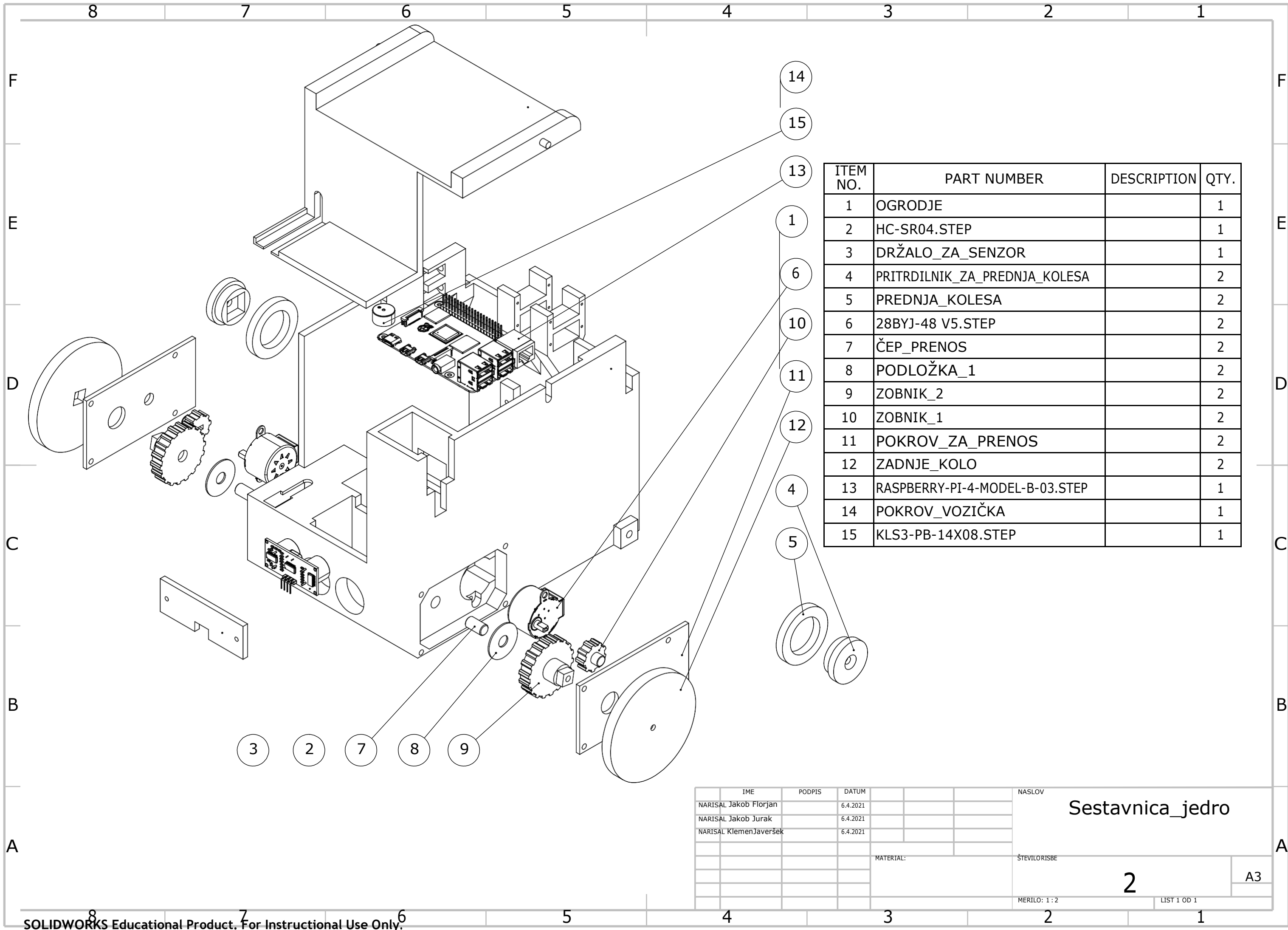
3

1

A3

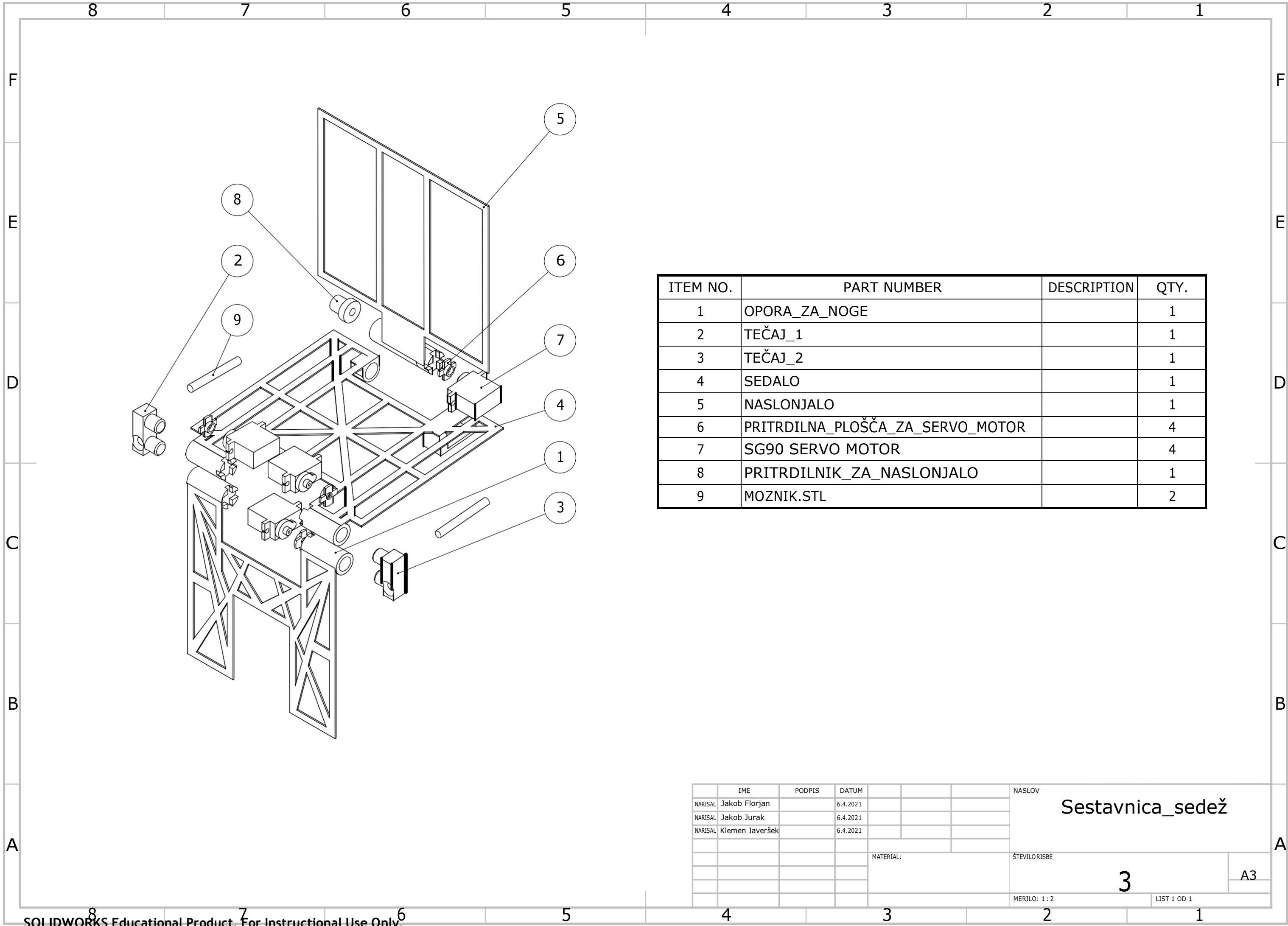
MERILO: 1 : 2
2

LIST 1 OD 1
1



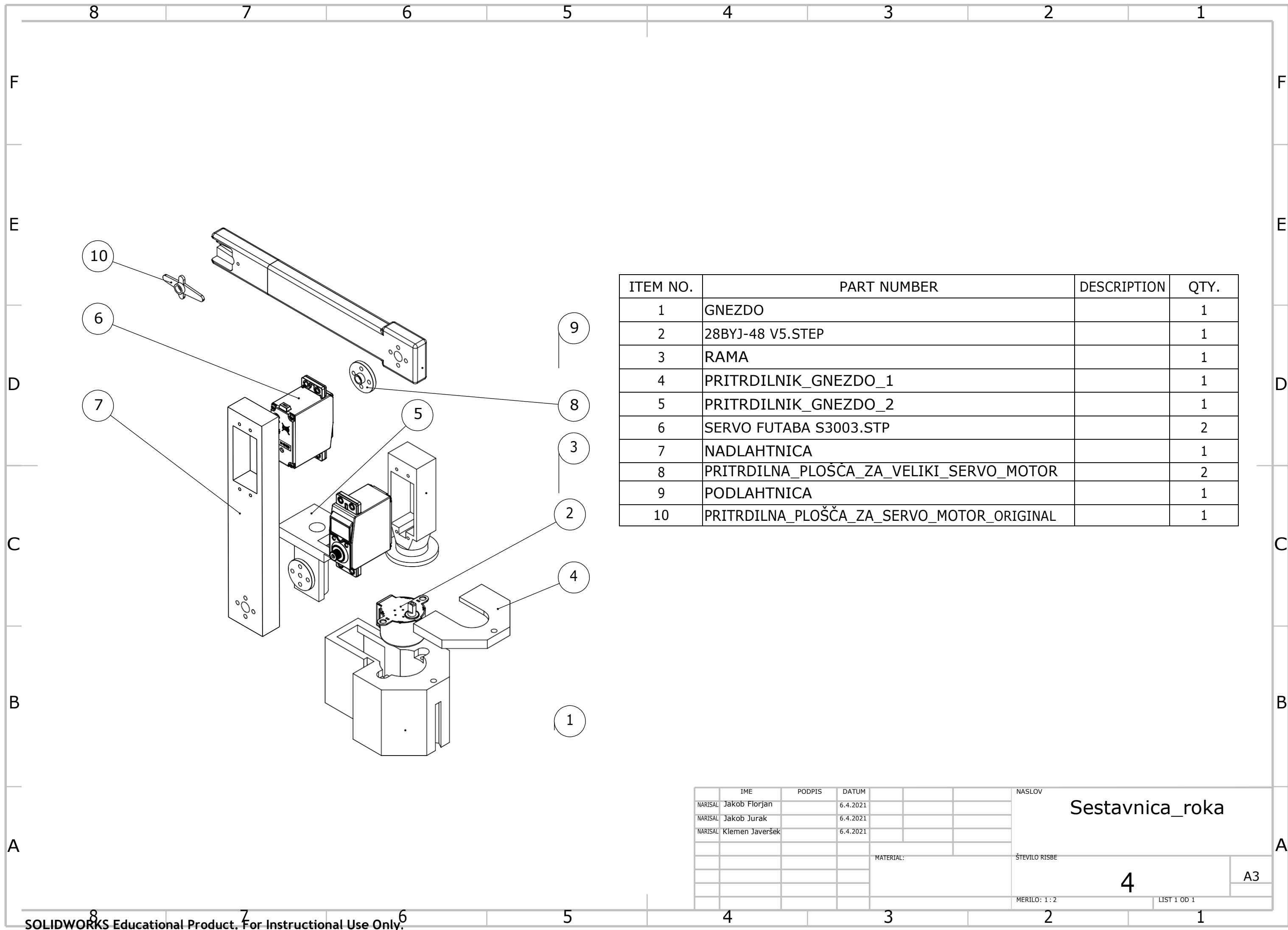
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	OGRODJE		1
2	HC-SR04.STEP		1
3	DRŽALO_ZA_SENZOR		1
4	PRITRDILNIK_ZA_PREDNJA_KOLESA		2
5	PREDNJA_KOLESA		2
6	28BYJ-48 V5.STEP		2
7	ČEP_PRENOS		2
8	PODLOŽKA_1		2
9	ZOBNIK_2		2
10	ZOBNIK_1		2
11	POKROV_ZA_PRENOS		2
12	ZADNJE_KOLO		2
13	RASPBERRY-PI-4-MODEL-B-03.STEP		1
14	POKROV_VOZIČKA		1
15	KLS3-PB-14X08.STEP		1

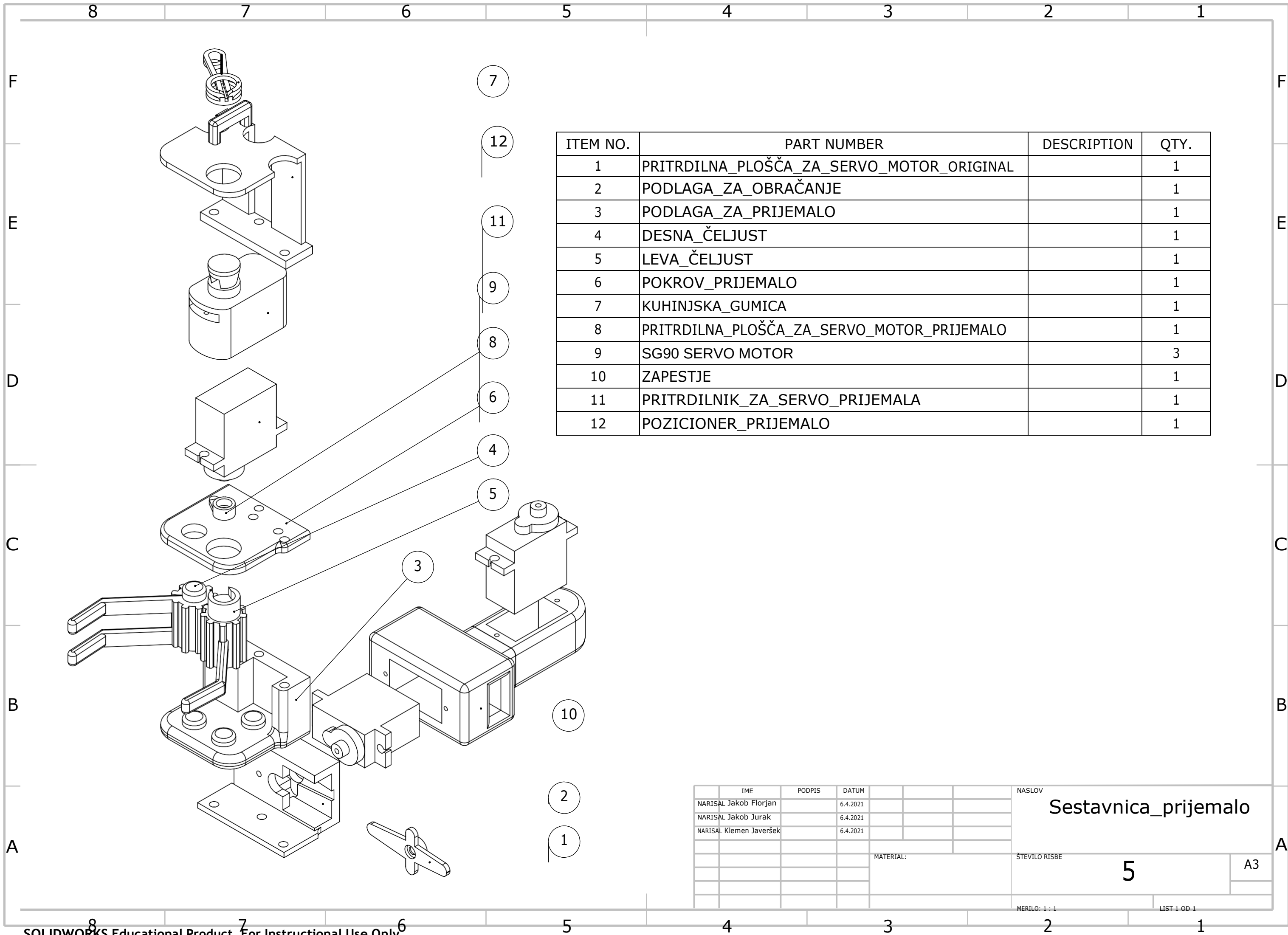
IME	PODPIS	DATUM	NASLOV
NARISAL Jakob Florjan		6.4.2021	Sestavnica_jedro
NARISAL Jakob Jurak		6.4.2021	
NARISAL KlemenJaveršek		6.4.2021	
			ŠTEVILORISBE
		MATERIAL:	2
			A3
			MERILO: 1 : 2
			LIST 1 OD 1



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	OPORA_ZA_NOGE		1
2	TEČAJ_1		1
3	TEČAJ_2		1
4	SEDALO		1
5	NASLONJALO		1
6	PRITRDILNA_PLOŠČA_ZA_SERVO_MOTOR		4
7	SG90 SERVO MOTOR		4
8	PRITRDILNIK_ZA_NASLONJALO		1
9	MOZNIK.STL		2

	IME	PODPIS	DATUM				NASLOV	Sestavnica_sedež	
NARISAL	Jakob Florjan		6.4.2021						
NARISAL	Jakob Jurak		6.4.2021						
NARISAL	Klemen Javeršek		6.4.2021						
								3	
								MERILO: 1 : 2	
								LIST 1 OD 1	

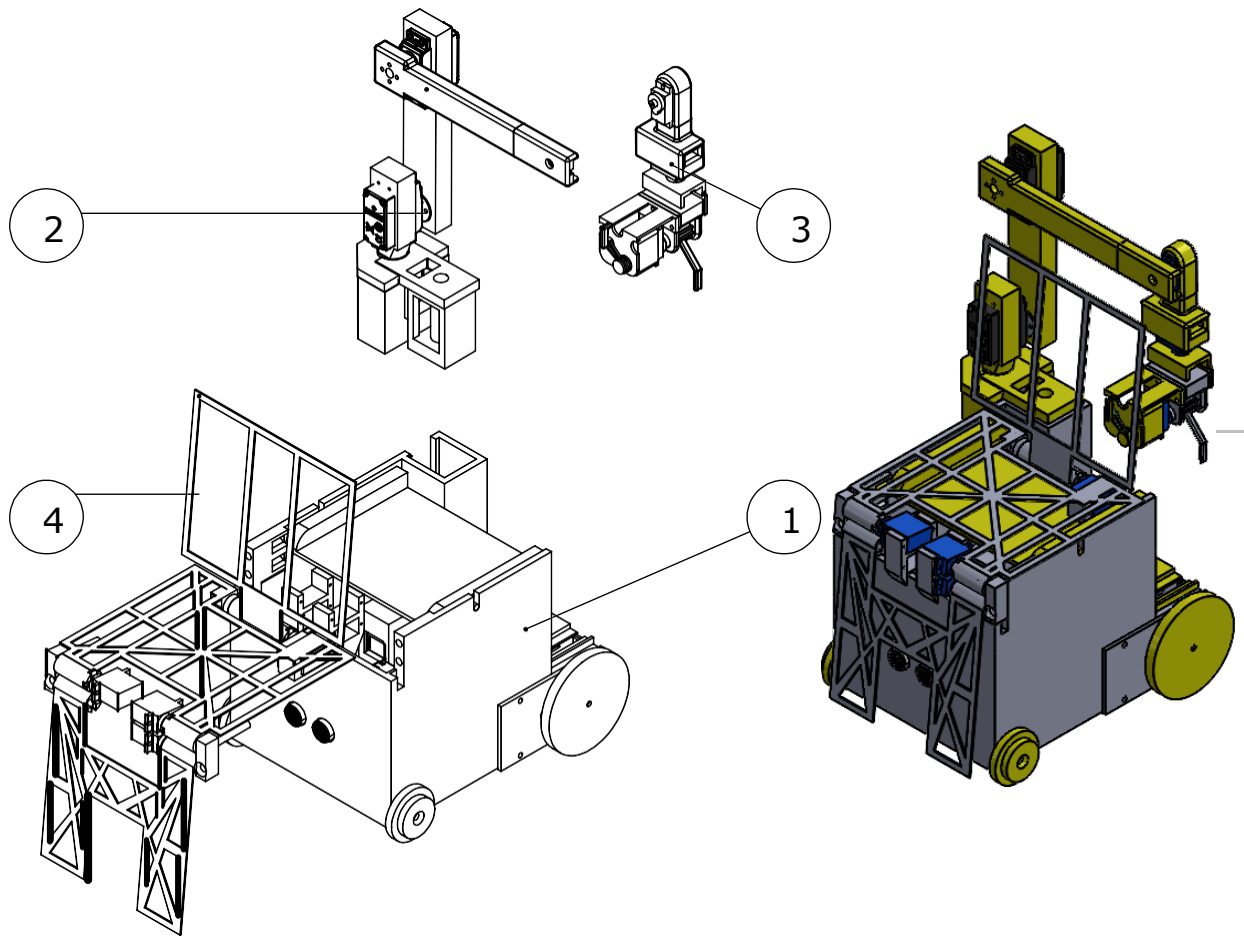




ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	PRITRDILNA_PLOŠČA_ZA_SERVO_MOTOR_ORIGINAL		1
2	PODLAGA_ZA_OBRAČANJE		1
3	PODLAGA_ZA_PRIJEMALO		1
4	DESNA_ČELJUST		1
5	LEVA_ČELJUST		1
6	POKROV_PRIJEMALO		1
7	KUHINJSKA_GUMICA		1
8	PRITRDILNA_PLOŠČA_ZA_SERVO_MOTOR_PRIJEMALO		1
9	SG90 SERVO MOTOR		3
10	ZAPESTJE		1
11	PRITRDILNIK_ZA_SERVO_PRIJEMALA		1
12	POZICIONER_PRIJEMALO		1

IME		PODPIS	DATUM	NASLOV		
NARISAL Jakob Florjan			6.4.2021	Sestavnica_prijemalo		
NARISAL Jakob Jurak			6.4.2021			
NARISAL Klemen Javeršek			6.4.2021			
			MATERIAL:		ŠTEVILO RISBE	A3
					5	
					MERILO: 1 : 1	LIST 1 OD 1

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	JEDRO		1
2	ROKA		1
3	PRIJEMALO		1
4	SEDEŽ		1



IME	PODPIS	DATUM			
NARISAL Jakob Florjan		6.4.2021			
NARISAL Jakob Jurak		6.4.2021			
NARISAL Klemen Javeršek		6.4.2021			

MATERIAL:

NASLOV

Sestavnica invalidskega
vozička_Izi_go

ŠTEVILO RISBE

6

A4

MERILO: 1 : 5

LIST 1 OD 1