

OSNOVNA ŠOLA GORICA VELENJE
Goriška cesta 48, 3320 Velenje

MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ ŠALEŠKE DOLINE

RAZISKOVALNA NALOGA

IZDELAVA ELEKTRIČNE ROLKE

Tematsko področje: TEHNIKA

Avtor:
Danaj Čebular, 9. razred

Mentorja:
Alen Kopic, prof.
Roman Čebular, inž. el.

Velenje, 2018

Raziskovalna naloga je bila opravljena na OŠ Gorica Velenje, 2018.

Mentorja: Alen Kopic, prof., Roman Čebular, inž. el.

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD OŠ Gorica Velenje, šolsko leto 2017/2018

KG električna rolka/vrste motorjev/ESC/doseg/hitrost

AV ČEBULAR, Danaj

SA KOPIĆ, Alen/ČEBULAR, Roman

KZ

ZA

LI 2018

IN IZDELAVA ELEKTRIČNE ROLKE

TD Raziskovalna naloga

OP

IJ SL

JI sl

AI Sodobni svet je poln avtomobilov in gneče. Električne rolke so odlično in vedno bolj priljubljeno prevozno sredstvo. Eden izmed razlogov, da ni uporaba električne rolke še bolj razširjena, je, da so v primerjavi z navadno rolko ali kolesom precej drage. Strošek je lahko nižji, če si električno rolko izdelamo sami. Namen raziskovalne naloge je preveriti, ali lahko najstnik brez tehničnega predznanja izdelava električno rolko, ki je tehnično primerljiva in cenejša od tistih na tržišču. V raziskavi obravnavamo električne rolke in njihovo delovanje. Pojasnimo izbiro sestavnih delov, ki so najbolj ustrezali predvidenim tehničnim in cenovnim zahtevam. Sestavne dele smo kupili prek spleta v tujini, nekaj pa v slovenskih trgovinah. Za izdelavo smo izbrali pogon na hub motor, ki je med električnimi rolkami dokaj nov, a je hkrati boljši od brezkrtačnega motorja na jermen, ki ga uporabljajo na večini električnih rolk. Idejo in smernice za sestavo smo poiskali na internetu. Sestavili smo električno rolko, ki je glede na hitrost in doseg primerljiva z električnimi rolkami iz trgovine. Tudi končna cena je nižja. Dokazali smo, da si lahko najstnik z vztrajnostjo in motivacijo izdelava električno rolko z daljinskim upravljanjem.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND OŠ Gorica Velenje, 2017/2018

CX electric skateboard/types of motors/ESC/range/speed

AU ČEBULAR, Danaj

AA KOPIĆ, Alen/ČEBULAR, Roman

PP

PB

PY 2018

TI MAKING OF AN ELECTRIC SKATEBOARD

DT RESEARCH WORK

NO

LA SL

AL sl/en

AB The modern world is filled cars and traffic. Electric skateboards are great and popular transportation devices. One of the reasons we don't see more of them is because of their high price compared to a standard skateboard or a bike. We can bring the cost down by making the skateboard ourselves. The purpose of this research work is to find out if a teenager, without any preknowledge, can make an affordable electric skateboard, that is technically similar and cheaper then the ones on the market. In our research, we deal with electric skateboards and their operation. We explain the choice of parts that suited our technical and financial demands best. We bought some of the parts online from abroad and some in Slovenian stores. We chose a hub motor for our build. The hub motor is relatively new amongst electric skateboards but is superior to the brushless motor with a belt, that is used on most electric skateboards. We found our ideas and guidelines for building online. We built an electric skateboard, that is comparable in speed and range to the electric skateboards from the store. The final cost is also lower. We have proven, that a teenager can build himself a remote controlled electric skateboard with persistence and motivation.

KAZALO VSEBINE

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | UVOD..... | 1 |
| 1.1 | Hipoteze raziskovalne naloge | 1 |
| 2 | PREGLED OBJAV | 2 |
| 2.1 | Električna rolka | 2 |
| 2.1.1 | Primer komercialne električne rolke..... | 2 |
| 2.1.2 | Primer doma izdelane električne rolke | 3 |
| 2.2 | Baterija..... | 4 |
| | Motor | 6 |
| 2.2.1 | Vrste motorjev | 6 |
| 2.2.2 | Hub motor ali motor na jermen | 9 |
| 2.3 | Električni upravljalac hitrosti..... | 10 |
| 2.3.1 | VESC | 12 |
| 2.4 | DESKA | 13 |
| 2.5 | Teža | 14 |
| 3 | MATERIALI IN METODE DELA | 15 |
| 3.1 | SESTAVNI deli | 15 |
| 3.2 | Polnilec baterij | 15 |
| 3.3 | Pritrjevanje motorja in koles | 16 |
| 3.4 | priprava škatel | 17 |
| 3.5 | Pritrditev ESC-ja..... | 18 |
| 4 | REZULTATI IN RAZPRAVA..... | 20 |
| 5 | ZAKLJUČEK | 24 |
| 6 | POVZETEK | 25 |
| 7 | ZAHVALA | 26 |
| 8 | VIRI IN LITERATURA | 27 |
| 9 | PRILOGE | 29 |

KAZALO SLIK

| | |
|---|----|
| Slika 1: Boosted board 2 [1] | 3 |
| Slika 2: Primer Li-Ionske baterije [4]..... | 5 |
| Slika 3: Izbrana LiPo baterija (Foto: D. Čebular) | 6 |
| Slika 4: Osnovna razdelitev električnih motorjev [6]..... | 7 |
| Slika 5: Enosmerni motor s ščetkami [6]..... | 8 |
| Slika 6: Enosmerni motor brez ščetk [6] | 9 |
| Slika 7: Kolesa in motor (Foto: D. Čebular) | 10 |
| Slika 8: ESC in daljinski upravljalnik (Foto: D. Čebular)..... | 11 |
| Slika 9: Primer VESC-a [8] | 12 |
| Slika 10: Pintail oblika [9]..... | 13 |
| Slika 11: Drop through oblika [10]..... | 13 |
| Slika 12: Drop deck oblika [11]..... | 14 |
| Slika 13: Double drop oblika [12] | 14 |
| Slika 14: Vsi deli električne rolke (Foto: D. Čebular)..... | 15 |
| Slika 15: IMAX B6AC polnilec baterij [13] | 16 |
| Slika 16: Pritrditev koles na desko (Foto: D. Čebular)..... | 17 |
| Slika 17: Škatle za ESC in motor (Foto: D. Čebular)..... | 18 |
| Slika 18: ESC pritrjen na škatlo (Foto: D. Čebular)..... | 18 |
| Slika 19: Dokončana rolka (Foto: D. Čebular)..... | 19 |
| Slika 20: Mehanski načrt izdelane rolke (Foto: D. Čebular)..... | 29 |

KAZALO PREGLEDNIC

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Primerjava doma narejene in komercialne rolke | 4 |
| Tabela 2: Cena sestavnih delov | 22 |
| Tabela 3: Primerjava naše in komercialne rolke..... | 24 |

KAZALO GRAFIKONOV

| | |
|---|----|
| Graf 1: Najvišja hitrost električne rolke | 20 |
| Graf 2: Doseg električne rolke..... | 22 |
| Graf 3: Delež vrednosti posameznih delov..... | 23 |

KAZALO KRATIC

AC – angl. Alternating current, izmenični tok

BMS – angl. Battery management system, sistem upravljanja baterij

DC – angl. Direct current, enosmerni tok

ESC – angl. Electronic speed controller, električni upravljalnik hitrosti

VESC – angl. Vedder electronic speed controller, Vedder električni upravljalnik hitrosti

Lbs – angl. Pound, funt

USD – angl. United States dollar, ameriški dolar

LiPo – angl. Lithium Polymer, litij polimer

Li-Ion – angl. Lithium ion, litij ion

NiMh – angl. Nickel Metal Hydride, nikelj železov hidrid

LiFe – angl. Lithium iron, litij železo

Ni-Cd – angl. Nickel Cadmium, nikelj kadmij

1 UVOD

Namen raziskovalne naloge je izdelati električno rolko vsaj pol ceneje, kot bi plačali za primerljivo električno rolko iz trgovine. Prav tako želimo preizkusiti zmogljivosti in karakteristike rolke.

Električne rolke so v zadnjem času postale zelo priljubljene. Njihova uporabnost se kaže predvsem v mestih, kjer so zaradi svojih majhnih dimenzij bolj praktične, kot je npr. kolo. Zaradi električnega motorja, ki ima veliko navora, se je mogoče z njimi peljati tudi po klančini z več kot 30-stopinjskim naklonom. Vsekakor lahko električna rolka v določenih okoliščinah nadomesti bolj tradicionalna prevozna sredstva v mestu. Ena izmed glavnih ovir, zaradi katerih tovrsten način prevoza ni bolj razširjen, je sicer relativno visoka cena. To je bil eden glavnih povodov, da smo se odločili izdelati tovrstno rolko za manj denarja.

1.1 HIPOTEZE RAZISKOVALNE NALOGE

Zastavili smo si naslednje hipoteze:

- Z doma izdelano električno rolko s hub pogonom bo mogoče doseči hitrost 25 km/h.
- Z doma izdelano električno rolko bo mogoče doseči razdaljo 7.5 km.
- Mogoče bo izdelati električno rolko s hub pogonom za manj kot 500 EUR.

2 PREGLED OBJAV

2.1 ELEKTRIČNA ROLKA

Električna rolka je prevozno sredstvo, ki nam omogoča hitro prevažanje v urbanem okolju. Zaradi svoje zasnove omogoča tudi vožnjo v hrib in zaviranje brez sile uporabnika. Obstaja več vrst električnih rolk. Izbiramo lahko med rolkami, ki jih je mogoče kupiti v trgovini, ali pa se odločimo za lastno izdelavo.

2.1.1 Primer komercialne električne rolke

Za primer komercialne električne rolke smo si izbrali eno najboljših ter najbolj priljubljenih električnih rolk longboard, znamke Boosted board 2 dual + (v nadaljevanju Boosted).

Boosted ima 2 motorja na jermen, ki zmoreta hitrost do 32 km/h oz. 22 mph, in ponuja dve velikosti baterij, tista z manjšo kapaciteto lahko rolko poganja 6 milj oz. 9,6 km. Rolka ponuja regenerativno zaviranje, kar pomeni, da motorja polnita baterijo, ko uporabnik zavira. Kolesa so široka 80 mm, kar je standardno za longboard, a je zaradi motorjev precej težka, saj tehta kar 7 kg oz. 15,5 lbs.

Poleg tega ima Boosted posebno aplikacijo, preko katere imamo pregled nad prevoženo razdaljo in stanjem baterije. Ima tudi dobro narejeno ohišje za vse električne dele ter se polni preko navadnega napajalnega vodnika (ni treba imeti posebnega polnilca).



Slika 1: Boosted board 2 [1]

Glede na specifikacije je Boosted rolka v več pogledih boljša kot doma narejena rolka, a je razlog, da te rolke niso množično uporabljene, v njihovi ceni. Cena osnovnega modela rolke je 1.706,78 USD, rolka z zgornjimi specifikacijami pa se začne pri ceni 1.950,78 USD. To je trikratna cena naše, doma narejene rolke.

2.1.2 Primer doma izdelane električne rolke

Električno rolko sestavljajo štiri glavni sestavni deli: baterija, motor, trupa in električni upravljalnik hitrosti (ESC). Pri izgradnji električne rolke imamo veliko možnosti, saj je na izbiro veliko različnih sestavnih delov. Za primer doma narejene električne rolke smo izbrali rolko, ki stane 417 USD. Ima hub motor s kolesi, širokimi 83 mm. Motor je priključen na 2 VESC-a, ki omogočata natančno kontrolo nad ESC-jem. Največja hitrost rolke je 29 km/h oz. 18 mph, pelje pa se lahko 16,6 km oz. 10,3 milj. Je ena lažjih električnih rolk, saj tehta samo 5,7 kg oz. 12,7 lbs. [2]

Tabela 1: Primerjava doma narejene in komercialne rolke

| Karakteristike | Doma narejena rolka | Boosted board 2 dual + |
|----------------|---------------------|------------------------|
| hitrost | 29 km/h | 32 km/h |
| teža | 5,7 kg | 7 kg |
| doseg | 16,6 km | 9,6 km |
| tip motorja | dvojni hub motor | dva motorja na jermen |
| tip baterije | LiPo | Li-ion |
| premer koles | 83 mm | 80 mm |
| cena | 339 EUR | 1.584 EUR |

2.2 BATERIJA

Izbirali smo med dvema tipoma baterij, in sicer t. i. LiPo (litij-polimerskimi) in Li-Ion (litij-ionskimi). Skupna lastnost obeh tipov baterij je, da so izdelane iz litija. Prednost takih baterij je v njihovi teži. Obstajajo tudi drugi tipi baterij, kot so Ni-Mh in svinčev akumulator. Ni-Mh baterije imajo visoko samopraznjenje ter omejeno življenjsko dobo v primerih, ko baterijo izpraznimo do konca ali pri velikih obremenitvah. Svinčev akumulator po navadi najdemo v avtomobilih. Njihova pomanjkljivost je velika teža in velikost, zaradi katere ni primeren za električno rolko.

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. 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. [3]

Prednosti Li-Ion baterij so:

- Visoka gostota energije z možnostjo izboljšanja;
- Visok električni tok;
- Ne zahtevajo posebnega (daljšega) prvega polnjenja;
- Ne zahtevajo vzdrževanja in skrbi za pravilne cikle polnjenja in praznjenja (ni spominskega efekta);
- Sorazmerno majhna izguba shranjene energije, ko baterije niso v uporabi.

Slabosti Li-Ion baterij so:

- 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;
- Pri nepravilni uporabi celic lahko pride do eksplozije.



Slika 2: Primer Li-Ionske baterije [4]

LiPo tehnologija uporablja suh polimeren elektrolit. Ohišje je iz posebne plastične folije, zato je takšna baterija lahko tanjša od 1 mm in v različnih oblikah, vendar je precej bolj občutljiva na mehanske poškodbe, zato je dobro, da je zaščitena z ustreznim ohišjem. [5]

Prednosti LiPo baterij so:

- Dobro razmerje med maso ter kapaciteto baterije;
- Nizka cena;

Slabosti LiPo baterij so:

- Staranje baterije se začne takoj, ko je ta izdelana;
- Občutljive so na pretirano izpraznjenje in prenapolnjenje;
- Življenjska doba je omejena časovno in na število ciklov polnjenja in praznjenja;
- Občutljivost na nizke in visoke temperature.



Slika 3: Izbrana LiPo baterija (Foto: D. Čebular)

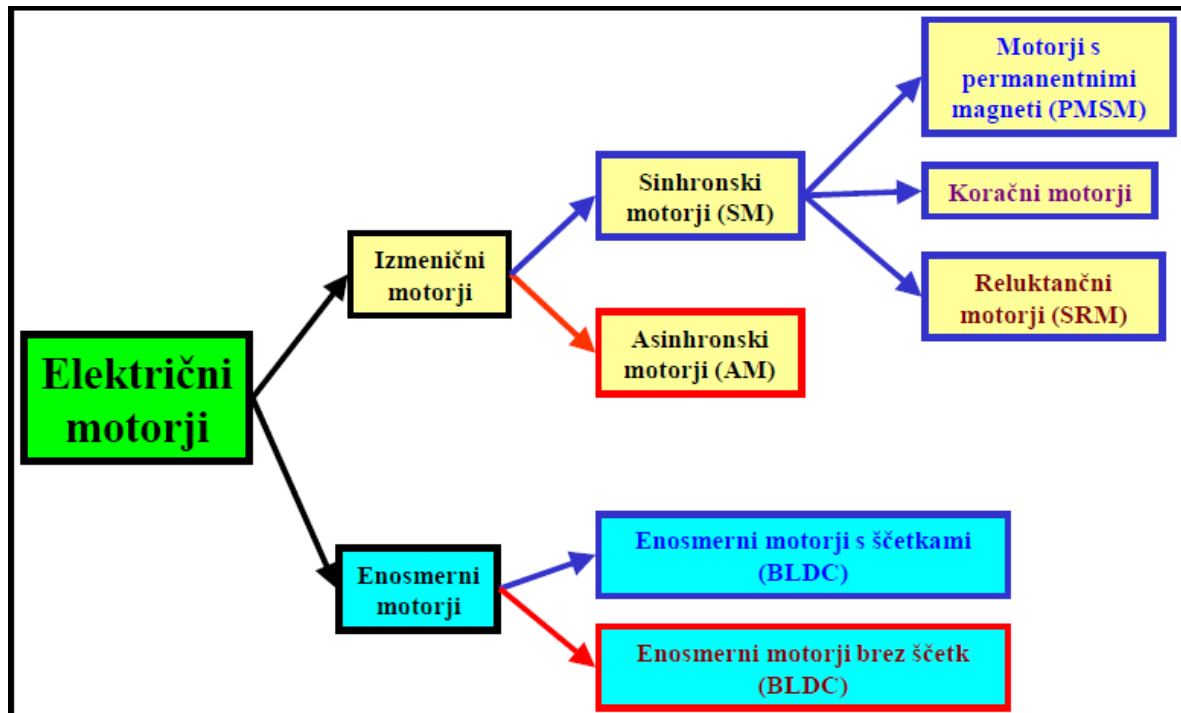
Po tehtnem premisleku smo se odločili za LiPo baterijo. Kljub temu da bi bila Li-Ionska baterija bolj učinkovita in bi dlje zdržala, je cena tovrstne baterije previsoka za moj predviden proračun. Li-Ionske baterije bi morali zvezati skupaj in dodati BMS (battery management system), da bi baterije delovale in se lahko polnile. Če bi baterije narobe zvezali, bi lahko prišlo do eksplozije. Za LiPo baterijo smo se odločili tudi zaradi pomankanja predznanja za izdelavo baterije iz Li-Ionskih baterij, saj smo se želeli izogniti potencialni nevarnosti v primeru napake.

MOTOR

2.2.1 Vrste motorjev

Električne motorje na splošno delimo na enosmerne in izmenične. Tipa motorjev se

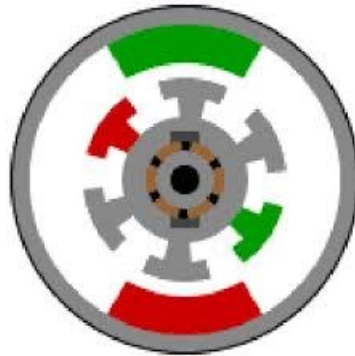
razlikujeta glede na napajalno napetost, na katero je motor priključen. Enosmerni motorji se naprej delijo na motorje s ščetkami in tiste brez njih. Izmenične motorje delimo na asinhronske in sinhronske. Sinhronski motorji so lahko s permanentnimi magneti, koračni in reluktančni.



Slika 4: Osnovna razdelitev električnih motorjev [6]

2.2.1.1 Enosmerni motor s ščetkami

Enosmerni motorji s ščetkami ali enosmerni motorji z mehansko komutacijo so še vedno najpogosteje uporabljeni motorji v pogonih s spremenljivo hitrostjo. Razlog za to je v prvi vrsti preprost opis dinamičnega modela motorja in s tem povezan sorazmerno enostaven in cenen sistem vodenja. Mehanski komutator dejansko predstavlja preprost razsmernik (DC-AC pretvornik), ki omogoča izmenične tokove v rotorju, medtem ko je tok pretvornika enosmeren. S tem se ustvarja izmenično vrtilno polje, ki omogoča vrtenje rotorja. [7]



Slika 5: Enosmerni motor s ščetkami [6]

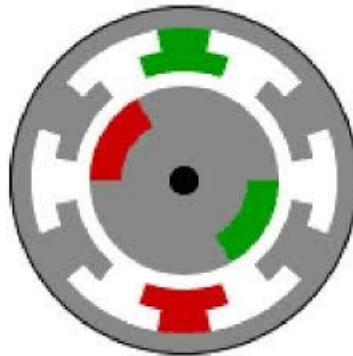
V standardnih primerih je notranji in vrteči se del motorja rotor, zunanji mirujoči del pa stator. Obstajajo tudi enosmerni motorji s ščetkami, kjer sta stator in rotor zamenjana in je tako stator notranji del, rotor pa zunanji vrteči se del.

Stator sestavljata dva magnetna, ki sta lahko permanentna ali elektromagnetna. Na splošno je vzbujanje izvedeno z elektromagneti, ki jih predstavljajo navitja v statorju. Poznamo več vrst vzbujanj: tuje, vzporedno, zaporedno in sestavljeno vzbujanje.

Rotor predstavljajo navitja, ki so priključena na mehanski komutator. Nasprotna pola se privlačita in rotor se vrti, dokler se ne poravnata. Ravno v tem položaju pa se ščetke pomaknejo na naslednji kontakt kolektorja in tok steče skozi navitja naslednjega pola rotorja. [7]

2.2.1.2 Enosmerni motor brez ščetk

Pri enosmernih motorjih brez ščetk bi lahko rekli, da se stator in rotor zamenjata. Permanentni magneti so na rotorju, motor pa poganjamo tako, da napajamo elektromagnete na statorju.



Slika 6: Enosmerni motor brez ščetk [6]

Ta tip motorja ima veliko prednosti. Prva prednost je, da za prenos energije ne potrebuje ščetk, ki so pri motorju s ščerkami pogosti vzrok za okvaro. Poleg tega je motor bolj tih, kar je za električno rolko zelo dobra lastnost. Na statorju lahko imamo več elektromagnetov kot na ščerkah, zato je motor brez ščetk tudi bolj natančen. Slaba stran motorjev brez ščetk je njihova cena, a je ta pogosto upravičena z daljšo življenjsko dobo motorja.

2.2.2 Hub motor ali motor na jermen

Pri sestavljanju električne rolke se navadno odločamo med motorjem na jermen ali hub motorjem. Prvi poganja kolo preko jermena, hub motor pa je vdelan v kolo ter ne potrebuje jermena za delovanje. V nadaljevanju obravnavamo prednosti in slabosti obeh zasnov.

1. Vzdrževanje

Pri motorju na jermen se lahko pokvari veliko stvari. Pogonski jermen se lahko nategne ali pade s kolesa ter ga je treba ponovno namestiti ali pa se celo pretrga. Hub motor teh težav nima.

2. Normalno roljanje

Hub motor nam omogoča, da se lahko na rolki poganjamo z ного (kar pride prav, če zmanjka baterij), motor na jermen pa tega ne zmore, ker ga ovira jermen.

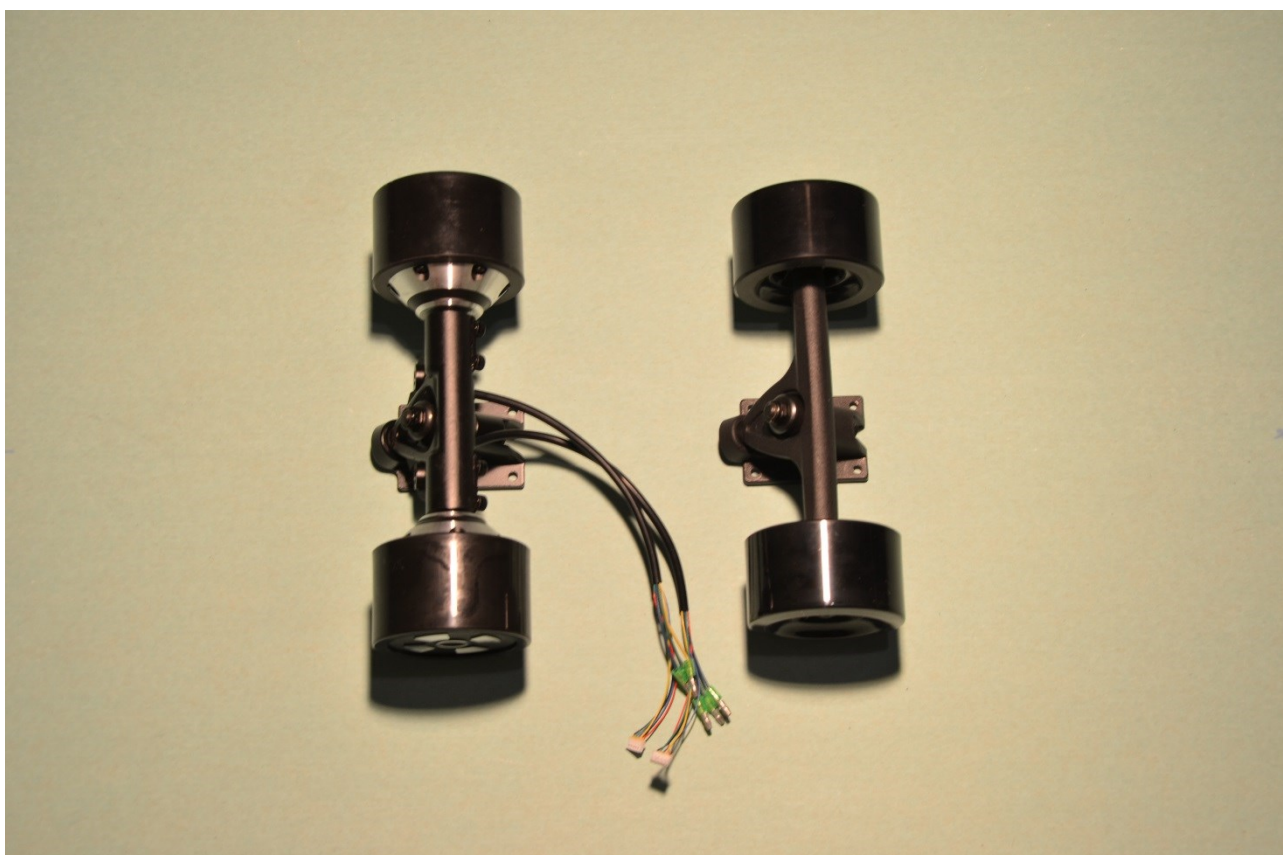
3. Zvok

Motor na jermen naredi veliko hrupa, ko je aktiven, ker ima odprto zgradbo. Zaradi integrirane izvedbe je hub motor veliko tišji.

4. Zaustavljanje

Motor na jermen potrebuje dalj časa, da zaustavi rolko, saj se sila prenaša preko jermena. Hub motor zaradi svoje zasnove zaustavi takoj.

Zaradi naštetih prednosti smo se odločili, da bomo pri našem projektu uporabili hub motor. Zanj smo se odločili tudi zato, ker je montaža takšnega motorja enostavnejša in vzdrževanje manj zahtevno. Motor smo kupili preko spletnega podjetja eBay za 115 EUR. Skupaj z motorjem smo dobili sprednja kolesa, matice in vijake za pritrditev koles in motorja na desko.



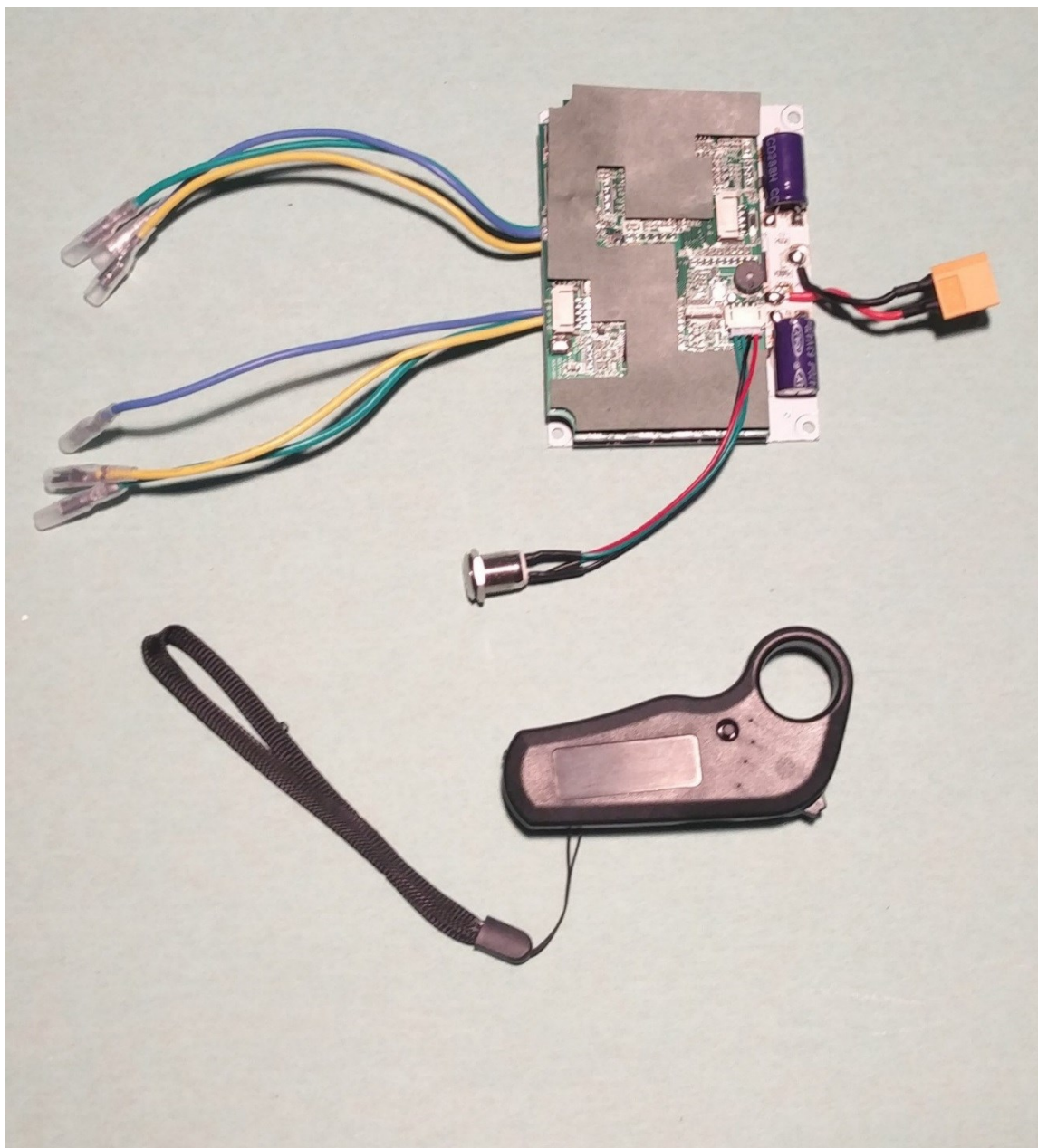
Slika 7: Kolesa in motor (Foto: D. Čebular)

2.3 ELEKTRIČNI UPRAVLJALEC HITROSTI

Električni upravljalca hitrosti je elektronsko vezje, ki nadzira in ureja hitrost električnega motorja, poleg tega pa nudi tudi dinamično zaviranje. Kratka oznaka zanj je ESC, kar pomeni electronic speed controller.

Izbrali smo ESC za dvojni hub motor. Kupili smo ga na internetni strani eBay pri istem trgovcu, pri katerem smo kupilo motorje. ESC je stal 49,89 EUR, zraven pa smo dobili še

daljinski upravljaliec, za katerega bi morali drugače odšteti dodatnih 30 EUR.



Slika 8: ESC in daljinski upravljalnik (Foto: D. Čebular)

2.3.1 VESC

Posebna različica ESC-jev se imenuje VESC. VESC je ESC, ki je namenjen izključno električnim rolkam. Poimenovan je po izumitelju Benjaminu Vedderju in pomeni Vedder ESC. Čeprav omogočajo večji nadzor nad količino napetosti, ki prihaja iz baterije do motorja, so VESC-i zelo dragi. Poleg tega bi v primeru uporabe VESC-a morali kupiti kar dva, saj ima naša rolka dvojni hub motor.



Slika 9: Primer VESC-a [8]

2.4 DESKA

Obstaja več različnih oblik desk za rolko longboard. Pri odločanju smo upoštevali dejstvo, da je rolka namenjena prevozu in ne izvajanju trikov.

Tipi longboardov so:

- **Pintail** oblika je navdihnjena po jadralski deski. Je dolga, ozka in najbolj priljubljena.



Slika 10: Pintail oblika [9]

- Pri **drop through** obliki podvozje gleda skozi desko, zato je ta nižje tlom, zaradi česar je tudi bolj stabilna.



Slika 11: Drop through oblika [10]

- Pri obliki **drop deck** je platforma, na kateri stojimo, spuščena glede na del, kjer je nameščeno podvozje. Ta oblika je najbolj udobna za potiskanje in ima boljšo stabilnost, vendar hitro izgubi oprijem.



Slika 12: Drop deck oblika [11]

- **Double drop** je kombinacija oblik drop through in drop deck. Omogoča najbolj udobno vožnjo.



Slika 13: Double drop oblika [12]

Po premisleku smo izbrali drop through dilo, ki jo prikazuje Slika 11. Pintail deska je bila preozka in prevelika, double drop in drop truck pa prenizka, tako da nismo imeli prostora za baterijo ter ESC. Podvozja nismo namestili skozi desko in s tem smo pridobil še več prostora pod rolko.

2.5 TEŽA

Naša rolka tehta skupaj z baterijo 6,5 kg (14,3 lbs). Glede na večja kolesa (90 mm) in težek hub motor je teža glede na ostale električne rolke zadovoljiva.

3 MATERIALI IN METODE DE LA

3.1 SESTAVNI DELI

Kupljeni deli za električno rolko so:

- ESC,
- hub motor,
- baterija,
- deska,
- vijaki,
- plastični škatli.

Poleg sestavnih delov rolke smo kupili tudi:

- polnilec za baterije in
- požarno vrečo za shranjevanje baterije.

Slika 14 prikazuje sestavne dele in dodatne potrebščine za delovanje in vzdrževanje rolke.



Slika 14: Vsi deli električne rolke (Foto: D. Čebular)

3.2 POLNILEC BATERIJ

Pri izbiri polnilca baterij smo morali izbrati takšnega, ki podpira tip naše baterije. Moral je imeti možnost polnjenja baterij s 6 celicami in napetost 22,2 V. Poleg tega je moral nuditi tudi uravnoteženo polnjenje oz. balance charging. To pomeni, da polni vse celice enakomerno, kar

podaljša življenjsko dobo baterije. Izbrali smo polnilec IMAX B6AC. Glavna razloga za izbiro sta bila nizka cena ter možnost enakomernega polnjenja. Ta polnilec lahko polni tako LiPo baterije kot tudi baterije tipa Li-Ion, LiFe, Ni-Cd in NiMh. Podpira LiPo baterije, ki imajo od 1 do 6 celic.



Slika 15: IMAX B6AC polnilec baterij [13]

3.3 PRITRJEVANJE MOTORJA IN KOLES

Za pritrditev koles in motorja na desko smo na začetku nameravali uporabiti vijake ter matice, ki smo jih dobili poleg motorja in koles. Zraven smo dobili tudi distančnike, a je bila deska že dovolj visoko in bi večja oddaljenost od tal samo zmanjšala stabilnost. Ker nismo uporabili distančnikov, so bili vijaki predolgi in tako neuporabni za rolko. Zato smo v tehnični trgovini kupili druge vijake za pritrditev koles, varovalne podložke ter vijake za pritrditev ESC-ja na desko. Uporabili smo varovalne matice, ki smo jih prejeli zraven vijakov in motorja.



Slika 16: Pritrditev koles na desko (Foto: D. Čebular)

3.4 PRIPRAVA ŠKATEL

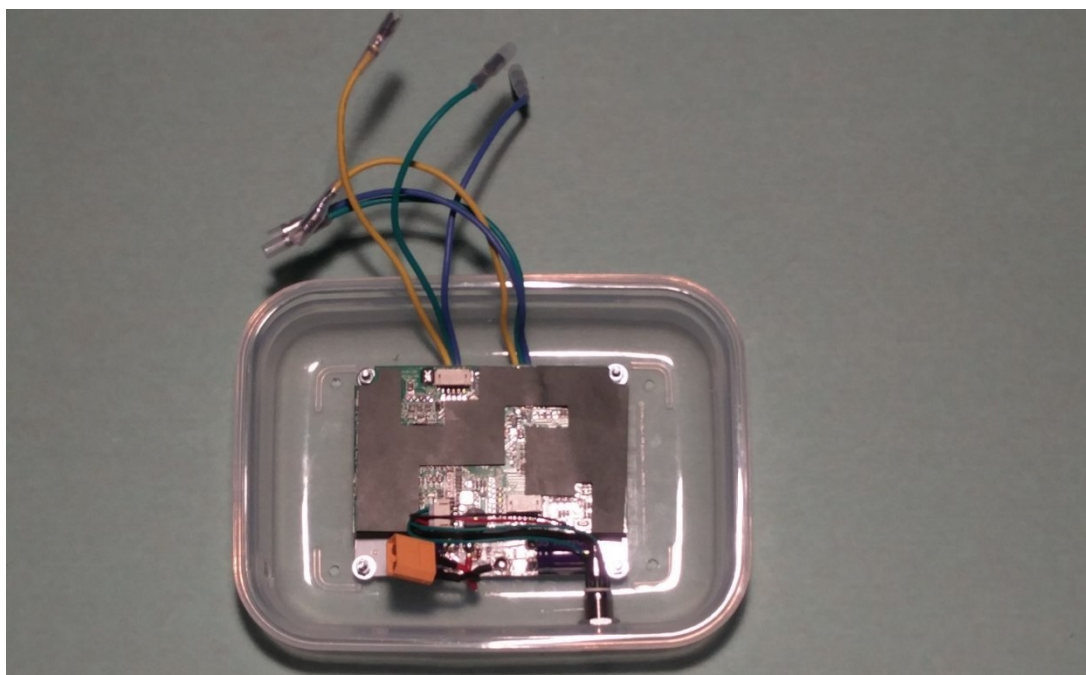
Da bi zagotovili varnost baterije in elektronike pred okoljskimi dejavniki, smo potrebovali neko zaščito. Zaščita mora omogočati enostavno odstranjevanje baterije za polnjenje. Izbrali smo plastične škatle za hrano. Idejo smo dobili na spletu, saj ima veliko doma narejenih električnih rolk tako zaščito. Kupili smo dve škatli, eno za baterijo in eno za ESC. Cena vsake je bila 4 EUR. Po nakupu škatel smo označili mesta, kjer je bilo treba narediti luknje za električni vodnik. V škatli za baterijo smo zvrtili samo eno luknjo za baterijski vodnik. Ker so vse komponente priključujejo na ESC, smo v škatlo za ESC zvrtili 3 luknje. Ena je bila potrebna za vodnike iz motorja, ena za baterijski vodnik in ena za gumb vklop/izklop.



Slika 17: Škatle za ESC in motor (Foto: D. Čebular)

3.5 PRITRDITEV ESC-JA

Ko so bile luknje prevrtane, smo ESC pritrdili na plastične škatle z vijaki, podložkami ter maticami.



Slika 18: ESC pritrjen na škatlo (Foto: D. Čebular)

Ko je bil ESC pritrjen na škatlo, smo z vijaki in podložkami pritrdili obe škatli (eno za ESC in eno za baterijo) na desko. Nato smo na konce vijakov dali termo krčljive cevi, da se vodniki ne bi poškodovali na vijakih. Priključili smo motor in baterijo v ESC ter dodali vezice na vodnike, da so ostali na mestu.



Slika 19: Dokončana rolka (Foto: D. Čebular)

Pred prvo vožnjo smo dodali k bateriji tudi zaščitno peno, ki se uporablja v pošiljkah, da se baterija ne bi dotikala vijakov in se poškodovala.

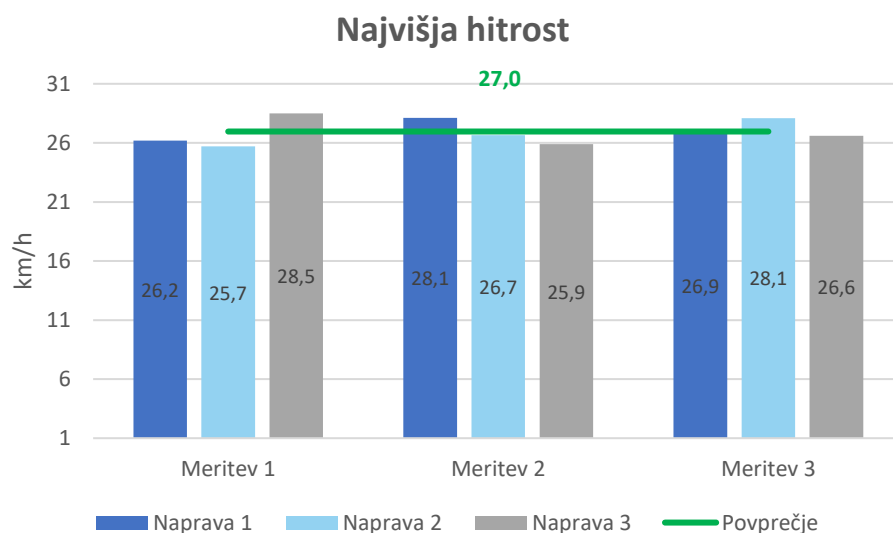
4 REZULTATI IN RAZPRAVA

Električne rolke so zelo priljubljene v večjih mestih v tujini, v Sloveniji pa jih je zaenkrat še relativno malo. Zaradi visoke hitrosti, dolgega dosega in drugih prednosti so električne rolke urbana prevozna sredstva prihodnosti. Eden glavnih zadržkov pri potencialnih uporabnikih je še vedno visoka cena. Glavni namen te raziskovalne naloge je bil preveriti, ali lahko najstnik brez predznanja izdelava cenovno ugodno rolko, ki bi bila primerljiva s tistimi na trgu. Glede na končni izdelek, smo ugotovili, da je to mogoče.

Pri zastavljanju hipotez smo izhajali iz zmogljivosti komercialnih rolnik ter njihovih specifikacij. Tako smo dobili približno predstavo o potencialnih zmožnostih naše rolke. Naše hipoteze so bile:

1. Z doma izdelano električno rolko s hub pogonom bo mogoče doseči hitrost 25 km/h

To hipotezo smo potrdili. Rolko smo testirali trikrat in pri tem uporabili tri različne merilne naprave. Meritve smo izvedli z dvema športnima urama in mobilnim telefonom. Na mobilnem telefonu smo uporabljali aplikacijo Sportstracker. Pri vseh napravah smo uporabljali GPS.



Graf 1: Najvišja hitrost električne rolke

Meritev 1 in 2 smo opravili na asfaltni potki v Šoštanju. Potka je imela naklon približno 10 stopinj, na njej ni bilo peska, prav tako pa ni bilo drugih dejavnikov, ki bi vplivali na delovanje rolke. Meritev 3 je bila opravljena na cesti pri kampu Jezero Velenje. Tam smo se 3 km peljali po cesti, ki je bila sorazmerno ravna in pokrita z veliko peska. Zato smo preostanek te meritve prevozili na parkirišču pred Merkurjem v Velenju. Tam je bil naklon približno 10 stopinj, dejavnikov, ki bi vplivali na delovanje rolke, kot je pesek, pa ni bilo. Stolpec, označen z oznako Naprava 1, prikazuje podatke, pridobljene s športno uro Polar m400, stolpec, označen z oznako Naprava 2, prikazuje podatke, pridobljene s športno uro Polar m200, stolpec, označen z oznako Naprava 3, pa prikazuje podatke, pridobljene z mobilnim telefonom z aplikacijo Sportstracker.

Povprečna izmerjena najvišja hitrost treh meritev s tremi napravami je bila 27 km/h.

Ugotovili smo, da na najvišjo hitrost vpliva stopnja napoljenosti baterije. Pri napetosti 25,2 V je bila hitrost med 2 in 3 km/h višja kot pri napetosti 24 V. Pri hitrosti in dosegu je treba upoštevati tudi težo uporabnika, saj bi se težji uporabnik peljal počasneje. V našem primeru je rolko testiral avtor naloge, ki je v tistem času tehtal malo več kot 50 kg.

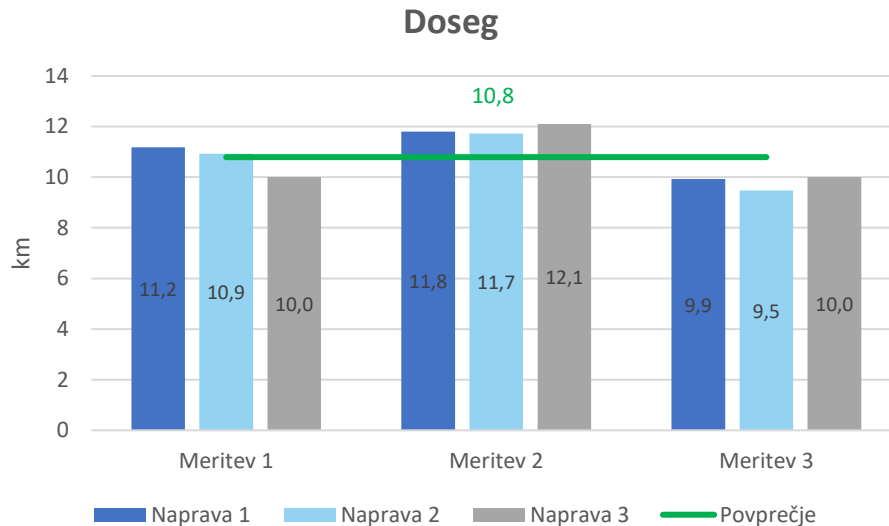
2. Z doma izdelano električno rolko bo mogoče doseči razdaljo 7,5 km

Hipotezo smo potrdili. Kapaciteta naše baterije je 3,8 Ah oz. 3800 mAh. Doseg smo testirali trikrat, in to z različnimi napravami:

- mobilni telefon znamke APPLE,
- mobilni telefon znamke ONEPLUS,
- ročna ura POLAR M200,
- ročna ura POLAR M400.

Meritev 1 smo opravili na cementirani poti v Šoštanju, kjer smo testirali tudi hitrost. Meritev 3 smo opravili na istem mestu kot Meritev 3 pri merjenju hitrosti. Večino časa smo se z rolko peljali pri najvišji hitrosti. Meritev 2 smo opravili na gladki površini v garaži ter se ves čas peljali pri srednji hitrosti. V optimalnih pogojih lahko rolka doseže približno 12 km, pri vsakdanji uporabi z vožnjo v hrib ter pogostejšim zaviranjem pa približno 8 km.

Povprečen izmerjen doseg treh meritev z različnimi napravami je 10,8 km. Najvišji doseg smo izmerili pri Meritvi 2 (12,1 km), najnižji pa pri Meritvi 3 (9,5 km).



Graf 2: Doseg električne rolke

3. Mogoče bo izdelati električno rolko s hub pogonom za manj kot 500 EUR

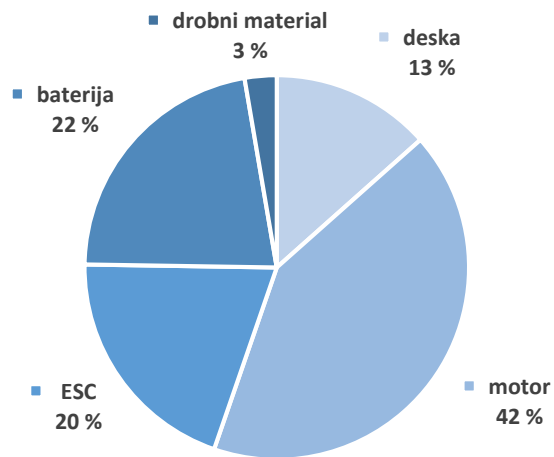
Hipotezo smo potrdili. Med izdelavo rolke smo naleteli na težave z baterijo, zato smo jo zamenjali z drugo, ki je bila 20 EUR dražja. Pri končni ceni smo upoštevali carino, nismo pa upoštevali poštnine, ki smo jo morali plačati zato, ker smo bili vezani na časovni rok.

Tabela 2: Cena sestavnih delov

| Sestavni del | Vrednost v EUR |
|-----------------|----------------|
| Deska | 49,95 |
| Motor | 155,55 |
| ESC | 74,19 |
| Baterija | 81,99 |
| Drobni material | 10,00 |
| Skupaj | 371,68 |

Na Graf 3 lahko vidimo, da predstavljata najvišji strošek motor in baterija. Ceno bi lahko znižali, če bi baterijo izdelali iz odpadnih baterij prenosnikov, kot je narejeno v raziskovalni nalogi Bluetooth rolka. [14]

Delež vrednosti posameznih delov



Graf 3: Delež vrednosti posameznih delov

5 ZAKLJUČEK

Med izdelovanjem električne rolke ter pisanjem raziskovalne naloge smo se zelo zabavali in se veliko naučili. Svoje znanje smo izboljšali predvsem na področju tehnike, saj smo se v raziskovalno nalogo podali brez predznanja. Veliko smo se naučili o elektromotorjih in njihovem delovanju, vrstah baterij ter delovanju električnih upravljalcev hitrosti. Dosegli smo glavni namen raziskovalne naloge, ki je bil izdelati tehnično primerljivo in cenejšo električno rolko od tistih na tržišču. Ceno bi lahko dodatno znižali tako, da bi desko izdelali sami iz vezane plošče, a je bil namen raziskovalne naloge predvsem preprosta izdelava. Baterijo bi lahko izdelali iz odpadnih baterij prenosnikov, kot sta to naredila Liber, J. in Plankelj, M. v svoji raziskovalni nalogi [14], a se tega nismo lotili zaradi premalo predznanja.

Tabela 3: Primerjava naše in komercialne rolke

| Karakteristike | Naša rolka | Boosted board 2 dual + |
|----------------|------------------|------------------------|
| hitrost | 27 km/h | 32 km/h |
| teža | 6,5 kg | 7 kg |
| doseg | 10,8 km | 9,6 km |
| tip motorja | dvojni hub motor | dva motorja na jermen |
| tip baterije | LiPo | Li-Ion |
| premer koles | 90 mm | 80 mm |
| cena | 372 EUR | 1.584 EUR |

Kot prikazuje Tabela 3, se lahko naša rolka glede na doseg in hitrost primerja s tistimi na trgu, vendar je v primerjavi z njimi slabša v nekaterih drugih pogledih. Tukaj lahko omenimo estetski videz ohišja za baterije in enostavno polnjenje. Prav tako nima mobilne aplikacije ter posebnega daljinca.

Menimo, da bi lahko našo električno rolko izboljšali na naslednje načine:

- 1) Dodali bi mikrokrmilnik in s tem omogočili polnjenje baterije brez odstranjevanja iz ohišja.
- 2) Dodali bi dodatno baterijo za večji doseg rolke, ki bi jo imeli spravljeno v nahrbtniku.
- 3) Kupili ali izdelali bi zanesljivejše in trpežnejše ohišje za baterijo in ESC.

6 POVZETEK

Sodobni svet je poln avtomobilov in gneče. Električne rolke so odlično in vedno bolj priljubljeno prevozno sredstvo, vendar pri nas uporaba še ni tako razširjena. Eden izmed razlogov je, da so v primerjavi z navadno rolko ali kolesom električne rolke precej drage. Strošek je lahko nižji, če si električno rolko izdelamo sami. Namen raziskovalne naloge je bil preveriti, ali lahko najstnik brez tehničnega predznanja izdelava električno rolko, ki je tehnično primerljiva in cenejša od tistih na tržišču. V raziskavi obravnavamo električne rolke in njihovo delovanje. Pojasnimo izbiro sestavnih delov, ki so najbolj ustrezali predvidenim tehničnim in cenovnim zahtevam. Kupili smo jih prek spleta v tujini, nekaj pa v slovenskih trgovinah. Za izdelavo smo izbrali pogon na hub motor, ki je med električnimi rolkami dokaj nov, a je hkrati boljši od brezkrtačnega motorja na jermen, ki ga uporabljajo na večini električnih rolk. Idejo in smernice za sestavo smo poiskali na internetu. Sestavili smo električno rolko, ki je glede na hitrost in doseg primerljiva s tistimi iz trgovine in tudi končna cena je bila nižja. Dokazali smo, da lahko najstnik z vztrajnostjo in motivacijo izdelava električno rolko z daljinskim upravljanjem.

7 ZAHVALA

Za pomoč pri izdelavi raziskovalne naloge se zahvaljujem:

- mentorju, g. Alenu Kopicu, saj me je med nastajanjem raziskovalne naloge ob vsaki težavi usmeril na pravo pot;
- svojemu očetu in mentorju, g. Romanu Čebularju, za pomoč pri izdelavi rolke ter testiranjih;
- ge. Branki Mestnik za pomoč pri izdelavi raziskovalne naloge in povzetka;
- svoji družini in sorodnikom za podporo in potrpežljivost med nastajanjem raziskovalne naloge;
- ge. Jerneji Verboten za lektoriranje raziskovalne naloge.

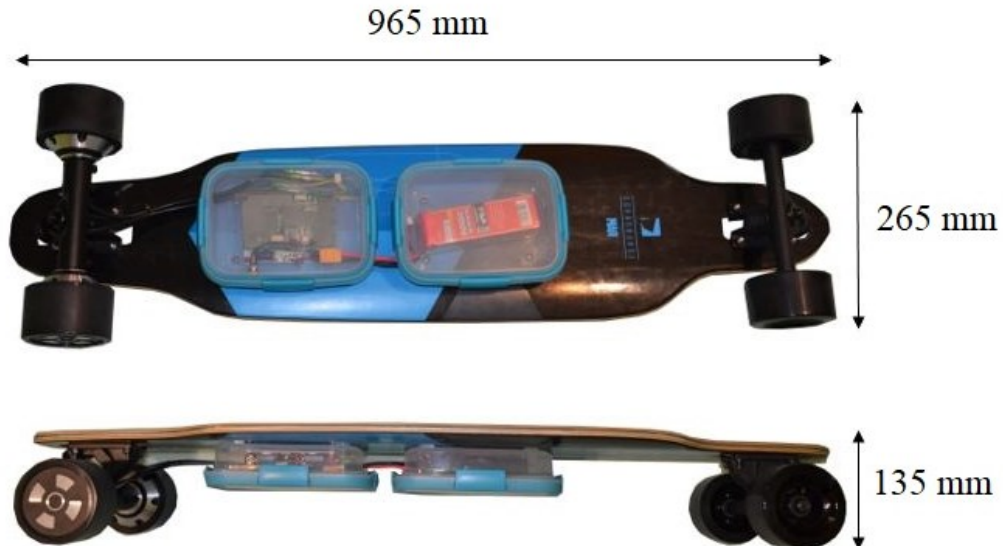
8 VIRI IN LITERATURA

- [1] „Boosted,“ [Elektronski]. Available: <https://boostedboards.com/board/>. [Poskus dostopa 14. december 2017].
- [2] Oren, „Youtube,“ 15. november 2017. [Elektronski]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=5_hDH7vXdcQ&t=317s. [Poskus dostopa 14. december 2017].
- [3] „Akumulator,“ [Elektronski]. Available: <http://faq.akumulator.si/index.aspx?category=17&id=116#vsebina>. [Poskus dostopa 18. november 2017].
- [4] „Power electronics news,“ [Elektronski]. Available: <https://www.powerselectronicsnews.com/technology/power-supplies-technology/aqueous-battery-lasts-50k-cycles/attachment/lithium-ion-battery>. [Poskus dostopa 14. januar 2018].
- [5] „Akumulator,“ [Elektronski]. Available: <http://faq.akumulator.si/index.aspx?category=17&id=118>. [Poskus dostopa 18. november 2017].
- [6] „eavto,“ [Elektronski]. Available: <http://eavto.si/opis-delovanja-elektricnih-motorjev/>. [Poskus dostopa 14. januar 2018].
- [7] H. Alenka, R. Miran in J. Karel, „RAZDELITEV IN PRIMERJAVA TIPOV ELEKTRICNIH MOTORJEV,“ [Elektronski]. Available: http://www.lu-rogaska.si/cms/controls/warehousehandler.ashx?path=/Vsebina/E_gradiva/Elektrotehnik_energetik/665.
- [8] „DIYELECTRIC,“ [Elektronski]. Available: <https://diyelectricskateboard.com/products/torque-esc-vesc-blcd-electronic-speed-controller>. [Poskus dostopa 18. januar 2018].
- [9] „Ebay,“ [Elektronski]. Available: <https://www.ebay.com/itm/Playshion-42-Inch-Pintail-Longboard-Skateboard-Complete-/182612677177>. [Poskus dostopa 19. november 2017].

- [10] „Ebay,“ [Elektronski]. Available: <https://www.ebay.com/itm/RAM-Longboard-Deck-cruiser-drop-through-brett-solitary-2-0-smu-FR-1-0-board/141937759796?hash=item210c265634:m:mEbCb5KymenJ9mSStc1HIZA>. [Poskus dostopa 19. november 2017].
- [11] „Orlando longboards,“ [Elektronski]. Available: <https://longboardorlando.com/products/pusher-20-longboard-larry-complete-skateboard-drop-deck>. [Poskus dostopa 19 november 2017].
- [12] „Amazon,“ [Elektronski]. Available: <https://www.amazon.com/8milelake-Professional-Longboard-Skateboard-Downhill/dp/B00YTMXO4O>. [Poskus dostopa 19. november 2017].
- [13] „Hobbyking,“ [Elektronski]. Available: https://www.google.si/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&ved=2ahUK Ewi49NjO2K_ZAhWNb1AKHSULB4QQjxx6BAgAEAI&url=https%3A%2F%2Fhobbyking.com%2Fen_us%2Fimax-b6-ac-v2-charger-discharger-1-6-cells-genuine-au-plug.html&psig=AOvVaw1gqeSULrbUISXsESwJxmX_&u. [Poskus dostopa 17. februar 2018].
- [14] J. Liber in M. Plankelj, *Bluetooth rolka*, Velenje, 2016.

9 PRILOGE

MEHANSKI NAČRT IZDELANE ROLKE



Slika 20: Mehanski načrt izdelane rolke (Foto: D. Čebular)

PODATKOVNI LIST DESKE

Maksimalna dovoljena teža: 100 kg

Velikost: 96,5 cm x 22,2 cm

Oblika deske: Droptthrough

Material: Kanadski javor

Število slojev: 8

PODATKOVNI LIST MOTORJA

Motor: 6364 hub motor

Tip motorja: motor brez krtač

Moč motorja: vsak 550 W

Napetost: 24V–42 V

Dolžina podvozja: 18 cm

Dimenzija koles: 90 mm x 53 mm

Teža: 1,05 kg

PODATKOVNI LIST ESC-JA

Dimenzije daljinskega upravljalca: 100 mm x 52 mm x 20 mm

Vhodna napetost: 22,2 V/25,9 V/37 V

Maksimalna moč: 2600 W (vsak motor 1300 W)

Dimenzije ESC-ja: 102 mm x 79 mm x 10 mm