

ŠOLSKI CENTER CELJE



Srednja šola za strojništvo, mehatroniko in medije

Raziskovalna naloga

# ELEKTRIČNI POGON SUP DESKE

Avtorja:

Andrej BELEJ, S-4.b

Vid PIKELJ, S-4.b

Mentor:

Martin AMON, mag. inž. str.

Celje, januar 2021

## IZJAVA

Mentor Martin Amon v skladu z 2. in 17. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljam, da je v raziskovalni nalogi z naslovom Električni pogon SUP deske, katere avtorica je Andrej Belej in Vid Pikelj:

- 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 2. in 17. 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.

## **ZAHVALA**

Zahvaljujema se mentorju g. Amon Martinu za sodelovanje, mentorstvo, pomoč in ključnih nasvetih pri sami izdelavi raziskovalne naloge. Za jezikovni pregled se zahvaljujema ga. Dragomiri Kunej. Zahvaljujema se tudi vsem, ki so nama pomagali kadarkoli v času izdelovanja te naloge.

# **ELEKTRIČNI POGON SUP DESKE**

**Ključne besede:** SUP, električni pogon, izdelava, 3D modeliranje, 3D tiskanje

## **POVZETEK**

Vsakodnevno se srečujemo z različnimi vrstami športov. Tako kot se razvija svet, se razvijajo tudi športi in športne aktivnosti. Poleg njih se razvijajo tudi športni pripomočki. Z izdelavo raziskovalne naloge bova predelala SUP v električno gnanega. SUP je športni pripomoček, ki se uporablja za SUP-anje. V tujini je ta vrsta športne aktivnosti veliko bolj prepoznavna kot pri nas. Z njegovo predelavo bova prikazala nek nov in bolj zabaven pristop k temu športu.

# **ELECTRICALLY POWERED SUP BOARD**

**Key words:** SUP, electric drive, production, 3D modeling, 3D printing

## **ABSTRACT**

There are different kinds of sports done on daily basis. The world is evolving and so are sporting activities. Besides, sporting equipment is being developed and improved. With this research paper we want to convert an ordinary SUP into an electric one. SUP is a piece of equipment for standup paddleboarding, which is one of the fastest growing activities on the water and much more acknowledged outside Slovenia. By converting the SUP we hope to show a new fun approach to this sport.

## KAZALO VSEBINE

|   |    |
|---|----|
| 1 UVOD .....  | 1  |
| 1.1 HIPOTEZE .....  | 1  |
| 1.2 STRUKTURA RAZISKOVALNEGA DELA .....                       | 1  |
| 1.3 NAMEN NALOGE .....  | 1  |
| 2 TEORETIČNI DEL SESTAVNIH DELOV .....                        | 2  |
| 2.1 ELEKTRIČNI MOTOR .....                                    | 2  |
| 2.2 BATERIJA .....  | 3  |
| 2.3 REGULATOR HITROSTI .....                                  | 3  |
| 2.4 DALJINSKI UPRAVLJALNIK .....                              | 4  |
| 2.5 VARNOSTNO STIKALO .....                                   | 4  |
| 2.6 VODNA PLAVUT SUP-A .....                                  | 4  |
| 2.7 PROPELER .....  | 6  |
| 3 ANALIZA TRGA .....  | 7  |
| 4 NAJINA IZBIRA KOMPONENT .....                               | 8  |
| 4.1 ELEKTRO MOTOR .....                                       | 8  |
| 4.2 BATERIJA .....  | 9  |
| 4.3 REGULATOR ENOSMERNEGA ELEKTRIČNEGA TOKA .....             | 10 |
| 4.4 DALJINSKI UPRAVLJALNIK .....                              | 11 |
| 4.5 VARNOSTNO STIKALO .....                                   | 12 |
| 5 VODNA PLAVUT IN PROPELER .....                              | 13 |
| 5.1 MODELIRANJE VODNE PLAVUTI .....                           | 13 |
| 5.2 MODELIRANJE PROPELERJA .....                              | 15 |
| 5.3 MODELIRANJE UPRAVLJALNIKA .....                           | 16 |
| 5.3 IZDELAVA PLAVUTI, PROPELERJA IN UPRAVLJALNIKA .....       | 18 |
| 5.3.1 PORABA MATERIALA, ČAS TISKANJA IN OKVIRNI STROŠKI ..... | 19 |
| 5.4 POGONSKI SKLOP .....                                      | 21 |

|   |    |
|---|----|
| 6 SESTAVLJANJE KONČNEGA IZDELKA .....                   | 23 |
| 7 PREIZKUS ELEKTRIČNEGA SUP-A IN NJEGOVO DELOVANJE..... | 25 |
| 7.1 REZULTATI TESTIRANJA NAJVIŠJIH HITROSTI .....       | 26 |
| 7.2 REZULTAT VZDRŽLJIVOSTI BATERIJE .....               | 27 |
| 8 ZAKLJUČEK.....  | 28 |
| 9 UPORABLJENI VIRI.....                                 | 29 |
| 10. PRILOGE .....                                       | 30 |

## KAZALO SLIK

|  |    |
|--|----|
| <i>Slika 1: Zgradba enosmernega elektromotorja</i> .....                             | 2  |
| <i>Slika 2: Univerzalni elektromotor</i> .....                                       | 3  |
| <i>Slika 3: Regulator hitrosti</i> .....   | 4  |
| <i>Slika 4: Plavut SUP-a</i> .....   | 5  |
| <i>Slika 5: Progresiven in konstanten korak</i> .....                                | 6  |
| <i>Slika 6: Prikaz analize trga</i> .....  | 7  |
| <i>Slika 7: Vodno hlajen brezkrtačni motor</i> .....                                 | 9  |
| <i>Slika 8: Regulator (ECS)</i> .....  | 11 |
| <i>Slika 9: Potenciometer</i> .....  | 11 |
| <i>Slika 10: Zmodelirani začetni modeli plavuti s prerezi</i> .....                  | 13 |
| <i>Slika 11: Trup plavuti s prostorom za regulator</i> .....                         | 14 |
| <i>Slika 12 : Zmodelirana plavut in njen prerez</i> .....                            | 14 |
| <i>Slika 13: Zmodeliran propeler</i> .....   | 15 |
| <i>Slika 14: Spletni kalkulator za izračun potrebnih parametrov propelerja</i> ..... | 16 |
| <i>Slika 15: Zmodelirana konstrukcija daljinca</i> .....                             | 17 |
| <i>Slika 16: 3D model daljinca s sestavnimi deli</i> .....                           | 17 |
| <i>Slika 17: En izmed izdelanih propelerjev</i> .....                                | 18 |
| <i>Slika 18: Natisnjena plavut</i> .....   | 18 |
| <i>Slika 19: Slika med tiskanjem plavuti ter tube</i> .....                          | 19 |
| <i>Slika 20: Pogonski sklop</i> .....  | 21 |
| <i>Slika 21: Razvoj ohišja in pogonskega sklopa</i> .....                            | 22 |
| <i>Slika 22: Vstavljene komponente v desno stran krila</i> .....                     | 23 |
| <i>Slika 23: Desna sestavljena stran daljinskega upravljalnika</i> .....             | 24 |
| <i>Slika 24: Testiranje SUP-a na Šmartinskem jezeru</i> .....                        | 25 |
| <i>Slika 25: Trenutek dosežene maksimalne hitrosti</i> .....                         | 26 |

## KAZALO TABEL

|   |    |
|---|----|
| <i>Tabela 1: Karakteristike motorjev</i> .....    | 8  |
| <i>Tabela 2: Tabela parametrov tiskanja</i> ..... | 20 |
| <i>Tabela 3: Tabela vseh stroškov</i> .....       | 20 |
| <i>Tabela 4: Rezultati testiranja</i> .....       | 26 |



## **UPORABLJENE KRATICE**

SUP - "Standup paddleboard"

Li-Ion – litij ionska baterija

NiMh – "nickel metal hydride"

NiCd – "nickel cadmium"

Li-Po – litij polimerska baterija

PETG - "Polyethylene Terephthalate Glycol"

PLA strong - "polylactic acid"

mm - milimeter

ESC - "Electronic Speed Controller"

GPS - "Global Positioning System"

# 1 UVOD

Za raziskovalno nalogo sva se odločila modernizirati napihljiv SUP v električno gnanega. Idejo za ta projekt nama je predstavil mentor. Projekta sva se z veseljem lotila, saj imava rada izzive, ker veva, da se lahko iz njih največ naučiva in pridobivava nova znanja. Projekt zahteva veliko znanja na področju elektrike in ker sva po poklicu strojnika, nama je mentor na tem področju veliko pomagal. Raziskovanja sva se najprej lotila z raziskavo že obstoječega trga, ki je zelo razvit v tujini, pri nas pa tega trga nisva opazila. Ob videnem trgu sva preučila prednosti in slabosti teh naprav, ob tem pa tudi skušala narediti neko verzijo, ki je primerna za naju. Nekatere komponente, ki sva jih potrebovala, so bile zelo kompleksne izvedbe in sva jih bila primorana naročiti. Druge komponente pa sva izdelala sama oziroma s pomočjo mentorja.

## 1.1 HIPOTEZE

V okviru raziskovalne naloge sva si zadala naslednje hipoteze:

- 1. hipoteza: Želiva doseči hitrost nad 3 m/s oziroma čim višjo.
- 2. hipoteza: Predvidevava, da skupni stroški ne bodo presegli vrednosti 500 €.
- 3. hipoteza: Pod polno obremenitvijo motorja bo baterija zmogla 15 minut delovanja, pod normalno obremenitvijo pa približno pol ure.
- 4. hipoteza: Meniva, da korak ladijskega vijaka vpliva na hitrost.

## 1.2 STRUKTURA RAZISKOVALNEGA DELA

V prvem sklopu raziskovalne naloge sva raziskala trg in primerjala njihove izdelke enega z drugim. V drugem sklopu sva na splošno predstavila vse sestavne dele plavuti in njihovo delovanje. V tretjem sklopu sva opisala izbiro najinih komponent za plavut. Sledil je opis modeliranja vsakega dela plavuti, propelerja in upravljalnika. Nato sva opisala posamezne postopke izdelave. Naredila sva cenovno in časovno analizo tiskanja in cenovno analizo kupljenih delov. Na koncu so sledili še rezultati raziskave, kjer sva potrdila oz. ovrgla hipoteze.

## 1.3 NAMEN NALOGE

Najin osnovni namen naloge je, da preučiva izdelke konkurence in poskusiva nadgraditi njihove slabosti, kot je premajhna hitrost. Najin izdelek bo iz plastike, zato morava paziti na vodotesnost. Na podlagi raziskave bova naredila izboljšane modele od konkurence. Glavni namen je narediti električno gnani model z zelo dostopno ceno.

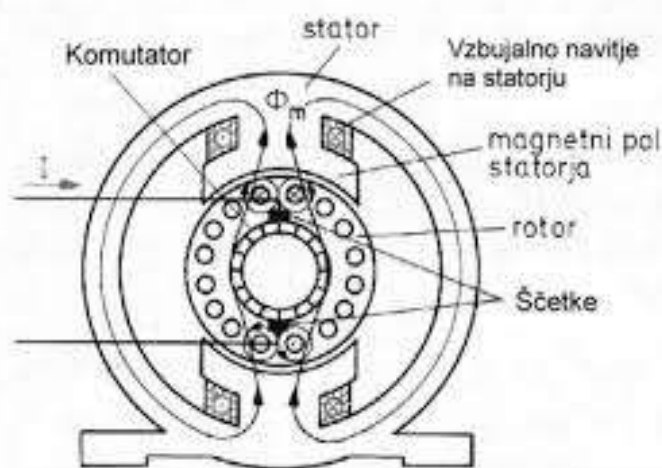
## 2 TEORETIČNI DEL SESTAVNIH DELOV

Pri najinem projektu bova potrebovala naslednje sestavne dele:

### 2.1 ELEKTRIČNI MOTOR

Električni motor je naprava, ki pretvarja električno energijo v mehansko. Poznamo jih v različnih izvedbah: [4]

- **Motorji na enosmerni tok** - ti motorji so namenjeni priključitvi na vir enosmerne električne napetosti. [Slika 1] Glavni sestavni deli teh motorjev so:
  - Stator** je nepomični del motorja, kjer je bakreno navitje okoli njega.
  - Rotor** je vrteči se del, ki se vrti zaradi elektromagnetnega polja statorja.
  - Komutator** je sestavljen iz izoliranih bakrenih lamel, ki so nameščene na osi rotorja.
  - Krtačke** oz. ščetke se dotikajo komutatorja in zato prevajajo električni tok.



Slika 1: Zgradba enosmernega elektromotorja

(Vir: [https://zpm-mb.si/wp-](https://zpm-mb.si/wp-content/uploads/2015/06/S%C5%A00_Elektrotehnika_Krmiljenje_DC_motorja_s_PWM_signalom.pdf)

[content/uploads/2015/06/S%C5%A00\\_Elektrotehnika\\_Krmiljenje\\_DC\\_motorja\\_s\\_PWM\\_signalom.pdf](https://zpm-mb.si/wp-content/uploads/2015/06/S%C5%A00_Elektrotehnika_Krmiljenje_DC_motorja_s_PWM_signalom.pdf))

- **Motorji na izmenični tok** - so motorji, ki potrebujejo priključni vir izmenične električne napetosti. Sestavljata ga dva glavna sestavna dela: stator in rotor. Na stator je nameščeno večfazno navitje (največkrat trifazno). Magnetno polje ustvarja elektromagnetni navor, ki vrti rotor. [Slika 2] Vrtilni hitrosti pogojuje električno omrežje, na katerega so priključeni; to so:

**Sinhroni motorji** – vrtilna hitrost rotorja je enaka vrtilnemu magnetnemu polju.

**Asinhroni motorji** – vrtilna hitrost rotorja je nekoliko počasnejša kot vrtilno magnetno polje.

**Univerzalni motorji** – njihove glavne značilnosti so visoka vrtilna hitrost (več kot  $10000\text{min}^{-1}$ ), majhne dimenzije in velika moč.

**Krtačni motorji** – so motorji s notranjim komutatorjem in ogljikovimi ščetkami. Hitrost se spreminja s spremembo obratovalne napetosti in jakosti magnetnega polja.

**Brezkrtačni motorji** – so električni motorji, ki nimajo komutatorjev ali drsnih obročev, namesto tega imajo krmilno elektroniko.



*Slika 2: Univerzalni elektromotor*

(Vir: <https://www.domel.com/sl/izdelki/brezkrtacni-motorji-pogoni-motorji-ec-motorji-pms>)

## 2.2 BATERIJA

Baterija je naprava, ki je sestavljena iz elektrokemičnih celic. Ta spreminja kemično energijo v električno oziroma obratno pri polnilnih baterijah. Poznamo primarne in sekundarne baterije. Primarne baterije so za enkratno uporabo, saj jih ni mogoče še enkrat napolniti. To so alkalne baterije. Sekundarne baterije so za večkratno uporabo, saj jih je mogoče večkrat napolniti. Smer toka spremeni baterijo v originalno prvotno stanje. Sekundarne baterije so svinčeni akumulatorji, Li-Ion, NiMh, NiCd, Li-Po.... [1]

## 2.3 REGULATOR HITROSTI

Regulator hitrosti je elektronsko vezje, ki nadzira in uravnava hitrost elektromotorja. Omogoča dinamično zaviranje (z zaviranjem električnega motorja pridobimo električno energijo) in vzvratno vožnjo. [Slika 3]



*Slika 3: Regulator hitrosti*

(Vir: <https://www.astanadigital.com/products/6-30V-DC-Motor-Speed-Controller-Reversible-PWM-control-Forward---Reverse-Switch/1304>)

## **2.4 DALJINSKI UPRAVLJALNIK**

Daljinski upravljalnik je elektronska naprava, ki se uporablja za upravljanje raznih sistemov. Poznamo brezžične in žične upravljalnike. [3]

**Brezžični upravljalniki** – z njimi lahko pošljamo signal preko infrardeče svetlobe (TV daljinec), Bluetooth signala in Wi-Fi omrežja.

**Žični upravljalniki** – z njimi pošljamo signal preko žičnega kabla do naprave.

## **2.5 VARNOSTNO STIKALO**

Je stikalo, ki se uporablja za izklop naprave v izrednih razmerah (npr. poškodbe, nepredvidljiva okvara stroja ...). Stikalo je nameščeno na takšnem mestu, da je hitro dostopno. Zaradi tega lahko pride do zlorabe, saj ima vsak dostop do njega. Naprave s tem stikalom so veliko varnejše kot naprave, ki tega sistem nimajo. Poznamo tudi takšne, ki so s pomočjo "vrvice" pritrjene na varnostno stikalo. Ko izvlečemo to "vrvice", ima stikalo isto funkcijo kot navadno.

## **2.6 VODNA PLAVUT SUP-A**

Cilj vodne plavuti pri SUP-u je, da je hidrodinamične oblike in ima čim manjši upor v tekočini. Osnovna oblika plavuti je oblikovana po obliki kapljice, saj ima kapljica najbolj ergonomično

obliko. To pomeni, da je plavut s sprednje strani zaokrožena, zadek pa je speljan v obliki konice.

[Slika 4]

Plavut mora biti iz materiala, ki zdrži vplive morske vode (to pomeni, da ne oksidira). Material plavuti mora biti tudi dovolj trden, da zdrži vse sile, ki delujejo nanj, ter dovolj žilav, da ob udarcu ne utrpi prevelikih poškodb.

Mesto pritrditve je standardizirano, tako na SUP-u kot na plavuti. Plavut je pritrjena na SUP tako, da jo potisnemo po "vodilu" in nato zavarujemo spojitve z "zatičem".



*Slika 4: Plavut SUP-a*

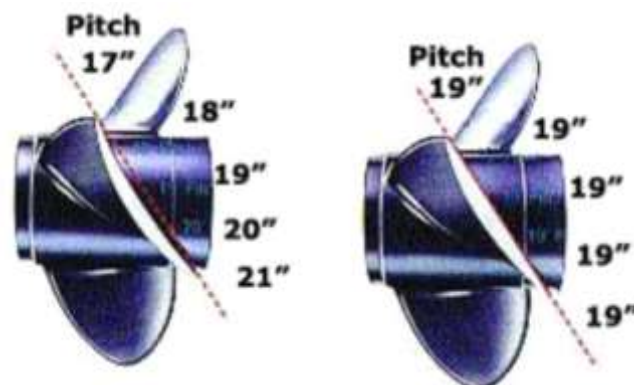
(Vir: <https://brunei.desertcart.com/products/104709895-tbest-sup-fin-surf-sup-fin-detachable-center-fin-removable-stand-up-paddle-board-surfboard-tail-rudder-plastic-surfing-watershed-fin-for-long-board-surfboard-paddleboard>)

## 2.7 PROPELER

Propeler je naprava oziroma strojni element z najmanj dvema krakoma. Njegova funkcija je pretvarjanje momenta v vlečno ali potisno silo. Poznamo letalske in ladijske, ki se razlikujejo po mediju, v katerem so. Pri letalskih vijakih je medij zrak, pri ladijskih pa voda. Propeler sestavljajo kraki, ki s sprednje strani zajemajo medij, z zadnje pa ga oddajajo. V tem procesu nastane tlačna razlika med sprednjo in zadnjo stranjo propelerja, zaradi česar pride do pretoka medija. [5]

Pri izbiri propelerja je prisotnih več dejavnikov, na katere moramo biti pozorni. Zaradi zelo obsežnega predznanja, ki bi ga potrebovali za izdelavo popolnega propelerja, sva se odločila, da upoštevava samo glavni karakteristiki propelerja, ki sta:

- **Zunanji premer lopatic propelerja** je premer, ki ga tvorijo zunanji robi lopatic. Odvisen je od naše ciljne hitrosti, s katero se želimo peljati. Pri nižjih hitrostih je priporočljiv večji premer kot pri višjih hitrostih, če upoštevamo, da je moč motorja in prestavno razmerje enako. Torej premer se večja, če se vrtljaji na minuto manjšajo.
- **Korak navoja lopatic** je razdalja, ki bi jo naj propeler naredil z enim polnim obratom. Poznamo dve vrsti korakov: postopen ali progresiven korak (slika 5 na levi strani) in konstanten korak (slika 5 na desni strani). Progresivni korak se največkrat uporablja pri visoki kotni hitrosti propelerja, da lahko propeler "lomi" vodo. Velikost koraka pa je odvisna od naše ciljne hitrosti, ki jo želimo doseči. Večjo hitrost, kot želimo doseči, večji mora biti korak. Ob primeru, da je korak navoja majhen, hitrost vrtenja pa velika, bomo imeli zelo velike pospeške, vendar ne bomo mogli doseči tako velike končne hitrosti. Prav tako pa bo izkoristek propelerja zelo majhen. [Slika 5]



Slika 5: Progresiven in konstanten korak

(Vir: <https://argonaute.pagesperso-orange.fr/Helice.pdf>)

### 3 ANALIZA TRGA

Pred izdelavo samega izdelka sva natančno analizirala in pregledala že obstoječi trg. To je ključno sploh za izdelek najine vrste, ki ga lahko ljudje uporabljajo vsakodnevno in ga pred nakupom primerjajo že z obstoječimi izdelki.[2]

Analize sva se lotila tako, da sva preko spleta najprej raziskala več podjetij, ki proizvajajo električno gnane SUP-e. Njihove izdelke sva primerjala po obliki plavuti, moči motorja, velikosti baterije, hitrosti, ki jo lahko dosežejo, in ceni. Ugotovila sva, da imajo motorji v povprečju velikost približno 700 W, življenjska doba baterije je okrog ene ure pri zmerni obremenitvi, hitrost, ki jo lahko dosežejo, pa je okrog 7 km/h. Cena podobnih SUP-ov, kakršnega bova izdelala, je približno 2500 EUR. [6]

Po narejeni analizi sva podatke, ki sva jih pridobila, med sabo primerjala. Na podlagi teh podatkov sva se odločila, katere komponente bova potrebovala za najin SUP. Zaradi že zastavljenih ciljev oziroma hipotez, sva bila primorana te komponente malo spremeniti. [Slika 6]



*Slika 6: Prikaz analize trga*

(Vir: <http://www.bizi.si/blog/dobra-analiza-trga-je-kljucna-ee07d664-c1ef-4cb0-aa4e-2d0b5466c73f>)



## 4 NAJINA IZBIRA KOMPONENT

Od zgoraj naštetih komponent sva izbrala nama primerne komponente. Večino komponent sva bila primorana naročiti preko spleta, saj jih ne bi bilo mogoče izdelati. Komponente sva naročila preko spletne strani HobbyKing, saj ima pestro izbiro. Večina komponent mora biti tudi vodoodpornih, saj so konstantno v stiku z vodo.

### 4.1 ELEKTRO MOTOR

Odločila sva se, da bova izbrala brezkrtačni motor, saj sva zasledila, da ima veliko prednosti pred krtačnim. Te so: manjša obraba sestavnih delov, daljša življenjska doba, manjše dimenzije, manjša masa in večja moč. Motor mora biti tudi vodno hlajen, saj bo prišlo do velikega pregrevanja zaradi velike vrtilne hitrosti. Za hlajenje motorja bova uporabila kar vodo, na kateri se bo "supalo". Od sprednjega dela plavuti bo voda preko cevi speljana do motorja in nato še do regulatorja, potem pa bo speljana nazaj v okolje.

Izbrala sva tri motorje, ki ustrezajo najinim potrebam. [Tabela 1] Da bi dobila motor, ki je najbolj primeren za naju, sva jih primerjala po naslednjih karakteristikah:

*Tabela 1: Karakteristike motorjev*

|                        | Motor 1  | Motor 2 | Motor 3 |
|------------------------|----------|---------|---------|
| Moč [W]                | 5280     | 3050    | 1800    |
| Obrati na volt [kv]    | 730/1280 | 620     | 1460    |
| Maksimalni el. tok [A] | 128/229  | 105     | 72      |
| Vodno hlajenje         | Da       | Da      | Da      |
| Brez krtačni motor     | Da       | Da      | Da      |
| Cena [€]               | 97,10    | 64,74   | 37,55   |

Povezava do motorja 1 ([https://hobbyking.com/en\\_us/turnigy-aquastar-t20-3t-730kv-1280kv-water-cooled-brushless-motor.html?queryID=2ef11505911effdf27e52135d6bfeca&objectID=45198&indexName=hbk\\_live\\_magento\\_en\\_us\\_products&\\_\\_store=en\\_us](https://hobbyking.com/en_us/turnigy-aquastar-t20-3t-730kv-1280kv-water-cooled-brushless-motor.html?queryID=2ef11505911effdf27e52135d6bfeca&objectID=45198&indexName=hbk_live_magento_en_us_products&__store=en_us)).

Povezava do motorja 2 ([https://hobbyking.com/en\\_us/turnigy-aquastar-4084-620kv-water-cooled-brushless-motor.html?queryID=e35976c377b48b146ad2e9b1bc09e065&objectID=47162&indexName=hbk\\_live\\_magento\\_en\\_us\\_products](https://hobbyking.com/en_us/turnigy-aquastar-4084-620kv-water-cooled-brushless-motor.html?queryID=e35976c377b48b146ad2e9b1bc09e065&objectID=47162&indexName=hbk_live_magento_en_us_products)).

Povezava do motorja 3 ([https://hobbyking.com/en\\_us/turnigy-aquastar-3660-1460kv-water-cooled-brushless-motor.html?queryID=d044b1b07fc33faa2a962c38ff1e7718&objectID=40497&indexName=hbk\\_live\\_magento\\_en\\_us\\_products](https://hobbyking.com/en_us/turnigy-aquastar-3660-1460kv-water-cooled-brushless-motor.html?queryID=d044b1b07fc33faa2a962c38ff1e7718&objectID=40497&indexName=hbk_live_magento_en_us_products)).

Po primerjanju sva ugotovila, da je motor 2 najbolj primeren za naju. Motor ima maksimalno moč 3,05 kW in je za najine potrebe zelo močan. Za takšno moč motorja sva se odločila, ker bodo posledično obrati nižji (od 8000 do 9000 min<sup>-1</sup>). Ker sva izbrala 4 celično baterijo namesto baterijo z več celicami, ne bo prisotna tako visoka električna napetost, kar pomeni, da bo maksimalna moč danega motorja približno 1,6 kW. Zaradi manjše moči motorja bo poraba električne energije manjša in tako posledično tudi daljša časovna zmogljivost baterije. Motor ima tudi možnost 15–17 sekundne polne obremenitve. [Slika 7]



*Slika 7: Vodno hlajen brezkrtačni motor*

(Vir: [https://hobbyking.com/en\\_us/turnigy-aquastar-3660-1460kv-water-cooled-brushless-motor.html?queryID=d044b1b07fc33faa2a962c38ff1e7718&objectID=40497&indexName=hbk\\_live\\_magento\\_en\\_us\\_products](https://hobbyking.com/en_us/turnigy-aquastar-3660-1460kv-water-cooled-brushless-motor.html?queryID=d044b1b07fc33faa2a962c38ff1e7718&objectID=40497&indexName=hbk_live_magento_en_us_products))

## 4.2 BATERIJA

Izbrala sva litij polimersko baterijo. Ta baterija ustreza regulatorju, saj ta deluje na ta tip baterije. Glede na moč motorja in njegovo porabo sva izračunala približno velikost baterije, ki jo potrebujeva za pogon SUP-a pri polni obremenitvi za 15 min.

$U_{max} = 14,8 \text{ V}$  (električna napetost)

$I_{max} = 105 \text{ A}$  (električni tok)

$$P_{max} = U_{max} * I_{max} = 14,8V * 105A \doteq 1554W$$

$P_{max} = \text{????}$  (moč motorja) [W]

Ker motor ne bo ves čas deloval s polnimi obrati, sva pri izračunu upoštevala povprečno obremenitev, ki je 50 % maksimalne obremenitve motorja.

$$P_{povpr.} = 50\% * P_{max} = 50\% * 1554W = 777W$$

$$I_{povpr.} = \frac{P_{povpr.}}{U_{max}} = \frac{777W}{14,8V} = 52,5A \qquad I_{max} = \frac{P_{max}}{U_{max}} = \frac{1554W}{14,8V} = 105A$$

Glede na maskimalno moč motorja in njegovo porabo sva izračunala približno velikost baterije, ki jo potrebujeva za pogon SUP-a pri polni obremenitvi za 15 min delovanja oz. vožnje.

$$t = 15\text{min} = 0,25\text{h (čas)}$$

$$I_{max} = 105A \text{ (električni tok)} \qquad C = I_{max} * t = 105A * 0,25h = 26Ah$$

C=??? - kapacitivnost baterije [Ah]

Zanima naju tudi potrebna velikost baterije ob povprečni moči motorja in času 15min, saj SUP ne bo polno obremenjen ves čas.

$$t = 15\text{min} = 0,25\text{h (čas)}$$

$$I_{povpr.} = 52,5A \text{ (električni tok)} \qquad C = I_{povpr.} * t = 52,5A * 0,25h = 13Ah$$

C = ??? - kapacitivnost baterije [Ah]

S tem izračunom sva ugotovila, da potrebujeva okoli 13 Ah veliko baterijo. Ker sva omejena s skupnimi stroški projekta, sva to velikost prilagodila. Kupila sva 10 Ah baterijo, saj bo ravno primerna za to nalogo. Če bi ta čas bil za uporabnika premajhen, se lahko dokupi večjo baterijo ali dodatno, saj je napeljava že predhodno nameščena za dodatno.

#### **4.3 REGULATOR ENOSMERNEGA ELEKTRIČNEGA TOKA**

Izbiro regulatorja sva prilagodila izbiri motorja, saj sva morala poskrbeti, da bo dovolj močan. Izbrala sva ESC regulator hitrosti s močjo toka 120 A. Regulator deluje na Li-Po baterije, zato sva bila primorana takšne tudi naročiti. Ima tudi možnost vodnega hlajenja. Midva sva to možnost tudi uporabila, saj sva predvidevala, da se bo pregreval. Hlajenje sva uvedla tudi zato, da ne bo upadla učinkovitost. [Slika 8]



*Slika 8: Regulator (ECS)*

(Vir: [https://hobbyking.com/en\\_us/turnigy-rc-boat-esc-120a.html?queryID=de60f2c2b0a31cba73ed9469446f2a77&objectID=73854&indexName=hbk\\_live\\_magento\\_en\\_us\\_products&store=en\\_us](https://hobbyking.com/en_us/turnigy-rc-boat-esc-120a.html?queryID=de60f2c2b0a31cba73ed9469446f2a77&objectID=73854&indexName=hbk_live_magento_en_us_products&store=en_us))

#### **4.4 DALJINSKI UPRAVLJALNIK**

Upravljalnik je sestavljen iz potenciometra. Na potenciometru je nameščeno rotacijsko stikalo, s katerim reguliramo hitrost obratov motorja. Upravljalnik bo povezan preko kabla z motorjem in regulatorjem v škatlo, kjer je nameščena tudi baterija. Upravljalnik sva zaščitila s različnimi tesnilnimi masami v primeru, če uporabnik pade s SUP-a v vodo. [Slika 9]



*Slika 9: Potenciometer*

(Vir: [https://hobbyking.com/en\\_us/hobbykingtm-servo-tester.html?queryID=43a5aee5e7365d56ecf1f62a9c84535a&objectID=38958&indexName=hbk\\_live\\_magento\\_en\\_us\\_products](https://hobbyking.com/en_us/hobbykingtm-servo-tester.html?queryID=43a5aee5e7365d56ecf1f62a9c84535a&objectID=38958&indexName=hbk_live_magento_en_us_products))

#### **4.5 VARNOSTNO STIKALO**

Glavni namen tega stikala je varnost uporabnika in drugih ljudi, ki se nahajajo v bližini. Ob primeru padca uporabnika v vodo se SUP varno ustavi in zavaruje ljudi okrog njega.

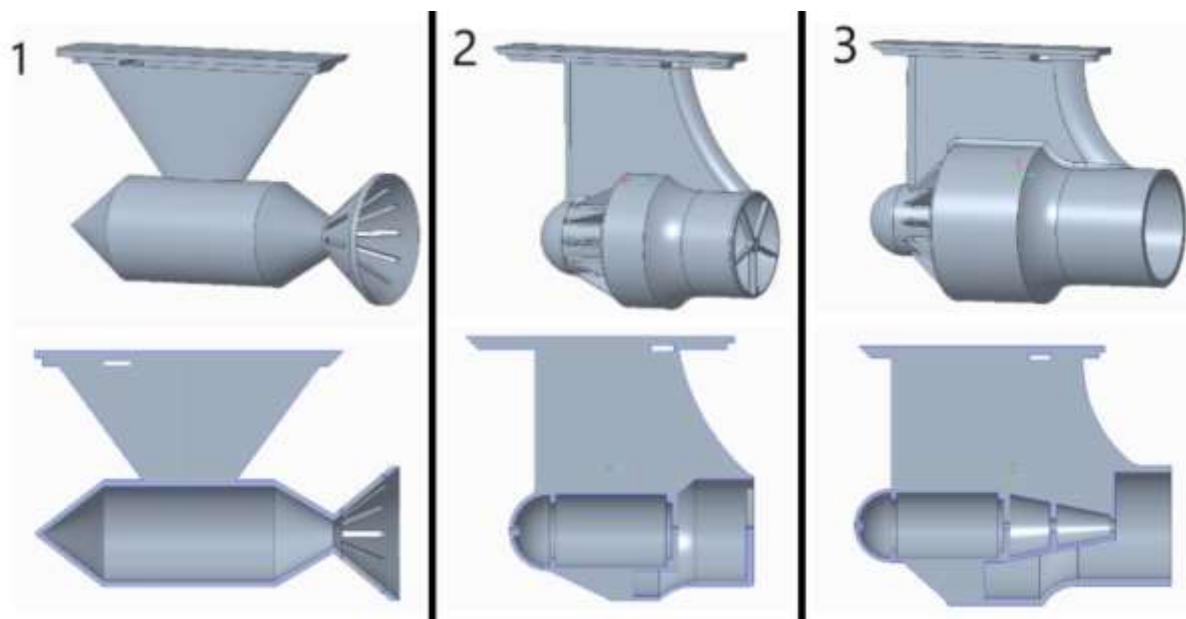
Varnostno stikalo je implementirano v potenciometer. Delovalo bo na osnovi vzmeti tako, da bo vzmet rotacijsko stikalo potenciometra obrnila na začetno vrednost, katere namen je izključiti pogon motorja.

## 5 VODNA PLAVUT IN PROPELER

Najprej sva preučila trg. Na spletu sva poiskala že obstoječe različice teh izdelkov in jih analizirala. Napisala sva si pozitivne in negativne lastnosti in jih skušala za najin primer prilagoditi in izboljšati. Komponente sva najprej zmodelirala v modelarskem programu Creo 4.1. Zmodelirala sva dve osnovni komponenti (plavut in propeler) ter komponente, ki sva jih naročila preko spleta. Te dele sva zmodelirala zato, da bi se prepričala, da se bodo vse komponente medsebojno prilagajale.

### 5.1 MODELIRANJE VODNE PLAVUTI

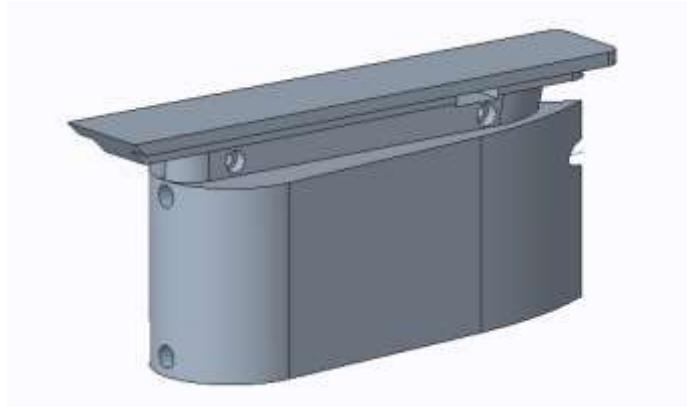
Modeliranje vodne plavuti je bilo zelo obsežno. Skozi daljše časovno obdobje sva zmodelirala veliko različnih verzij. Za vsako novo verzijo sva plavut malo prilagodila in jo izboljšala. Na spodnji sliki je prikazan razvoj plavuti. Plavut se je skozi nove modela izboljševala in izpopolnjevala, tako sva na koncu zmodelirala plavut, ki je najbolj primerna za najin SUP. [Slika 10]



*Slika 10: Zmodelirani začetni modeli plavuti s prerezi*

*(Vir: osebni vir)*

Končnega modela plavuti sva se lotila tako, da sva najprej zmodelirala standarden del, ki je vpet v nosilec na SUP-u. Na podlagi zmodeliranega standardnega dela sva naredila glavni trup plavuti. Vanj sva implementirala regulator, cevi za hlajenje in vso električno napeljavo. Regulator sva najprej predvidela zraven baterije na zgornji strani SUP-a, vendar sva ga bila primorana prestaviti v trup plavuti zaradi vodnega hlajenja. [Slika 11]

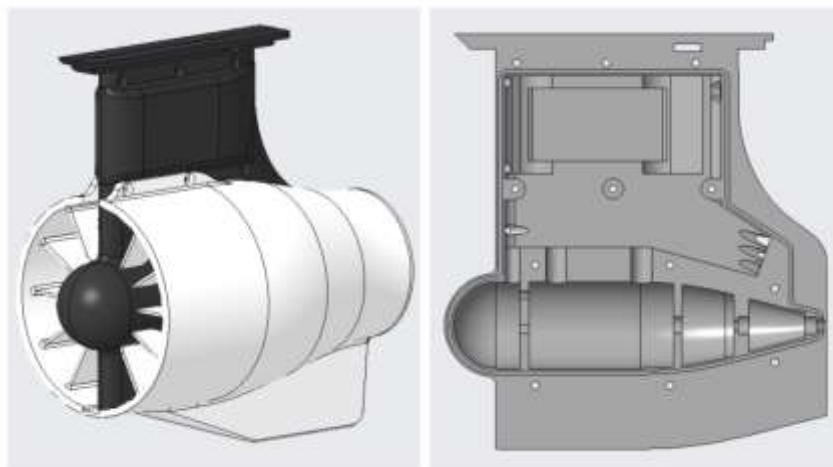


*Slika 11: Trup plavuti s prostorom za regulator*

*(Vir: osebni vir)*

Za tem sva začela modelirati glavni del plavuti, v katerem so nameščeni motor, propeler, gred, sklopka, ležaji in tesnilo. Oblikovala sva ga tako, da je površina vstopnega kanala za vodo večja od izstopnega kanala pri propelerju. Tako sva ustvarila večji pretok vode, kot ga lahko propeler sprejme. Glavni del plavuti je dodatno pritrjen z rebri, ki so ozka in dolga. Oblikovana so tako, da vzdržijo vse predvidene sile in ne ovirajo pritoka vode. Izmerila sva tudi vse mere ležajev, tesnil in gredi tako, da sva jih že v naprej upoštevala pri modeliranju. Zmodelirano plavut sva še naknadno prilagajala glede na naročene dele.

Po zmodelirani končni verziji sva plavut razdelila na dve polovici, da sva lahko vanjo vstavljala komponente. Odločila sva se, da bova polovici pritrnila skupaj z vijaki. Predvidela sva mesta, kjer naj bi bili vijaki. Za vsak vijak sva naredila 2 utora, da se lahko glava vijaka in matica skrijeta v konstrukcijo in ne ovirata pretoka vode. [Slika 12]



*Slika 12 : Zmodelirana plavut in njen prerez*

*(Vir: osebni vir)*

## 5.2 MODELIRANJE PROPELERJA

Pri modeliranju propelerja sva potrebovala razne podatke o motorju, dimenzije pretočne odprtine, predvidena hitrost plovbe, število lopatic ...Te podatke sva vnesla v kalkulator (Povezava do kalkulatorja: <https://www.miwheel.com/inboard-propellers/prop-it-now/>) za izračun neznanih vrednosti, ki jih potrebujemo za modeliranje. Vrednosti, ki sva jih potrebovala za izdelavo propelerja so: korak vijčnice(P), premer propelerja(d) in kot lopatice( $\alpha$ ). Na različnih kalkulatorjih sva dobila podobne podatke z majhnimi odstopanji, zato sva se odločila, da bova naredila 3 propelerje z različnimi podatki in jih preizkusila v vodi. Na osnovi pridobljenih podatkov sva izbrala najbolj ustrezen propeler za naju. [Slika 13 in 14]



*Slika 13: Zmodeliran propeler*

*(Vir: osebni vir)*



## Calculate Inboard Propeller Size

### INPUT DATA

|                    |  |  |
|--------------------|--|--|
| Engine Horsepower: | <input type="text" value="2"/>         | HP   |
| Engine RPM:        | <input type="text" value="9000"/>      | RPM  |
| Gear Reduction:    | <input type="text" value="1"/>         |  |
| Vessel Speed:      | <input type="text" value="7"/>         | <input type="radio"/> Knots <input checked="" type="radio"/> MPH |
| No. Blades:        | <input type="text" value="3"/>         |  |
| Blade Area (EAR):  | <input type="text" value="ex: 0.725"/> | (optional)   |
| Desired Diameter:  | <input type="text" value="ex: 15"/>    | Inches (optional)  |

### OUTPUT DATA

|                   |                                  |        |
|-------------------|----------------------------------|--------|
| Optimum Diameter: | <input type="text" value="3"/>   | Inches |
| Pitch:            | <input type="text" value="2"/>   | Inches |
| Thrust:           | <input type="text" value="38"/>  | Lbs    |
| Efficiency:       | <input type="text" value="30%"/> |        |
| Suggested Cup:    | <input type="text" value="Low"/> |        |

CALCULATE

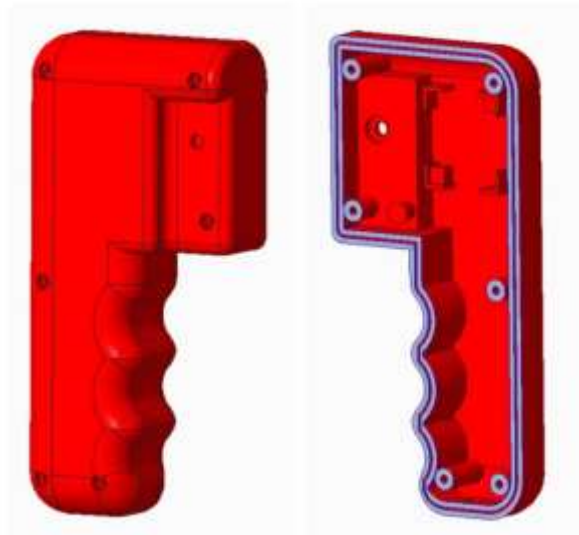
Slika 14: Spletni kalkulator za izračun potrebnih parametrov propelerja

(Vir: <https://www.miwheel.com/inboard-propellers/prop-it-now/> )

### 5.3 MODELIRANJE UPRAVLJALNIKA

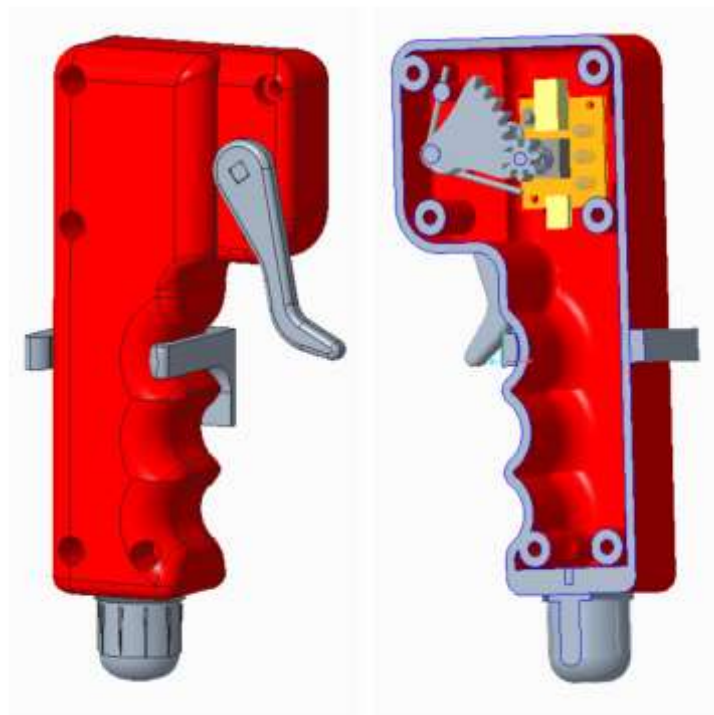
Upravljalnik sva morala prilagoditi že kupljenemu potenciometru. Soočila sva se s problemom, saj sva morala implementirati v zasnovu tudi varnostno stikalo. Varnostno stikalo bo iz vzmeti in bo potisnilo potenciometer v začetno točko ob izpustu ročke daljinca. Zrisala sva zunanjo obliko daljinca in potem ustavljala in dopolnjevala notranje dele. Najprej sva si zamislila prenosni sistem s pomočjo vrvi, ampak sva potem to idejo zavrgla, saj sva morala doseči zasuk koleščka potenciometra za  $270^\circ$ . Ta problem sva rešila s pomočjo zobniškega prenosa. Uporabila sva razmerje 5:1, tako da ob  $54^\circ$  zasuku ročke doseževa skrajni zasuk koleščka. Prenosni zobnik, ki je tudi največji, sva dimenzionirala le deloma, saj sva tako pridobila na prostoru same notranjosti daljinca. Manjši zobnik je pritrjen na mestu koleščka in se obrača

skupaj z ročko. Vzmet bo pritrjena na večji zobnik in ohišje tako, da se bo ob rotaciji zobnika napela, ob spustu ročke pa se bo vrnila v prvotno stanje. V steno daljinca sva naredila utor za tesnilo, ki bo zadrževalo vodo ob morebitnem padcu vanjo. Daljiniec bo povezan z regulatorjem hitrosti, ki je nameščen v krilu. [Slika 15 in 16]



*Slika 15: Zmodelirana konstrukcija daljinca*

*(Vir: osebni vir)*



*Slika 16: 3D model daljinca s sestavnimi deli*

*(Vir: osebni vir)*

### 5.3 IZDELAVA PLAVUTI, PROPELERJA IN UPRAVLJALNIKA

Ko je bila plavut zmodelirana do končne verzije, sva jo priredila za 3D tiskanje. Datoteko sva vnesla v program, ki nama je pripravil model na tiskanje. Midva sva samo vnesla debelino sten, postavitev modela ter obliko mreže, ki bo v notranjosti sten. Za tiskanje sva uporabila PETG filament, ki je trda plastika, ki jo je stroj talil in oblikoval v krilo. Plavut je izdelana iz dveh polovic, ki so posebej natisnjene. Odvečne podpore, ki jih je tiskalnik napravil, sva odstranila ter zgladila vse površine. Pregledala sva obe polovici, da ni bilo nikjer nobene razpoke ali luknjice, ki bi lahko povzročile puščanje. [Slika 17, 18 in 19]



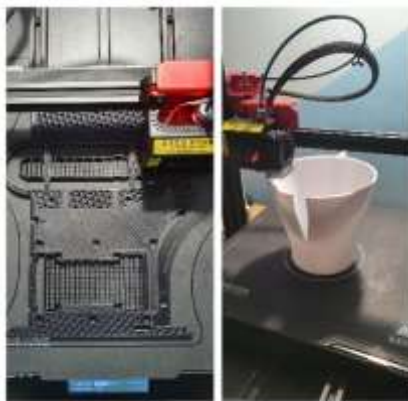
*Slika 17: En izmed izdelanih propelerjev*

*(Vir: osebni vir)*



*Slika 18: Natisnjena plavut*

*(Vir: osebni vir)*



*Slika 19: Slika med tiskanjem plavuti ter tube*

*(Vir: osebni vir)*

### **5.3.1 PORABA MATERIALA, ČAS TISKANJA IN OKVIRNI STROŠKI**

Vse sestavne dele sva tiskala na mentorjevem tiskalniku, saj ga ima doma. Nekateri modeli so tudi tako veliki, da jih ni mogoče natisniti na šolskem tiskalniku, saj ima osnovno ploskev tiskanja premajhno.

Uporabila sva različne tipe plastik, saj je bilo potrebno pri nekaterih modelih doseči veliko trdnost (propeler). Uporabila sva filamente PETG, PLA in PLA strong.

Časovno je bil tiskalnik zelo obremenjen, saj je tiskal modele tudi po 43 ur (tuba). Tiskanje je bilo dolgo zaradi najinih parametrov, ki sva jih določila. Tiskali smo višino plasti 0,2 mm, zato je moral tiskalnik opraviti 5 krogov, da je nastala 1 mm debela plast. Uporabila sva tudi zelo gosto notranjo mrežo, saj sva morala pri večini modelov doseči kar se da največjo trdnost.

Skupni strošek tiskanja je zaradi porabe materiala narasel na 120,11 €. Poleg cen materiala sva pri strošku upoštevala tudi ceno porabljene električne energije tiskalnika za eno uro delovanja. To ceno sva ocenila na 0,5 € na uro tiskanja.

Vsi ti podatki so prikazani v spodnji tabeli.

Tabela 2: Tabela parametrov tiskanja

|                                      | Št. Kosov | Čas izdelave: | Poraba materiala [g]: | Material:  | Cena materiala: | Strošek izdelave in materiala: |
|--------------------------------------|-----------|---------------|-----------------------|------------|-----------------|--------------------------------|
| Tuba                                 | 1         | 43:05:00      | 408                   | PETG       | 23 €            | 30,93 €                        |
| Desno krilo                          | 1         | 29:39:00      | 210                   | PLA        | 20 €            | 19,03 €                        |
| Levo krilo                           | 1         | 29:01:00      | 208                   | PLA        | 20 €            | 18,67 €                        |
| Pritrdilec ohišja baterije za sup    | 1         | 16:16         | 122                   | PLA        | 20 €            | 10,57 €                        |
| Pritrdilec ohišja baterije za ohišje | 1         | 13:08         | 96                    | PLA        | 20 €            | 8,49 €                         |
| Ohišje daljinca levo                 | 1         | 10:36         | 71                    | PLA        | 20 €            | 6,72 €                         |
| Ohišje daljinca desno                | 1         | 10:05         | 64                    | PLA        | 20 €            | 6,32 €                         |
| Nosilec propelerjev                  | 1         | 03:48         | 38                    | PLA        | 20 €            | 2,66 €                         |
| Propeler                             | 8         | 03:17         | 12                    | PLA strong | 25 €            | 13,43 €                        |
| Drzalo daljinca za sup               | 1         | 00:56         | 10                    | PLA        | 20 €            | 0,67 €                         |
| Ročka daljinca                       | 1         | 00:52         | 4                     | PLA strong | 25 €            | 0,53 €                         |
| Zobnik Z35                           | 1         | 00:46         | 4                     | PLA strong | 25 €            | 0,48 €                         |
| Drzalo daljinca za veslo             | 2         | 00:43         | 8                     | PLA        | 20 €            | 0,88 €                         |
| Sklopka                              | 1         | 00:31         | 3                     | PLA strong | 25 €            | 0,33 €                         |
| Zatic                                | 1         | 00:16         | 2                     | PLA strong | 25 €            | 0,18 €                         |
| Zobnik Z7                            | 1         | 00:14         | 1                     | PLA strong | 25 €            | 0,14 €                         |
| Os zobnika                           | 2         | 00:03         | 1                     | PLA strong | 25 €            | 0,08 €                         |
|                                      |           | 163:16:00     |                       |            |                 | 120,11 €                       |

(Vir: osebni vir)

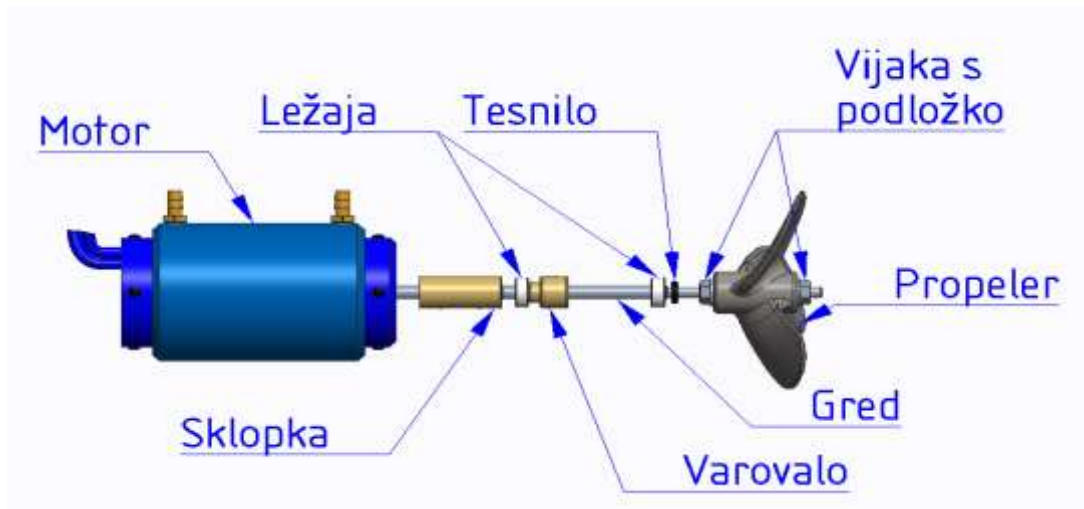
Tabela 3: Tabela vseh stroškov

| SESTAVNI DEL              | CENA [€]      |
|---------------------------|---------------|
| motor                     | 66,99         |
| baterija                  | 79,64         |
| ESC regulator             | 40,94         |
| drobni material           | 40            |
| tiskanje                  | 120,11        |
| stroški dela pri izdelavi | 150           |
| <b>SKUPAJ</b>             | <b>497,68</b> |

(Vir: osebni vir)

## 5.4 POGONSKI SKLOP

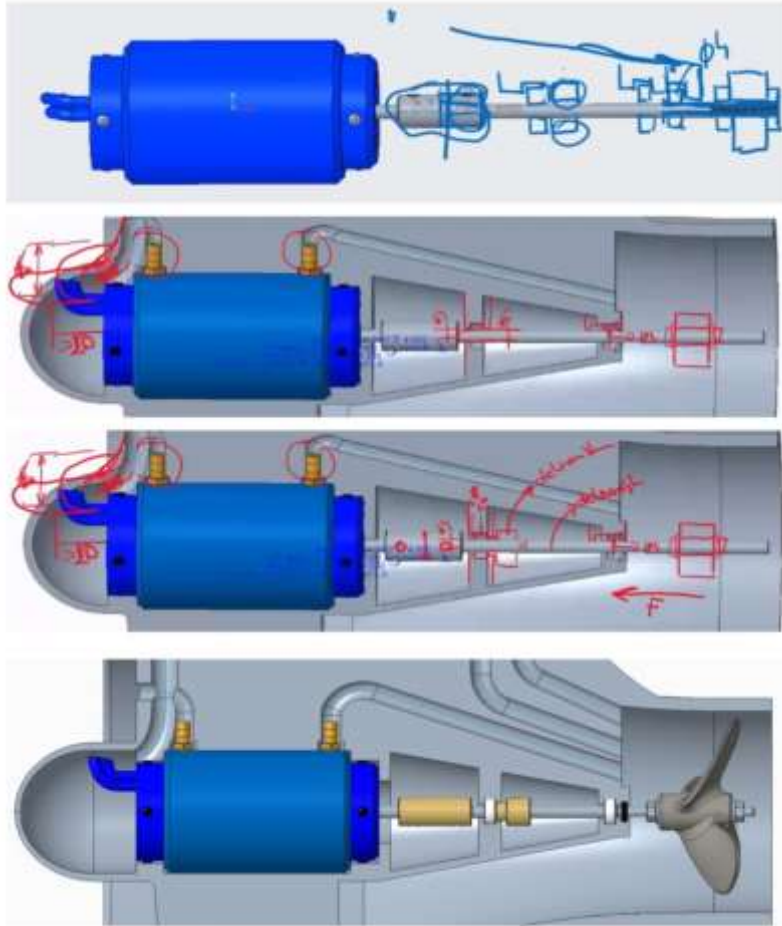
Je sklop komponent, s katerimi poganjamo SUP. Sestavljajo ga: motor, gred, sklopka, propeler, dva ležaja, tesnilo in pritrdilna vijaka. Sklopka povezuje gred motorja in gred, na kateri je propeler. Na gredi sta nameščena kroglična ležaja, da gredi omogočata lažje vrtenje. Na prvi ležaj je naslonjeno varovalo, ki zmanjša silo propelerja na motor in mu tako omogoči lažje delovanje. Na izhodu gredi iz plavuti je nameščeno tesnilo, ki poskrbi, da voda ne pride v zaprt sistem. [Slika 20]



*Slika 20: Pogonski sklop*

*(Vir: osebni vir)*

Notranjost plavuti se je spreminjala glede na položaj in obliko pogonskega sklopa. Med samim modeliranjem je bilo potrebno zmodelirati veliko dodatnih sten in ohišij, da se je vse prilegalo. Vsi sestavni deli pogonskega sklopa imajo natančno določeno mesto postavitve, ki se je večkrat spreminjalo oz. dopolnjevalo. Na spodnji sliki sta prikazana razvoj in načrtovanje ohišja. [Slika 21]



*Slika 21: Razvoj ohišja in pogonskega sklopa*

*(Vir: osebni vir)*

## 6 SESTAVLJANJE KONČNEGA IZDELKA

Natisnjenim delom (plavuti, daljincu) sva preverila tesnost in jih z brušenjem pripravila na sestavljanje. Motor in gred sva povezala s sklopko ter jo zategnila. Na gred sva še namestila ležaja, varovalo ter tesnilo. Za tesnilo sva namestila matico s podložko, propeler in nazadnje še enkrat podložko z matico. Matici sva zategnila, da je bil propeler pritrjen na gred. Cel sklop od motorja do propelerja sva namestila v eno polovico krila. Ponastavila sva mesto tesnila ter ležaja tako, da sva jih prilagodila mestu namestitve. Na motor sva namestila tudi cevke za vodno hlajenje in jih vstavila v naprej izdelane kanale na plavuti.

Regulator hitrosti sva povezala z motorjem ter nato še z baterijo. Regulatorju sva namestila še cevke za vodno hlajenje ter ga namestila v njemu namenjeno mesto.

Z drugo polovico sva dosedanji sestavljeni del prekrila in pazila, da ne stisneva vodne in električne napeljave. Polovici sva nato še zavarovala z vijaki ter maticami tako, da so ju stisnili skupaj. Električno napeljavo sva povezala še z baterijo in upravljalnikom. [Slika 22]

Preverila sva vodotesnost sestavljenih delov in jih tudi preizkusila v vodi.



*Slika 22: Vstavljene komponente v desno stran krila*

*(Vir: osebni vir)*

Električno napeljavo sva najprej povezala s potenciometrom in jo spravila skozi tesnilno matico. Potenciometer sva privila z dvema vijakoma na predvideno mesto. Na potenciometer sva namestila manjši zobnik in nato še večjega na njemu predvideno mesto. Pod večji zobnik sva namestila še vzmet. Kabel sva lepo razporedila po prostoru daljinca, da ne bi mogel ovirati



zobnikov. z drugo polovico sva zaprla daljinec in ga privijačila skupaj. Na gred zobnika sva na zunanji strani še namestila ročko. [Slika 23]



*Slika 23: Desna sestavljena stran daljinskega upravljalnika*

*(Vir: osebni vir)*

## 7 PREIZKUS ELEKTRIČNEGA SUP-A IN NJEGOVO DELOVANJE

Preizkusa sva se lotila najprej s sestavljanjem vseh delov v šoli. SUP, novo izdelano krilo ter orodje za poznejše prilagoditve sva vzela s seboj. Vse sva spravila v avto in se odpeljala do Šmartinskega jezera. Tam sva vse stvari spravila na "plažo". Plavut sva namestila na SUP, povezala motor z baterijo in upravljalnikom ter preizkusila motor na "suhem". Ko sva ugotovila, da vse gnane komponente delujejo pravilno, sva se odločila SUP zapeljati v vodo. V vodi sva ga ves čas opazovala in preverjala tesnost krila. Ko sva preverila tesnost, sva se odločila preizkusiti zmogljivost. Eden je odšel na SUP ter opravil "krstno" vožnjo. Preverjala sva hitrost, zmogljivost motorja glede na število vrtljajev ter odzivnost motorja na upravljalnik.

Z aplikacijo STRAVA sva merila hitrosti, prevoženo razdaljo in čas delovanja motorja. To aplikacijo sva si naložila na telefon, ga pristavila k bateriji v škatlo. Aplikacija je preko GPS koordinat računala maksimalno hitrost ter prej naštete veličine.

Propelerje sva menjavala in preverjala izkoristke in zmogljivosti. Ugotovila sva, da se izkušnja na SUP-u razlikuje glede na izbrani propeler. Eden je bil hitrejši, drug bolj odziven in izbrala sva najučinkovitejšega. [Slika 24]



*Slika 24: Testiranje SUP-a na Šmartinskem jezeru*

*(Vir: osebni vir)*

## 7.1 REZULTATI TESTIRANJA NAJVIŠJIH HITROSTI

Tabela prikazuje maksimalne hitrosti glede na nameščen propeler. Testirala sva tudi dvakrat. Prvič s tubo, nato pa brez. Rezultati testiranja so prikazani v spodnji tabeli. [Tabela 4]

*Tabela 4: Rezultati testiranja*

| Propeler (premer x korak) [inch] | Test s tubo ( $v_{max}$ ) | Test brez tube ( $v_{max}$ ) |
|----------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| 1. 3 x 2                         | 11,5km/h                  | 12,1km/h                     |
| 2. 3 x 1                         | 7km/h                     | 11,1km/h                     |
| 3. 3 x 3                         | 16,2km/h                  | 11km/h                       |
| 4. 3,5 x 2                       | 9km/h                     | 11,9km/h                     |

*(Vir: osebni vir)*

Iz tabele je razvidno, da se povprečje maksimalne hitrosti giblje pri 12 km/h. Opazimo, da se najvišja hitrost pojavi pri 3. testiranem propelerju z nameščeno tubo na plavuti. Ta propeler je velik tri inche in njegov korak je tri inche. Pri tem sva dosegla maksimalno hitrost testiranja, ki je 16,2 km/h. Oba se strinjava, da je bila izkušnja pri testiranju najboljša pri tretjem propelerju z nameščeno tubo. SUP je imel s tem propelerjem najboljšo končno hitrost ter tudi zelo dobre pospeške, saj je v zelo kratkem časovnem obdobju dosegel maksimalno hitrost. [Slika 25]



*Slika 25: Trenutek dosežene maksimalne hitrosti*

*(Vir: osebni vir)*

## **7.2 REZULTAT VZDRŽLJIVOSTI BATERIJE**

SUP sva testirala z do konca napolnjeno baterijo pri obeh testiranjih. Prvi prvem testiranju je bila nameščena tuba na plavuti, pri drugem pa odstranjena. Podatke sva dobila s pomočjo aplikacije STRAVA, ki nama je podala čas testiranja.

Pri prvem poizkusu s tubo sva dobila podatek, da nama je baterija zdržala 28 min pri polni obremenitvi motorja. Pri drugem preizkusu brez tube pa sva dobila rezultat 27.5 min delovanja baterije. Sklepava, da bi pri normalni obremenitvi motorja (torej v povprečju 50 % obremenitev) dobila okoli 40 min delovanja motorja.

Spraznjena baterija se je tudi po koncu testiranja malo segrela, ampak je bilo vse v mejah normale. Napolnili smo jo v približno eni uri na cigaretne priključku v avtomobilu.

## 8 ZAKLJUČEK

V današnjem času, ko ljudem vedno bolj primanjkuje gibanja bodisi v stanovanju bodisi v naravi, se jih vedno več odloča za gibanje v naravi s pomočjo različnih pripomočkov. Tako so se tudi razvila električna kolesa, el. skiroji in drugi pripomočki, ki nam olajšajo gibanje. V najinem primeru pa sva olajšala gibanje s SUP-om, ki sva mu dodala elektromotor. V raziskovalni nalogi sva s pomočjo računalniškega programa za 3D-modeliranje CREO PARAMETRIC 4.1 izrisala konstrukcijo vseh sestavnih delov. Pri konstruiranju sva se srečevala z različnimi problemi, ki sva jih kar se da hitro in učinkovito reševala. Probleme montaže sva odpravila že znotraj 3D modeliranega okolja, kajti celotno plavut z vsemi sestavnimi deli sva pred fizično izdelavo sestavila že v samem programu. Pri tem sva ugotovila, kje so najbolj problematična mesta pri montaži in tudi ugotovila, kako se deli ujemajo med seboj. Posebno pozornost sva namenila vodotesnosti celotne plavuti, saj je delovno okolje, v kateri je plavut, ves čas voda.

Prvo hipotezo potrjujeva, saj sva dosegla hitrost 16,2 km/h. Hitrost sva zmerila s pomočjo aplikacije STRAVA. Predvideno hitrost 3 m/s oz. 10.8 km/h sva prekoračila za 4,4 km/h, zato lahko z gotovostjo potrdiva to hipotezo.

Drugo hipotezo lahko prav tako potrdiva, saj so bili skupni stroški projekta 497,68 €. Nekaj denarja sva privarčevala pri nakupu slabše zmogljive baterije, saj ni bila predvidene velikosti.

Tretjo hipotezo lahko potrdiva. Pri polni obremenitvi motorja je v dveh testnih krogih baterija zdržala okoli 25 min. Sklepava, da bi baterija pri normalni obremenitvi zdržala okoli 40 min. Oba dva dela tretje hipoteze lahko potrdiva, saj je baterija v povprečju zdržala 10 min več od predvidenega časa.

Četrto hipotezo potrjujeva, saj sva pri testiranju hitrosti SUP-a zaznala različne hitrosti in odzivnost oz. pospeške. Opazila sva, da večji, kot je bil korak ladijskega vijaka, višja je bila hitrost, a manjši pospeški. Pri manjšem koraku pa se je pojavil večji pospešek, a manjša končna hitrost. S propelerjem koraka velikosti tri in velikosti tri cole sva dosegla maksimalno hitrost in nadpovprečen pospešek.

Kot nadgradnjo najine raziskovalne naloge bi bilo smiselno narediti plavut razstavljivo, brez večjega posega v montažno strukturo. Plavut bi bila lahko tudi iz drugih materialov in sestavljena enostavneje, da bi jo lahko izdelovali za množično proizvodnjo

## 9 UPORABLJENI VIRI

[1] Baterija (online). (citirano 15.1. 2021). Dostopno na naslovu:

[https://sl.wikipedia.org/wiki/Baterija\\_\(elektrika\)](https://sl.wikipedia.org/wiki/Baterija_(elektrika))

[2] Bluedrive S (online). (citirano 15.1.2021). Dostopno na naslovu:

<https://www.aquamarina.com/bluedrive-s/>

[3] Daljinski upravljač (online). (citirano 15.1.2021). Dostopno na naslovu:

[https://sh.wikipedia.org/wiki/Daljinski\\_upravlja%C4%8D](https://sh.wikipedia.org/wiki/Daljinski_upravlja%C4%8D)

[4] Elektromotor (online). (citirano 15.1.2021). Dostopno na naslovu:

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

[5] Propeller terminology (online). (citirano 15.1.2021). Dostopno na naslovu:

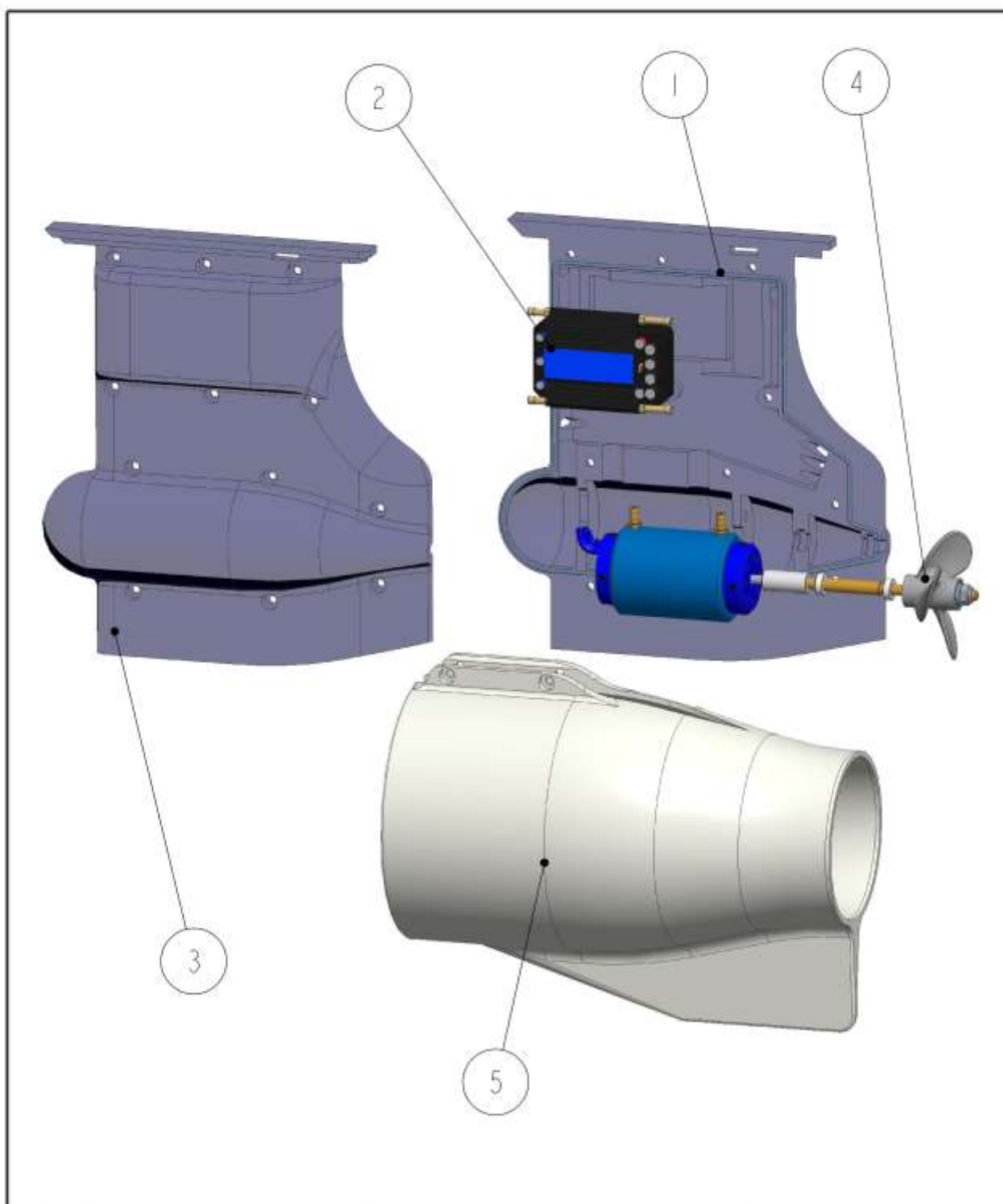
<https://argonaute.pagesperso-orange.fr/Helice.pdf>

[6] Scubajet (online). (citirano 15.1.2021). Dostopno na naslovu:

[https://www.scubajet.com/scubajet/?gclid=Cj0KCQjwmIuDBhDXARIsAFITC\\_6P2Sp1rhIHl0JqygC8GsUihjd6RxrS9LJ8olrDB0gu6CFIZaz1S6caAoB2EALw\\_wcB](https://www.scubajet.com/scubajet/?gclid=Cj0KCQjwmIuDBhDXARIsAFITC_6P2Sp1rhIHl0JqygC8GsUihjd6RxrS9LJ8olrDB0gu6CFIZaz1S6caAoB2EALw_wcB)

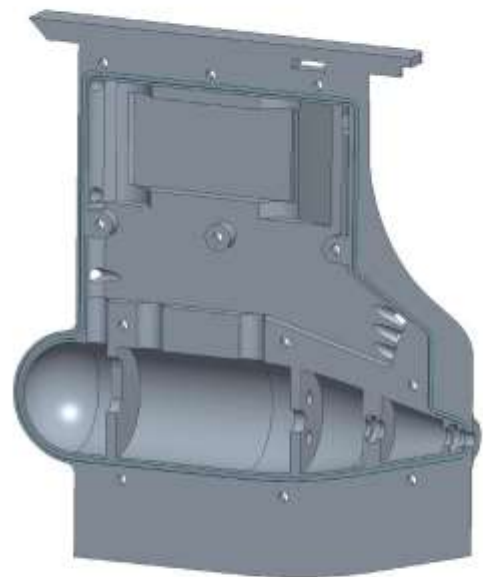
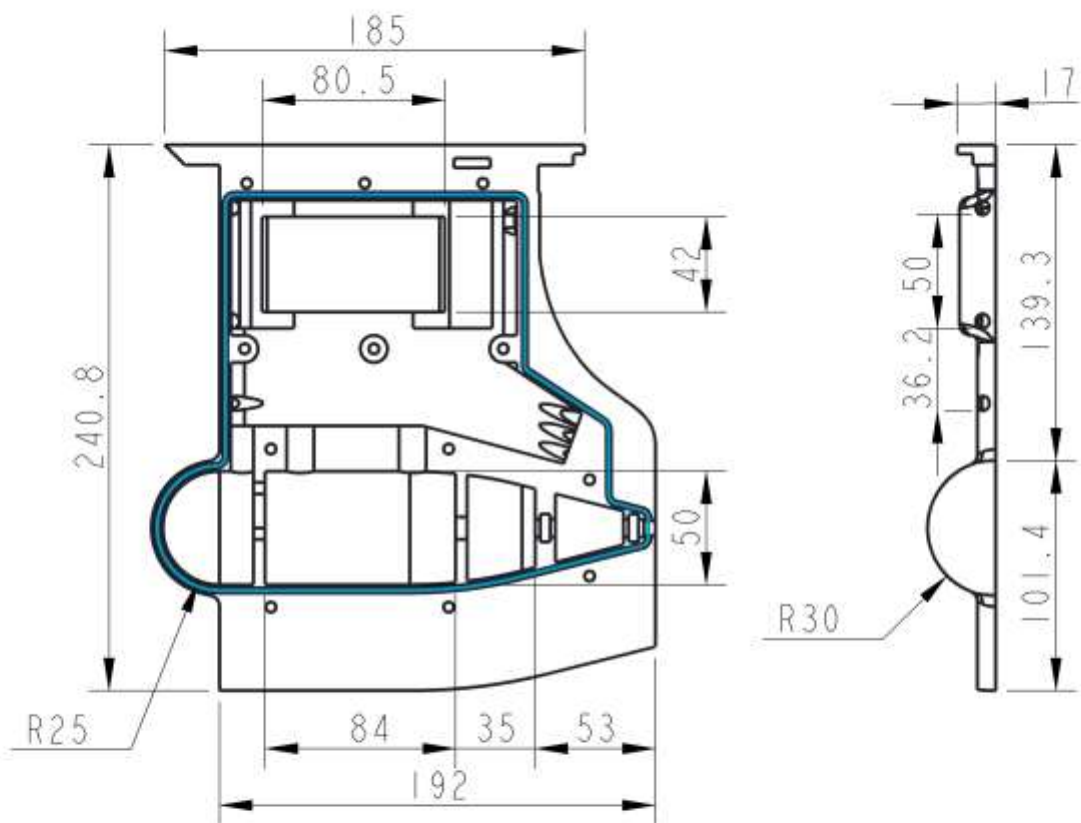
## 10. PRILOGE

- 1 sestav plavuti
- 1.1 desno krilo
- 1.2 levo krilo
- 1.3 tuba
- 1.4 pogon
- 1.4.1 motor\_aquastar
- 1.4.2 sklopka
- 1.4.3 gred
- 1.4.4 propeler
- 2 daljinec
- 2.1 držalo
- 2.2 ohišje daljinca
- 2.3 os\_z35
- 2.4 os\_z7
- 2.5 potenciometer
- 2.6 ročka daljinca
- 2.7 zobnik\_z7
- 2.8 zobnik\_z35
- 3 škatla za pritrditev
- 3.1 podlaga škatle
- 3.2 podlaga SUP-a škatle
- 4. e-SUP

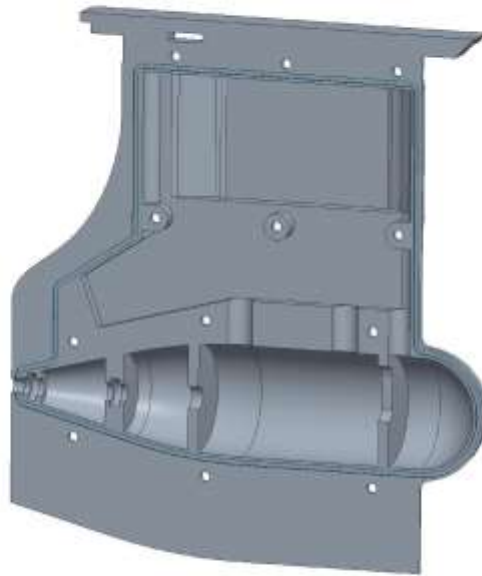
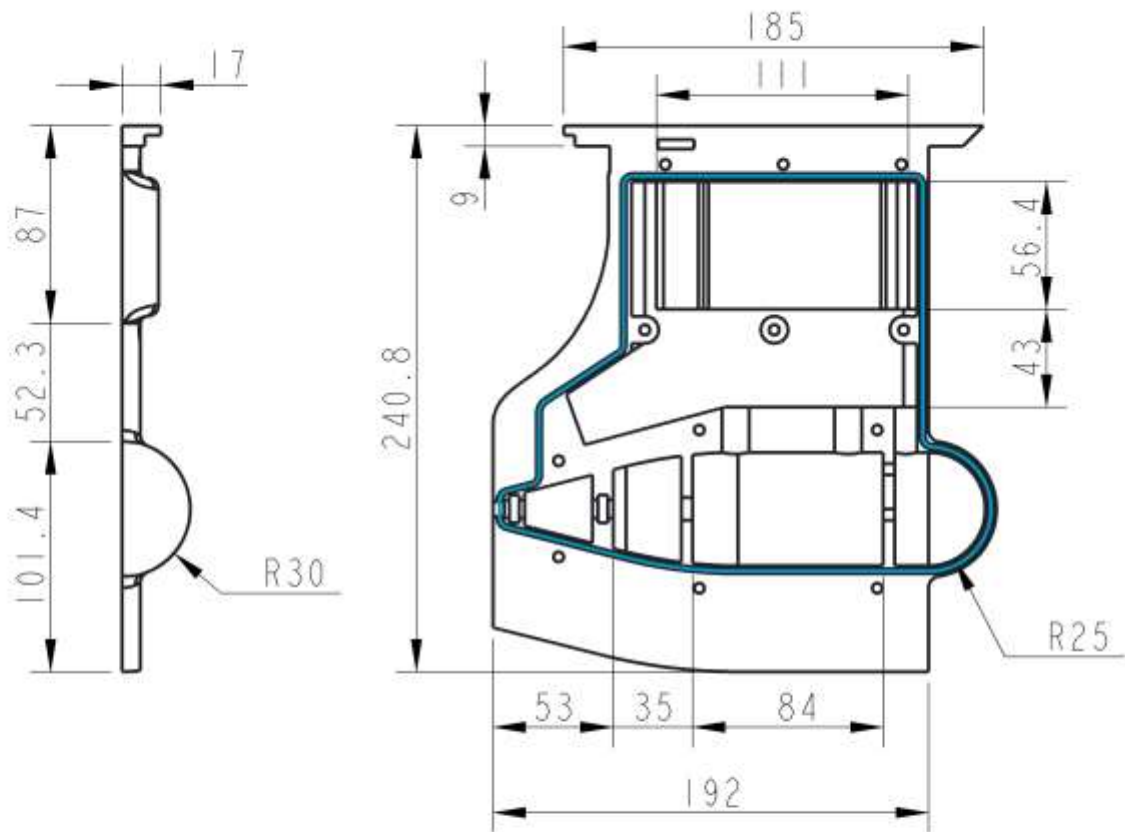


| 5    | 1         |       | TUBA          | 1.3                 | Plastika PETG   | 0.339                        |                |
|------|-----------|-------|---------------|---------------------|---|------------------------------|----------------|
| 4    | 1         |       | POGON         | 1.4                 | /   | 0.556                        |                |
| 3    | 1         |       | LEVO_KRILO_2  | 1.2                 | Plastika PLA  | 0.266                        |                |
| 2    | 1         |       | ESC           | /                   | /   | 0.116                        |                |
| 1    | 1         |       | DESNO_KRILO   | 1.1                 | Plastika PLA  | 0.273                        |                |
| Poz  | Kos       | En    | Naziv in mere | St.risbe/standard   | Material  | Masa(kg)                     | Opomba         |
|      |           |       |               | Datum               | Ime   | Merilo: 1:3                  | Masa: 1.550 kg |
|      |           |       |               | Izdel. 14-May-21    | Belej A.  | Naziv: <b>SESTAV PLAVUTI</b> |                |
|      |           |       |               | Konfr. -            |   |                              |                |
|      |           |       |               | K.std. -            |   |                              |                |
|      |           |       |               |                     |   | St. risbe: 1                 | LIST 1/1       |
|      |           |       |               | Solski center Celje |  | Nadom:                       | Nadom. z:      |
| Ozn. | Sprememba | Datum | Ime           |                     |   |                              |                |

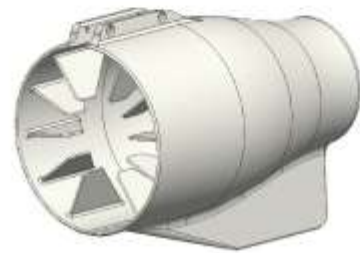
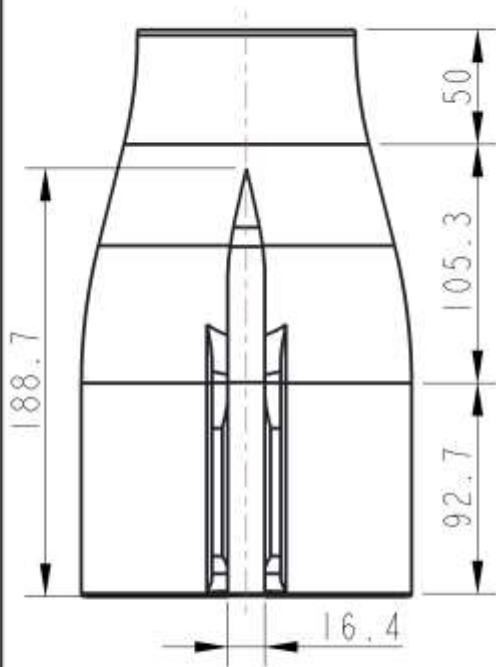
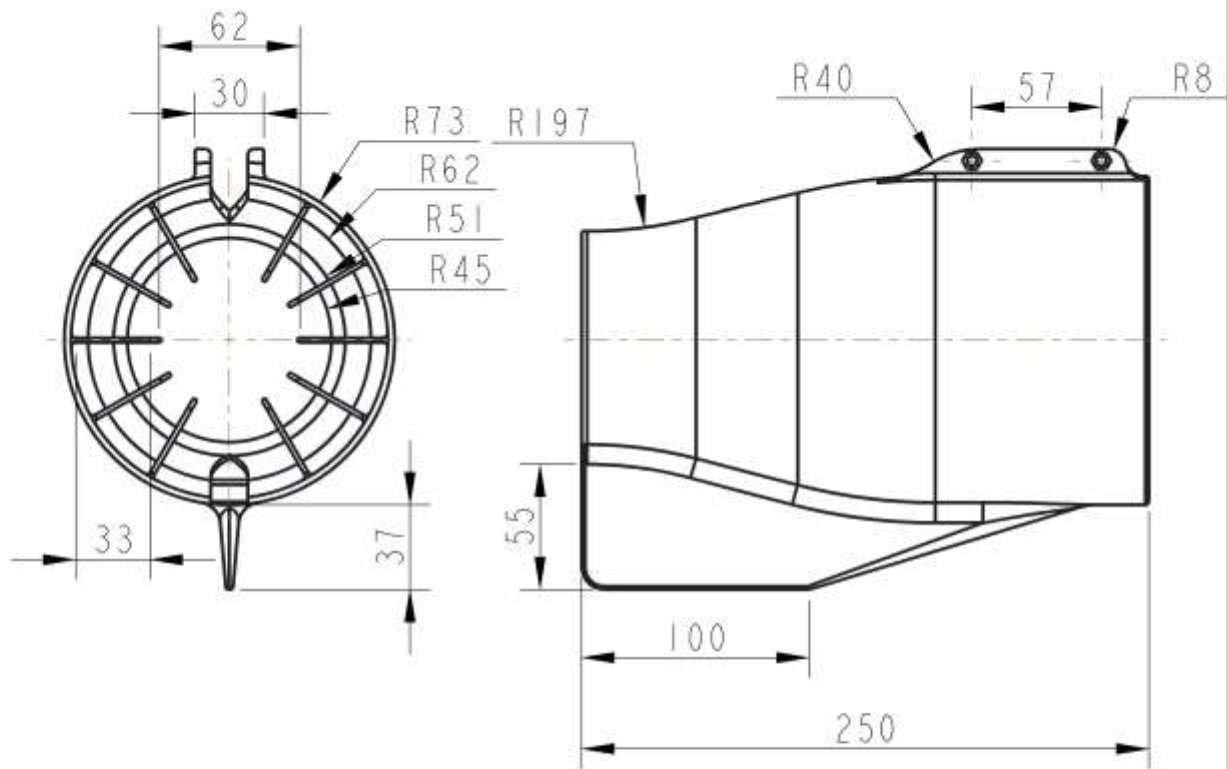




|  |           |       |     |   |  |   |  |                        |  |                |  |
|--|-----------|-------|-----|---|--|---|--|------------------------|--|----------------|--|
| OPOMBA:<br>Nekotirane mere so razvidne iz 3D modela. |           |       |     | Tolerance odprtih mer<br>DIN ISO 2768-m |  | Povrsin. hrupavost  |  | Merilo: 1:3            |  | Masa: 0.270 kg |  |
|  |           |       |     | Datum                                   |  | Ime   |  | Material: Plastika PLA |  |                |  |
|  |           |       |     | Izdel. 30-Mar-21                        |  | Belej A.  |  | Naziv: DESNO_KRILO     |  |                |  |
|  |           |       |     | Kontr. -                                |  |   |  | St. risbe: 11          |  |                |  |
|  |           |       |     | K.std. -                                |  |   |  |                        |  |                |  |
|  |           |       |     | Solski center Celje                     |  |  |  | Nadom. z:              |  |                |  |
| Ozn.   | Sprememba | Datum | Ime | Lst 1/1                                 |  |   |  |                        |  |                |  |

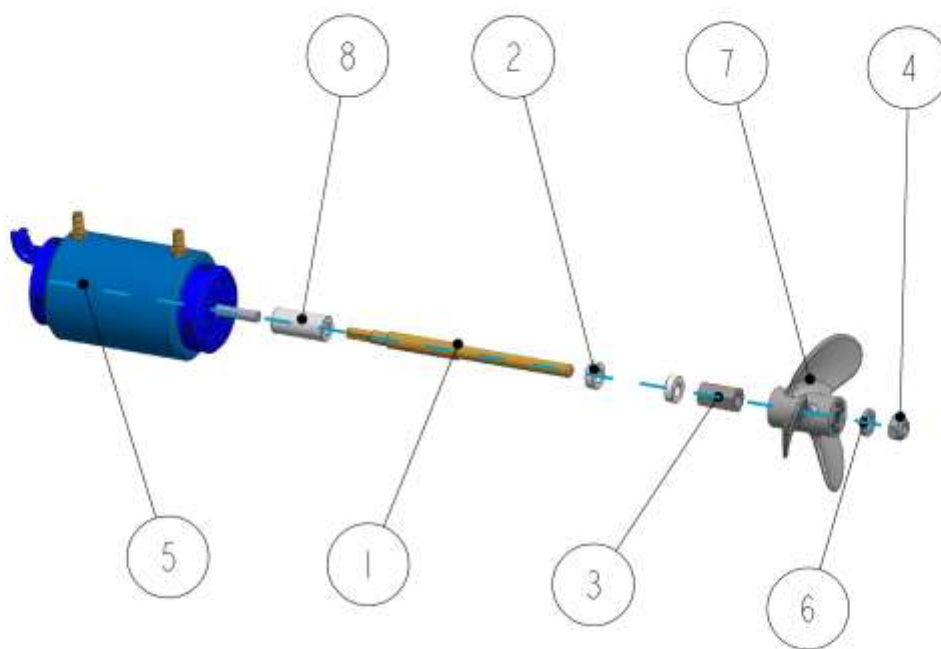


|  |           |       |     |                       |           |   |                               |                        |  |                |  |
|--|-----------|-------|-----|-----------------------|-----------|---|-------------------------------|------------------------|--|----------------|--|
| OPOMBA:<br>Nekotirane mere so razvidne iz 3D modela. |           |       |     | Tolerance odprtih mer |           | Povrsin. hrapavost  |                               | Merilo: 1:3            |  | Masa: 0.266 kg |  |
|  |           |       |     | DIN ISO 2768-m        |           |   |                               | Material: PLASTIKA_PLA |  |                |  |
|  |           |       |     | Datum                 | Ime       |   | Naziv:<br><b>LEVO_KRILO_2</b> |                        |  |                |  |
|  |           |       |     | Izdel.                | 30-Mar-21 | Belej A.  |                               |                        |  |                |  |
|  |           |       |     | Kontr.                | -         |   |                               |                        |  |                |  |
|  |           |       |     | K.std.                | -         |   |                               |                        |  |                |  |
|  |           |       |     | Solski center Celje   |           |  |                               | St. risbe: 12          |  | LIST 1/1       |  |
| Ozn.   | Sprememba | Datum | Ime |                       |           |   |                               | Nadom:                 |  | Nadom. z:      |  |

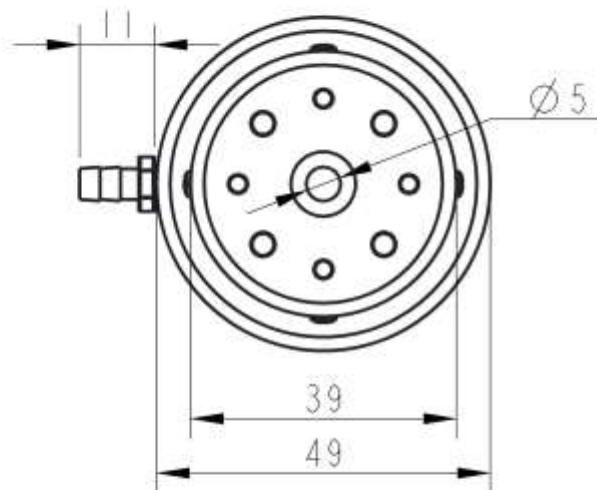
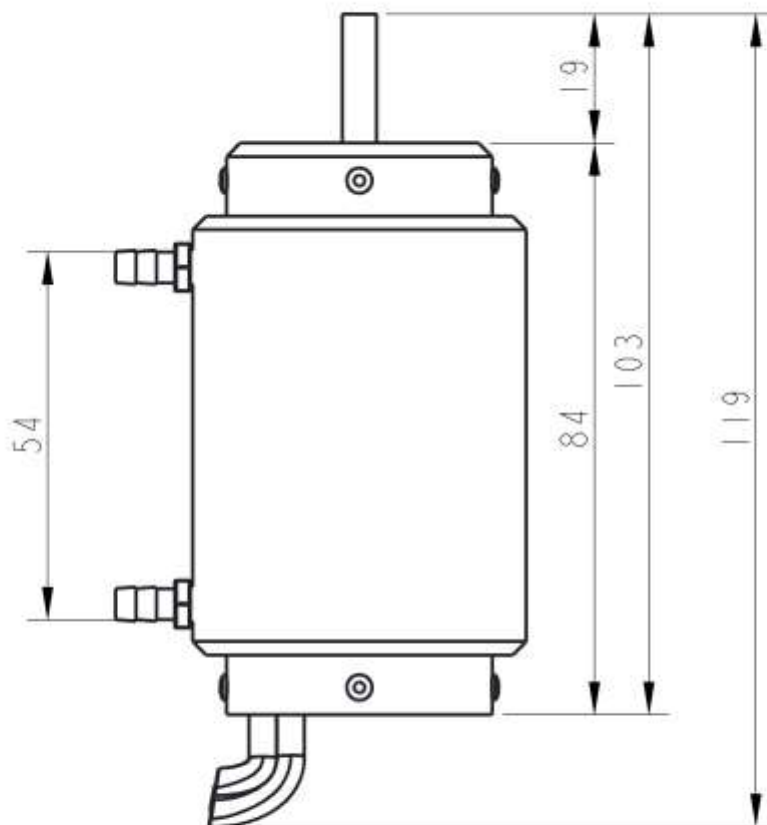


SCALE 1:5

|  |           |       |   |  |                    |                         |                |
|--|-----------|-------|---|--|--------------------|-------------------------|----------------|
| OPOMBA:<br>Nekotirane mere so razvidne iz 3D modela. |           |       | Tolerance odprtih mer<br>DIN ISO 2768-m |  | Povrsin. hrapavost | Merilo: 1:3             | Masa: 0.389 kg |
|  |           |       | Datum                                   |  | Ime                | Material: Plastika PETG |                |
|  |           |       | Izdel. 30-Mar-21                        |  | Belej A.           | Naziv: TUBA             |                |
|  |           |       | Kontr. -                                |  | -                  |                         |                |
|  |           |       | K.std. -                                |  | -                  |                         |                |
|  |           |       | Solski center Celje                     |  |                    | St. risbe: 13           | LIST 1/1       |
| Ozn.   | Sprememba | Datum | Ime                                     |  |                    | Nadom:                  | Nadom. z:      |

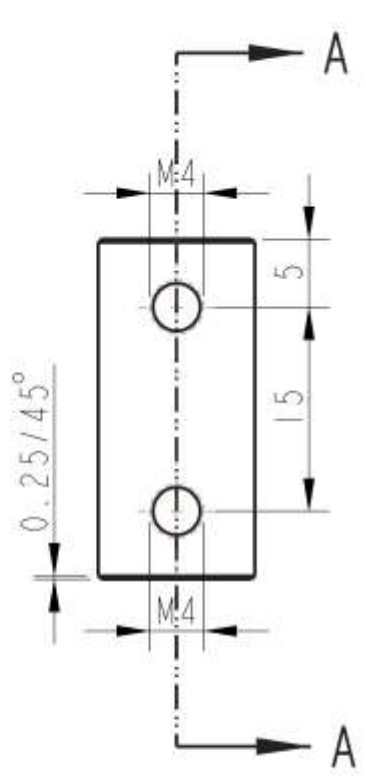


| 8    | 1         |       | SKLOPKA              | 1.4.2               | Medenina     | 0.017         |                |
|------|-----------|-------|----------------------|---------------------|--------------|---------------|----------------|
| 7    | 1         |       | PROPELLER_L3_F1_3_P2 | 1.4.4               | Plastika PLA | 0.011         |                |
| 6    | 1         |       | PODLOSKA_M6_DIN125   | -                   | -            | /             |                |
| 5    | 1         |       | MOTOR_AQUASTAR       | 1.4.1               | -            | 0.508         |                |
| 4    | 1         |       | M6-DIN985            | -                   | -            | /             |                |
| 3    | 1         |       | M6-DIN6334           | -                   | -            | /             |                |
| 2    | 2         |       | LEČAJ                | -                   | -            | /             |                |
| 1    | 1         |       | GREĐ2                | 1.4.3               | Medenina     | 0.030         |                |
| Poz  | Kos       | En    | Naziv in mere        | St.risbe/standard   | Material     | Masa          | Opomba         |
|      |           |       |                      | Datum               | Ime          | Merilo: 1:3   | Masa: 0.566 kg |
|      |           |       |                      | Izdel. 07-May-21    | Belej A.     | Naziv: POGON  |                |
|      |           |       |                      | Konfr. -            |              |               |                |
|      |           |       |                      | K.std. -            |              |               |                |
|      |           |       |                      |                     |              | St. risbe: 14 | LIST 1/1       |
|      |           |       |                      | Solski center Celje |              | Nadom.:       | Nadom. z:      |
| Ozn. | Sprememba | Datum | Ime                  |                     |              |               |                |

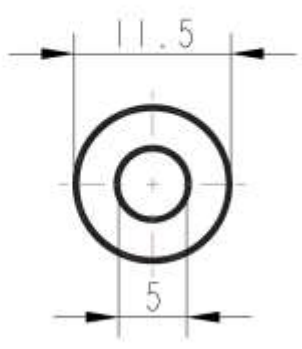
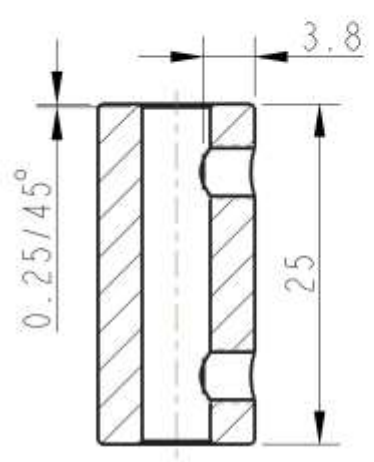


SCALE 1:2

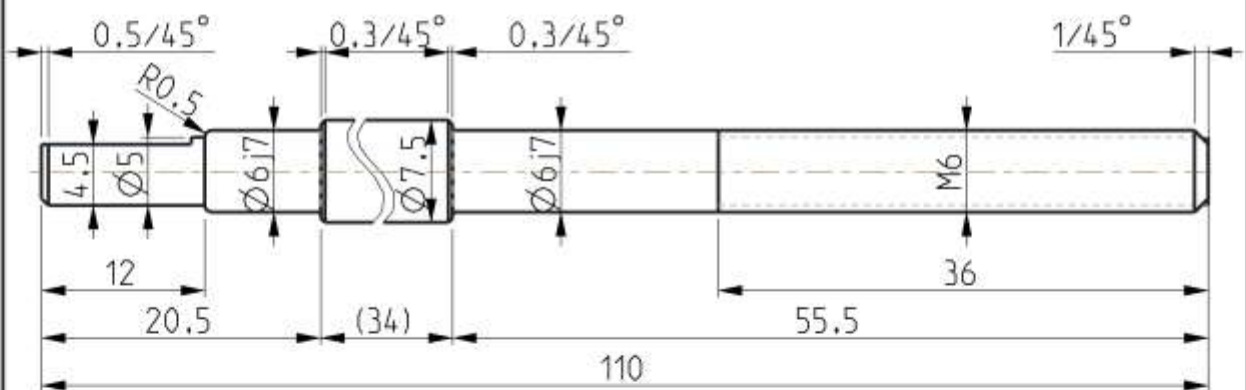
|  |           |       |     |   |  |                    |  |                       |  |                |  |
|--|-----------|-------|-----|---|--|--------------------|--|-----------------------|--|----------------|--|
| OPOMBA:<br>Nekotirane mere so razvidne iz 3D modela. |           |       |     | Tolerance odprtih mer<br>DIN ISO 2768-m |  | Povrsin. hrapavost |  | Merilo: 1:1           |  | Masa: 0.508 kg |  |
|  |           |       |     | Datum                                   |  | Ime                |  | Naziv:                |  |                |  |
|  |           |       |     | Izdel. 01-Apr-21                        |  | Belej A.           |  | <b>MOTOR AQUASTAR</b> |  |                |  |
|  |           |       |     | Kontr. -                                |  |                    |  |                       |  |                |  |
|  |           |       |     | K.std. -                                |  |                    |  | St. risbe: 1.4.1      |  |                |  |
|  |           |       |     | Solski center Celje                     |  |                    |  | Nadom. z:             |  |                |  |
| Ozn.   | Sprememba | Datum | Ime | Nadom. z:                               |  |                    |  |                       |  |                |  |



SECTION A - A

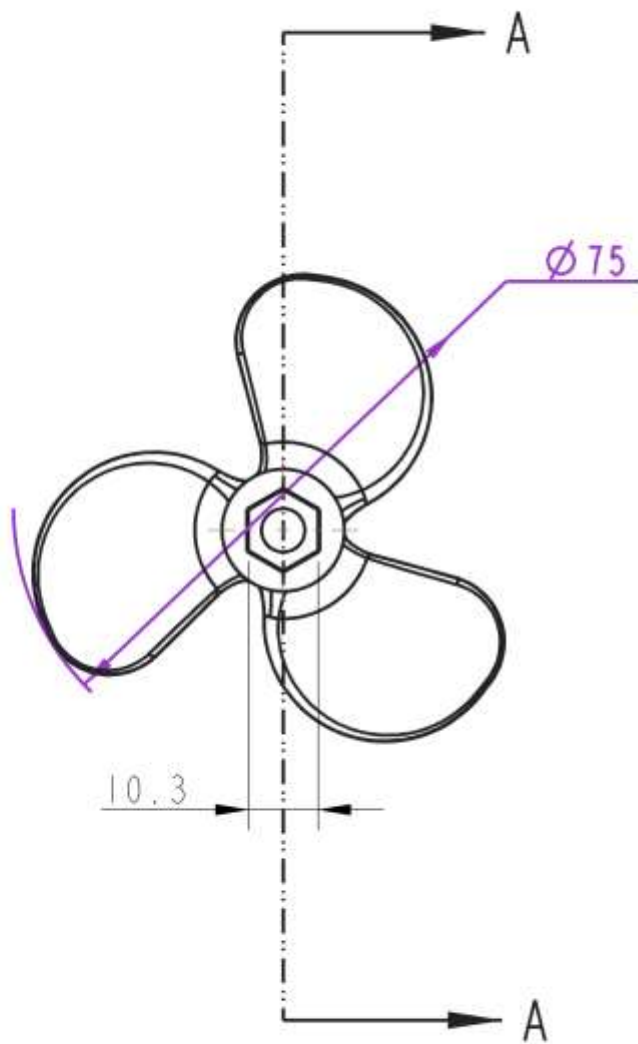


|         |           |       |   |                    |                    |                |
|---------|-----------|-------|---|--------------------|--------------------|----------------|
| OPOMBA: |           |       | Tolerance odprtih mer<br>DIN ISO 2768-m | Povrsin. hrapavost | Merilo: 2:1        | Masa: 0.017 kg |
|         |           |       | Datum                                   | Ime                | Material: MEDENINA |                |
|         |           |       | Izdel. 30-Mar-21                        | Belej A.           | Naziv: SKLOPKA     |                |
|         |           |       | Kontr. -                                |                    |                    |                |
|         |           |       | K.std. -                                |                    |                    |                |
|         |           |       | Solski center Celje                     |                    | St. risbe: 1.4.2   | LIST 1/1       |
| Ozn.    | Sprememba | Datum | Ime                                     |                    | Nadom:             | Nadom. z:      |

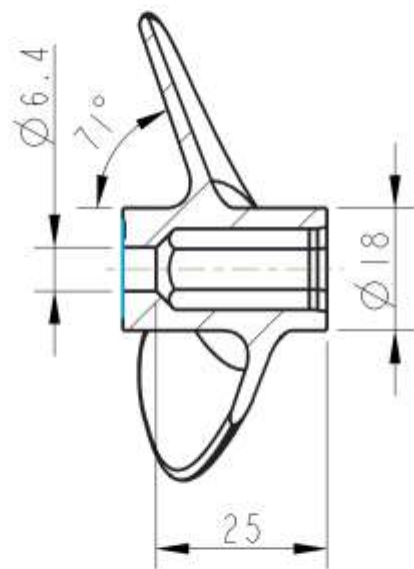


SCALE 1:1

|         |           |       |     |                        |                     |                    |               |
|---------|-----------|-------|-----|------------------------|---------------------|--------------------|---------------|
| OPOMBA: |           |       |     | Tolerance odprtih mer: | Povrsin. hrapavost: | Merilo: 2:1        | Masa: 0.03 kg |
|         |           |       |     | DIN ISO 2768-m         |                     | Material: MEDENINA |               |
|         |           |       |     | Datum                  | Ime                 | Naziv: GRED        |               |
|         |           |       |     | Izdel. 09-Feb-21       | Belej A.            |                    |               |
|         |           |       |     | Kontr. -               |                     |                    |               |
|         |           |       |     | K.std. -               |                     |                    |               |
|         |           |       |     | Solski center Celje    |                     | St. risbe: 1.4.3   | LIST 1/1      |
| Ozn.    | Sprememba | Datum | Ime |                        |                     | Nadom:             | Nadom. z:     |

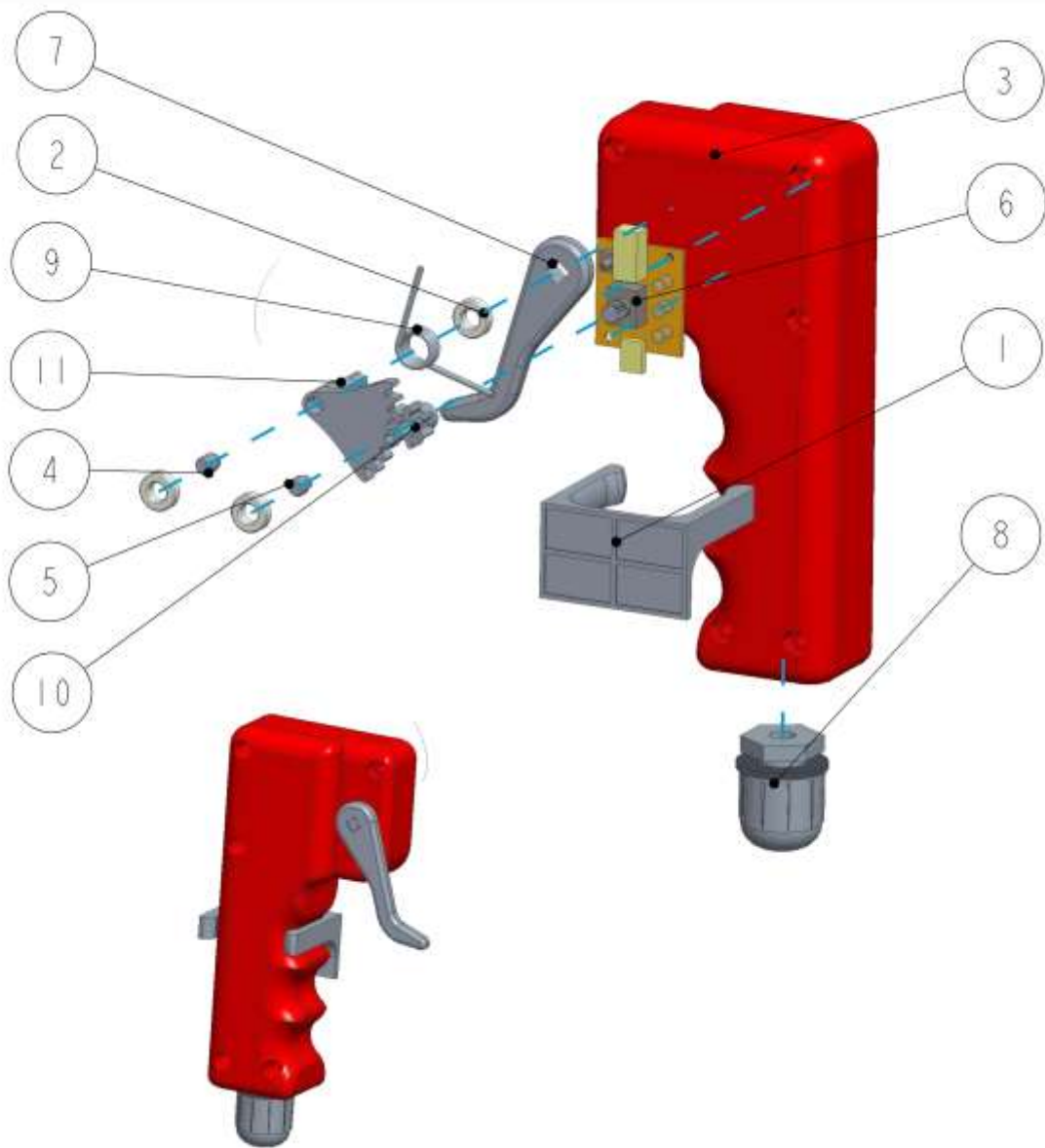


SECTION A-A



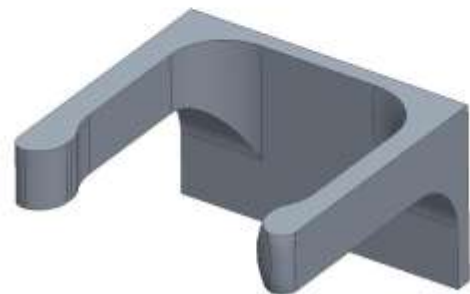
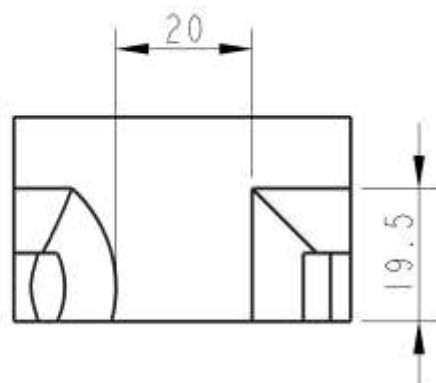
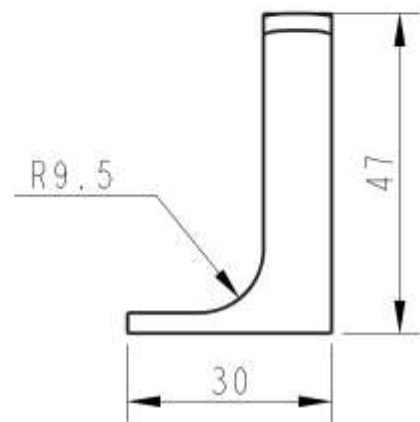
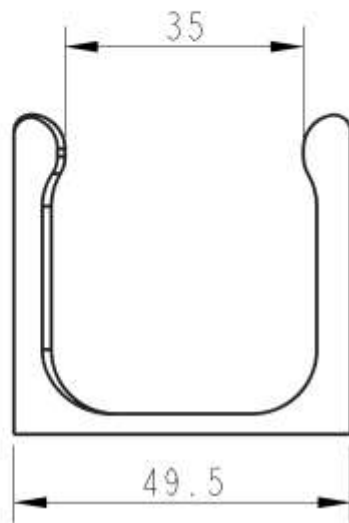
|  |           |       |     |   |  |   |  |                        |  |                |  |
|--|-----------|-------|-----|---|--|---|--|------------------------|--|----------------|--|
| OPOMBA:<br>Nekotirane mere so razvidne iz 3D modela. |           |       |     | Tolerance odprtih mer<br>DIN ISO 2768-m |  | Povrsin. hrapavost  |  | Merilo: 1:1            |  | Masa: 0.011 kg |  |
|  |           |       |     | Datum                                   |  | Ime   |  | Material: Plastika PLA |  |                |  |
|  |           |       |     | Izdel. 01-Apr-21                        |  | Belej A.  |  | Naziv: PROPELER        |  |                |  |
|  |           |       |     | Kontr. -                                |  | -   |  |                        |  |                |  |
|  |           |       |     | K.std. -                                |  | -   |  |                        |  |                |  |
|  |           |       |     | Solski center Celje                     |  |  |  | St. risbe: 14.4        |  | LIST 1/1       |  |
| Ozn.   | Sprememba | Datum | Ime |   |  |   |  | Nadom:                 |  | Nadom. z:      |  |



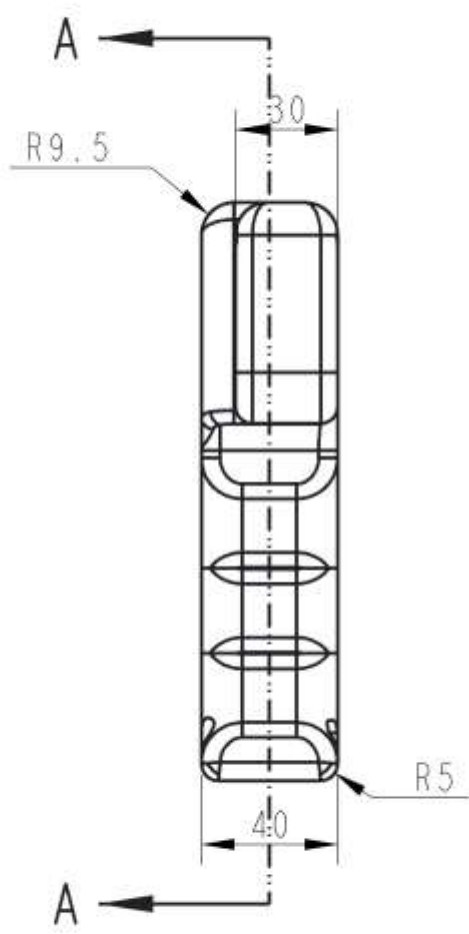
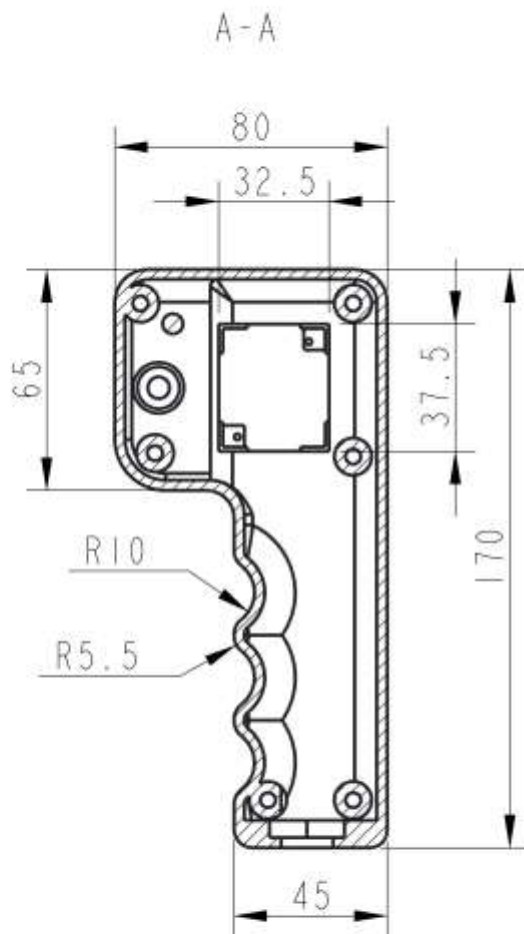


SCALE 1:3

| 11   | 1         |       | ZOBNIK_35        | 2.8                 | Plastika_PLA | 0.004                         |                |
|------|-----------|-------|------------------|---------------------|--------------|-------------------------------|----------------|
| 10   | 1         |       | ZOBNIK_7         | 2.7                 | Plastika_PLA | 0.002                         |                |
| 9    | 1         |       | VZMET            | -                   | -            | /                             |                |
| 8    | 1         |       | TESNILNA_SPOJKA  | -                   | Plastika_PLA | 0.014                         |                |
| 7    | 1         |       | ROCKA_DALJINCA   | 2.6                 | Plastika_PLA | 0.006                         |                |
| 6    | 1         |       | POTENCIOMETER    | 2.5                 | -            | /                             |                |
| 5    | 1         |       | OS_Z7            | 2.4                 | Plastika_PLA | 0.001                         |                |
| 4    | 1         |       | OS_Z35           | 2.3                 | Plastika_PLA | 0.001                         |                |
| 3    | 1         |       | OHIBIJE_DALJINCA | 2.2                 | Plastika_PLA | 0.116                         |                |
| 2    | 3         |       | LEZA J12         | -                   | -            | /                             |                |
| 1    | 1         |       | DRZALO           | 2.1                 | Plastika_PLA | 0.010                         |                |
| Poz  | Kos       | En    | Naziv in mere    | St.risbe/standard   | Material     | Masa(kg)                      | Opomba         |
|      |           |       |                  | Datum               | Ime          | Merito: 1:2                   | Masa: 0.154 kg |
|      |           |       |                  | Izdel. 29-Mar-21    | Betej A.     | Naziv: <b>DALJINEC SESTAV</b> |                |
|      |           |       |                  | Kontr. -            |              |                               |                |
|      |           |       |                  | K.std. -            |              |                               |                |
|      |           |       |                  | Solski center Celje |              | St. risbe: 2                  | LIST 1/1       |
| Ozn. | Sprememba | Datum | Ime              |                     |              | Nadom:                        | Nadom. z:      |

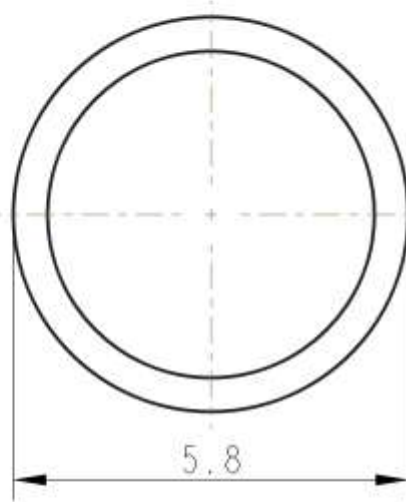
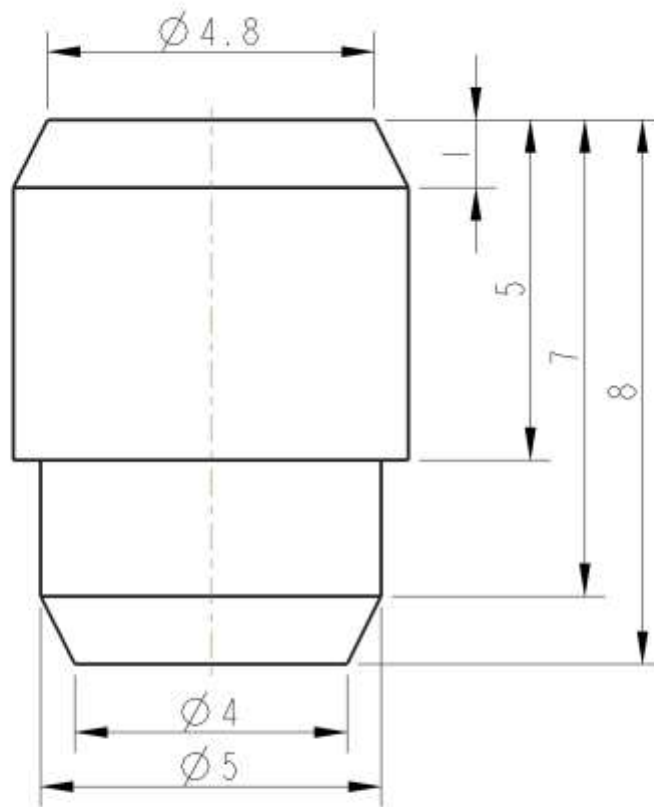


|  |           |       |     |   |                    |                        |                |
|--|-----------|-------|-----|---|--------------------|------------------------|----------------|
| OPOMBA:<br>Nekotirane mere so razvidne iz 3D modela. |           |       |     | Tolerance odprtih mer<br>DIN ISO 2768-m | Povrsin. hrapavost | Merilo: 1:1            | Masa: 0.010 kg |
|  |           |       |     | Datum                                   | Ime                | Material: Plastika_PLA |                |
|  |           |       |     | Izdel. 29-Mar-21                        | -                  | Naziv: DRZALO          |                |
|  |           |       |     | Kontr. -                                | -                  |                        |                |
|  |           |       |     | K.std. -                                | -                  |                        |                |
|  |           |       |     | Solski center Celje                     |                    | St. risbe: 21          | LIST 1/1       |
| Ozn.   | Sprememba | Datum | Ime |   |                    | Nadom:                 | Nadom. z:      |



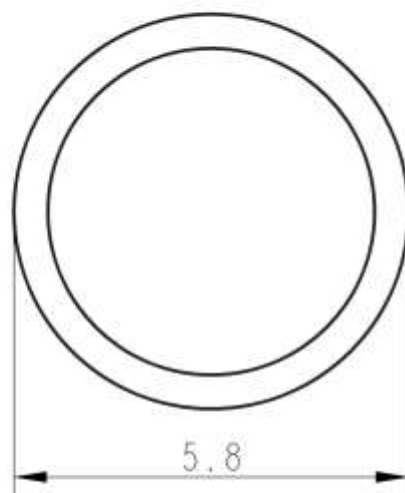
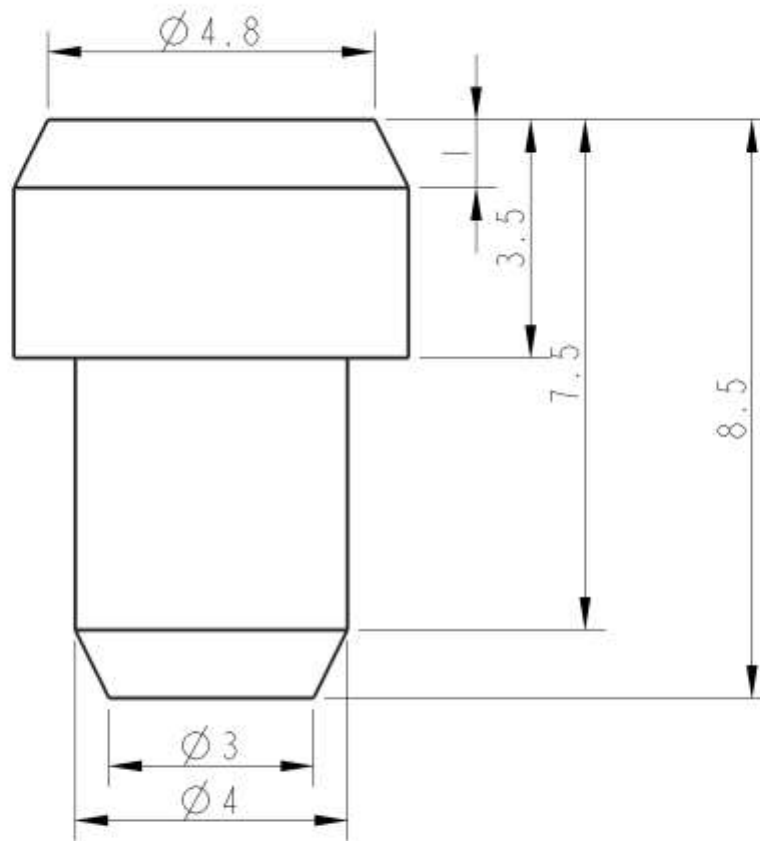
SCALE 1:3

|  |           |       |     |   |                    |                        |                |
|--|-----------|-------|-----|---|--------------------|------------------------|----------------|
| OPOMBA:<br>Nekotirane mere so razvidne iz 3D modela. |           |       |     | Tolerance odprtih mer<br>DIN ISO 2768-m | Povrsin. hrapavost | Merilo: 1:2            | Masa: 0.116 kg |
|  |           |       |     | Datum                                   | Ime                | Material: Plastika_PLA |                |
|  |           |       |     | Izdel. 29-Mar-21                        | Belej A.           | Naziv: OHISJE DALJINCA |                |
|  |           |       |     | Kontr. -                                |                    |                        |                |
|  |           |       |     | K.std. -                                |                    |                        |                |
|  |           |       |     | Solski center Celje                     |                    | St. risbe: 22          | LIST 1/1       |
| Ozn.   | Sprememba | Datum | Ime |   |                    | Nadom:                 | Nadom. z:      |



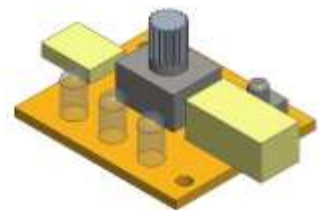
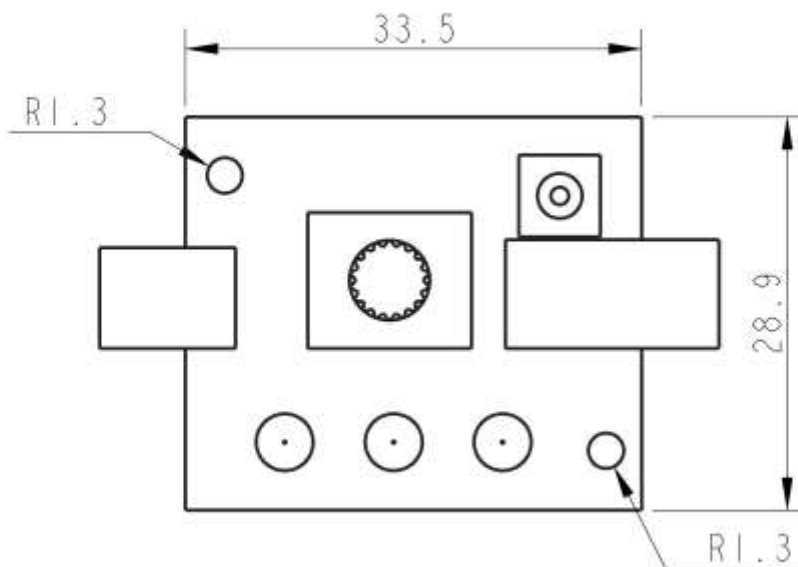
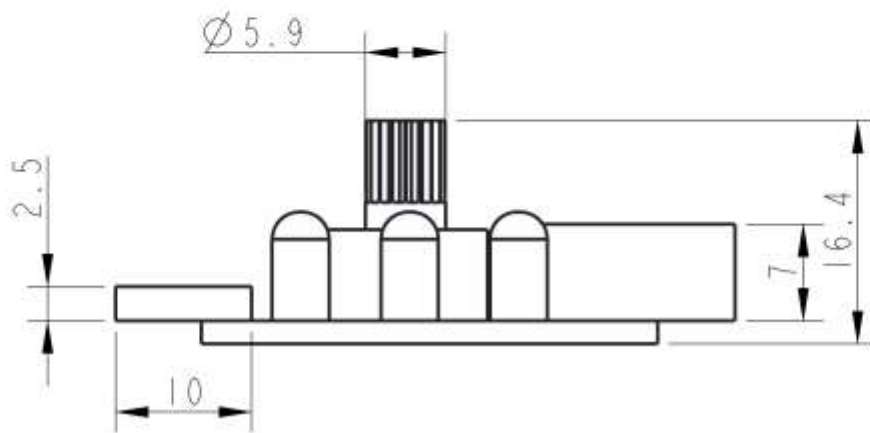
SCALE 2/1

|         |           |       |     |   |                       |                        |                |
|---------|-----------|-------|-----|---|-----------------------|------------------------|----------------|
| OPOMBA: |           |       |     | Tolerance<br>odprtih mer  | Povrsin.<br>hrapavost | Merilo: 10:1           | Masa: 0.001 kg |
|         |           |       |     | DIN ISO<br>2768-m   |                       | Material: Plastika_PLA |                |
|         |           |       |     | Datum   | Ime                   | Naziv:                 | OS_Z35         |
|         |           |       |     | Izdel. 29-Mar-21  | Belej A.              |                        |                |
|         |           |       |     | Kontr. -  | -                     |                        |                |
|         |           |       |     | K.std. -  | -                     |                        |                |
|         |           |       |     | Solski center<br>Celje  |                       | St. risbe: 2.3         | LIST<br>1/1    |
| Ozn.    | Sprememba | Datum | Ime |  |                       | Nadom:                 |                |



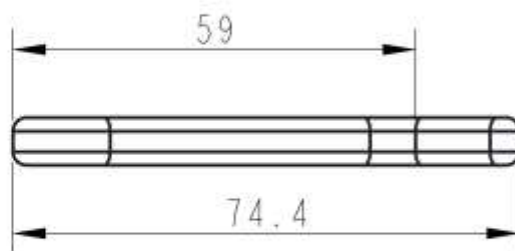
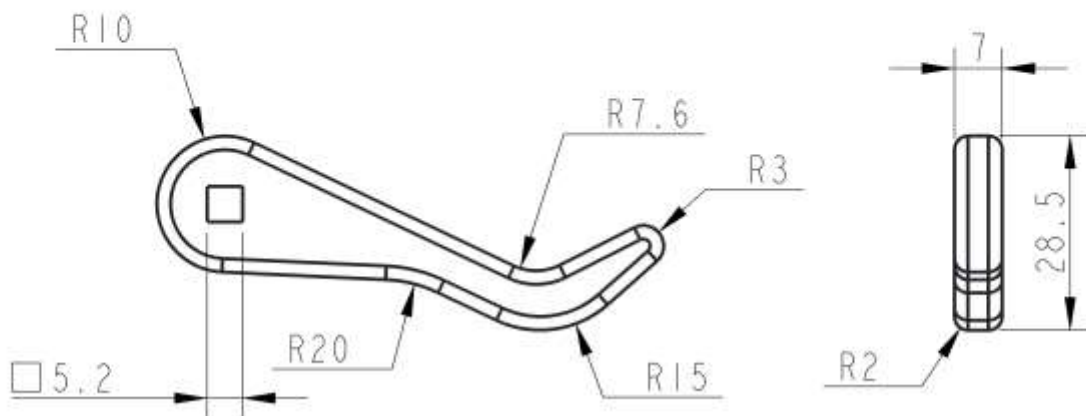
SCALE 2:1

|         |           |       |     |   |                       |                        |                |
|---------|-----------|-------|-----|---|-----------------------|------------------------|----------------|
| OPOMBA: |           |       |     | Tolerance<br>odprtih mer  | Povrsin.<br>hrapavost | Merilo: 10:1           | Masa: 0.001 kg |
|         |           |       |     | DIN ISO<br>2768-m   |                       | Material: Plastika_PLA |                |
|         |           |       |     | Datum   | Ime                   | Naziv:                 |                |
|         |           |       |     | Izdel. 29-Mar-21  | Belej A.              | OS Z7                  |                |
|         |           |       |     | Kontr. -  | -                     |                        |                |
|         |           |       |     | K.std. -  | -                     |                        |                |
|         |           |       |     | Solski center<br>Celje  |                       | St. risbe: 24          | LIST 1/1       |
| Ozn.    | Sprememba | Datum | Ime |  |                       | Nadom:                 | Nadom. z:      |
|         |           |       |     |   |                       |                        |                |

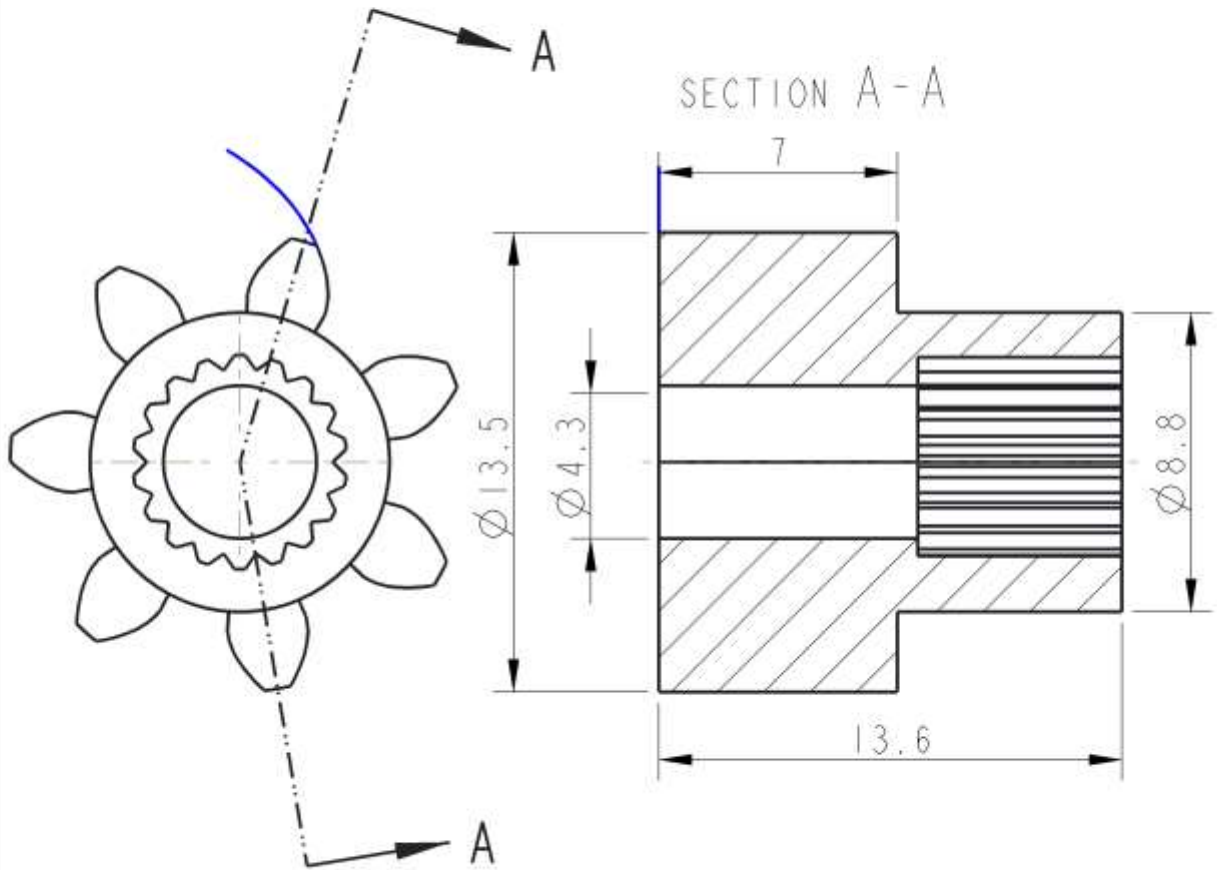


SCALE 1:1

|  |           |       |     |   |                    |                                |            |
|--|-----------|-------|-----|---|--------------------|--------------------------------|------------|
| OPOMBA:<br>Nekotirane mere so razvidne iz 3D modela. |           |       |     | Tolerance odprtih mer<br>DIN ISO 2768-m | Povrsin. hrapavost | Merilo: 2:1                    | Masa: / kg |
|  |           |       |     | Datum                                   | Ime                | Material: /                    |            |
|  |           |       |     | Izdel. 29-Mar-21                        | Belej A.           | Naziv:<br><b>POTENCIOMETER</b> |            |
|  |           |       |     | Kontr. -                                | -                  |                                |            |
|  |           |       |     | K.std. -                                | -                  |                                |            |
|  |           |       |     | Solski center Celje                     |                    | St. risbe: 25                  | LIST 1/1   |
| Ozn.   | Sprememba | Datum | Ime |   |                    | Nadom:                         | Nadom. z:  |



|  |           |       |     |   |  |                    |  |                        |  |                |  |
|--|-----------|-------|-----|---|--|--------------------|--|------------------------|--|----------------|--|
| OPOMBA:<br>Nekotirane mere so razvidne iz 3D modela. |           |       |     | Tolerance odprtih mer<br>DIN ISO 2768-m |  | Povrsin. hrapavost |  | Merilo: 1:1            |  | Masa: 0.006 kg |  |
|  |           |       |     | Datum                                   |  | Ime                |  | Material: Plastika_PLA |  |                |  |
|  |           |       |     | Izdel. 30-Mar-21                        |  | Belej A.           |  | Naziv: ROCKA DALJINCA  |  |                |  |
|  |           |       |     | Kontr. -                                |  |                    |  |                        |  |                |  |
|  |           |       |     | K.std. -                                |  |                    |  |                        |  |                |  |
|  |           |       |     | Solski center Celje                     |  |                    |  | St. risbe: 2.6         |  | LIST 1/1       |  |
| Ozn.   | Sprememba | Datum | Ime |   |  |                    |  | Nadom:                 |  | Nadom. z:      |  |



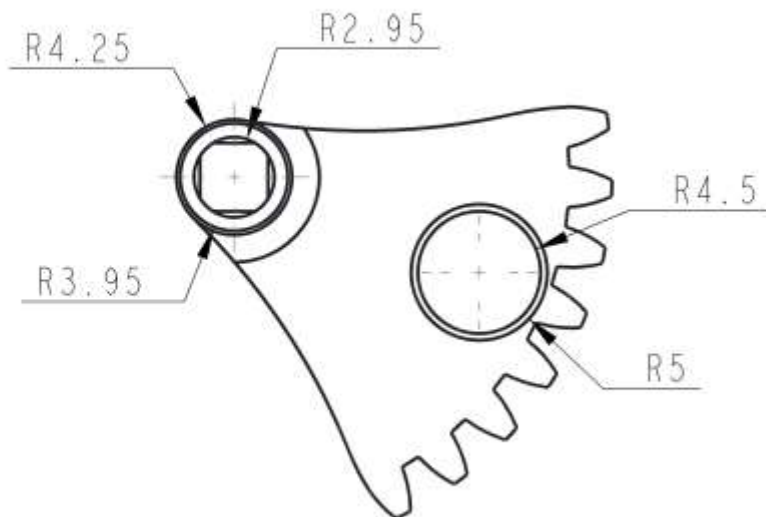
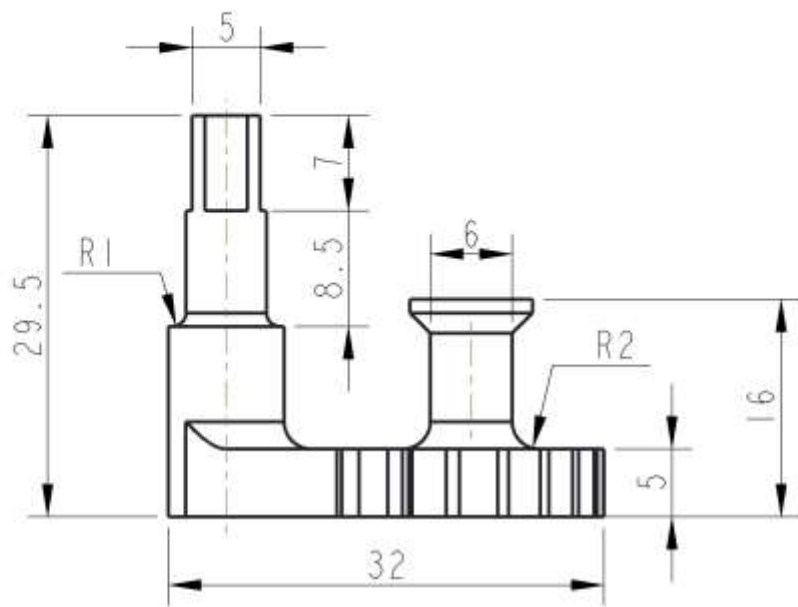
SCALE 2:1

Zobnik je modula 1.5

Zobnik ima 7 zob

|  |           |       |     |   |  |                    |  |                 |  |                |  |
|--|-----------|-------|-----|---|--|--------------------|--|-----------------|--|----------------|--|
| OPOMBA:<br>Nekotirane mere so razvidne iz 3D modela. |           |       |     | Tolerance odprtih mer<br>DIN ISO 2768-m |  | Povrsin. hrapavost |  | Merilo: 5:1     |  | Masa: 0.002 kg |  |
|  |           |       |     | Datum                                   |  | Ime                |  | Naziv:          |  |                |  |
|  |           |       |     | Izdel. 30-Mar-21                        |  | Belej A.           |  | <b>ZOBNIK_7</b> |  |                |  |
|  |           |       |     | Kontr. -                                |  |                    |  |                 |  |                |  |
|  |           |       |     | K.std. -                                |  |                    |  | St. risbe:      |  | 27             |  |
|  |           |       |     | Solski center Celje                     |  |                    |  | Nadom. z:       |  | Nadom. z:      |  |
| Ozn.   | Sprememba | Datum | Ime |   |  |                    |  |                 |  | List 1/1       |  |

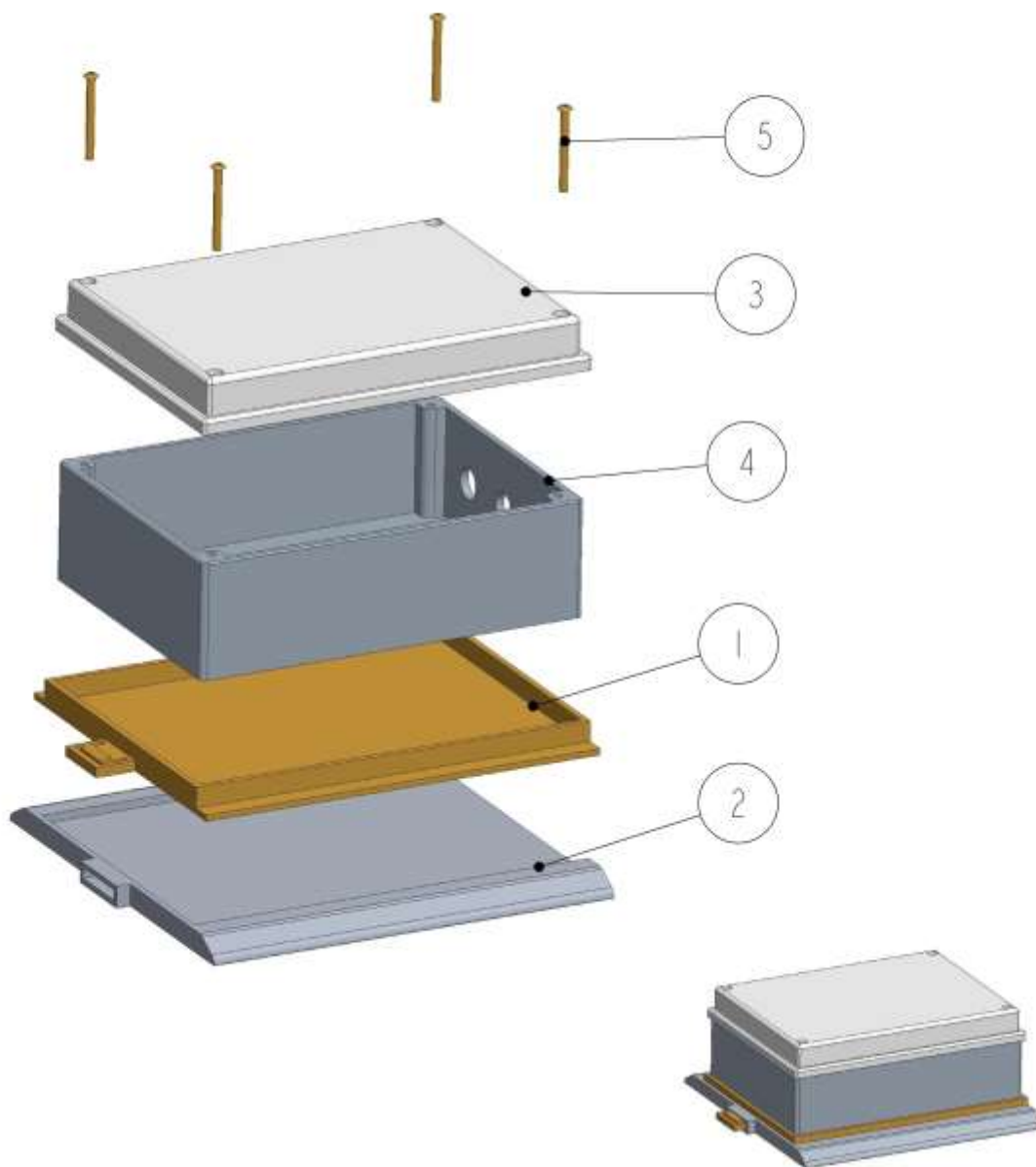




SCALE 1:1

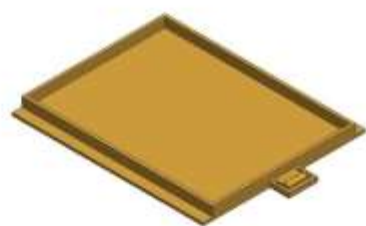
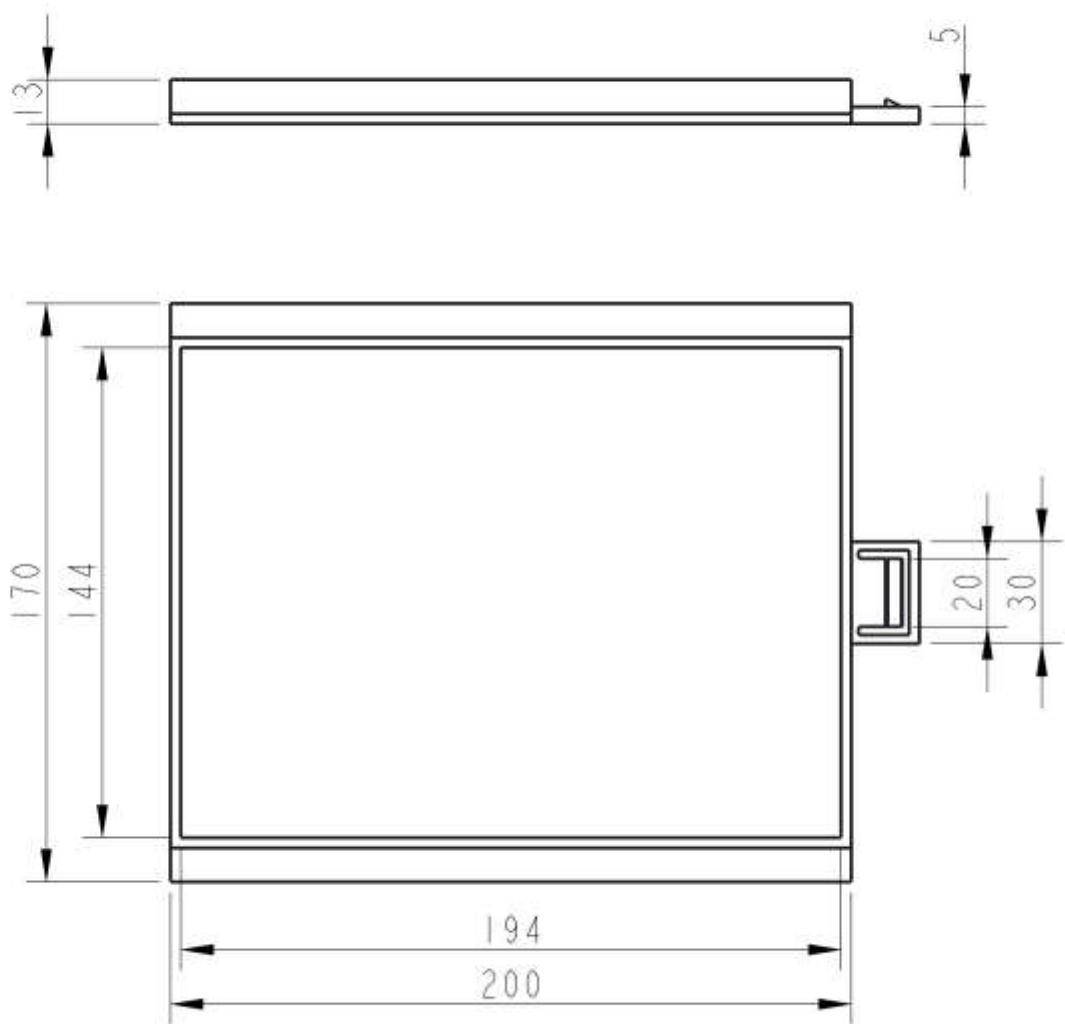
Zobnik modula 1.5  
 Zobnik ima v osnovi 35 zob  
 (v najinem rimeru 8)

|  |           |       |   |  |                    |                        |                |
|--|-----------|-------|---|--|--------------------|------------------------|----------------|
| OPOMBA:<br>Nekotirane mere so razviden iz 3D modela. |           |       | Tolerance odprtih mer<br>DIN ISO 2768-m |  | Povrsin. hrapavost | Merilo: 2:1            | Masa: 0.004 kg |
|  |           |       | Datum                                   |  | Ime                | Material: Plastika_PLA |                |
|  |           |       | Izdel. 30-Mar-21                        |  | Belej A.           | Naziv: ZOBNIK_35       |                |
|  |           |       | Kontr. -                                |  |                    |                        |                |
|  |           |       | K.std. -                                |  |                    |                        |                |
|  |           |       | Solski center Celje                     |  |                    | St. risbe: 2.8         | LIST 1/1       |
| Ozn.   | Sprememba | Datum | Ime                                     |  |                    | Nadom:                 | Nadom. z:      |



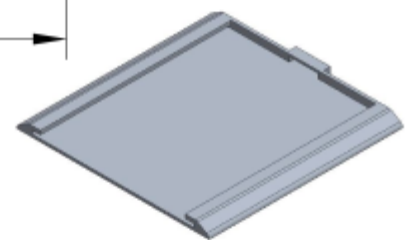
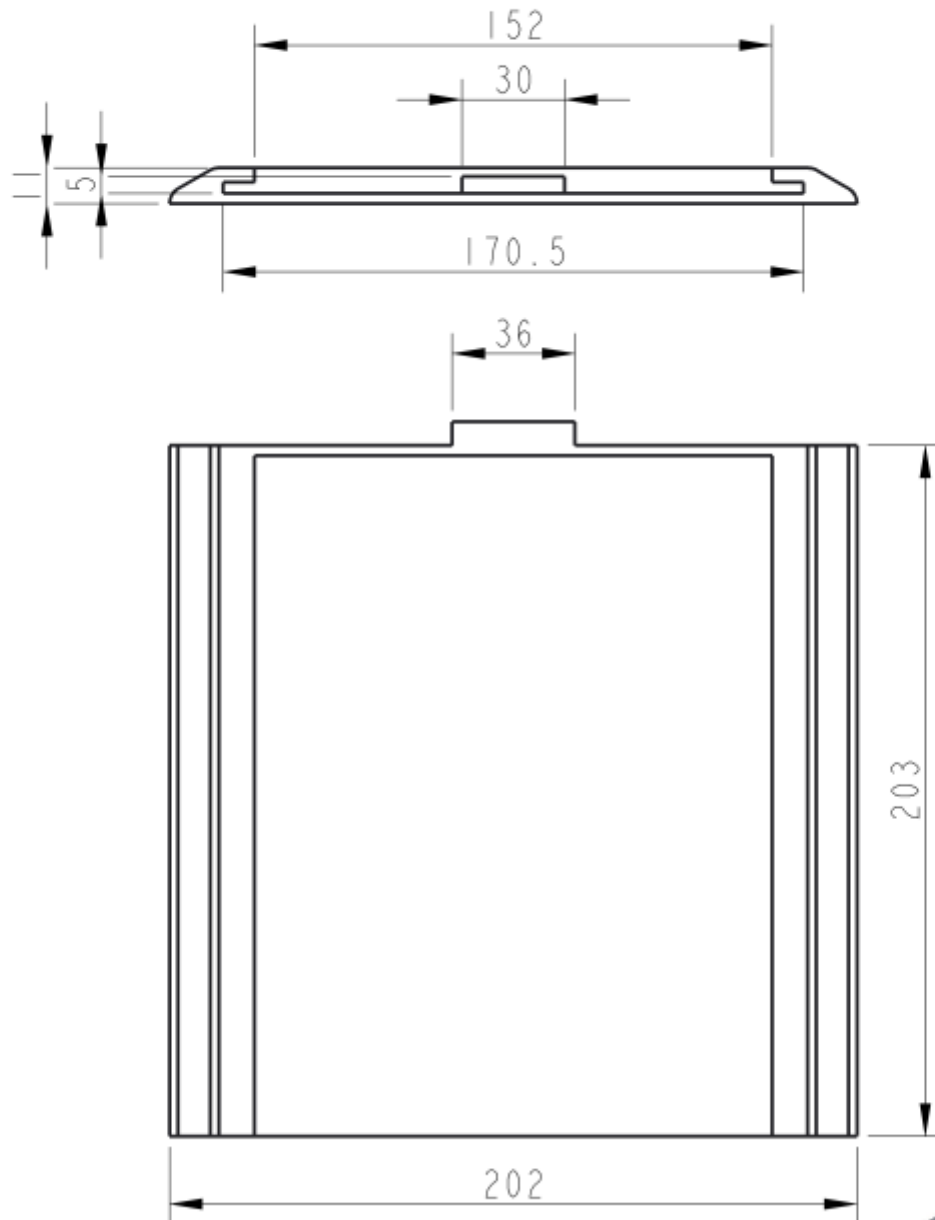
SCALE 1/5

| 5    | 4         |       | VIJAK_M4            | /                   | /        | /                           |                |
|------|-----------|-------|---------------------|---------------------|----------|-----------------------------|----------------|
| 4    | 1         |       | SKATLA              | /                   | /        | 0.281                       |                |
| 3    | 1         |       | POKROV              | /                   | /        | 0.167                       |                |
| 2    | 1         |       | PODLOGA_SUPA_SKATLE | 3.2                 |          | Plastika_PLA                | 0.153          |
| 1    | 1         |       | PODLOGA_SKATLE      | 3.1                 |          | Plastika_PLA                | 0.130          |
| Poz  | Kos       | En    | Naziv in mere       | St.risbe/standard   | Material | Masa(kg)                    | Opomba         |
|      |           |       |                     | Datum               | Ime      | Merilo: 1:3                 | Masa: 0.731 kg |
|      |           |       |                     | Izdel. 28-Mar-21    | Belej A. | Naziv: SKATLA IN PRITRDITEV |                |
|      |           |       |                     | Kontr. -            |          |                             |                |
|      |           |       |                     | K.std. -            |          |                             |                |
|      |           |       |                     | Solski center Celje |          | St. risbe: 3                | LIST 1/1       |
| Ozn. | Sprememba | Datum | Ime                 |                     |          | Nadom:                      | Nadom. z:      |



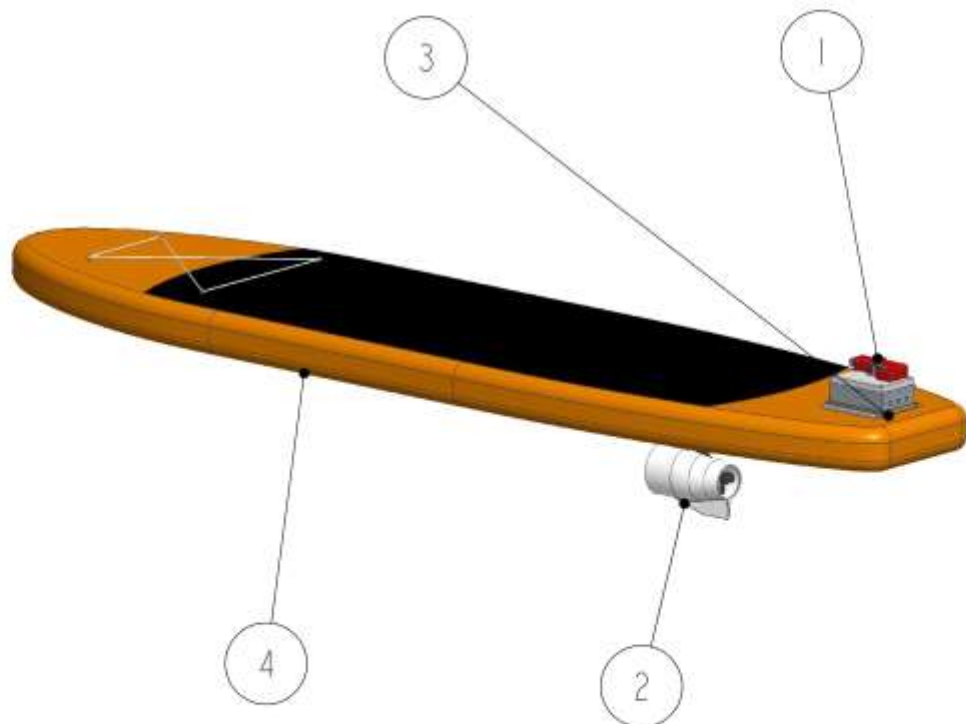
SCALE 1/5

|   |           |       |     |   |  |   |  |   |  |                |  |      |     |
|---|-----------|-------|-----|---|--|---|--|---|--|----------------|--|------|-----|
| OPOMBA:<br>Ostale mere so razvidne iz<br>3D modela. |           |       |     | Tolerance<br>odprtih mer<br>DIN ISO<br>2768-m |  | Povrsin.<br>hrapavost   |  | Merilo: 1:2   |  | Masa: 0.130 kg |  |      |     |
|   |           |       |     | Datum   |  | Ime   |  | Material: Plastika_PLA  |  |                |  |      |     |
|   |           |       |     | Izdel. 29-Mar-21                              |  | Belej A.  |  | Naziv:<br><b>PODLAGA_SKATLE</b>                                   |  |                |  |      |     |
|   |           |       |     | Kontr. -                                      |  | -   |  | St. risbe:<br><b>31</b>   |  |                |  |      |     |
|   |           |       |     | K.std. -                                      |  | -   |  |   |  |                |  |      |     |
|   |           |       |     | Solski center<br>Celje                        |  |  |  | <table border="1"> <tr> <td>LIST</td> <td>1/1</td> </tr> </table> |  |                |  | LIST | 1/1 |
| LIST  | 1/1       |       |     |   |  |   |  |   |  |                |  |      |     |
| Ozn.  | Sprememba | Datum | Ime |   |  |   |  | Nadom. z:   |  |                |  |      |     |



SCALE 1/5

|   |           |       |   |  |                       |                                      |                |
|---|-----------|-------|---|--|-----------------------|--------------------------------------|----------------|
| OPOMBA:<br>Ostale mere so razvidne iz<br>3D modela. |           |       | Tolerance<br>odprtih mer<br>DIN ISO<br>2768-m |  | Povrsin.<br>hrapavost | Merilo: 1:2                          | Masa: 0.153 kg |
|   |           |       | Datum   |  | Ime                   | Material: Plastika_PLA               |                |
|   |           |       | Izdel. 29-Mar-21                              |  | Belej A.              | Naziv:<br><b>PODLAGA_SUPA_SKATLE</b> |                |
|   |           |       | Kontr. -                                      |  | -                     |                                      |                |
|   |           |       | K.std. -                                      |  | -                     |                                      |                |
|   |           |       | Solski center<br>Celje                        |  |                       | St. risbe:<br>32                     | List<br>1/1    |
| Ozn.  | Sprememba | Datum | Ime   |  |                       | Nadom:                               | Nadom. z:      |



| 4    | 1         |       | SUP                   | /                 | /   | /                   |                |
|------|-----------|-------|-----------------------|-------------------|---|---------------------|----------------|
| 3    | 1         |       | SKATLA_IN_PRI TRDITEV | 3                 | /   | 0.731               |                |
| 2    | 1         |       | SESTAV_PLAVUTI_L      | 1                 | /   | 1.550               |                |
| 1    | 1         |       | DALJINEC_SESTAV       | 2                 | /   | 0.153               |                |
| Poz  | Kos       | En    | Naziv in mere         | St.risbe/standard | Material  | Masa(kg)            | Opomba         |
|      |           |       |                       | Datum             | Ime   | Merito: 1:48        | Masa: 2.434 kg |
|      |           |       |                       | Izdel. 28-Mar-21  | Belej A.  | Naziv: <b>E_SUP</b> |                |
|      |           |       |                       | Konfr. -          |   |                     |                |
|      |           |       |                       | K.std. -          |   |                     |                |
|      |           |       |                       | Solski center     |  | St. risbe: <b>4</b> | LIST 1/1       |
|      |           |       |                       | Celje             |   | Nadom. z:           |                |
| Ozn. | Sprememba | Datum | Ime                   |                   |   | Nadom. z:           |                |