

»55. SREČANJE MLADIH RAZISKOVALCEV SLOVENIJE 2021«

Hydro-polnilec

Raziskovalno področje ZOTKS:
elektrotehnika, elektronika in robotika

Raziskovalna naloga

David Oblak, Marcel Britovšek

Mentor: Bojan Dežman

Srednja elektro-računalniška šola Maribor

Maribor, 2021

Vsebina

Kazalo slik	3
1. Zahvala	4
2. Uvod/ Povzetek.....	5
3. Summary	5
4. Družbena odgovornost	6
5. Material	7
6. Ideja.....	8
7. Elektro motor/generator	9
8. Elektronika	12
9. 3D-tiskanje	13
10. Propeler.....	15
11. Sprednji nosilec	17
12. Glavni nosilec.....	19
13. Reduktor in nosilec elektro motorja	20
14. Elektro škatlica.....	23
15. Končni izdelek	24
16. Zaključek	30
17. Viri.....	31

Kazalo slik

Slika 1. Pretvorni modul DC/DC 3-50V.....	7
Slika 2. Polnilni modul mini USB Li-I.....	7
Slika 3. LG LGABB41865 3,60V 2600mAh baterija.....	7
Slika 4. PP cev za hišno kanalizacijo 125 x 500m.....	7
Slika 5. Skica Hydro-polnilca.....	8
Slika 6. FOXY G3 Brushless Motor C2216-850.....	9
Slika 7. Specifikacije BLDC motorja.....	9
Slika 8. 3-fazni polno-valovni usmernik.....	10
Slika 9. Ponazoritev delovanje usmernika.....	10
Slika 10. Vezje za testiranje motorja.....	11
Slika 11. DC motor uporabljen v Hydro-polnilcu.....	11
Slika 12. Ročno narisana shema vezja.....	12
Slika 13. Shema oblikovana v programu Eagle.....	12
Slika 14. Skica končnega vezja z moduli.....	13
Slika 15. 3D-tiskalnik CREALITY Ender 3.....	14
Slika 16. Ultimaker CURA.....	14
Slika 17. FreeCAD.....	14
Slika 18. TINKERCAD.....	14
Slika 19. Propeler.....	15
Slika 20. Višinski pogled propelerja.....	16
Slika 21. Stranski pogled propelerja.....	16
Slika 22. Prozorni model sprednjega nosilca.....	17
Slika 23. Zgornji pogled natisnjenega sprednjega nosilca.....	18
Slika 24. Spodnji pogled natisnjenega sprednjega nosilca.....	18
Slika 25. Dve plasti gume na koncu kraka nosilca.....	18
Slika 26. Prozorni model glavnega nosilca.....	19
Slika 27. Glavni nosilec.....	19
Slika 28. LEGO zobnik - 8 zob.....	20
Slika 29. LEGO zobnik - 24 zob.....	20
Slika 30. Prozorna slika reduktorja in nosilca za elektro motor.....	21
Slika 31. Višinski pogled reduktorja in nosilca za elektro motor.....	21
Slika 32. Zobnika na gredi propelerja in osi elektro motorja.....	22
Slika 33. Pokrovček za zadnji del elektro motorja.....	22
Slika 34. Elektro škatlica.....	23
Slika 35. 3D- dizajn končnega izdelka.....	25
Slika 36. Sprednji pogled 3D- dizajniranega končnega izdelka.....	26
Slika 37. Pogled od zadaj 3D- dizajniranega končnega izdelka.....	27
Slika 38. Sprednji del fizičnega izdelka.....	28
Slika 39. Notranjost fizičnega izdelka.....	28
Slika 40. Fizični izdelek.....	29

1. Zahvala

Pri izdelavi seminarske naloge, bi se rad zahvalil profesorju in mentorju, ki mi je skozi celotni potek raziskovalne naloge pomagal in svetoval. Posebno zahvalo bi namenil profesorici, ki mi je svetovala glede 3D tiskanja in prav tako pomagala s tiskanjem samih izdelkov. Zahvaljujem se tudi vsem profesorjem, ki smo mi skozi leta predajali neprecenljivo znanje, katerega sem lahko uporabil pri raziskovalni nalogi.

2. Uvod/ Povzetek

»Raziskovalna naloga« je pojem, ki se navezuje na raziskovanje. Njegova opredelitev je iskanje novih spoznanj, ki so po vsebini ali po metodi nova (izvirna) vsaj za avtorja/ico/je/ice. Raziskovalna naloga je edina stvar v šolstvu, pri kateri ni meja, ni nepotrebnih kriterijev, ni minimalnega standarda itd.. Je stvar pri kateri lahko narediš karkoli te veseli. Zato sem se odločil, bom poskusil narediti Hydro-polnilec. Hidro-polnilec je pomanjšana, prenosna hidroelektrarna, ki energijo vode pretvori v električno energijo. Z generirano električno energijo, pa lahko polnimo telefon ali katerokoli sodobno USB napravo. Za ta izdelek sem se odločil zato, ker je v današnjem svetu veliko govora o tehnologiji (telefonih) in o zeleni energiji (energija pridobljena iz obnovljivih virov).

3. Summary

"Research assignment" is a concept related to research. Its definition is the search for new insights that are new (original) in content or method, at least for the author(s). The research paper is the only thing in education where there are no boundaries, no unnecessary criteria, no minimum standard, etc. . It's a thing where you can do whatever makes you happy. So I've decided, that I would try to make a Hydro-charger. Hydro-charger is a scaled-down, portable hydroelectric power plant that converts water energy into electricity. The electricity generated can be used to charge your phone or any modern USB device. I chose this product because in today's world there is a lot of talk about technology (phones) and green energy (renewable energy).

4. Družbena odgovornost

Vedno več se je zadnje čase začelo govoriti o prevelikih količinah izpustov ogljikovega dioksida CO₂. Moja generacija pa je generacija, ki bi morala s temi posledicami živeti. V raziskovalno nalogo sem se zato podal za planom, da na kakršenkoli način pripomorem k zmanjšanju izpustov ogljikovega dioksida (CO₂) in drugih toplogrednih plinov (TGP). Zato sem odločil, da bom naredil Hydro-polnilec, ki električno energijo pridobiva iz obnovljivih virov (vode, vetra) in nima izpustov ogljikovega dioksida (CO₂) in drugih toplogrednih plinov (TGP). S Hydro-polnilcem bom tako naredil pozitiven vtis na svet in okolje in s tem vsaj malo prispeval k lepemu, bolj zelenemu svetu prihodnosti.

5. Material

Za izdelavo raziskovalne naloge sem nabavil več materiala, kot sem ga za samo raziskovalno nalogo potreboval. Vzrok za to je, da sem celoten izdelek oblikoval in izdelal sam. Imel sem nekaj neuspešnih prototipov, kateri material je posledično bil odveč.

Velik del materiala predstavljajo tiskani 3D izdelki, ki bodo kasneje podrobno predstavljeni. Ostali material uporabljen v raziskovalni nalogi je:

- PP cev za hišno kanalizacijo ALPRO HTEM 125 x 500mm
- FOXY G3 Brushless Motor C2216-850
- Sklopka za direktno povezavo 3,2/4 mm Ø10
- 4 mm x 500 mm GRED
- Radialni prirobnični iglični ležaj 4X9X4
- Regulator napetosti L7805 5V 1A
- Polnilni modul mini USB Li-I
- Pretvorni modul DC/DC
- LG LGABB41865 3,60V 2600mAh bateriji
- Lego zobniki uporabljeni v reduktorju
- DC motor 12V



Slika 1. Pretvorni modul DC/DC 3-50V



Slika 2. Polnilni modul mini USB Li-I



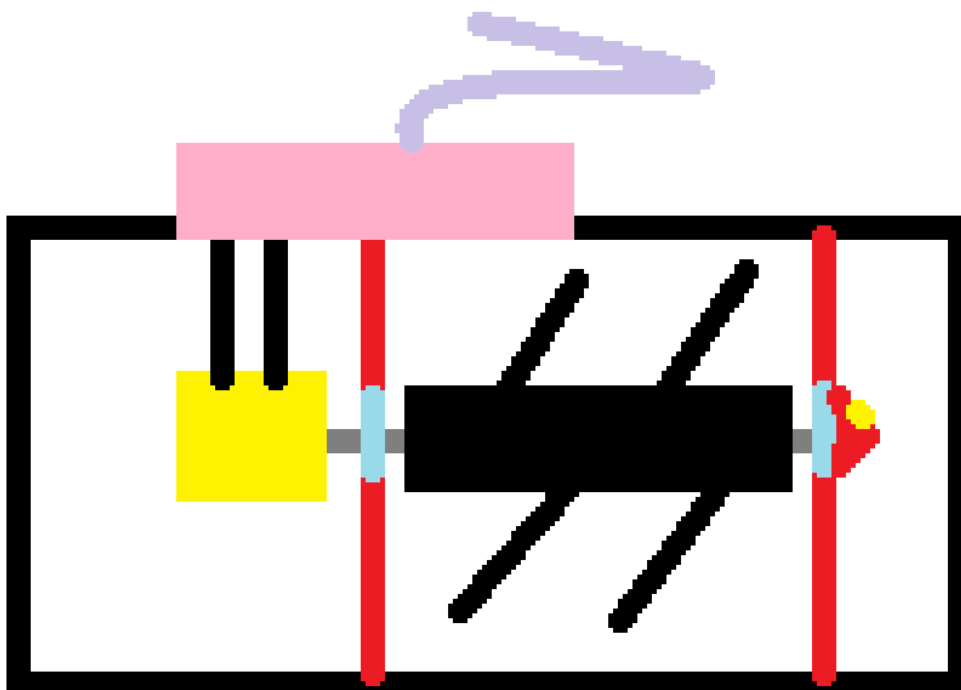
Slika 3. LG LGABB41865 3,60V 2600mAh baterija



Slika 4. PP cev za hišno kanalizacijo 125 x 500m

6. Ideja

Za začetek sem potreboval skico oz. osnovno obliko izdelka. Osnovno idejo sem izdelal v programu slikar, kjer sem si okrožno narisal kako naj bi izdelek izgledal.



Slika 5. Skica Hydro-polnilca

Po končani skici sem odločal, kateri material bom uporabil za kreacijo Hydro-polnilca. Za ohišje sem uporabil cev za hišno kanalizacijo s premerom 125mm. Naslednja stvar so nosilci, ki bodo poskrbeli, da je vse v notranjosti cevi lepo na centrirano in stabilno. Odločil sem se, da bom nosilce natisnil s 3D tiskalnikom. Prav tako sem natisnil tudi propeler. Propeler sedi na 4mm gredi, ki gre skozi oba nosilca. Na koncu gredi, pa se nahaja elektro motor, ki bo rotacijsko energijo pretvoril v električno energijo. Električna energija gre v elektro škatlico, kjer se nahaja vsa elektronika.

7. Elektro motor/generator

V prvotni ideji sem načrtoval uporabiti BLDC motor oz. brez krtačni DC motor. BLDC motor sem v prvotni ideji izbral zato, ker ima najboljši izkoristek v primerjavi z navadnim DC motorjem ali stepper motorjem. To ugotovitev pa sem zasledil na spletu, natančneje na Youtube kanalu [GreatScott!](https://www.youtube.com/watch?v=cJ_vDA7xsGs), kjer so primerjani zgoraj navedeni motorji.

Spletna povezava videoposnetka: https://www.youtube.com/watch?v=cJ_vDA7xsGs

Ko sem bil odločen, da bom vzel BLDC motor sem naletel na vprašanje kateri BLDC motor naj vzamem. Po nekaj raziskavah sem ugotovil, da je »KV« pomembna vrednost pri BLDC motorjih. Je vrednost, ki nam pove koliko obratov na minuto bo motor naredil z enim voltom. Npr. motor s vrednostjo KV1000, bo pri 5V imel 5000 obr./min.. Posledično sem kupil naslednji motor: [FOXY G3 Brushless Motor C2216-850](#). Bil je motor z najnižjo KV vrednostjo, ki je bil dovolj majhen in imel primerno ceno.

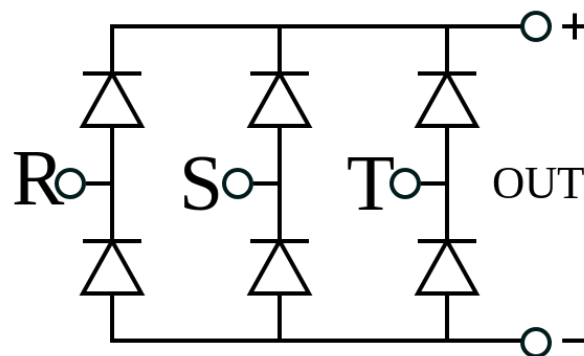


Slika 6. FOXY G3 Brushless Motor C2216-850

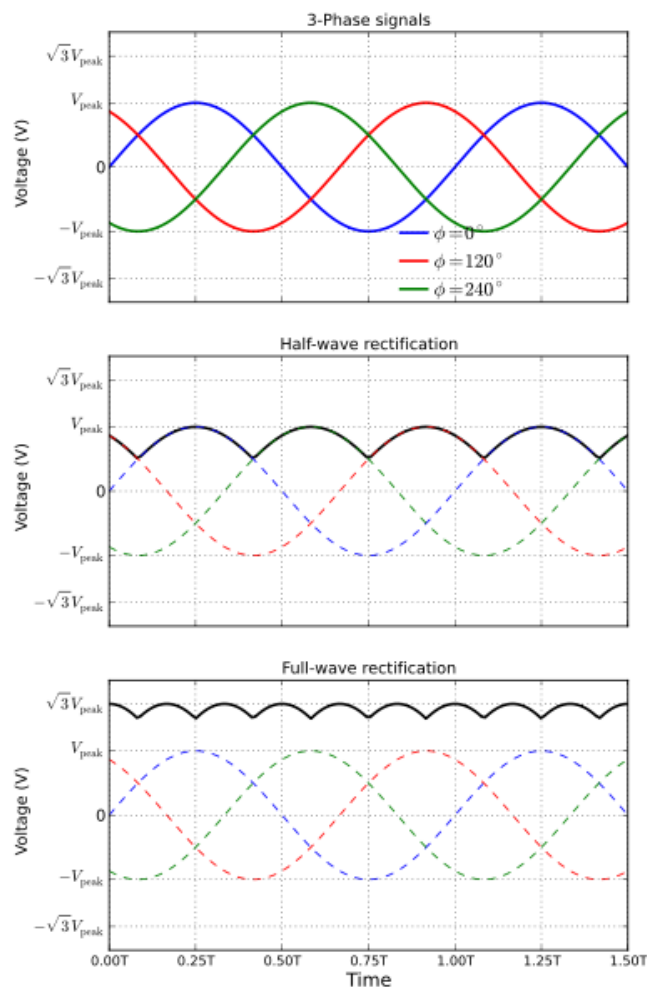
LiPo členi	2 - 4
Obrati na Volt [ot./min/V]	850
Največja moč (30 s/3S LiPo) [W]	200
Brez obremenitve (2S) [mA]	800
Max obremenitev (30 s) [A]	18
Premier [mm]	27,8
Dolžina [mm]	34
Premier osi [mm]	4
Teža [g]	76
Št. polov	14
Krmilnik [A]	30-35
Jadralno do [g]	1050
Trainer do [g]	900
Akrobat do [g]	800
3D do [g]	600

Slika 7. Specifikacije BLDC motorja

BLDC motorji generirajo sinusoido napetost, zato sem v mojem primeru potreboval usmernik. Zato sem izdelal 3-fazni polno-valni usmernik. Zanj sem potreboval šest IN4007 usmerniških diod.

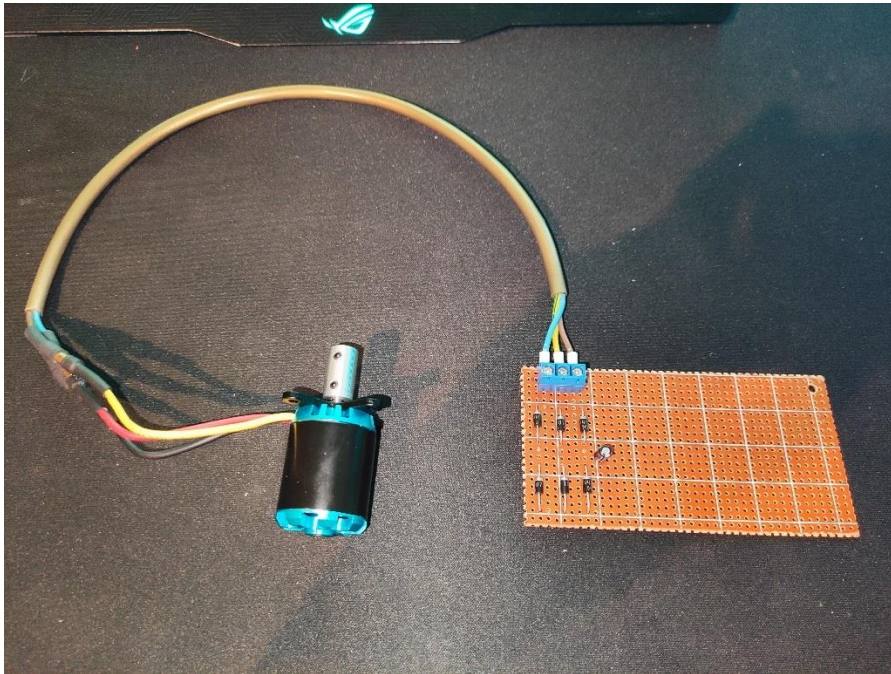


Slika 8. 3-fazni polno-valovni usmernik



Slika 9. Ponazoritev delovanje usmernika

Ko sem imel vse potrebne komponente, sem začel z testiranjem. Na žalost sem ugotovil, da nimam dovolj visokih obratov, da bi dosegel doseženo napetost. Napetost 5V sem dobil pri okoli 4000 obr./min., kar je popolnoma logično saj imam motor s vrednostjo KV850 kar posledično pomeni, da za 5V potrebujem natanko 4250 obr./min.. Matematično je popolnoma logično, ampak nekako sem upal, da bo tudi v mojem primeru z dosti manj obrati magično delovalo. Delovalo mogoče ni, sem se pa naučil, da moram matematiki bolj zaupat.



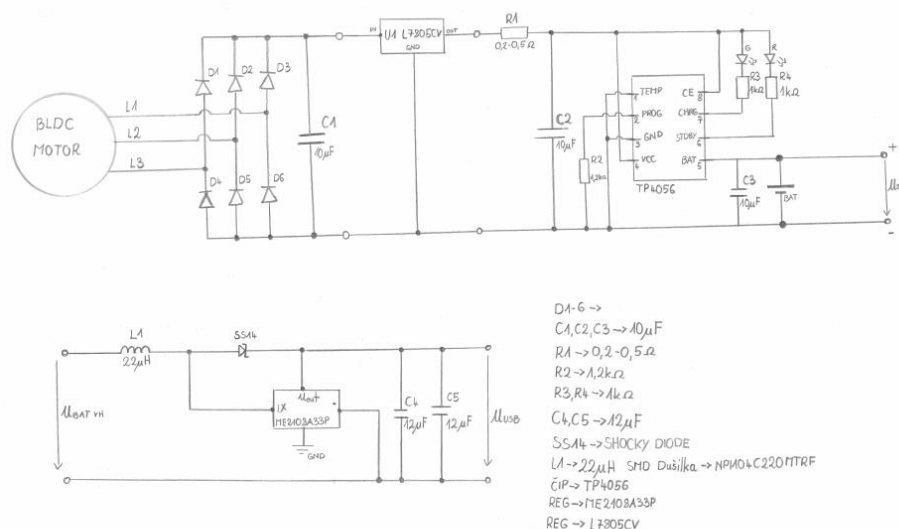
Slika 10. Vezje za testiranje motorja

BLDC motor sem zamenjal z navadnim 12V DC motorjem, s katerim sem generiral željenih 5V.

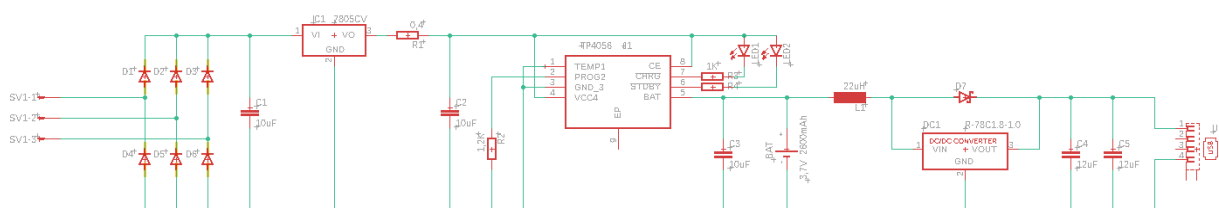


Slika 11. DC motor uporabljen v Hydro-polnilcu

8. Elektronika



Slika 12. Ročno narisana shema vezja



Slika 13. Shema oblikovana v programu Eagle

Prvotni načrt je bil, da bi celotno vezje sam oblikoval in tudi izdelal. Najprej sem skiciral vezje na list papirja, nato pa sem ga prerisal v program Eagle. Plan se je porušil, ko sem ugotovil, da določenih komponent (čip TP4056, čip ME2108A33P) ni možno dobit v Sloveniji oz. bi jih moral naročiti s Kitajske, kar bi lahko trajalo tudi par mesecev, ki jim pa nisem imel.

Vse kar je ostalo od prvotnega načrta je regulator napetosti, ki skrbi, da v vezje ne pride napetost nad 5V in skuri kakšen modul. V »novem« vezju imam dva glavna modula. Polnilni modul, ki skrbi, da se bateriji pravilno polnita in da se ne prenapolnita. Drugi modul je napetostni DC/DC pretvornik, ki skrbi, da dvigne vhodno napetost baterije, ki je 3,7V na 5V potrebnih za polnjenje pametnih naprav. Izhodna napetost 5V je povezana na standardni USB konektor.



Slika 14. Skica končnega vezja z moduli

9. 3D-tiskanje

3D-tiskanje ali aditivna proizvodnja je postopek izdelave trirazsežnih trdnih objektov skoraj katere koli oblike iz digitalnega modela. 3D-tiskanje se doseže z uporabo aditivnega postopka, pri katerem se v različnih oblikah odlagajo zaporedne plasti materiala. 3D-tiskanje se razlikuje od tradicionalnih proizvodnih tehnik v tem, da se pri procesu večinoma uporablja odstranjevanje materiala z metodami, kot sta rezanje ali vrtanje (subtrakcijski postopki).

V moji raziskovalni sem natisnil:

- Propeler
- Nosilce
- Nosilec za motor
- Škatlico za elektronsko vezje
- Ohišje reduktorja

Za tiskanje 3D-predmetov sem uporabil 3D-tiskalnik na šoli. Šolski tiskalnik se imenuje Creality ender 3. Tiskal z njim mi je pomagal profesorica. Najprej sem moral vse predmete oblikovati/kreirati. Za 3D-oblikovanje sem uporabil dva programa. FreeCAD in TINKERCAD. Ko sem končal z oblikovanjem, sem datoteko shranil v obliki .stl ali .obj. To datoteko sem nato odprl v slicer programu Ultimaker CURA. To je program, ki 3D predmet predpripravi na tiskanje na 3D-tiskalniku. Program napravi potrebne podpore, ker ne more tiskati vodoravnih površin in površin pod ostrimi koti. Program prav tako, kot že v samem imenu »slicer« (slice po ang. pomeni rezati) razreže 3D-predmet na horizontalne ploskve, ki jih tiskalnik postopoma tiska.



Slika 15. 3D-tiskalnik CREALITY Ender 3



Slika 16. Ultimaker CURA



Slika 17. FreeCAD



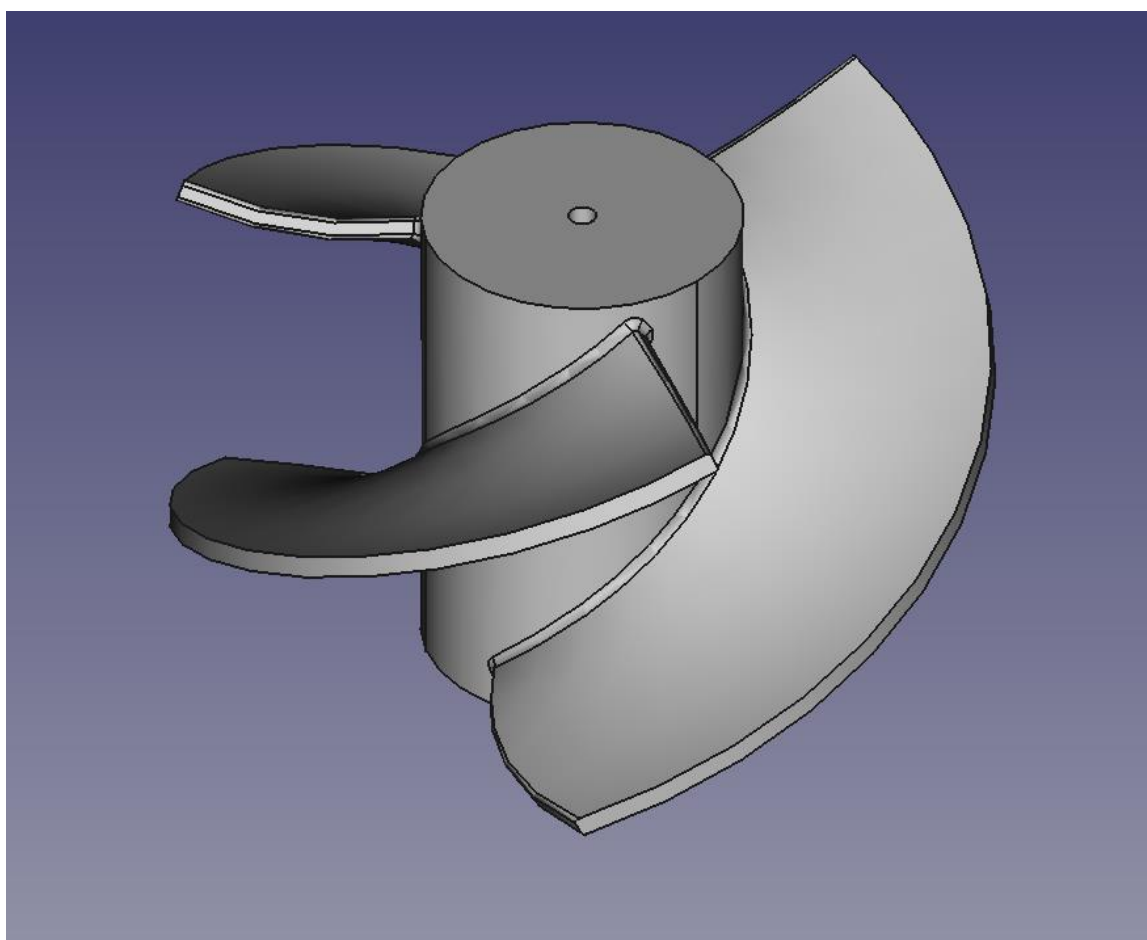
Slika 18. TINKERCAD

10. Propeler

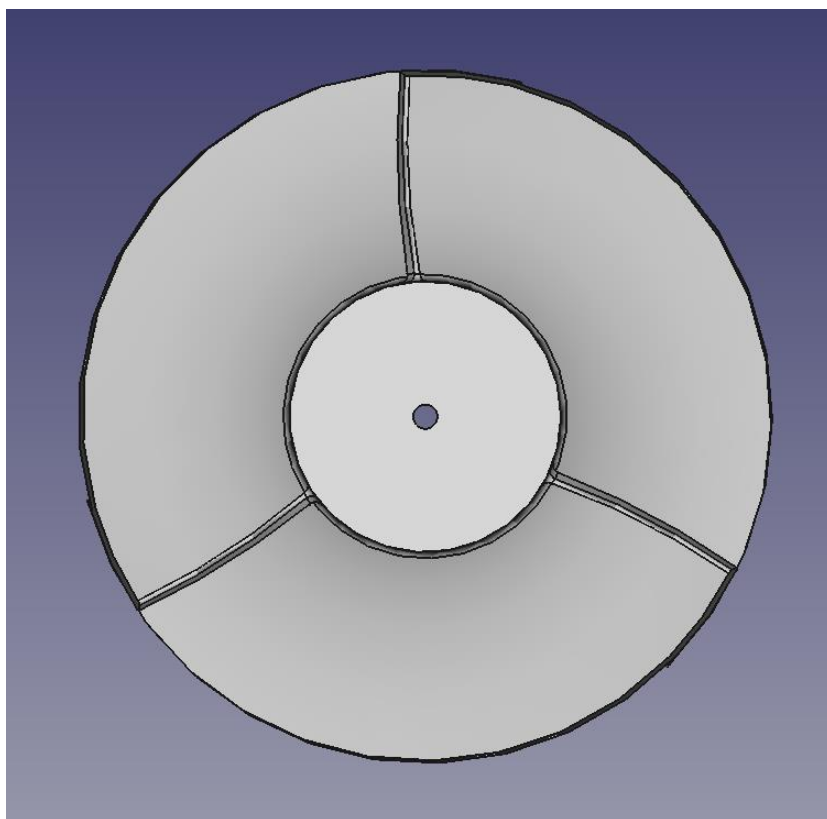
Najbolj pomemben 3D-predmet Hydro-polnilca je seveda propeler, ki skrbi, da se energija vode čimbolj učinkovito pretvori v rotacijsko energijo. Propeler je bil oblikovan v programu FreeCAD. Pomagal sem si z videoposnetkom iz kanala [Evgeniy Ivanov](https://www.youtube.com/watch?v=a4qP88ZuF-Y) na Youtubu.

Spletna povezava videoposnetka: <https://www.youtube.com/watch?v=a4qP88ZuF-Y>

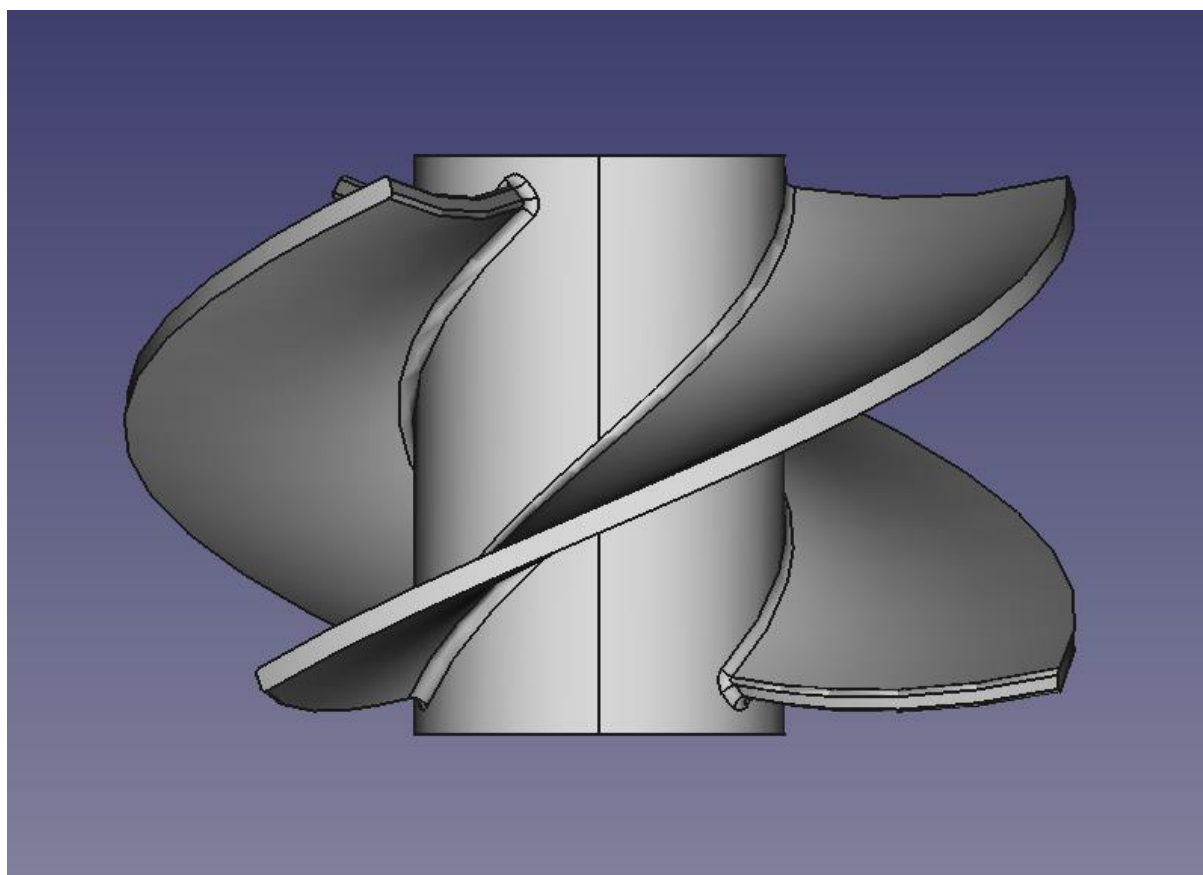
Propeler sem oblikoval po posnetku. Spremenil sem dimenzije, kote in naredil 4mm luknjo za os. Propeler ima premer 115mm in je dolg 80mm. Jedro propelerja (notranji valji) pa ima premer 45mm. Propeler ima 3 lopatice. Vsaka lopatica pokriva približno 150° , tako da zadnjih 20° lopatice pokriva že nova lopatica. Propeler se je tiskal okoli 26 ur.



Slika 19. Propeler



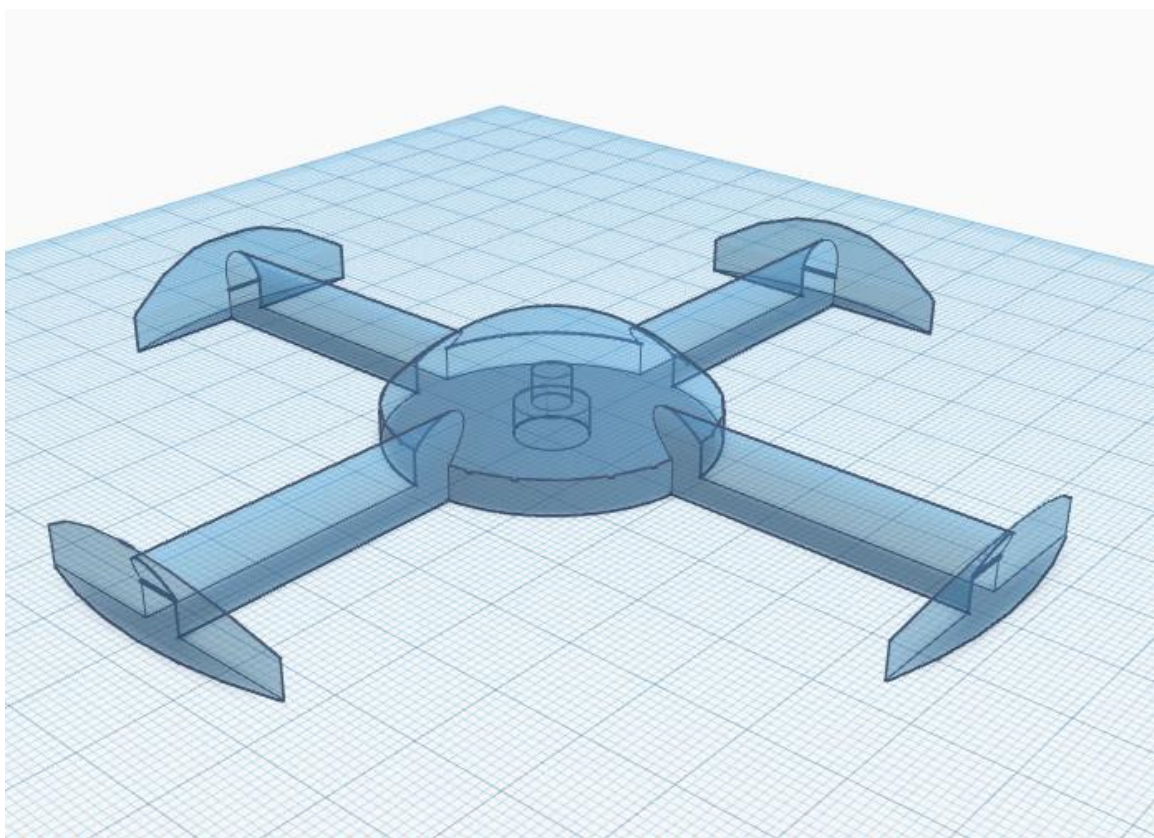
Slika 20. Višinski pogled propelerja



Slika 21. Stranski pogled propelerja

11. Sprednji nosilec

Nosilca sta bila oblikovana v programu TINKERCAD. Nosilca sta dva, sprednji nosilec in glavni nosilec. Sprednji nosilec bo stal pred propelerjem, glavni nosilec bo pa stal med propelerjem in DC motorjem. Naloga nosilca je, da stabilizira in centrira gred. V nosilcu je narejen utor s premerom 9mm v katerega se ugrezne ležaj, ki skrbi, da med nosilcem in vrtljivo gredjo ni oz. je čim manjše trenje. Sprednji del nosilca je oglat, da je nosilec čim bolj aerodinamičen in ne povzroča nezaželenih izgub. Nosilec ima 4 krake, na koncu vsakega kraka je ploskev, ki skrbi, da se nosilec lepo prilega v cev. Na te končne ploskve krakov sem nalepil dve plasti gume (kolesarska zračnica). Ker je guma stisljiva in mehka, bo absorbirala kakršnekoli vibracije, zaradi njenega trenja, nosilca ni potrebno lepiti ali privijati. Premer nosilca je 116mm.



Slika 22. Prozorni model sprednjega nosilca



Slika 23. Zgornji pogled natisnjenega sprednjega nosilca



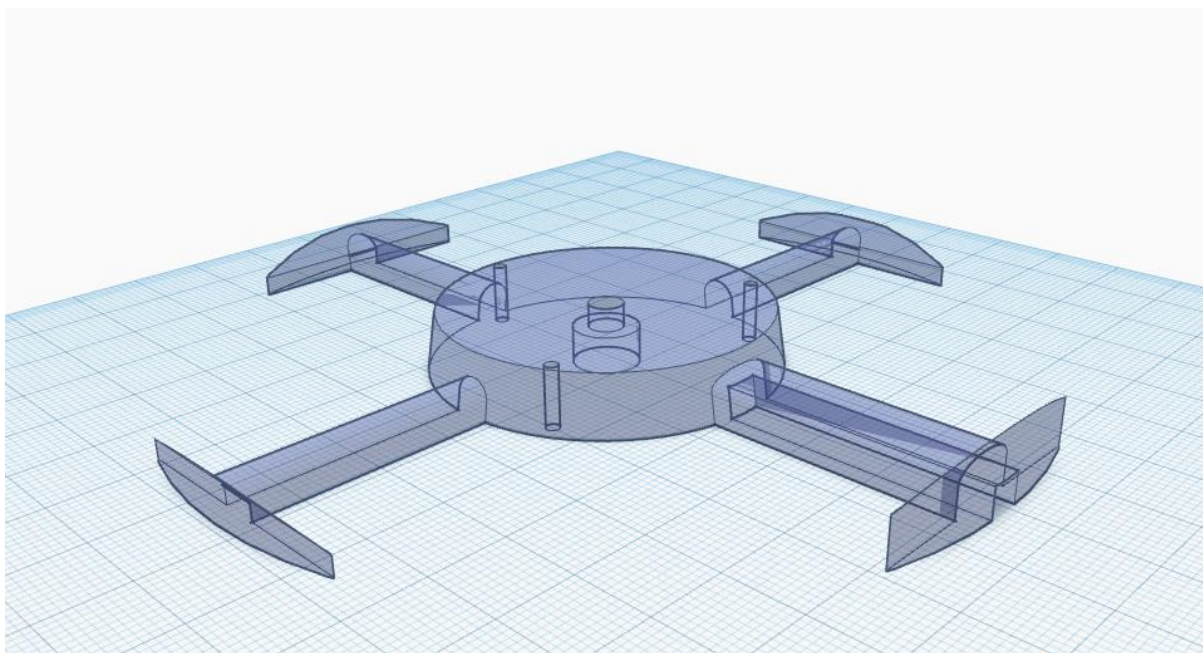
Slika 24. Spodnji pogled natisnjenega sprednjega nosilca



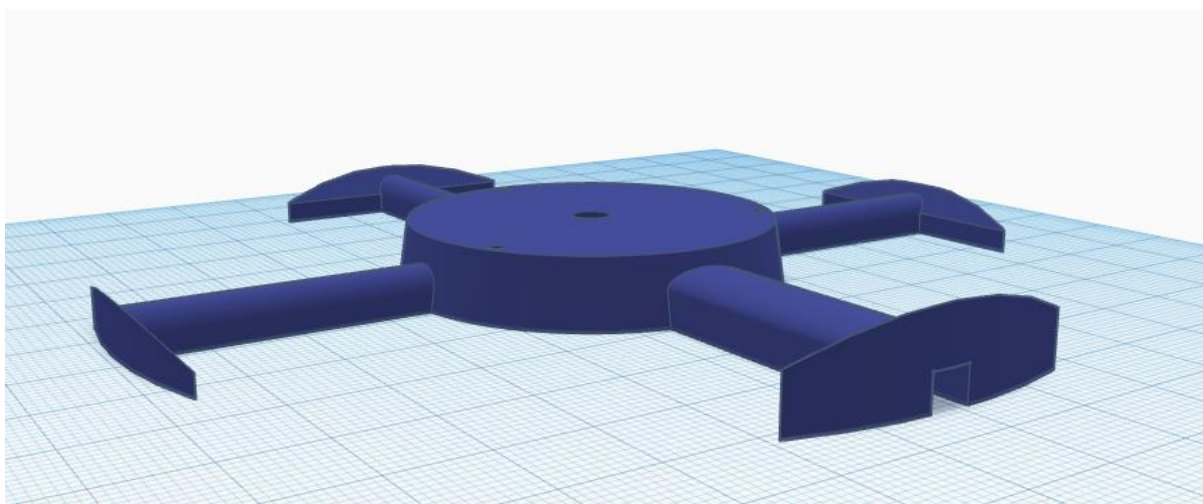
Slika 25. Dve plasti gume na koncu kraka nosilca

12. Glavni nosilec

Glavni nosilec se nahaja med propelerjem in DC motorjem. Je debelejši od sprednjega nosilca, ker mora podpirati večje sile. Tako kot sprednji nosilec ima utor za 9mm ležaj, skozi katerega pride 4mm gred. Eden od štirih krakov je malenkost večji saj ima kanal za žice, ki bodo prišle iz elektro motorja. Na ploskvah na koncu krakov je prav tako plast gume oz. kolesarske zračnice, ki skrbi za stabilizacijo in popolno prileganje cevi. Nosilec ima v svoji osnovi tri luknje s premerom 2mm, v katere se bo zavila navojna palica M3 s premerom 2,5mm. Namen navojne palice je fiksiranje reduktorja in nosilca DC motorja na glavni nosilec.



Slika 26. Prozorni model glavnega nosilca



Slika 27. Glavni nosilec

13.Reduktor in nosilec elektro motorja

Za glavnim nosilcem sledi reduktor. Reduktor je naprava ali mehanski menjalnik, s pomočjo katerega se zmanjša hitrost vrtenja pogonske gredi, delovnega vretena in drugega, medtem ko se hitrost vrtenja pogonskega stroja ali motorja ne spreminja. Nameščen je med motorjem in delovnim delom stroja, vozila in tako dalje. V mojem primeru je reduktor nameščen med gredjo propelerja in elektromotorjem.

Reduktor v Hydro-polnilcu je potreben zato, ker voda generira več navora pri manj obratih. S pomočjo reduktorja, pa bom na elektro motorju dobil želene obrate za generiranje napetosti petih voltov. Reduktor sem naredil iz dveh zobnikov. Ker zobnikov, ki bi jih potreboval nisem našel na spletu, sem uporabil zobnike iz LEGO seta, ki sem ga imel doma. Na gredi je nameščen zobnik z štiriindvajsetimi zobmi, na elektromotorju pa je nameščen zobnik z osmimi zobmi. Razmerje zobnikov je 24:8 oz. 3:1. To pomeni, da se bo gred 3-krat obrnila za 360°, ko se bo os elektromotorja obrnila 1-krat za 360°. V mojem primeru se bo z enim obratom gredi za 360°, os obrnila 3-krat za 360°. Torej če bom z propelerjem dobil hitrost vrtenja 60 obr./min. bom na osi elektro motorja imel 180 obr./min. torej 3-krat več.

Ohišje reduktorja je hkrati nosilec elektro motorja. Elektro motor se bo enostavno potisnil v tulec, ki je zanj posebej prilagojen. Na koncu tulca je blokada, ki preprečuje, da bi elektro motor zdrsnil pregloboko. Premer elektro motorja je 24,5mm, notranji premer tulca pa je 25mm tako, da bo elektro motor na mestu držalo trenje.

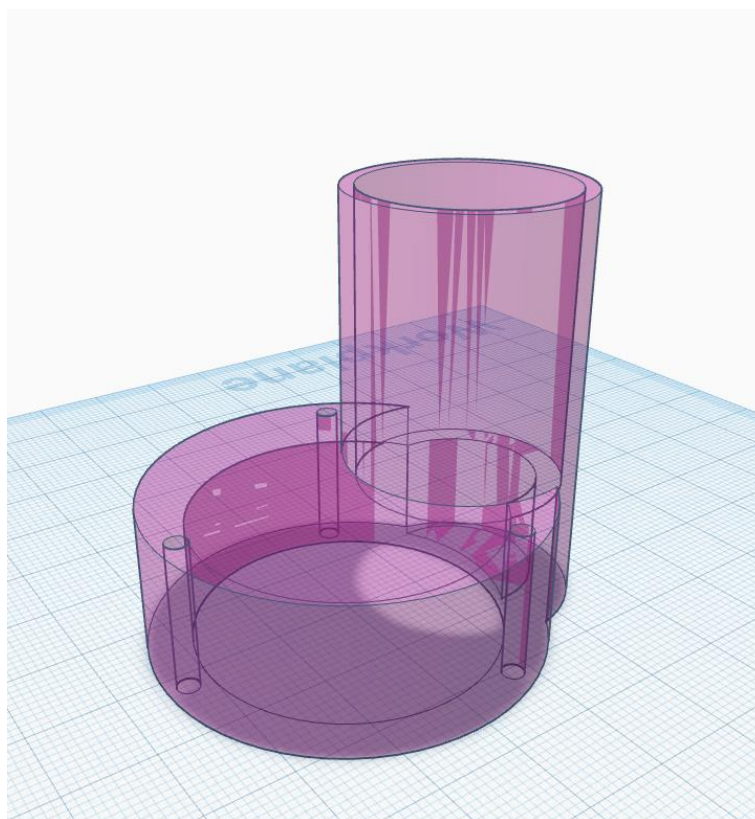
Reduktor ima tri 2,8mm luknje skozi katere pride navojna palica iz glavnega nosilca. Nato bom reduktor pritrdil na glavni nosilec s podložko in matico. Med glavnim nosilcem in reduktorjem pa pride še tesnilo, ki bo preprečilo vtekanje vode v sam reduktor. Reduktor in nosilec elektro motorja sem oblikoval sam v programu TINKERCAD.



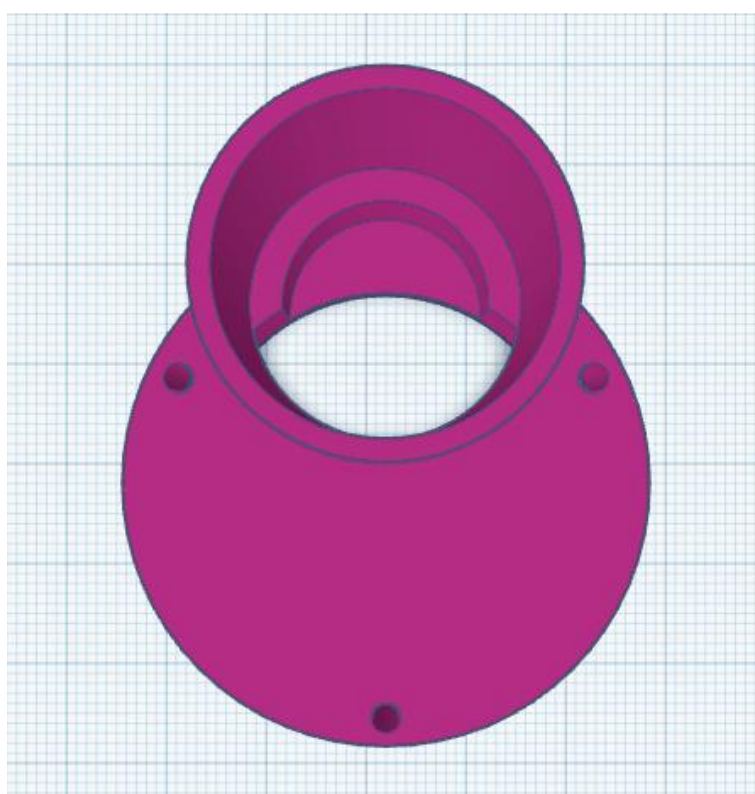
Slika 28. LEGO zobnik - 8 zob



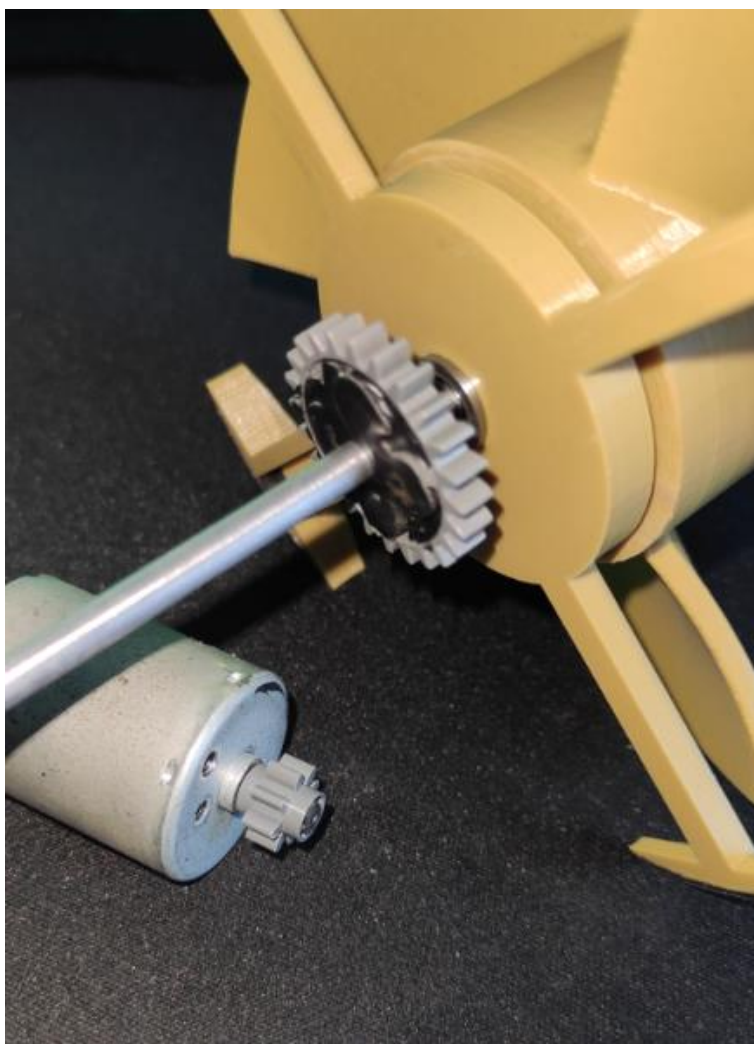
Slika 29. LEGO zobnik - 24 zob



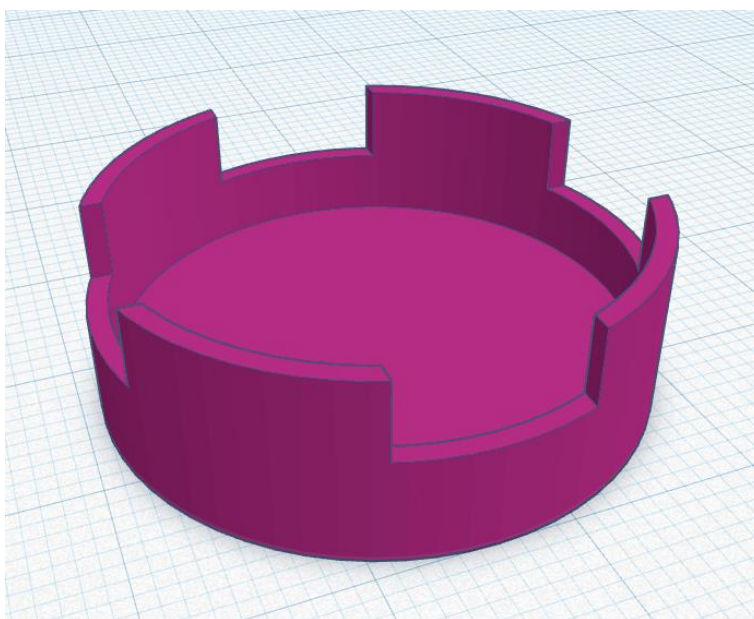
Slika 30. Prozorna slika reduktorja in nosilca za elektro motor



Slika 31. Višinski pogled reduktorja in nosilca za elektro motor



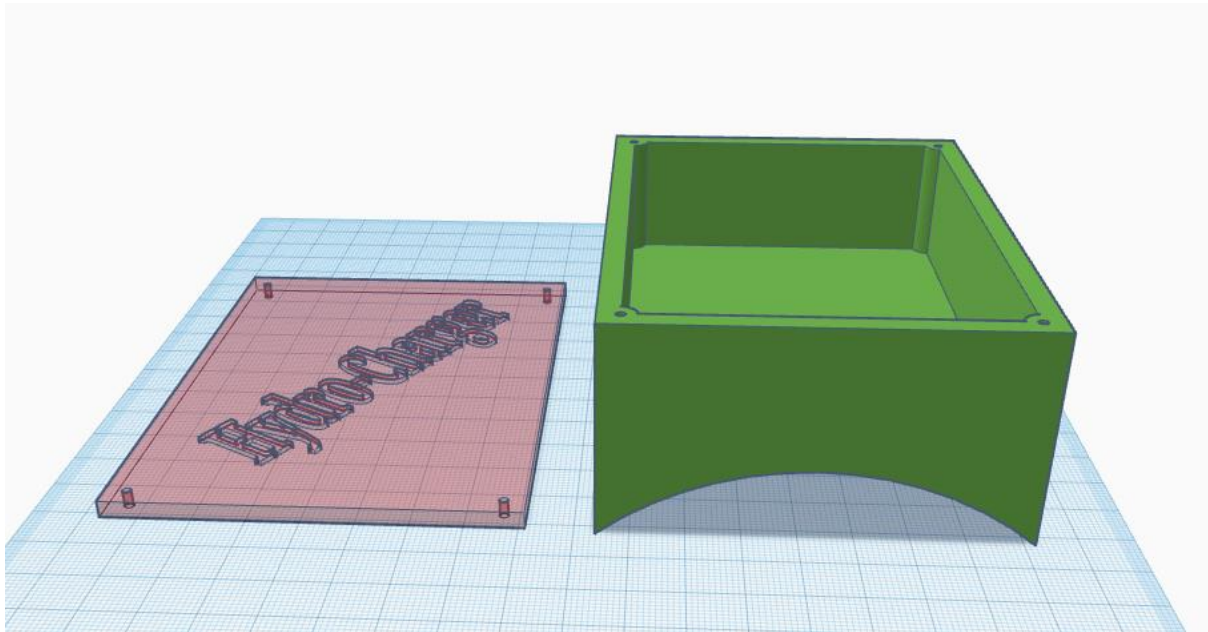
Slika 32. Zobnika na gredi propelerja in osi elektro motorja



Slika 33. Pokrovček za zadnji del elektro motorja

14. Elektro škatlica

Elektro škatlica bo pritrjena na zunanjo stran cevi. V njej se bo skrivala vse elektronika, ki je bila zgoraj omenjena.



Slika 34. Elektro škatlica

15. Končni izdelek

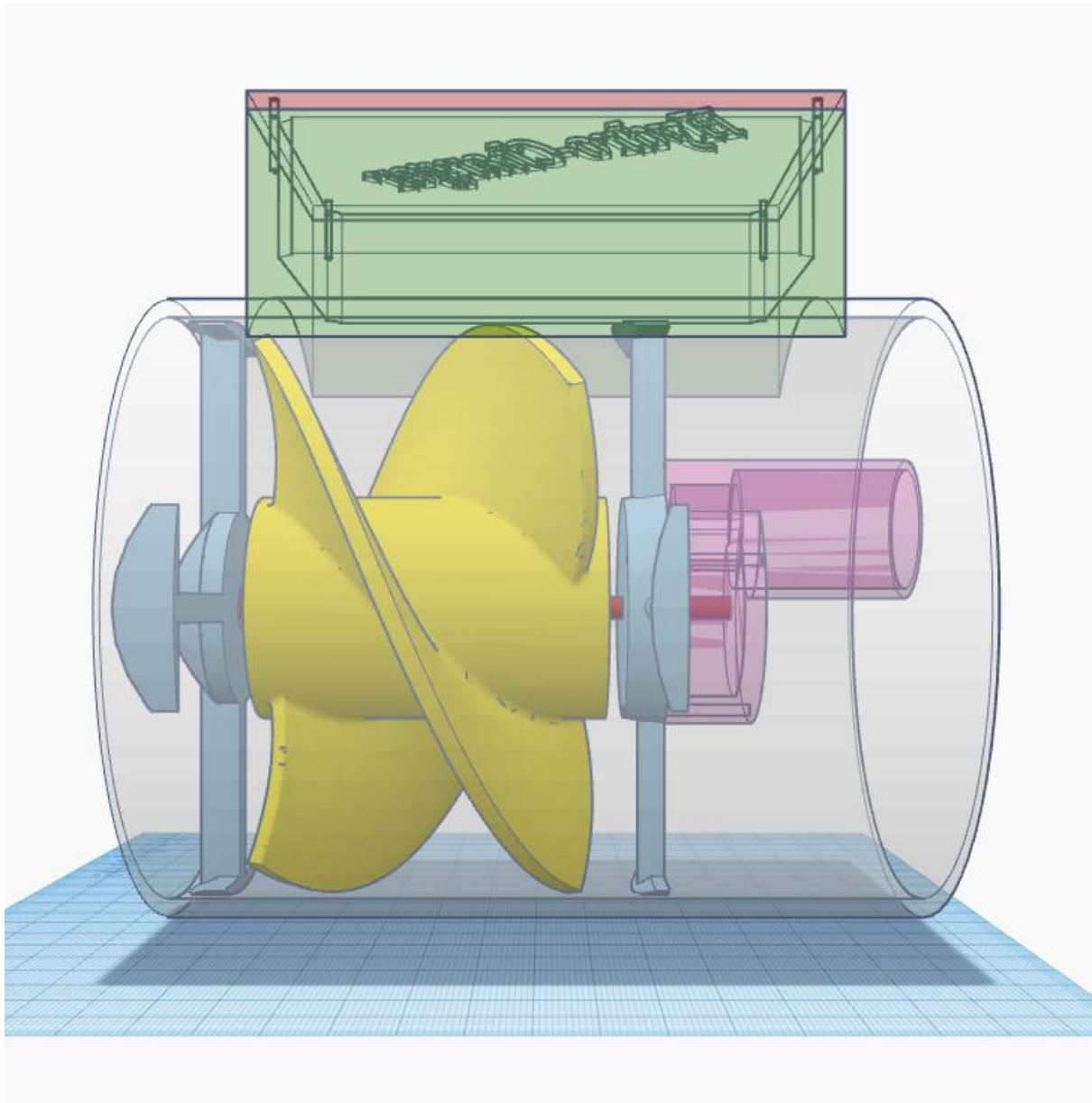
Končni izdelek še ni končan. Zaradi trenutnih razmer na svetu (covid-19) in posledično zaprtja šole nimam oz. nisem imel dostopa do 3D-tiskalnika, kar je izdelavo raziskovalne naloge drastično upočasnilo. Do sedaj imam naslednje komponente:

- Cev
- Elektro motor
- Propeler
- Sprednji nosilec
- Zadnji nosilec (prototip, končni nosilec še ni natisnjen)
- Elektroniko
- Gred 4mm
- Zobnike

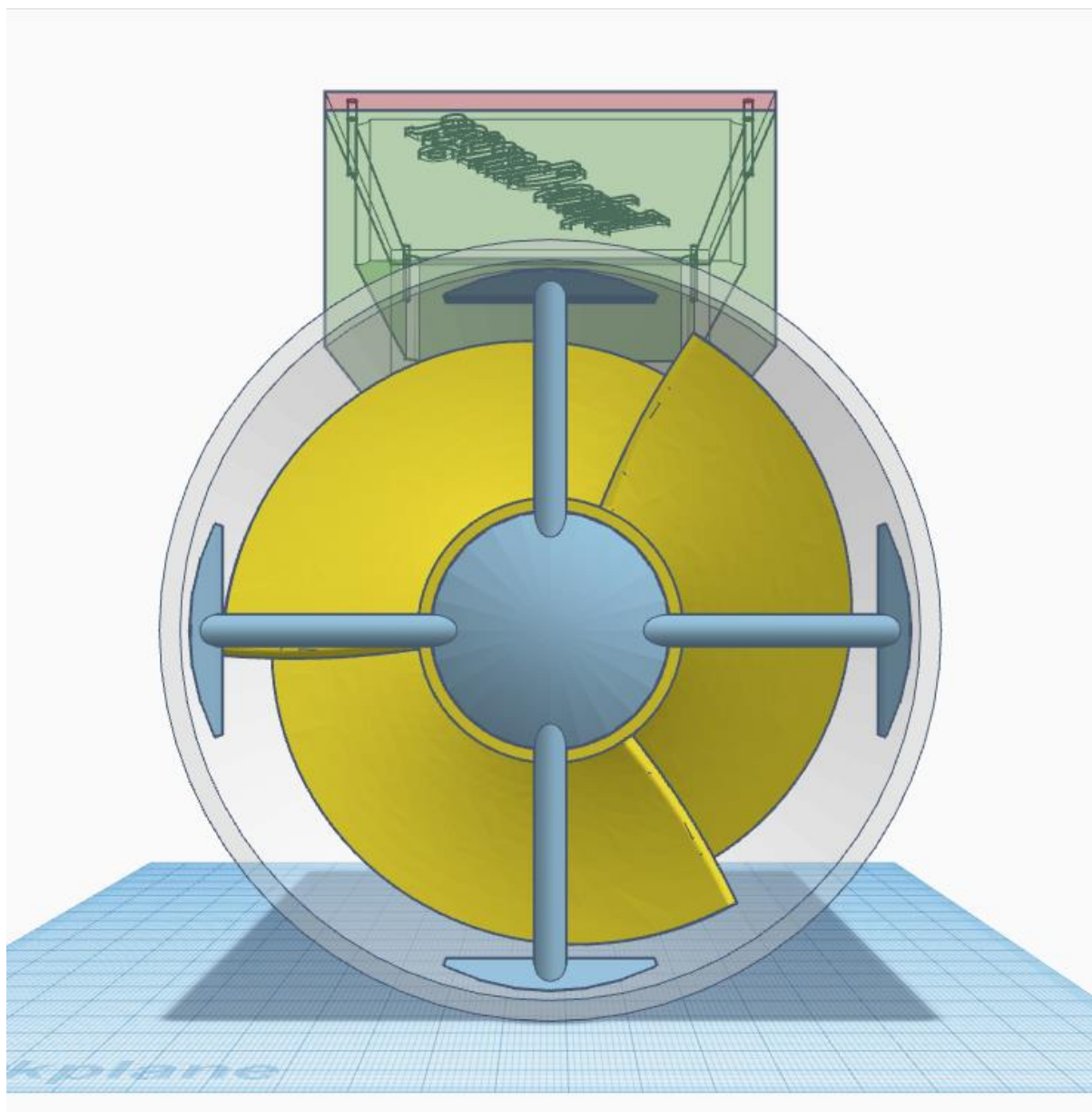
Manjkajo pa naslednje komponente:

- Reduktor in nosilec za motor
- Končna verzija glavnega nosilca
- Pokrovček za elektro motor
- Elektro škatlica

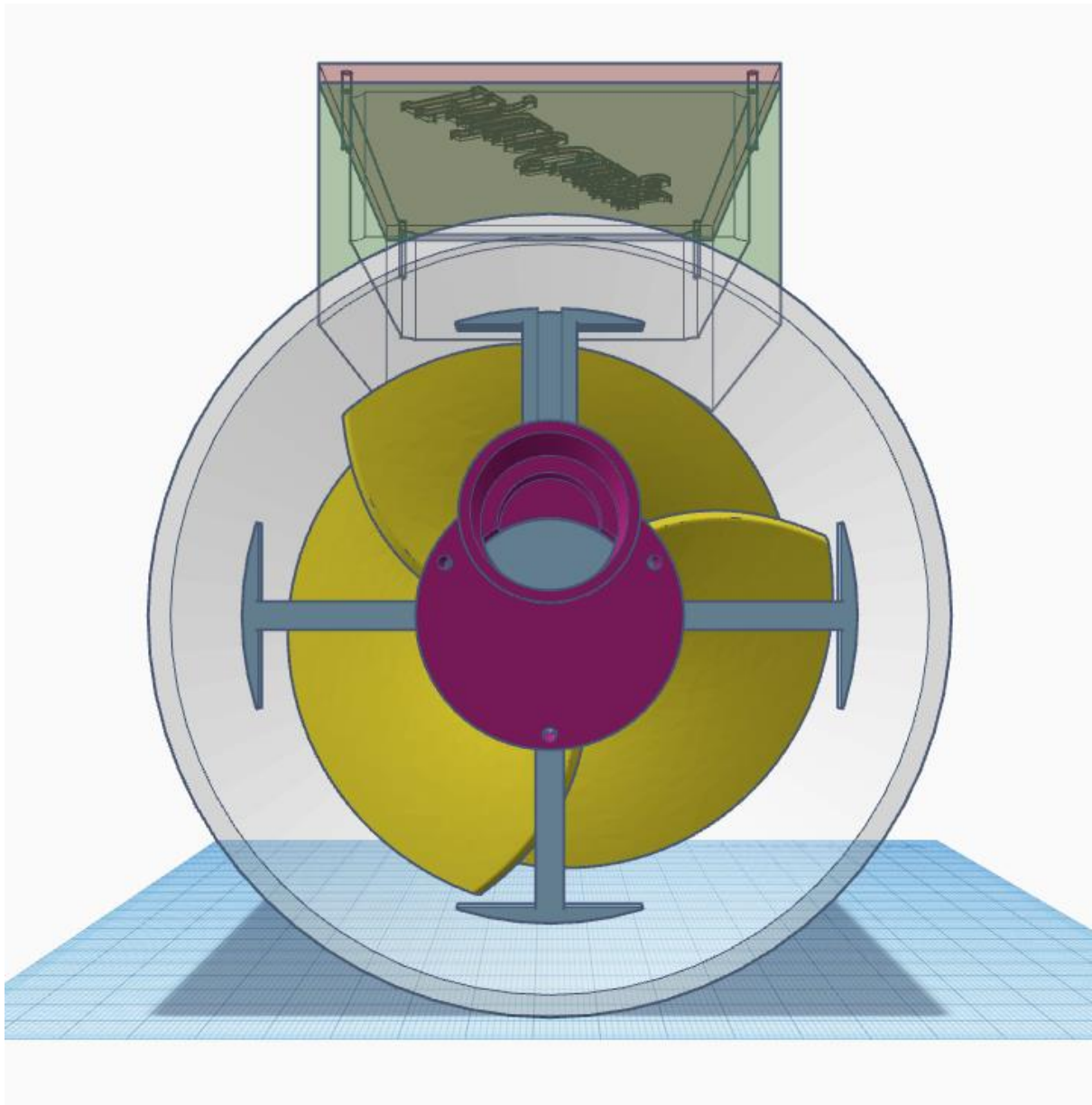
Do sedaj sem vse zasnoval in oblikoval. Na »list« je izdelek končan. V fizični izdelavi pa je potrebnih še natisniti zgoraj navedene komponente oz. predmete. To mi seveda otežuje covid-19 in zaprtje šol. Fizično sem do sedaj obdelal cev, vanj namestil nosilce in propeler. V nosilcih so nameščeni ležaji, skozi njih pa poteka 4mm gred. Propeler je pritrjen na gred z lepilom. Preperel se s pomočjo ležajev brezhibno vrti brez kakršnih koli težav. Delo se je ustavilo, ker nimam reduktorja, ki lahko gred propelerja in njegovo energijo prenese na elektro motor. Brez reduktorja ne morem povezati dveh delov, ki ju imam narejena. Vezja in propelerja.



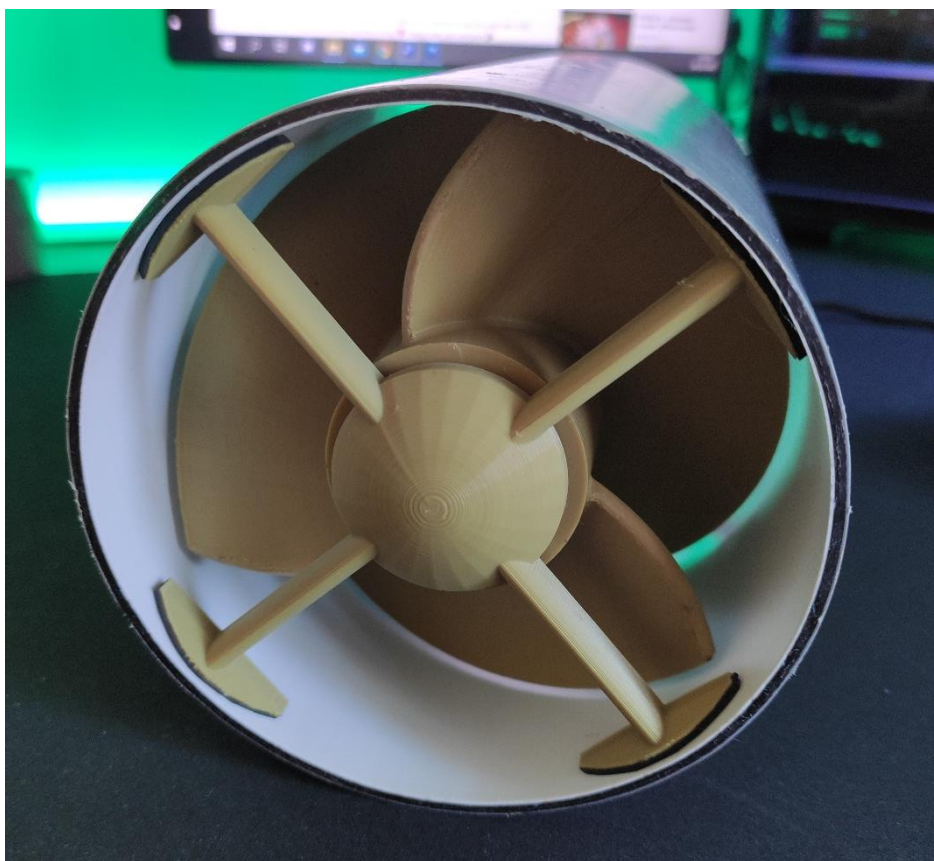
Slika 35. 3D- dizajn končnega izdelka



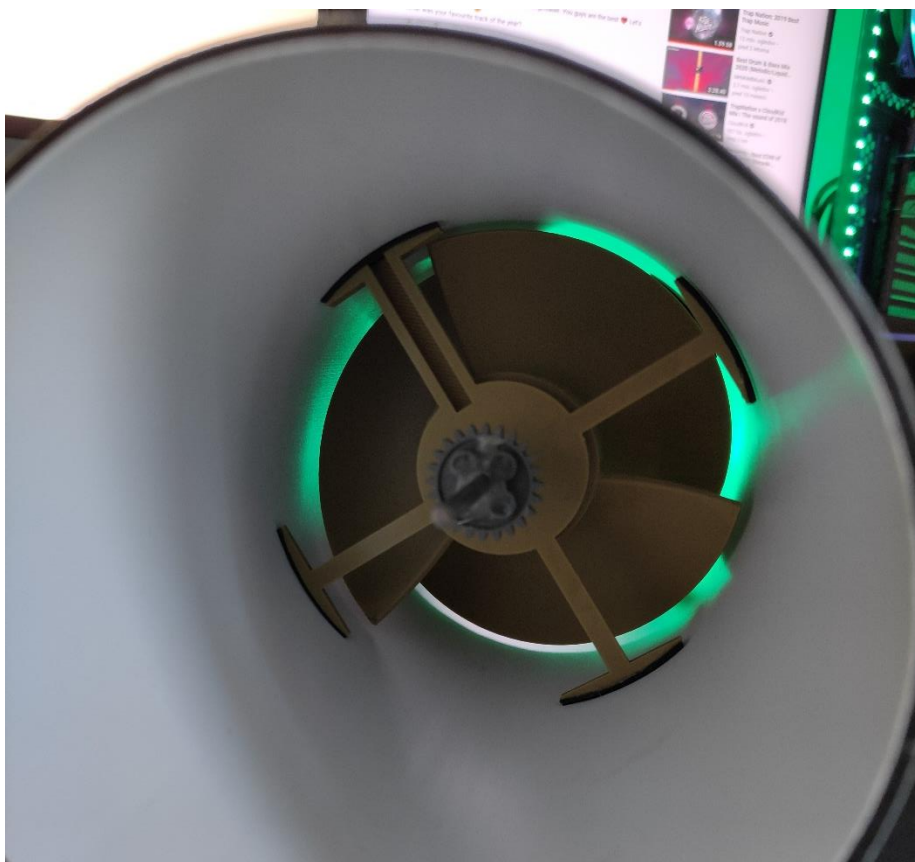
Slika 36. Sprednji pogled 3D- dizajniranega končnega izdelka



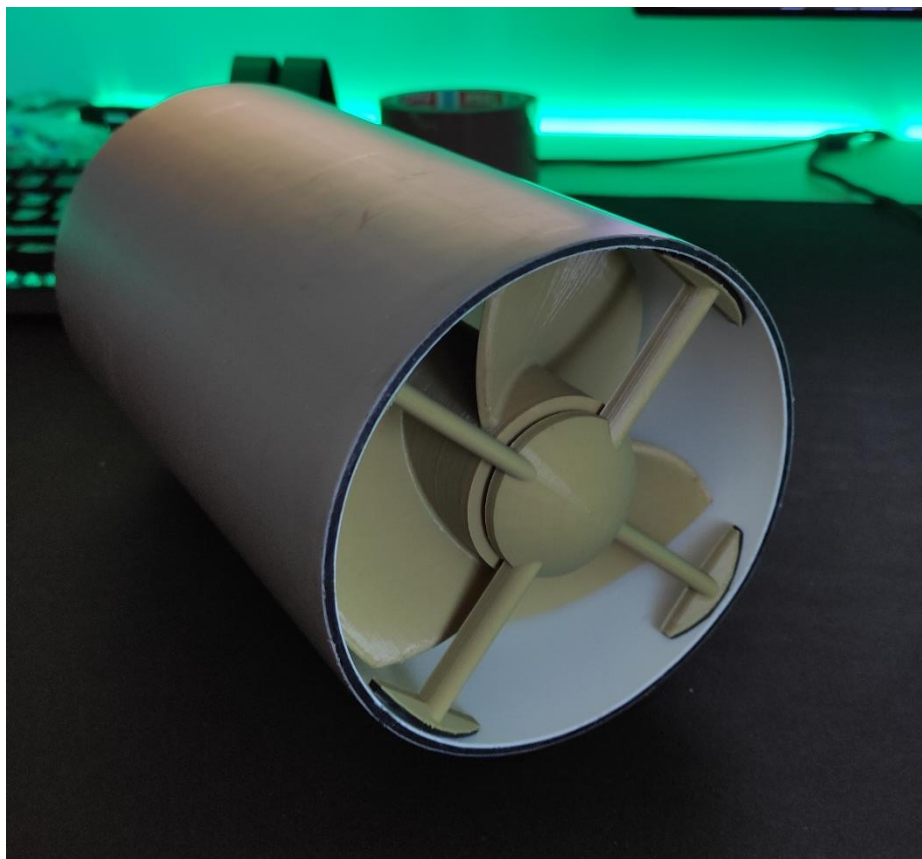
Slika 37. Pogled od zadaj 3D- dizajniranega končnega izdelka



Slika 38. Sprednji del fizičnega izdelka



Slika 39. Notranjost fizičnega izdelka



Slika 40. Fizični izdelek

16. Zaključek

Z izdelovanjem Hydro-polnilca sem se naučil veliko novih stvari. Veliko sem se naučil o 3D oblikovanju in tiskanju. Naučil sem se uporabljati nove programe za 3D oblikovanje (FreeCAD in TINKERCAD). Naučil sem se kako uporabljati 3D-tiskalnik. Menim, da mi bo to novo pridobljeno znanje zelo koristilo v nadaljevanju izobraževanja in tudi v vsakdanjem življenju. Prvič sem tudi sam oblikoval električno vezje čeprav ga nisem mogel narediti. Za oblikovanje vezja sem se naučil uporabljati program EAGLE. Pridobil sem tudi veliko znanja o elektro motorjih, še posebej o brez krtačnih elektro motorjih. Sam potek raziskovalne je tekel gladko. Drugih težav kot s samim časom za tiskanje zaradi covida-19 ni bilo. Znanje pridobljeno z raziskovalno nalogo pa je po mojem dosti bolj uporabno, saj je to znanje, ki sem ga sam pridobil in sem po njem imel željo v primerjavi z »vsiljenim« znanjem v šoli. Ob izdelovanju raziskovalne naloge sem zelo užival in upam, da bom kaj podobnega lahko naredil še v prihodnosti.

17. Viri

- Crazy Engineer. Three Phase Rectifier for using a BLDC ESC as a Brushed Motor ESC. [18.2.2021]. Dostopno na: <https://www.arnabkumardas.com/diy-project/3-phase-rectifier-for-esc/>
- GreatScott!. Which Motor Type is the Best Generator? || DC, BLDC or Stepper? (Experiment). [6.2.2021].
Dostopno na: https://www.youtube.com/watch?v=cJ_vDA7xsGs&t=2s
- GreatScott!. Electronic Basics #18: DC & Brushless DC Motor + ESC. [7.2.2021].
Dostopno na: https://www.youtube.com/watch?v=UteZJ_7C4Mg&t=194s
- Evgeniy Ivanov. FreeCAD Tutorial Part 1 | How to create 3D Model of Impeller for Water Jet Pump. [25.2.2021].
Dostopno na: <https://www.youtube.com/watch?v=a4qP88ZuF-Y&t=3s>
- WaterLily. WaterLily Turbine. [15.1.2021]. Dostopno na:
<https://shop.waterlilyturbine.com/products/waterlily-turbine?variant=29523372048445>
- Best-Microcontroller-Projects.com. TP4056. [4.3.2021].
Dostopno na: <https://www.best-microcontroller-projects.com/tp4056.html>
- theoryCIRCUIT. 3.7V to 5V Boost Converter. [4.3.2021].
Dostopno na: <https://theorycircuit.com/3-7v-to-5v-boost-converter/>
- Eagle. Program. Dostopno na:
<https://www.autodesk.com/products/eagle/overview?plc=F360&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>
- Ultimaker CURA. Program. Dostopno na: <https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura>
- FreeCAD. Program. Dostopno na: <https://www.freecadweb.org/>
- TINKERCAD. Program. Dostopno na: <https://www.tinkercad.com/dashboard>