

MODEL ŽIČNICE

Področje
STROJNIŠTVO

PROJEKTNA NALOGA

Avtor
ANŽE SVOLJŠAK

Mentor
MARTIN KAVŠEK

LETO IZDELAVE
2022

SSKŠ- Srednja strojna in kemijska šola

Kazalo

Uvod	
1. Osnovno.....	4
1.1 Ostale žičnice.....	5
2. Spodnja postaja.....	8
2.1 Osnovna konstrukcija.....	8
2.2 Pogon.....	12
2.3 Garaža.....	13
2.3.1 Sedeži.....	15
3. Zgornja postaja.....	16
3.1 Osnovna konstrukcija.....	16
3.2 Pnevmatično napenjanje.....	17
4. Linija.....	19
5. Krmiljenje.....	24
6. Zaključek.....	26
7. Kosovnica najpogosteje uporabljenih materialov.....	27
8. Viri.....	28

Uvod

Že od otroštva so me zanimala žičnice. Lahko bi kupil že narejen model, vendar sem se odločil, da bom izdelal svojo. Začel sem leta 2016 z lesenim modelom, ki je bil postavljen v hiši. Ker je bil model majhen, sem se s časoma odločil, da ga razširim in postavim na vrt. Tako sem postopoma zamenjaval lesene dele z aluminijastimi profili, ki so bolj odporni na vremenske vplive.

Za osnovno mero sem vzel pogonsko in obračalno kolo, ki sem ju kupil. Premer kolesa predstavlja izhodišče, saj določa širino med vrvmi na obeh straneh. Na tem je definirana celotna ostala konstrukcija.

Cilji:

1. Izdelati moram funkcionalen model, ki bo večinoma deloval brez napak
2. Estetsko moram oblikovati posamezne elemente, ki se navezujejo drug na drugega
3. Ali lahko izberem ustrezen material in izdelam trdno konstrukcijo
4. Ali bom lahko izbral primeren elektromotor z dovolj nizko hitrostjo in veliko močjo, da bo brez težav poganjal žičnico
5. Izdelati moram krmiljenje, ki zajema vse pomembnejše funkcije brez računalniško krmiljenih modulov

1. Osnovno

Šestsedežnica Lom je model žičnice v merilu 1:32. Njena dolžina je 10 m. Kupljeni deli so sedeži, kolesne baterije ter pogonsko in obračalno kolo, vsa ostala konstrukcija je izdelana ročno iz aluminijastih profilov, nekaj manjših delov tudi iz jeklenih profilov.

Žičnica je ena od petih modelov, ki jih imam na vrtu, od tega je samo ena v celoti kupljena (izdelana s 3D-tiskalnikom), ostale so narejene doma.



Slika 1: Spodnja postaja



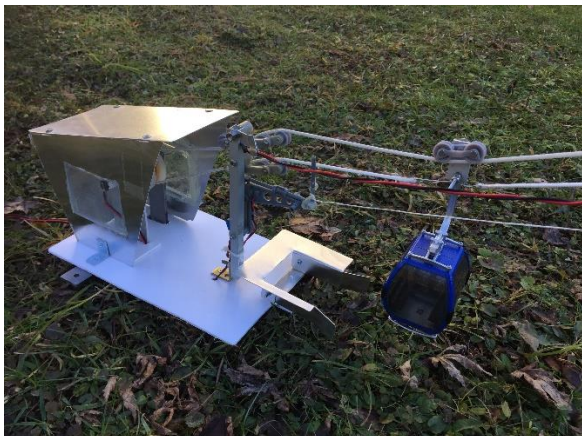
Slika 2: Zgornja postaja

1.1 Ostale žičnice

Tukaj predstavljam še ostale 4 žičnice, ki sestavljajo moj model smučišča:

a) Nihalka Storeč

Dvovrvna nihalka, ki avtomatsko (samodejno) menja smer, ko pride do postaje. Njena dolžina je 2 m.



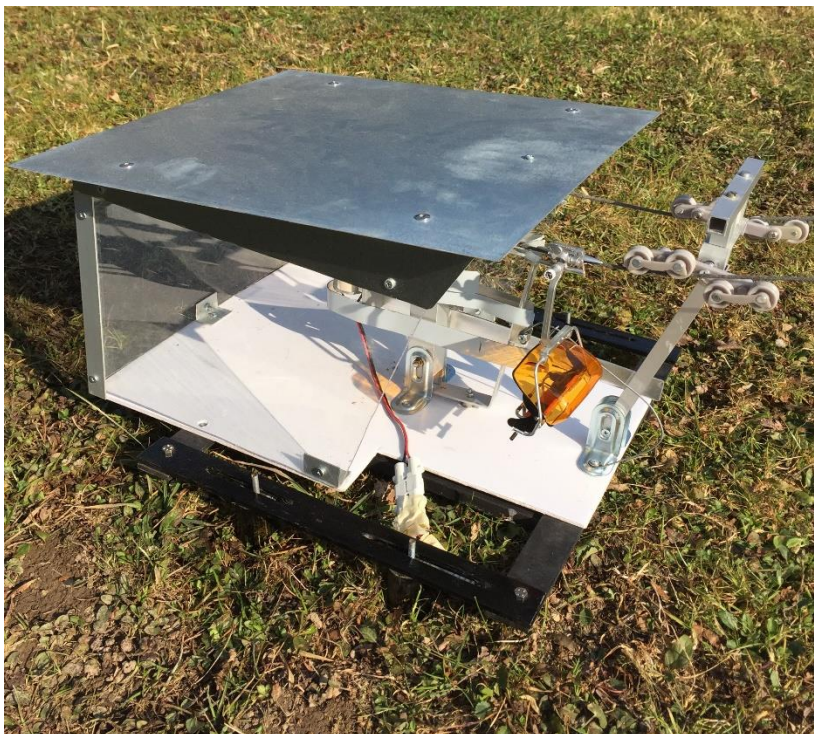
Slika 3: Spodnja postaja



Slika 4: Zgornja postaja

b) Kombinirana žičnica Brdo

Na začetku je bila izdelana kot gondola, vendar sem jo predelal v krožno žičnico in dodal sedeže s pokrivali za 4 osebe. Izdelal sem tudi vodilo, ki avtomatsko odpira pokrivala na spodnji postaji. Žičnica je dolga 3,5 m.



Slika 5: Spodnja postaja

Pri izdelavi tega vodila sem imel velike težave, ker so sedeži zelo lahki. Namesto da bi vodilo dvignilo pokrivalo, je celoten sedež vleklo po vodilu, posledično se je sedež zataknil. To težavo sem rešil tako, da sem pod sedež prilepil 50 mm dolgo polno palico iz nerjavečega jekla premera 6 mm. Ta palica je dodala kar nekaj teže pod točko, kjer je majhna kljukica prilepljena na pokrivalo. Nato sem zamenjal še žico, ki je bila na začetku izolirana s plastiko. Zamenjal sem jo z žico brez plastike in tako zmanjšal trenje.

Nameravam še izdelati vodilo za zapiranje pokrival na izhodu iz postaje in ponoviti ves proces še na zgornji postaji.



Slika 6: Pogled proti zgornji postaji



Slika 7: Podporni steber

Na sredini linije je podporni steber. Izdelan je iz kvadratnih aluminijastih profilov 10 x 10 mm. Štiri palice so povezane v piramido. Na vrhu je pritrjena še ena taka palica, ki nosi vrh stebra in kolesne baterije. Višina vrvi pri stebru je 520 mm.

Največji problem je bil povezati vseh 5 palic skupaj. Štiri daljše palice sem na enem koncu odrezal pod kotom in izvrtal izvrtine za vijake. Odrezani robovi so se pod kotom lepo prilegli k zgornji palici.

c) Vlečnica s sidri KONTA

Najnovejša žičnica se nahaja pri spodnji postaji Storeča. Ima napenjanje na uteži in dolžino 1,5 m. Obračalno in pogonsko kolo sem izdelal iz aluminija na ročni stružnici med praktičnim usposabljanjem pri delodajalcu. Celoten postopek izdelave koles je trajal dva dneva.



Slika 8: Spodnja postaja in steber



Slika 9: Zgornja postaja

d) Vlečnica s krogci za otroški park

Edina v celoti kupljena žičnica, ki je bila izdelana s 3D-tiskalnikom. Njena dolžina je 1,1 m. Krmiljenje sem izdelal doma.



Slika 10: Spodnja postaja



Slika 11: Zgornja postaja

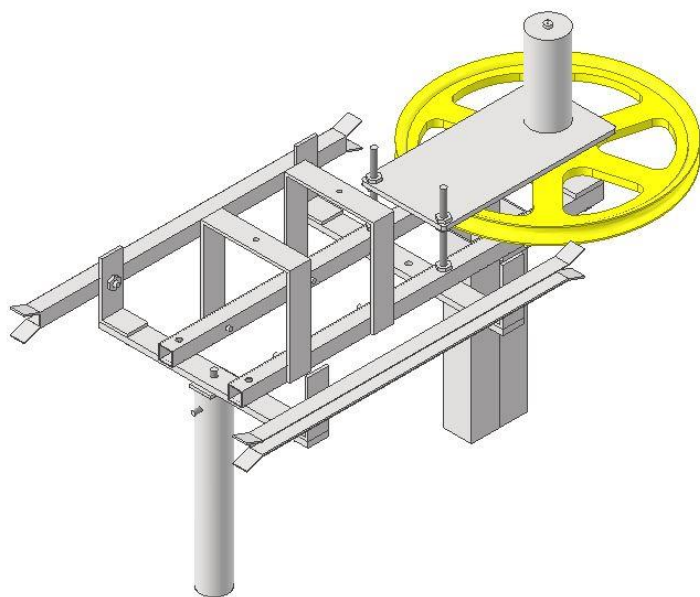
2. Spodnja postaja

2.1 Osnovna konstrukcija

Postaja je sestavljena iz cevastih, kvadratnih, ploščatih in U aluminijastih profilov. Ima dva podporna stebra: glavni podporni steber je sestavljen iz dveh 20 x 20 mm kvadratnih profilov, medtem ko je drugi podporni steber okrogel profil premera 20 mm. Povezana sta z dvema 10 x 10 mm profiloma, na katera so pritrjeni ležaj za kolo in tri vodila za prižemke sedežev. Vse skupaj povezuje jekleno paličje, sestavljeno iz 10 x 10 mm profilov, ki so zvarjeni skupaj in pokriti z aluminijasto ploščo. Postaja je pritrjena na primerne betonske temelje.



Slika 12: Konstrukcija spodnje postaje



Slika 13: 3D model spodnje postaje



Slika 14: Konstrukcija spodnje postaje

Dva U-profila vodita prižemke sedežev do pogonskega kolesa oziroma do stebra, tretji, zunanji pa služi za stabilizacijo sedežev.

Pri stari izvedbi postaje je bilo problematično, da sedeži nihali pravokotno na vrv tudi za več kot 20° , ko so zapustili obračalno kolo. Posledično so se zadevali v nosilce. Izdelal sem več verzij blažilca, na začetku je bil pritrjen pod vodilo, vendar sčasoma to ni več zadostovalo. Zato sem izdelal vodilo na zunanji strani, tako da se del nasprotno od vrvi ujame vanj. Tako je sedež popolnoma umirjen, ko zapusti postajo.



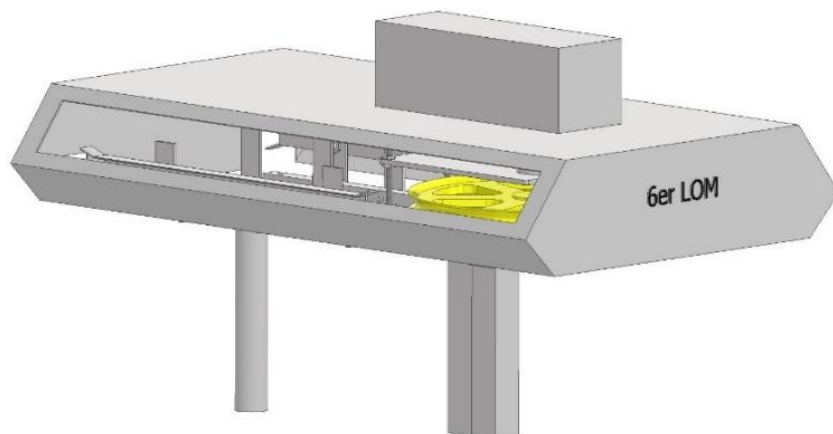
Slika 15: Konstrukcija spodnje postaje

Celotno spodnjo postajo pokriva streha, ki ščiti ostale komponente pred vremenskimi vplivi. Narejena je iz enega kosa 2 mm debele aluminijaste plošče, ki je bila ukrivljena v obliko, nato pa sem odrezal odprtine za okna, ki so iz pleksi stekla.

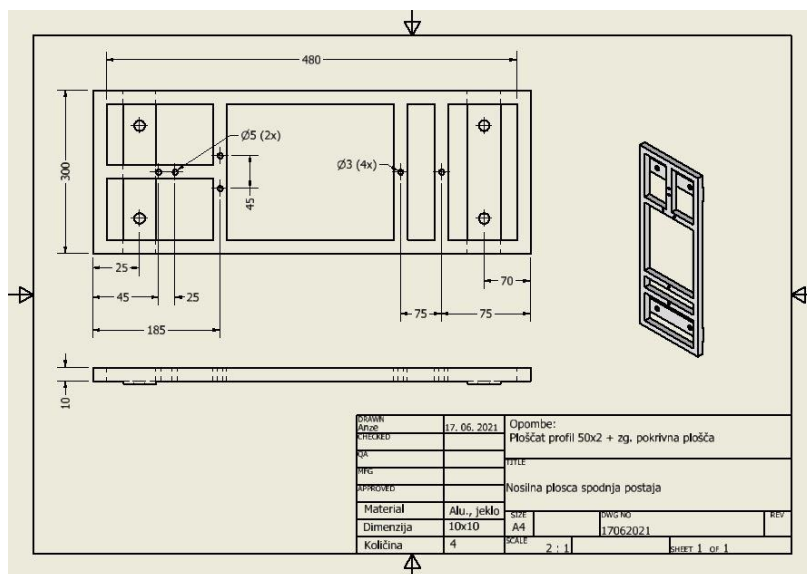
Ker je motor višji od strehe, sem izrezal odprtino in izdelal pokrivno škatlo nad motorjem. Za boljšo zaščito je najprej čez motor prikovičena manjša škatla dimenzij 50 x 50 mm, nad njo pa širša. Vsi robovi so zatesnjeni na obeh straneh.



Slika 16: Spodnja postaja s streho



Slika 17: 3D model spodnje postaje



Slika 18: Delavniška risba nosilne plošče spodnje postaje

Nosilno ploščo sem sestavil iz polnih 10 x 10 mm profilov, ki sem jih zavaril skupaj. Nad te profile sem položil pokrivno aluminijasto ploščo in jo prikovičil na profile.



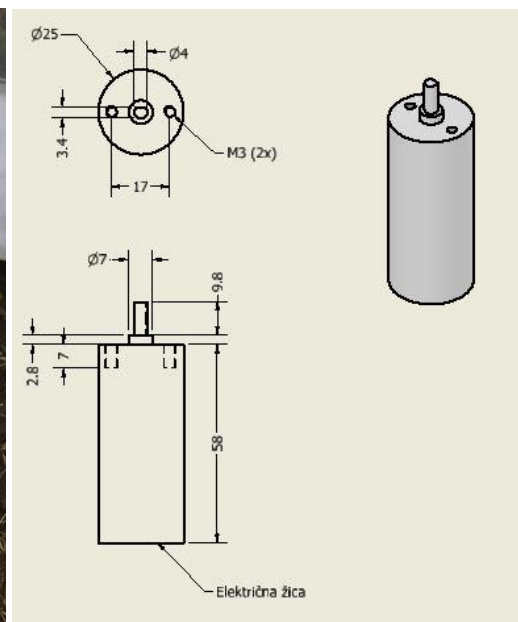
Slika 19: Izdelava nosilne plošče

2.2 Pogon

Žičnico poganja elektromotor z reduktorjem, napetosti 12V DC, izhodna hitrost je 35 obr/min. Kolo je s posebnim povezovalnim delom pritrjeno na osnovno konstrukcijo. Žičnica doseže hitrost 20 cm/s.

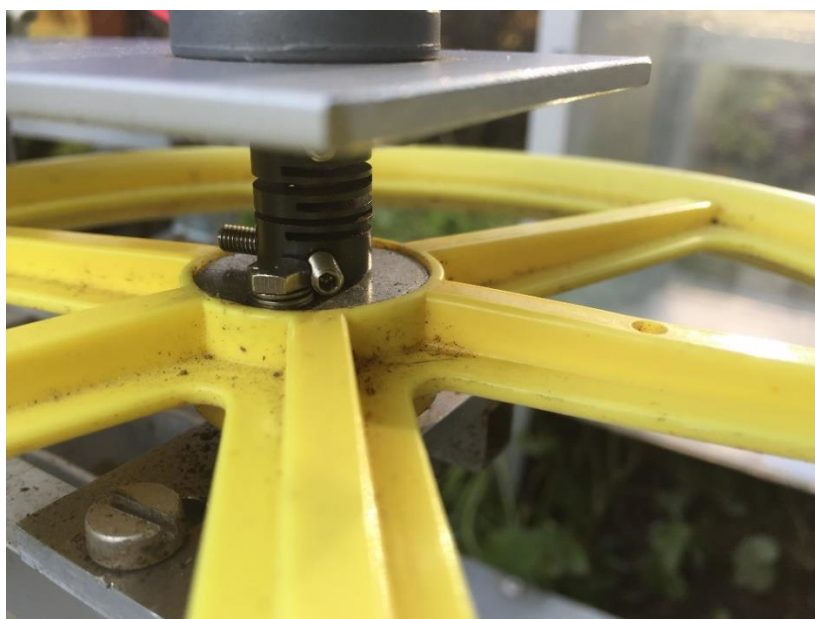


Slika 20: Elektromotor



Slika 21: Dimenzije motorja

Gred je z gibljivim sklopom povezana na pogonsko kolo, motor pa na osnovno konstrukcijo. Kolo je pritrjeno na konstrukcijo s šestkotnim veznim elementom, ki je vstavljen v ležaj.



Slika 22: Gibljiv sklop, pod njim šestkotni vezni element z ležajem

2.3 Garaža

Garaža se nahaja neposredno pri spodnji postaji in se uporablja za shranjevanje sedežev, ko žičnica ne obratuje; izdelana je bila z okoli 90% neprepustnostjo, zato so sedeži zavarovani pred dežjem in snegom.

Za izbiro mer garaže sem upošteval širino, višino in dolžino vseh 8 sedežev skupaj, vendar sem jo izdelal z malo rezerve, da bi lahko v prihodnosti shranjeval do 10 sedežev. Tako sem najprej izdelal skico z merami, po kateri sem odrezal pleksi steklo. Za vezne elemente sem se odločil uporabiti kotne profile 20 x 20 mm. Najprej sem povezal vse 4 vogale, potem pa sem dodal še zgornje profile in vrata na sprednjo stran. Sledilo je tesnjenje vseh možnih spojev s silikonom.



Slika 23: Garaža

Sedeži so shranjeni na posebnem vodilu, tako da se lahko izvlečejo iz garaže. Vrata so sestavljena iz dveh delov, ki sta povezana z dvema tečajema.

Vodilo sem sestavil tako, da sem najprej profil 10 x 10 mm odžagal po stranicah in dobil dva ploščata kosa. Med sabo sta oddaljena ravno toliko, da lahko prižemka sedežev drsi med njima, ne da bi se sedež izpel.

Problem drsnega vodila je, da se včasih zatakne. To bom v prihodnosti poskušal rešiti s kvadratnimi 10 x 10 mm profili in okroglo palico, kot pri zgornji postaji.

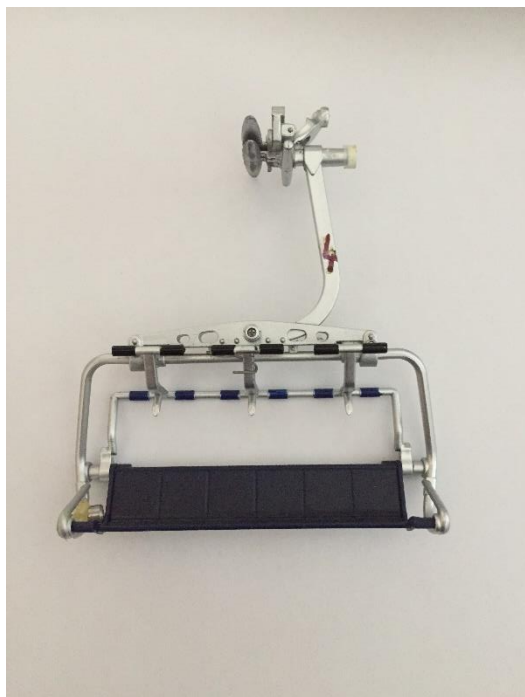


Slika 24: Garaža

2.3.1 Sedeži

Sedeži so zelo natančna kopija sedežev realne odklopne 6-sedežnice, kot je na primer 6-sedežnica Počivalo na Cerknem. Vseh sedežev je osem, med njimi sta dva posebna- eden ima oranžna sedala, drugi pa črno-modra. Vsi ostali imajo modra sedala. Sedeži so oštevilčeni.

Sedež na vrvi drži prižemka, ki se nahaja na najvišjem delu. Ker je na vzmet, se lahko ročno razpre, tako se sedež sprostí z vrvi. Nasproti kleme se nahaja del, ki se ulovi v zunanje vodilo na spodnji postaji.



Slika 25: Sedež



Slika 26: Sedež

3. Zgornja postaja

3.1 Osnovna konstrukcija

Tudi zgornja postaja je sestavljena iz aluminijastih profilov: trije 20 x 20 mm profili zagotavljajo stabilnost. Ker se vrv razteza in krči, je potrebno prilagajati pozicijo obračalnega kolesa, da je vrv vedno optimalno napeta.



Slika 27: Zgornja postaja

Dva kvadratna profila 10 x 10 mm sta pritrjena na glavne nosilce, dve polni okrogli palici premera 9 mm pa lahko drsita v teh profilih. Zaradi izredno tesnega ujema je potrebno mazanje. Hod napenjanja je okoli 90 mm.



Slika 28: Vodila

3.2 Pnevmatično napenjanje

Za optimalno napenjanje vrvi skrbi pnevmatični cilinder. Cilinder ima bat premera 16 mm in hod 80 mm. Pritrjen je na nosilni steber. Največji problem je bila umestitev cilindra v postajo, ker sem moral zagotoviti dovolj prostora za nemoten prehod sedežev. Odločil sem se uporabljati tudi že obstoječe vijake, da ne bi vrtal novih izvrtin. Tako sem na kotnik pritrdil dva dovolj dolga vijaka in izdelal povezovalni kos med vijakoma in cilindrom.



Slika 29: Pnevmatični cilinder

Batnica je pritrjena ob ležaju obračalnega kolesa. Tudi za batnico sem uporabil že obstoječe vijake. Na njiju sem pritrdil ploščat profil s kotnikom, na katerega sem privijačil batnico.



Slika 30: Pnevmatični cilinder

Doma narejeni kompresor je sestavljen iz manjšega elektromotorja in črpalke, ki lahko načrpa zrak v cilinder, z ventilom pa se usmerja raztegovanje in krčenje cilindra.



Slika 31: Kompresor

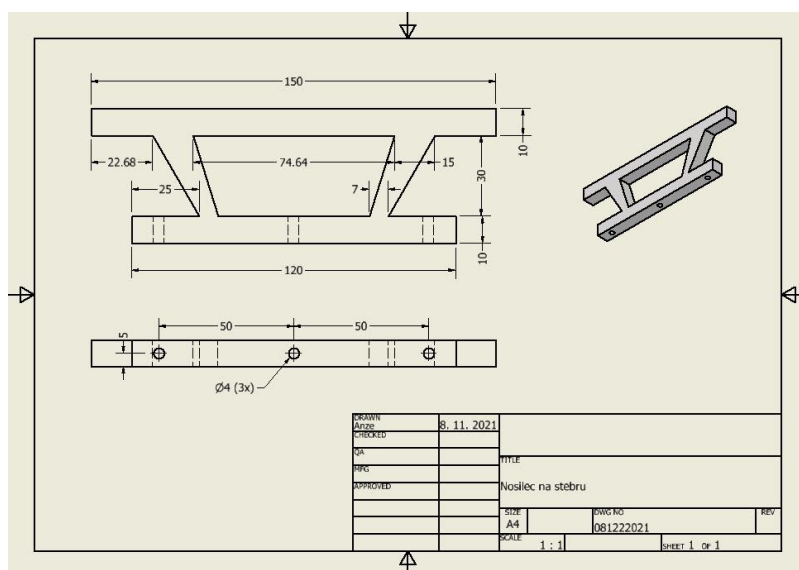


Slika 32: Kompresor

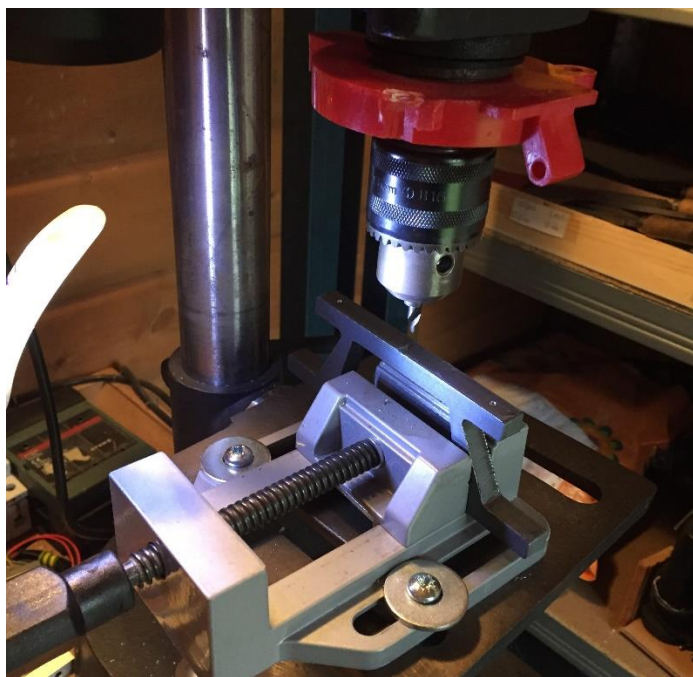
4. Linija

Na liniji je 5 stebrov. Od tega je eden negativni (vrv drsi po spodnji strani koles), trije so pozitivni (držijo vrv v zraku), eden pa kombiniran (podpira vrv z obeh strani). Sedeži tako kontrolirano potujejo do postaj, ne da bi se zadeli ob kakšno oviro.

Na vrhu stebra je nanj pravokotno nanj pritrjen jekleni nosilec kolesnih baterij. To je eden redkih delov, ki ga nisem izdelal, ampak sem narisal delavniško risbo in prijatelja prosil, naj jih odreže na računalniško vodenem laserskem rezalniku. Sam sem kasneje izvrtal še izvrtine za nosilce kolesnih baterij in središčno izvrtino za namestitev na steber. Na koncu sem nosilce še prebarval s sivo barvo in jih zaščitil pred rjo.



Slika 33: Delavniška risba nosilca



Slika 34: Vrtanje izvrtin

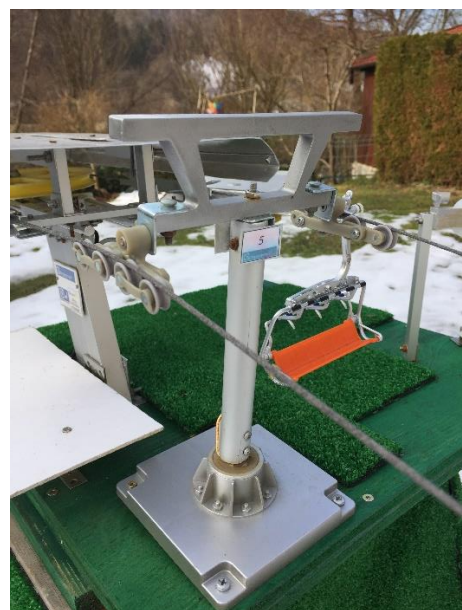
- Pozitivni stebri so sestavljeni iz:
 - 6 koles na vsaki strani na stebru št. 2
 - 4 koles na vsaki strani na stebrih št. 3 in 5



Slika 35: Steber 2



Slika 36: Steber 3



Slika 37: Steber 5

- Negativni steber je sestavljen iz 8 koles na vsaki strani na stebru št. 1. Ko prižemka potuje pod kolesi, se ta lahko dvignejo in zagotovijo miren tek. Kolesna baterija se lahko obrača na glavni točki pri stebru, na obeh točkah na vsaki strani aluminijevega nosilca ter po vsaki 2 kolesi posebej.



Slika 38: Steber 1



Slika 39: Steber 1

- Kombiniran steber je sestavljen iz 4 koles nad vrvjo in 4 koles pod vrvjo na eni strani na stebru št. 4. Ta steber je najvišji na liniji; višina vrvi pri stebru je 550 mm. Med stebroma 3 in 5 je dolg položen vzpon, zato sem pri tem stebru uporabil kombinirane kolesne baterije zaradi nevarnosti, da bi se med prehodom sedeža vrv izpela.



Slika 40: Steber 4



Slika 41: Steber 4

Sestava temeljev stebrov 2, 3 in 4:

Na zaščiteni leseno ploščico sta diagonalno pritrjeni dve navojni palici dolžine okoli 150 mm, ki sta vloženi v betonski temelj. Steber je pritrjen na to ploščico z dvema kotnikoma, na katerih se nahaja utor. Spodnji utor omogoča, da se steber premakne pravokotno na linijo v dolžini okoli 18 mm v vsako smer, drugi pa omogoča nagib stebra za okoli 20 stopinj v vsako stran.



Slika 42: Temelj

5. Krmiljenje

Krmiljenje se nahaja v delavnici, le nekaj metrov od pogonske postaje. Tudi to je narejeno doma. Funkcije so: glavno stikalo (ključ), dve neodvisni tipki za start/ stop (samodržna vezava), potenciometer za uravnavanje hitrosti, zasilni izklop, izbira smeri vožnje (naprej/ nazaj), tipka za signal, stikalo za vklop/izklop utripajoče lučke in signalne LED lučke.

Ker sem pred pol leta na novo zastavil krmiljenje, sem najprej razmislil o funkcijah, ki jih potrebujem, nato sem si priskrbel omarico, krmilne in kontaktne elemente. Po razmisleku o postavitvi krmilnih komponent sem zvrtil primerne izvrtine in jih pritrdil na omarico. Sledilo je večdnevno povezovanje elementov, vse dokler nisem bil z delovanjem povsem zadovoljen.

Slika 43: Stanje v mirovanju

Slika 44: Normalno obratovanje

Slika 45: Žičnica stoji; pripravljenost na obratovanje

Slika 46: Vožnja v vzratno smer, ob garažiranju sedežev; izbirnik smeri sveti rdeče



Slika 43: Stanje v mirovanju



Slika 44: Normalno obratovanje



Slika 45: Žičnica stoji; pripravljenost na obratovanje



Slika 46: Vožnja v vzvratno smer

Imel sem probleme s potenciometrom, ker je pri najvišji hitrosti ustavil tokokrog. Nekaj časa nazaj pa sem se odločil da ga odprem, nakar sem ugotovil, da je pregorel. Kupil sem nov potenciometer z uporom 10 k Ω , ki je spet pregorel, zato sem naslednjič kupil potenciometer z uporom 100 k Ω , ki zdaj deluje brez težav.

6. Zaključek

Žičnica je večino časa zmožna obratovati brez posebnosti, vendar se v primeru večjih sunkov vetra (nad 10 km/h) lahko vrv pri stebru 4 izpne ali pa se zarine pod nosilce koles. Če v tem času ni nadzora, se lahko pojavi nalet sedežev, ker se prvi zatakne pod baterije, ostali pa se zaletijo vanj. Drugi problem je občasno zatikanje sedežev med vodila na spodnji postaji.

Večina delov žičnic je narejena ročno, in sicer z uporabo merskih pripomočkov, ročne žage, vrtalnega stroja in izvijačev.

Vse cilje, ki si jih postavim, tudi realiziram. Vedno razmišljam kako bi še izboljšal oziroma posodobil sistem; posodobitve se včasih dogajajo vsak teden ali celo vsak dan. Če dobim neko idejo, ki jo lahko izvedem v delavnici, bom delal toliko časa, da bom to tudi izvedel do te mere, da deluje skorajda brez napak, šele takrat bom povsem zadovoljen.

Z nabiranjem znanja sem postal bolj sposoben v oblikovanju in izdelavi posameznih delov. S sistematičnim razmišljanjem o problemu sem se naučil bolj učinkovito izdelati dele. Izbral sem ustrezen material, ki se ga lažje obdeluje in je odporen na vremenske vplive.

Našel sem primeren elektromotor in ga povezal s krmiljenjem, ki zajema vse željene funkcije in deluje brez napak.

V prihodnje imam namen posodobiti krmilje z računalniško programiranim modulom, ter dodati senzor za nadzor sedežev na spodnji postaji.

7. Kosovnica najpogosteje uporabljenih materialov

Material	Dolžina (mm)
Profili 10 x 10 mm	670
Profili 20 x 20 mm	770
Profili okrogli premera 20 mm	1890
Profili U	1470
Okrogli polni premera 9 mm	480
Kotni profil 20 x 20 mm	2400

Material	Količina (kos)
Vijaki M3	94
Matice M3	122
Vijaki M4	34
Matice M4	23

Viri

- Sedeži, kolesne baterije, pogonsko in obračalno kolo: Jaegerndorfer Collection: <https://www.jaegerndorfer.com/products/> (pridobljeno: maj 2017)
- 3D- natisnjena vlečnica in motor sedežnice: Modellseilbahnen Doppelwihr: <https://www.modellseilbahndw.com/> (pridobljeno: avgust 2017)
- Zgled: Doppelmayr: <https://www.doppelmayr.com/> (pridobljeno: maj 2017)
- Pnevmatični cilinder in ventili: S3C Pnevmatika: <https://www.s3c.si/> (pridobljeno: november 2021)