

GIMNAZIJA ŠENTVID

LJUBLJANA

SHRANJEVANJE ELEKTRIČNE ENERGIJE S POGANJANJEM PEDAL

RAZISKOVALNA NALOGA IZ FIZIKE

AVTOR:

Simon Premk, 4.B

Grega Rotar, 4.C

MENTOR:

Goran Mitrović, prof.

Ljubljana, 2024/2025

ZAHVALA

<https://l.etiam.si/zahvala2025>

KAZALO VSEBINE

ZAHVALA	2
KAZALO VSEBINE	3
KAZALO SLIK.....	5
POVZETEK	6
ABSTRACT	6
KLJUČNE BESEDE.....	6
UVOD	7
RAZISKOVALNO VPRAŠANJE	8
TEORIJA	9
POSTAVLJANJE CILJEV	9
TEHNIČNE SKICE	10
FAZE SKICIRANJA PRI RAZVOJU IZDELKA.....	10
3D MODELIRANJE	11
CAD	11
CAM	12
CAE	12
PCB	12
FUSION 360.....	12
ALTERNATOR.....	14
DELOVANJE ALTERNATORJA V AVTOMOBILU	14
NOTRANJA ZGRADBA ALTERNATORJA.....	14
OSNOVE TRIFAZNEGA SISTEMA IN DELOVANJE ALTERNATORJA.....	15
IZKORISTEK ALTERNATORJEV.....	15
BATERIJE.....	17
AKUMULATORJI.....	17
LIFEPO4 BATERIJE.....	18
ELEKTRONKA.....	19
MOSFET	19
PROJEKT ALI EKSPERIMENTALNI DEL	21
IDEJA ZA OGRODJE.....	21
CILJI ZA SOBNO KOLO	22
SKICIRANJE DELOV SOBNEGA KOLESA NA PAPIR	27

OBLIKOVANJE OGRODJA SOBNEGA KOLESA	28
ZAČETEK MODELIRANJA	28
DRUGI MODEL	29
ZADNJI MODEL	33
SIMULACIJE	44
TEHNIČNE RISBE	47
SISTEM ZA PROIZVAJANJE ELEKTRIKE	53
IZBIRANJE BATERIJE	53
ODLOČITEV ZA ALTERNATOR	54
ALTERNATOR V PRAKSI	54
KONTROLA TOKA	55
PROGRAMSKE IDEJE	57
OBREMENITEV	58
ZAKLJUČEK	60
VIRI:	61
VIRI SLIK:	62

KAZALO SLIK

RAZSTAVLJEN MODEL AVTOMOBILSKEGA ALTERNATORJA	14
GRAF IZKORISTKA, IZHODNEGA TOKA / OBRATOV ALTERNATORJA	16
MOSFET N-CHANNEL VS P-CHANNEL	19
SKEN SKICE ŠT. 78, KRMILLO	27
PRVI MODEL SOBNEGA KOLESA	28
PRVI MODEL PRENOSA SOBNEGA KOLESA	29
SPREDNJI DEL MODELA NA DRUGI NAČIN	30
ZADNJI SPODNJI DEL OGRODJA DRUGEGA MODELA	31
EDINI DO SEDAJ IZDELANI PRENOS	33
ZADNJI TALNI DEL	34
RAVNA TALNA CEV	34
ZADNJA CEV	35
STRANSKA STABILIZATORSKA CEV	36
SPREDNJI TALNI DEL	36
SPREDNJA CEV	37
ROČICA SLIKA 17: CEV ZA KRMILLO	38
VEZALNA CEV SEDEŽ - KRMILLO	38
PODPORA ZA GONILKO	39
OJAČITEV KRMILA – KOTNIK	39
PREMIČNA CEV ZA KRMILLO	40
NOSILEC KRMILA IN ZAPORNO VODILO	40
NOSILNA CEV SEDEŽA	41
PREMIČNA CEV ZA SEDEŽ	42
NOSILEC SEDEŽA	42
OKVIR SOBNEGA KOLESA V CELOTI	43
SIMULACIJA SILE KOLESARJA NA SEDEŽNO CEV	45
SIMULACIJA SILE ZADNJE CEVI NA Z. TAL. DEL	45
SIMULACIJA + OJAČANA DEFORMACIJA GONILKA	46
TEHNIČNA RISBA 1	48
TEHNIČNA RISBA 2	49
TEHNIČNA RISBA 3	49
TEHNIČNA RISBA 4	50
TEHNIČNA RISBA 5	51
TEHNIČNA RISBA 6	51
TEHNIČNA RISBA 7	52
LIFEPO4 BATERIJA	53
PVM 55	
SHEMA VEZAVE SOBNEGA KOLESA	57
INICIALIZACIJA PWM KANALA	58
KONTROLA TOKA S PWM	59

POVZETEK

Raziskovalna naloga obravnava razvoj sobnega kolesa, ki proizvaja in shranjuje električno energijo. Avtorja, Simon Premk in Grega Rotar, raziskujeta možnosti uporabe alternatorja in različnih baterijskih sistemov za shranjevanje energije, proizvedene s poganjanjem pedal. Opisujeta tehnične vidike projekta, vključno s skiciranjem, 3D modeliranjem in izbiro ustreznih komponent, kot so MOSFET tranzistorji, PWM regulacija in nadzor električnega toka. Projekt vključuje eksperimentalni del, kjer sta razvila prenosni mehanizem in zasnovo baterijskega sistema, ki omogoča uporabo shranjene energije za različne naprave. Cilj naloge je ustvariti učinkovito, uporabniku prijazno in trajnostno rešitev za proizvodnjo električne energije z lastnim naporom.

ABSTRACT

The research paper explores the development of a stationary bicycle that generates and stores electrical energy. Authors Simon Premk and Grega Rotar examine the feasibility of using an alternator and various battery systems to store the energy produced through pedaling. They discuss the technical aspects of the project, including sketching, 3D modeling, and the selection of suitable components such as MOSFET transistors, PWM regulation, and electric current control. The project includes an experimental section where they developed a transmission mechanism and a battery system design that allows stored energy to be used for various devices. The goal of the research is to create an efficient, user-friendly, and sustainable solution for generating electricity through physical effort.

KLJUČNE BESEDE

Sobno kolo, električna energija, alternator, baterijski sistem, 3D modeliranje, PWM regulacija, trajnostna energija

UVOD

V svojem obdobju šolanja sem do sedaj izdelal že tri raziskovalne naloge. Ta je četrta. Lani sem začel sodelovati z izjemnim Gregatom Rotarjem. Prvi dve nalogi bom izpustil, bili sta moj uvod v raziskovalno delo. Lanska naloga pa je za razumevanje letošnjega dela ključnega pomena. Lansko nalogo sva tako pripravila Grega in jaz. Naslovila sva jo Merjenje moči in izkoristka sobnega kolesa kot električnega generatorja. Grega je lani opravil večino praktičnega dela. Njegovo zanimanje stremi k elektroniki, programiranju. Jaz sem pomagal bolj na mojem domačem področju strojništva. Lani s tem ni bilo veliko dela, zato sem delal na izvedbi projekta in dokumentaciji. Malo sreče sem že moral imeti, da sva začela sodelovati. Zdaj sva postala dobra ekipa in na projektne delu najino sodelovanje teče s polno paro.

Opomba: Podlago lanske naloge za to nalogo bova razložila v tem dokumentu, tako da branje le te ni obvezujoče. Sem pa prepričan, da bo marsikoga zanimal začetek takega projekta, kot je najino sobno kolo. V tem primeru vam bo branje raziskovalne naloge: <https://go.zotks.si/640246> – zanimivo.

Lani sva iz zavrženega sobnega kolesa in starega elektromotorja, vzetega iz pralnega stroja, izdelala sobno kolo, kjer sva pripravila vse merilne naprave za merjenje moči in izkoristka. Vse merilne naprave sva pripravila sama. To je bilo torej najbolj obdelano področje za nadaljnje delo.

Ponosen sem, da vam lahko predstavim nov projekt, ki izhaja iz lanske ideje in najinih izkušenj za delo na tem področju. Letos bova v prakso spravila celotno idejo, ki sem jo imel namen pripraviti že lani. Prototip sobnega kolesa, ki proizvaja elektriko. Celota bo zgrajena iz treh ločeno obravnavanih enot, kjer sva si razdelila vloge in se lotila priprave prototipa. Pripravila bova ogrodje, ki bo nudilo funkcionalnost sobnega kolesa. Poganjanje bova preko prenosa spremenila v elektriko. Ustvarjeno energijo bova shranila, da bo na voljo uporabniku za nadaljnjo zunanjo uporabo za na primer polnjenje telefonov. Parametre sistema bova merila in prikazala kot uporabne in zanimive informacije.

Želim vam zanimivo in zabavno branje.

Za ekipo etiam.si:

Simon Premk



Grega Rotar



RAZISKOVALNO VPRAŠANJE

Je možno narediti sobno kolo popolnoma samostojno in tako, da bo proizvajalo in shranjevalo elektriko, hkrati pa zadostijo vsem kriterijem običajnega sobnega kolesa?

TEORIJA

POSTAVLJANJE CILJEV

Cilji so osnova za ustvarjanje, saj brez ciljev težko dosežemo nekaj, kar nam bo pomenilo kot dosežek in prav tako je brez ciljev težko osnovati načrt dela, se držati določenega načina izvedbe ipd.

Cilj izdelka je merljiv, časovno omejen cilj, ki podpira vizijo izdelka. Določa, kaj želimo doseči in kako bomo ocenili svoj uspeh.^[12] Tak cilj na primer je doseči 50000 prodanih enot športne ure v prvih 6 mesecih. To je poslovni cilj, ki je ena izmed treh vrst ciljev, ki jih običajno postavljamo. Prvi so že omenjeni poslovni cilji. Potem postavimo uporabniške in tehnične cilje. Primer uporabniškega cilja je 500000 prenosov spremljevalne aplikacije k uri v prvem letu in iz te aplikacije dobiti 90 % pozitivnih mnenj torej zadovoljnih uporabnikov. Primer tehničnega cilja pa je, da bo ta ura merila srčni utrip z maksimalnim odstopanjem do 2 %.

Izmed tehničnih, poslovnih in uporabniških ciljev je dobro, če izberemo eno kategorijo, ki bo predstavljala glavno vodilo in preostale cilje zgostimo okoli te glavne kategorije.

Cilji za izdelek v splošnem morajo izgledati tako, da z njimi povemo, kaj želimo doseči, kdaj bomo to dosegli in merilo, ki bo dokazalo ali je cilj dosežen ali ne.

TEHNIČNE SKICE

Skiciranje je izredno pomemben korak pri nastajanju katerekoli vrste izdelka, pa naj bodo to spletne strani, avtomobili, rakete ali sobna kolesa. Skiciranje omogoča odkrivanje napak in njihovih rešitev že v zgodnjih fazah razvoja. Je zelo pomemben faktor za usklajevanje posameznih delov izdelka in omogoča predstavo oblikovalcu, ki svoj del potem preko inženirskih rešitev prestavi v funkcionalen 3D model.

Prva pomembna stvar pri skiciranju je, da ima oblikovalec jasno predstavo, kaj mora doseči. Temu je namenjena predhodna raziskava in postavljanje ciljev izdelka. Tukaj nastajajo primarne ideje za obliko. S skiciranjem lahko hitro izdelate številne oblike in izgleda, izmed katerih lahko kasneje izbirate pri izdelavi celote.

FAZE SKICIRANJA PRI RAZVOJU IZDELKA

Konceptualno skiciranje (hitre idejne skice)

To so grobe, hitre skice, ki prikazujejo osnovno obliko, funkcijo ali mehaniko izdelka. Risbe so lahko v obliki prostoročnih skic, diagramov ali mind-mapov. Namen je raziskovanje različnih rešitev in iskanje najboljše ideje.

Razvojne skice (detajlno oblikovanje)

Ko je osnovna ideja definirana, se skiciranje osredotoči na podrobnosti, kot so materiali, dimenzije in ergonomija. Pogosto se uporablja izometrična perspektiva ali pravokotne projekcije. Lahko vključuje različne poglede izdelka (spredaj, zadaj, zgoraj, stran).

Tehnične risbe (natančne specifikacije)

Izdelane so v skladu s tehničnimi standardi in običajno vključujejo točne mere, materiale, tolerance in sestavne dele. Večinoma se uporabljajo CAD-programi (AutoCAD, SolidWorks, Fusion 360) za ustvarjanje natančnih modelov.

Skiciranje za predstavitev in komunikacijo

To so bolj izpopolnjene in vizualno privlačne skice, ki se uporabljajo za predstavitev idej naročnikom, vlagateljem ali širši ekipi. Lahko so digitalno obdelane (Photoshop, Sketchbook) ali narisane ročno s senčenjem, barvanjem in označevanjem ključnih elementov.^[12]

3D MODELIRANJE

CAD

Uvod

Računalniško podprto oblikovanje (CAD) je postopek, ki uporablja računalnike za ustvarjanje in spreminjanje oblikovalskih modelov in risb. CAD se uporablja v različnih področjih, kot so računalniška animacija, arhitekturno oblikovanje, načrtovanje električnih in elektronskih vezij, moda, postavitve oblačil in oblikovanje mehanskih sistemov. V večini teh aplikacij se CAD uporablja za modeliranje geometrijskih lastnosti izdelkov in zapisovanje nekaterih ne geometričnih specifikacij oblikovanja. V inženirskih aplikacijah CAD model služi kot vmesnik med oblikovanjem in proizvodnjo, saj je pogosto za fizičen izdelek nujno potreben CAD model. Razvoj CAD je začel v 60. letih prejšnjega stoletja, do leta 2000 pa je bila večina inženirskih zasnov ustvarjena s pomočjo CAD sistemov.^[10]

Zgodovina

CAD je nastal iz zgodnjih računalniških grafičnih sistemov. V 50. letih prejšnjega stoletja je projekt SAGE ameriških letalskih sil s pomočjo MIT-ja uvedel uporabo katodnih cevi za računalniške zaslone. Leta 1960 je Ivan Sutherland razvil interaktivni grafični sistem Sketchpad, ki je omogočil uporabo CRT zaslonov in svetlobnih peres za interakcijo. V 60. letih so začeli številni veliki podjetniki razvijati svoje CAD programe. To so na primer bili General Motors, Ford in Boeing. V 70. letih so se pojavili prvi komercialni CAD sistemi. Razvoj 3D modeliranja v 70. letih je pomenil prelomnico, saj so s trdimi modeli (solid modelling) omogočili natančno predstavitev in analizo objektov. V 80. letih so CAD sistemi postali dostopni tudi na osebnih računalnikih, kar je omogočilo široko uporabo CAD-a v manjših podjetjih in pri posameznikih. Dandanes je CAD osnova za večino inženirskih projektov, saj omogoča mnogo hitrejši razvoj izdelkov.^[10]

Osnove delovanja

CAD sistem je zgrajen iz treh glavnih delov:

1. Strojna oprema: računalnik in naprave za vhod / izhod (1/0)
2. Programska oprema za operacijski sistem
3. Aplikacijska programska oprema: paket CAD

CAD sistemi uporabljajo širok spekter strojne opreme za podporo funkcionalnosti programske opreme. Operacijski sistem je vmesnik med CAD aplikacijskim programjem in strojno opremo. Upravlja delovanje strojne opreme in omogoča osnovne funkcije, kot so ustvarjanje in odstranjevanje nalog, nadzor napredka nalog, dodeljevanje strojnih virov nalogam ter dostop do programske opreme, kot so datoteke, urejevalniki, prevajalniki in pomočniki.

Aplikacijska programska oprema je srce CAD sistema. Sestavljena je iz programov za 2D in 3D modeliranje, risanje ter inženirske analize. Funkcionalnosti CAD sistema so vgrajene v aplikacijsko programsko opremo, ki je tista, ki loči en CAD paket od drugega. Aplikacijska programska oprema je običajno odvisna od operacijskega sistema, zato prenos CAD sistema z enega operacijskega sistema na drugega ni enostaven, saj ni dovolj le ponovno nalaganje programske opreme.

Splošna arhitektura CAD sistema vključuje aplikacijsko programsko opremo na najvišji ravni, ki manipulira z bazo podatkov CAD modela. Grafični uporabniški sistem izvaja koordinatne transformacije, okna in nadzor prikaza. Ker se lahko uporablja več različnih vhodno-izhodnih naprav, gonilniki naprav pretvarjajo podatke v specifične formate, ki jih uporablja vsaka naprava, ter nadzorujejo fizične naprave. Operacijski sistem deluje v ozadju in usklajuje celotno delovanje sistema. Na koncu uporabniški vmesnik povezuje človeka s sistemom.^[10]

CAM

CAM (Computer-Aided Manufacturing) je tehnologija, ki uporablja računalniške sisteme in programsko opremo za načrtovanje, obvladovanje in optimizacijo proizvodnih procesov. Namen CAM je izboljšati natančnost, hitrost in učinkovitost proizvodnje z avtomatizacijo nalog, kot so izbira orodij, določanje poti orodij in nadzorovanje strojev za obdelavo materialov. Uporablja se predvsem v industriji za usmerjanje CNC (računalniško numerično krmiljenih) strojev, kot so rezkalni stroji, stružnice in 3D tiskalniki. CAM je tesno povezan z CAD (Computer-Aided Design), saj se načrti, izdelani v CAD programski opremi, prenesejo v CAM sisteme, kjer se ustvarijo specifična navodila za proizvodnjo.

CAE

CAE (Computer-Aided Engineering) je uporaba računalniških orodij za simulacijo, analizo in optimizacijo inženirskih sistemov. Omogoča preverjanje mehanskih, termičnih, fluidnih in drugih lastnosti izdelkov že v fazi načrtovanja, s čimer zmanjšuje potrebo po fizičnih prototipih ter izboljšuje učinkovitost in zanesljivost končnih rešitev.

PCB

PCB je orodje za načrtovanje tiskanih vezij (Printed Circuit Board). Omogoča postavitve komponent, risanje povezav (sledov), preverjanje električnih pravil (DRC) in pripravo proizvodnih datotek (Gerber). Takšni programi, kot je *Altium Designer*, pomagajo inženirjem pri hitrem in natančnem načrtovanju elektronskih vezij za različne aplikacije.^[16]

FUSION 360

Autodesk Fusion 360 je vsestranska programska platforma za 3D modeliranje, načrtovanje, izdelavo, industrijsko oblikovanje, elektroniko in strojništvo. Gre za

celovito rešitev v oblaku, ki združuje funkcionalnosti *CAD* (računalniško podprto načrtovanje), *CAM* (računalniško podprta izdelava), *CAE* (računalniško podprta analiza) in *PCB* (načrtovanje tiskanih vezij). Program uporabljajo industrijski oblikovalci, strojni in elektroinženirji, obdelovalci kovin, hobi uporabniki in zagonska podjetja.^[14]

Fusion 360 je na voljo kot brezplačna preizkusna različica, prav tako pa lahko hobi uporabniki, ki ga uporabljajo za nekomercialne projekte, dostopajo do brezplačne različice *Fusion for personal use*. Študenti in učitelji lahko programsko opremo uporabljajo brezplačno, če izpolnjujejo pogoje, pri čemer je dostop potrebno letno podaljševati.

Čeprav nekateri izkušeni inženirji Fusion 360 obravnavajo kot programsko opremo za hobi uporabnike in raje uporabljajo profesionalne pakete, kot sta *SolidWorks* ali *Catia*, zaradi določenih omejitev, kot so pomanjkljiva orodja za izdelavo tehničnih risb in omejitve pri poimenovanju delov, pa je Fusion 360 cenjen zaradi svoje dostopnosti in uporabnosti v zgodnjih fazah izdelave prototipov. Še posebej je priljubljen pri *CNC* obdelavi in sodelovanju z osebami brez tehničnega predznanja.

Program je zasnovan za celoten proces razvoja izdelka – od zasnove do izdelave. Vključuje napredna orodja za proizvodnjo, umetno inteligenco in avtomatizirane poteke dela, s čimer izboljšuje učinkovitost in prilagodljivost pri oblikovanju in izdelavi.^[15]

ALTERNATOR



Slika 1: Razstavljen model avtomobilskega alternatorja

Alternator je naprava, ki avtomobilom omogoča konstantno polnjenje akumulatorja ter s tem napajanje vseh elektronskih sistemov. Deluje kot generator električne energije, ki mehansko energijo motorja pretvarja v električni tok.

DELOVANJE ALTERNATORJA V AVTOMOBILU

Ko voznik obrne ključ v kontaktni bravi, akumulator pošlje energijo zaganjalniku, ki zavrti motor in omogoči vžig. Motor pri svojem delovanju poganja glavno gred, na katero je priključen prvi jermen, ki nato preko dvojnega škripca prenaša vrtenje na alternator.

Pomembno je omeniti, da obrati alternatorja niso enaki obratom motorja. Običajno so obrati alternatorja 2- do 3-krat višji od obratov motorja.^[2]

To pomeni najin prvi problem – prenizki obrati, ki jih dobiva iz sobnega kolesa.. Midva imava na sobnem kolesu sedaj prenos nekje 22-krat. Normalna kadenca kolesarja je med 60 in 80 obrati na minuto. Vzemimo 70 obratov na minuto. $70 * 22$ je 1540. To pomeni, da ko kolesar vozi pri svoji "udobni" kadenci, alternator že deluje z dovolj visoko močjo, da pokrije maksimalno moč, s katero lahko polnimo baterijo. Problem je, ker alternator začne delovati šele nekje pri 900 obratih. To pomeni $900 / 22$ je 41,, kar pomeni, da bo alternator začel ustvarjati kolesarju upor šele pri 41 obratih na minuto. To so sicer za kolesarja nizki obrati. Zato problem ni prevelik.

NOTRANJA ZGRADBA ALTERNATORJA

Alternator deluje na osnovi elektromagnetne indukcije. Mehanska energija vrtenja se prenese na njegov škripec, ki poganja rotor (notranji sklop navitij). Rotor se vrti znotraj statorja (zunanjega sklopa navitij), ki je pritrjen na ohišje alternatorja.

Na statorju sta nameščena most diod in regulator napetosti, ki skrbi za stabilno napetost izhoda. Regulator in diodni most sta občutljiva na preobremenitve, zato bo njuno ustrezno hlajenje pomembno pri izdelavi sistema. Še bolj pomembna bo vezava sistema, ker napačna vezava hitro povzroči odpoved regulatorja napetosti in zato odpoved delovanja alternatorja.^[preizkušeno]

OSNOVE TRIFAZNEGA SISTEMA IN DELOVANJE ALTERNATORJA

Alternator, ki se ga sedaj uporablja v avtomobilih je trifazni. Trifazni sistem je nadgradnja enofaznega sistema, pri čemer sta dodani dve dodatni tuljavi, ki sta fazno zamaknjeni glede na prvo. Faza se nanaša na časovni zamik med prehajanjem magnetov prek tuljav. Pri enofaznem sistemu so magneti in tuljave usklajeni, pri trifaznem pa je vsaka faza enakomerno zamaknjena.

V enofaznem alternatorju so tuljave navite izmenično – ena v smeri urinega kazalca, druga v nasprotni smeri. Če enofazni sistem vsebuje 8 magnetov, ima tudi 8 tuljav. Pri trifaznem sistemu pa vsaka faza uporablja tri tuljave na par magnetov (severni in južni pol). Možne so različne konfiguracije, odvisno od razporeditve tuljav in magnetov.^[1]

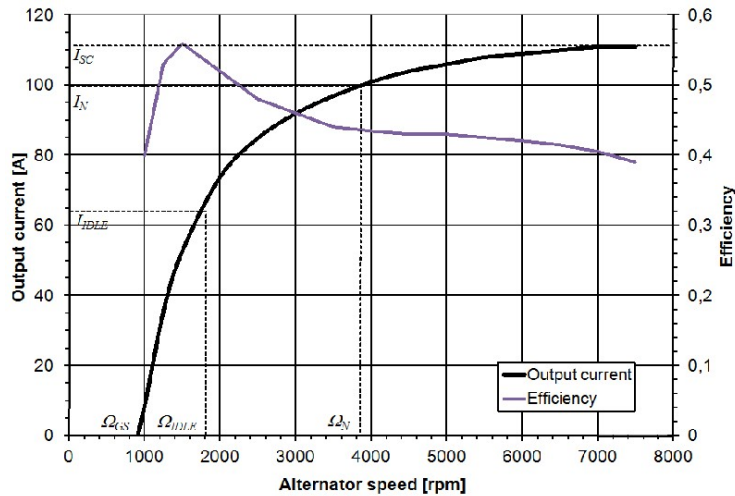
Za pretvorbo izmenične napetosti (AC) v enosmerno napetost (DC), potrebno za polnjenje baterij, se uporabljajo usmerniki, ki so lahko izvedeni v *zvezdi (star/Wye)* ali *trikotniku (delta)*. Pri *zvezdi* je napetost višja, tok pa manjši, medtem ko pri *trikotniku* dobimo nižjo napetost in večji tok. Napetost in tok v teh povezavah lahko izračunamo s faktorjem $\sqrt{3}$ (približno 1,732).^[1]

Trifazna električna je bistveno učinkovitejša od enofazne – večina električne energije po svetu temelji na njej. Nikola Tesla je dokazal, da trifazni sistem prinaša večjo stabilnost in večjo energijsko učinkovitost, saj se moč ne zmanjša na nič v nobenem trenutku cikla. V primerjavi z enofaznim sistemom potrebujejo vodniki v trifaznem omrežju le 75 % preseka za enako moč, kar pomeni manjše izgube in boljše izkoristke.^[1]

Zato trifazni alternatorji zagotavljajo stabilnejšo in učinkovitejšo proizvodnjo električne energije, še posebej pri polnjenju baterij in industrijski rabi

IZKORISTEK ALTERNATORJEV

Izkoristek alternatorja in njegova krivulja moči sta prikazani na spodnjem grafu. Krivulja izkoristka alternatorja tako le redko preseže maksimalno vrednost 60 %. V grafu spodaj je največji izkoristek alternatorja nekje 56 %. Graf je le primer in ne graf delovanja najinega alternatorja. Največjo moč alternator proizvede pri nekje 7000 obratih na minuto.



Slika 2: Graf izkoristka, izhodnega toka / obratov alternatorja

Ker je tu alternator uporabljen v namen generiranja elektrike iz mehanske moči, ki jo proizvede človek, gledamo nekje na moč od 100 W do 300 W. To je za kolesarja obvladljiva moč. To pomeni da pri 12 V napetosti alternatorja, ki med polnjenjem pomeni v območju med 13,8 in 14,5 V nazivne napetosti, potrebujemo nekje 8 do 27 A toka. Zmožnost proizvodnje te količine toka alternator pridobi že nekje pri 1500 obratih na minuto. Te obrate pa kot že omenjeno uspeva dobiti ven iz obstoječega sistema sobnega kolesa.

BATERIJE

AKUMULATORJI

Akumulatorji so vrsta baterij, ki jih uporabljamo v avtomobilih. To so svinčene baterije ali svinčeno-kislinske baterije. To so bile tudi prve polnilne baterije, ki jih je leta 1859 izumil francoz Gaston Plante. Obstajajo tudi druge vrste akumulatorjev, ampak je svinčen akumulator najpogostejši, torej akumulator, o katerem govorimo, ko govorimo o akumulatorjih. Imajo relativno nizko energijsko gostoto. To pomeni, da so take baterije z uporabnimi kapacitetami težke. Imajo nižjo ceno in visok polnilni tok. Ohišje akumulatorja je odporno na kisline. Vanj so vgrajene manjše celice, sestavljene iz cevk iz aktivne pozitivne mase, steklene volne, negativne plošče in svinčene pozitivne plošče. Kot elektrolit je uporabljena žveplena kislina razredčena z vodo. Energija je shranjena kot potencial med pozitivno ploščo iz svinčevega oksida in negativno ploščo iz kovinskega svinca. ^{[5][9]}

Namenjeni so zagonu avtomobilskega motorja, dovajanju električne energije svečkam pri bencinskih motorjih in delovanju avtomobilske elektronike, kar zahteva vedno večje zaloge energije, torej zmogljivejše akumulatorje. Ker mora akumulator omogočiti delovanje vsem tem sistemom, mora imeti zmožnost visokega praznilnega toka. Le-ta je pomemben predvsem pri vžigu, ko praznilni tok doseže $830 \text{ A}^{[7]}$, včasih tudi več. Polnilni tok mora oddano energijo nadomeščati. Zato mora akumulator omogočati tudi visok polnilni tok. Priporočen polnilni tok akumulatorjev je nekje 10 % njihove nazivne kapacitete v amperih.^[8] To pomeni da se akumulator s kapaciteto 50 Ah optimalno polni pri 5 A. To pomeni maksimalno moč polnjenja baterije $12,8 \text{ V} * 5 \text{ A}$, kar je 64 W. 50 amper-urno kapaciteto akumulatorja sem izbral, ker je tako nazorna primerjava z baterijo, ki sva jo kasneje naročila. S trenutno obstoječim sistemom, s katerim generirava elektriko bi ta moč potencialno lahko prenesla kolesarjevih 200 W. Najprej je nekaj izgube v prenosu. Recimo temu 2 % izgube v prenosu. Torej 196 W. Ti grede skozi 55 %^[3] izkoristek alternatorja. To pomeni 108 W. Potem se akumulator polni z izkoristkom nekje med 55 in 95 %.^[5] Vzel bom povprečje to je 75 %. Rezultat je 81 W. Torej bi že kolesarjevih 200 W preseglo optimalen polnilni tok akumulatorja.

Glede na maksimalne ciljne moči in izkoristke, ki znašajo 1000 W in nad 70 %, uporaba akumulatorja ni idealna, zato ga izločiva že v teoriji.

LIFEPO4 BATERIJE

LiFePO₄ (litij-železo-fosfat) baterije so ena najvarnejših in najbolj zanesljivih litijevih rešitev, ki ponujajo številne prednosti pred svinčeno-kislinskimi in drugimi litijevimi baterijami. Zaradi svoje stabilne kemijske sestave postajajo vse bolj priljubljene v različnih aplikacijah, od električnih vozil do solarnih sistemov.

Ena izmed ključnih prednosti LiFePO₄ baterij je njihova varnost in stabilnost. Njihova kemijska sestava omogoča visoko odpornost na pregrevanje, eksplozije in požare, kar jih naredi bistveno varnejše od drugih litijevih baterij. Poleg tega so odporne na ekstremne temperature in težke pogoje uporabe, kar zagotavlja njihovo zanesljivost v različnih okoljih.

Poleg varnosti LiFePO₄ baterije izstopajo tudi po svoji dolgi življenjski dobi in visoki zmogljivosti. Ob pravilni uporabi lahko delujejo od 5 do 10 let in omogočajo več kot 4000 polnilnih ciklov, kar bistveno presega življenjsko dobo svinčeno-kislinskih baterij. Prav tako imajo visoko učinkovitost polnjenja in praznjenja, kar omogoča hitrejše polnjenje ter stabilno delovanje skozi celotno življenjsko dobo baterije.

Dodatna prednost LiFePO₄ baterij je njihova nizka teža in kompaktnost. So do trikrat lažje od svinčeno-kislinskih baterij, kar pomeni manjšo obremenitev za vozila in druge naprave, v katerih se uporabljajo. Njihova kompaktna oblika omogoča boljši izkoristek prostora, kar izboljšuje energetske učinkovitost celotnega sistema.

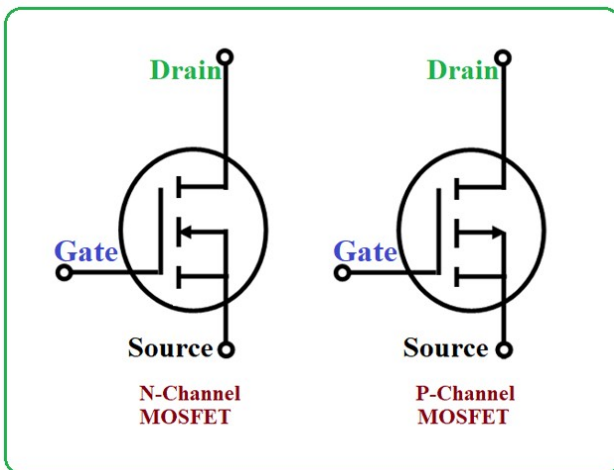
Pomemben vidik LiFePO₄ baterij je tudi njihova ekološka sprejemljivost. So nestrupene in ne vsebujejo težkih kovin, kot so svinec ali nikelj, kar zmanjšuje njihov vpliv na okolje. Za razliko od svinčeno-kislinskih baterij ne povzročajo uhajanja škodljivih kemikalij, kar prispeva k varnejši in čistejši uporabi.

Kljub višji začetni ceni LiFePO₄ baterije predstavljajo pametno dolgoročno investicijo. Njihova dolga življenjska doba, minimalno vzdrževanje, visoka varnost in ekološka prijaznost jih postavljajo v ospredje kot eno izmed najboljših rešitev za shranjevanje energije v sodobnih aplikacijah.

ELEKTRONKA

MOSFET

MOSFET, ali kovinsko-oksido-polprevodniški tranzistor z učinkom polja, je temeljni gradnik sodobne elektronike, ki deluje kot napetostno krmiljeno stikalo ali ojačevalnik. Njegovo delovanje se osredotoča na nadzor toka med dvema priključkoma, imenovanim izvor (source) in odtok (drain), s pomočjo električnega polja, ustvarjenega z napetostjo na tretjem priključku, imenovanem vrata (gate). Struktura MOSFET-a vključuje polprevodniško podlago, običajno silicij, na kateri sta narejena izvor in odtok, ločena s kanalom. Nad kanalom je izolacijska plast silicijevega dioksida, na kateri je kovinska ali polisilicijska vrata. Ko na vrata pripeljemo napetost, ta ustvari električno polje, ki v kanalu inducira nosilce naboja, bodisi elektrone (v n-kanalnem MOSFET-u) bodisi luknje (v p-kanalnem MOSFET-u), in s tem spremeni njegovo prevodnost.



Slika 3: mosfet n-channel vs p-channel

V n-kanalnem MOSFET-u pozitivna napetost na vratih privlači elektrone iz podlage v kanal, kar oblikuje prevodni sloj, imenovan inverzijski sloj. Večja kot je napetost na vratih, več elektronov se privlači in bolj prevoden postane kanal, kar omogoča večji tok med izvorom in odtokom. Nasprotno pa pri p-kanalnem MOSFET-u negativna napetost na vratih privlači luknje v kanal, s čimer poveča njegovo prevodnost. Ta nadzor prevodnosti s spreminjanjem napetosti na vratih omogoča MOSFET-u delovanje kot stikalo, ki se vklopi ali izklopi, ali kot ojačevalnik, kjer majhne spremembe vhodne napetosti povzročijo velike spremembe izhodnega toka. MOSFET-i se uporabljajo v najrazličnejših aplikacijah, od digitalnih logičnih vezij v mikroprocesorjih do analognih vezij v ojačevalnikih in stikalnih napajalnikih, zaradi svoje visoke vhodne impedance, hitrega preklapljanja in nizke porabe energije.

PWM SIGNAL

PWM ali pulzno širinska modulacija je tehnika, ki se uporablja za nadzor količine električne energije, ki se dovaja neki napravi. Namesto spreminjanja same napetosti

se spreminja čas, v katerem je naprava vklopljena. To se doseže s hitrim preklapljanjem signala med stanjema "vklopljeno" in "izklopljeno". Ključni koncept pri PWM je delovni cikel, ki predstavlja odstotek časa, v katerem je signal "vklopljen". Višji delovni cikel pomeni, da je naprava vklopljena več časa, in s tem se dovaja več energije. Nasprotno, nižji delovni cikel pomeni manj energije. Frekvenca PWM signala določa, kako hitro se ta cikel ponavlja. Višje frekvence omogočajo bolj gladko in natančno kontrolo, medtem ko se nižje frekvence lahko uporabljajo za enostavnejše aplikacije.

PWM se uporablja v različnih elektronskih aplikacijah. Ena izmed pogostih uporab je pri krmiljenju hitrosti elektromotorjev. Z uporabo PWM lahko natančno nadzorujemo, koliko energije se dovaja motorju, kar omogoča gladko in natančno regulacijo hitrosti. Prav tako se PWM uporablja za zatemnitev LED luči. S spreminjanjem delovnega cikla PWM signala lahko prilagodimo svetlost LED luči od popolne svetlosti do popolne teme. V avdio ojačevalnikih se PWM uporablja za ustvarjanje analognega signala iz digitalnega signala, kar omogoča učinkovito ojačevanje zvočnih signalov. Tudi v napajalnikih se PWM uporablja za regulacijo izhodne napetosti in toka, kar zagotavlja stabilno napajanje za elektronske naprave.

Mikrokrmilniki, ki so majhni računalniki, vgrajeni v številne elektronske naprave, imajo pogosto vgrajene PWM module. Ti moduli omogočajo natančno generiranje PWM signalov z določenimi frekvencami in delovnimi cikli. To se doseže s pomočjo časovnikov in komparatorjev, ki nadzorujejo preklapljanje signala med stanjema "vklopljeno" in "izklopljeno". Mikrokrmilniki omogočajo programsko nastavljanje parametrov PWM signala, kar daje veliko fleksibilnost pri nadzoru različnih elektronskih naprav.

PROJEKT ALI EKSPERIMENTALNI DEL

Raziskovanje do uspešnega izdelka je proces, kjer posameznik ali ekipa seže dlje od obstoječih podatkov, izdelkov, teorij. Inženirstvu doda inovativnost, iznajdljivost, ki sta pomembni za pot do vsakega novega izdelka. Vsak se mora v projektu najti, biti sposoben dodati nekaj, zaradi česar bo izdelek nekaj posebnega. Z vsako fazo sva midva v tem projektu poskusila to spraviti v prakso. Ali je bilo uspešno ali ne, bo pa povedalo nadaljnjo branje.

IDEJA ZA OGRODJE

Eden ključnih elementov sobnega kolesa je ogrodje. Osnovanja tega dela projekta sem se lotil že na začetku poletja lani. Pot od ideje do izdelka poteka nekako tako. Najprej moramo imeti idejo, kar ni vedno enostavno. Potem se na papir preizkuša posamezne oblike kosov izdelka, torej je ta faza snovanje na papir. Tukaj običajno sodeluje celotno vodstvo podjetja, ki uskladi cilje, ki jih mora doseči izdelek, z ekipo, ki bo izdelek razvila. Ti cilji so sklenjeni po opravljeni raziskavi, kaj si kupci na trgu želijo od našega izdelka. Razdelijo se naloge med inženirje, ki so po nazivu oblikovalci izdelkov. Običajno vsak tak inženir dela na enem kosu izdelka. Sploh kadar je projekt obsežnejši, kot je na primer ta. Za najin projekt sem bil ta oblikovalec jaz sam, kar je eden izmed razlogov, da nama sobnega kolesa še ni uspelo izdelati. Cilj je bil do konca poletja pripraviti sklop skic, ki jih lahko uporabim za izdelavo ogrodja. Te skice sem kasneje tudi predelal v 3D model, ki bi lahko služil izdelavi sobnega kolesa.

CILJI ZA SOBNO KOLO

Za vsak izdelek so na začetku izdelave potrebni cilji. Torej je to zelo pomemben korak pri najinem projektu. Najin glavni cilj, izdelek je sobno kolo. Vsi ostali cilji definirajo, kako bo ta glavni cilj dosežen.

Kot vsaka stvar je v teoriji tudi postavljanje ciljev precej enostavnejše. Vsak cilj sva morala uskladiti z najinimi zmožnostmi. Ker pa je eden izmed ciljev izvajanja tega projekta učenje, sva te zmožnosti ocenjevala zelo splošno. Marsikaj sva preveč poenostavila, postavila preširoko ali tudi malo preveč sanjavo.

Sobno kolo je trenutno zelo pogost izdelek na trgu. Sobna kolesa s sistemom za proizvodnjo in shranjevanje energije pa so redka.

Zdi se mi pomembno, da cilje navedem v alinejah, za večjo preglednost.

Za naju bodo glavni cilj seveda tehnični cilji, saj je projekt namenjen raziskovanju.

1. Torej prvi večji cilj za sobno kolo je, da mora proizvajati elektriko, jo shraniti in omogočati njeno porabo. Ta cilj sva morala razdeliti na manjše cilje.
 - a. v sobno kolo kot zaviralno sredstvo namestiti elektromotor, ki bo deloval kot generator in ne elektromagnetne ali magnetne zavore, ki je zaviralno sredstvo trenutno pri večini sobnih koles na trgu.
 - i. Generator mora biti sposoben delovanja pri čim nižjih obratih. Konkreten cilj območja obratov delovanja generatorja je med 1000 in 5000 obratov na minuto.
 - ii. Generator mora omogočiti maksimalno moč 1000 W brez upoštevanja izkoristka sistema, ki kolesarjevo moč na elektromotor že malo zniža.
 - iii. Dimenzije generatorja so lahko velike v širino, vendar naj bo generator ozek. Torej generator mora doseči dimenzije premera do 30 cm, širina alternatorja pa naj ne presega 20 cm z optimalno vrednostjo do 14 cm.
 - iv. Uporaben dodaten parameter za lastnosti generatorja bi bil, če bi imel generator že samostojno hlajenje sistema, ki bi bil popolnoma samozadosten. Ta parameter je lahko odločitveni faktor pri izbiri generatorja.
 - v. Generator mora biti trifazni zaradi izkoristka.
 - b. Elektriko torej tok, ki ga ustvarja generator morava kontrolirati, da bo zmožen polnjenja baterije.
 - i. Generator ustvari izmenični tok. Torej morava dodati pretvornik – usmernik v enosmerni tok. To lahko predstavlja most diod.
 - ii. Nadzorovati morava napetost, ki mora postati točna napetost za polnjenje baterije.
 - iii. Pred baterijo gre še polnilec baterije.

- c. Električni tok in napetost morava kontrolirati tudi tako, da bo uporabnik lahko spreminjal zahtevnost poganjanja.
 - i. Torej potrebujeva modul, ki bo analiziral tok in podatke pošiljal uporabniku.
 - ii. Nadzorovati morava polnilni tok in biti sposobna spreminjati ta tok, tako uporabnik lahko spreminja moči svojega kolesarjenja.
- d. Pri nadzorovanju toka pride še ena pomembna zadeva in to je CC/CV polnjenje baterije. To je, v katerih fazah polnjenja je konstanten tok in kje je konstantna napetost.
- e. Tukaj pride baterija, ki ima dve funkciji. Prva je shranjevanje energije, da se jo lahko uporabi tudi v času ko človek ne kolesari. Druga je shranjevanje energije za ustvarjanje večjih moči, kot jih lahko ustvari kolesar brez vmesnega prehoda na baterijo.
 - i. Najbolj pomembna stvar pri bateriji je količina energije, ki jo lahko shrani. Potem pride moč, s katero baterijo lahko polnimo in praznimo. Najprej sva se odločila za klasično 12 V baterijo. Za tokovno zmogljivost sva razmišljala 100 A baterijo. Nato sva se odločila za 50 A baterijo, ker je 100 A preveč za tako sobno kolo. Tukaj je mišljen polnilni tok. 50 A baterija skoraj pokrije 1000 W zahtevo sistema. Je manjša, lažja, cenejša in ima več kot dovolj veliko kapaciteto, ki je 50 AH ali 640 WH, kar je primerljivo z električnimi kolesi.
 - ii. Baterijo s takimi lastnostmi lahko narediva na več načinov. Ideja, za katero bova sama poskusila delati pri tem projektu je, da bi bila baterija narejena iz več odstranljivih modulov, ki bi jih lahko uporabnik odstranil iz sobnega kolesa in uporabil kot powerbank ali kot večjo baterijo, ki bi lahko poganjala na primer hladilnik na plaži. Ta hranilnik bo torej narejen iz nekaj kosov manjših baterij in eno ali dvema večjima baterijama.
 - iii. Enostavnejša rešitev za tako baterijo je odstranljiva pol prenosna baterija, ki bo samostojno pokrila celotno potrebo po energiji.
 - iv. Pri bateriji bova morala poskrbeti za sistem hlajenja, da se ne bo pregrevala. To lahko pomeni dejanski dodatni sistem hlajenja ali samo ogrodje prilagojeno za dovoljšno odprtost prostora okoli baterije, ki bo samostojno odvajal dovoljšno količino toplote, da bo baterija delovala nemoteno.
 - v. Baterija mora zagotoviti tudi polnilni tok, ki bo uporaben v vsakdanjem gospodinjstvu, kar se povezuje tudi na naslednji cilj. Ta cilj v številkah pa pomeni pri 12 V nekje od 500 do 5000 W.
- f. Zadnji korak poti generirane elektrike je njena poraba. Ideja takega sobnega kolesa je, da lahko deluje kot nadomestilni vir elektrike ob izpadu ali krizi, saj lahko ob sposobnosti dovolj velikih moči opravlja osnovne gospodinjske obveznosti, kot je poganjanje masažne roke. To je šala, čeprav je tega res sposoben. Resnično lahko poganja kuhalnik, grelec, grelec za vodo, mikser

in podobne naprave. Vse to je sicer za precej omejeno količino časa, vendar kljub vsemu dovolj za pripravo hitrih jedi, za majhen dvig temperature. No, vsekakor si želimo, da sobno kolo ne bo potrebno za take stvari. V vsakodnevni ne krizni rabi pa lahko tako sobno kolo uporabimo za polnjenje telefonov, računalnikov in podobnih naprav. Po takšnem polnjenju svojih naprav verjamem, da je človek nase ponosen in to je tudi zelo pomembno

- i. Sistem porabljanja generiranje elektrike mora zgledati nekako tako, če naveževa na ciljni sistem baterij. Sobno kolo bo imelo USB, USB-C priključke, klasično vtičnico in podobne priključke, da bo zagotovljena možnost porabljanja energije naravnost iz sobnega kolesa.
 - ii. To ni nujno vedno praktično, ker sobnega kolesa ne moremo ravno vzeti s seboj vedno in povsod. Zato lahko uporabnik, kot že navedeno, iz sobnega kolesa odključi enega izmed modulov, ki najbolj pristaja priložnosti in ga uporablja kot prenosni polnilec.
 - iii. Seveda pa taka uporaba zniža moč polnjenja. Polna moč polnjenja bo le, ko bodo vse baterije uporabljene naenkrat in vezane v enotni sistem.
 - iv. Zaradi velikih moči morava poskrbeti, da se sistem porabe generirane elektrike ne bo pregreval. Spet je to lahko dodatno hlajenje s feni, če bo potreba. Verjetno pa bo potrebno le namensko izdelano ogrodje, ki bo samo odvajalo dovoljšno količino toplote.
2. Celoten sistem mora podpirati ogrodje. Funkcije, ki jih mora opravljati so podpora uporabnika ali kolesarja, ki je seveda razlog za izdelavo ogrodja in zato glavni cilj; mora biti nastavljivo, za prilagajanje uporabniku; držati mora vse komponente za delovanje sistema elektronike, prenos in uporabnikove kontrole sistema na krmilu; omogočati mora hlajenje vseh komponent sobnega kolesa. Zagotavljati mora stabilnost, kar mora upoštevati potencialne neravnine tal uporabnika, torej morajo biti majhni popravki višine posameznega stebrička stabilizatorskega spodnjega dela mogoče.
- a. Najprej je pri govoru o ogrodju za sobno kolo pomembno vzeti v zakup dimenzije uporabnikov, ki bodo uporabljali tako sobno kolo. Tukaj sobna kolesa pogosto pokrijejo uporabnike visoke med 155 in 195 cm, zato bova na te številke ciljala tudi midva.
 - i. Sedež bo enostopenjsko nastavljiv, s čimer se nanašam na dejstvo, da obstajajo sobna kolesa višjega ranga, kjer se lahko višina sedeža prilagaja v dveh premikih. Prvi je klasičen premik sedeža, drugi je dvig ali spust celotnega ogrodja sobnega kolesa brez spodnjega dela vključno s pedali. Tega torej pri nama ne bo, zato morava poskrbeti, da bo sedež s svojo začetno pozicijo dovolj nizko za osebo s 155 cm in prav tako popolnoma iztegnjen zadostoval potrebam 195 cm visokega kolesarja.
 - ii. Sedež mora biti poleg premika gor in dol nastavljiv tudi v smeri naprej nazaj. Tukaj je cilj doseči uporabnost sobnega kolesa v več

različnih orientacijah, torej kot cestno kolo, gorsko kolo, mestno kolo, da bi se vsak udobno počutil pri kolesarjenju. Dimenzije, ki jih je cilj omogočiti so največja oddaljenost krmila in sedeža 800 mm in najmanjša razdalja med njima 450 mm. Premik, ki ga mora opraviti sedež naprej in nazaj je 200 mm, saj je zaradi stabilnosti lažje narediti večji premik pri sedežu. Po drugi strani pa si uporabnik večinoma želi pozicije sedeža ravno malo za pedali, tako da bi bil bolj uporaben večji premik krmila. No kljub vsemu je že tak premik krmila dovoljšen, saj običajni razmak med krmilom in sedežem meri med 540 mm in 800 mm, vsaj glede na podatke iz profesionalnega kolesarstva.

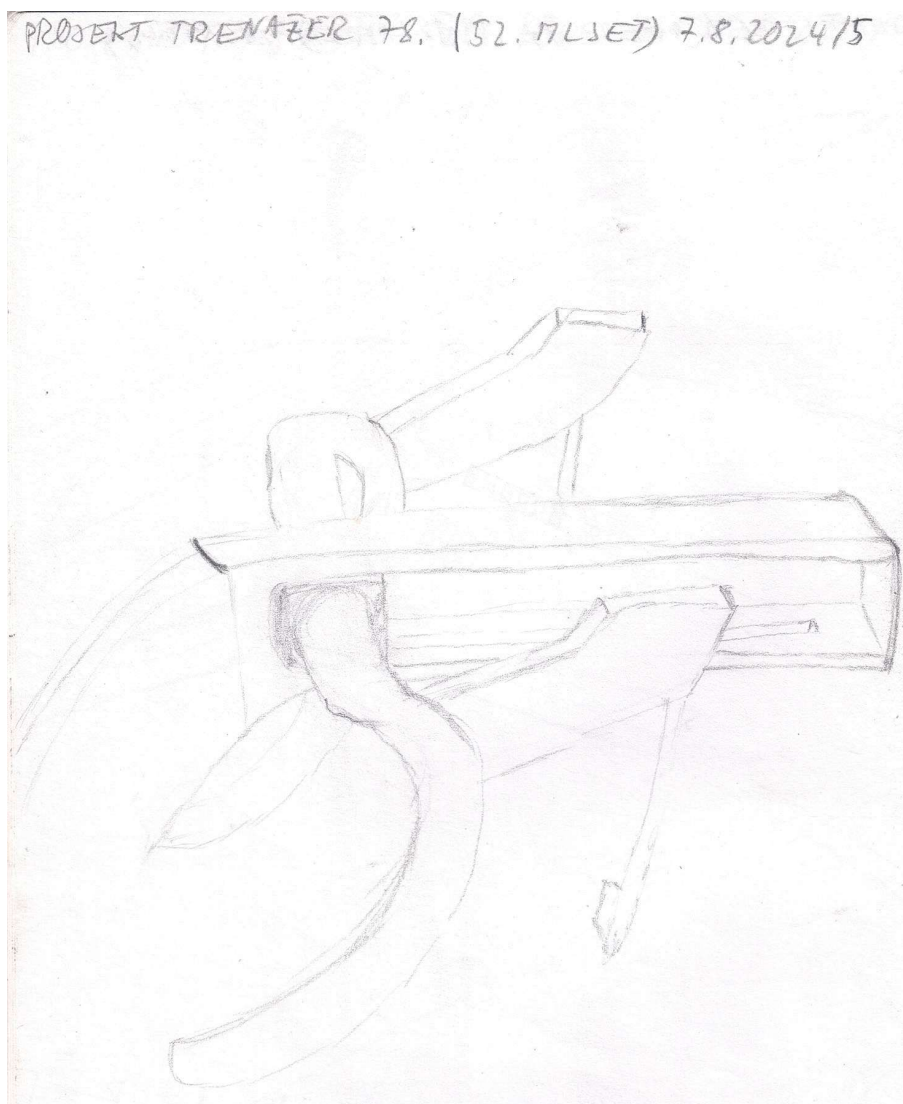
- iii. Drugi premični del ogrodja je krmilo. Prvi premik krmila je navzgor in navzdol. Ker se s človekovo višino pogosto poveča tudi torzo, je uporabno oblikovanje, kjer bo cev, ki drži krmilo rahlo nagnjena naprej pod kotom med cevjo in navpičnico med 10 in 25 stopinj. Dimenzije višine krmila so take, da na začetni višini krmilo leži nekaj cm nižje kot sedež, na vrhu pa malce višje.
 - iv. Drugi premik krmila je premik naprej nazaj. Ta premik opravi krmilna cev ločeno od cevi, ki je glavna podporna cev krmila. Premik naprej nazaj mora opraviti pot 150 mm.
- b. Naslednji izredno pomembni faktor ogrodja je maksimalna dovoljena teža uporabnika. Tukaj bova midva ciljala na rezultat, ki bi omogočil varno kolesarjenje uporabnikom s težo do 120 kg. To pomeni, da bova lastnosti ogrodja prilagodila na sile, ki jih ustvari uporabnik s 120 kg.
- i. Zakaj sva se odločila za izdelavo sobnega kolesa, ki bo preneslo do 120 kg? Glavni razlog je primerjava z že obstoječimi sobnimi kolesi, ki imajo maksimalne obremenitve v podobnem območju. Pa še Iztok Mlakar pravi, da pravi moški mora imeti narmanji od stodvajsti kilo, tako da v tej kategoriji je te številka še prenizka. Na kratko, odločitev za 120 kg nima neke popolnoma oprijemljive podlage. Mene namreč ne skrbi, da bi kdaj dosegel to težo.
 - ii. Omejitev teže pomeni, da morava ogrodje izdelati tako, da bo v vseh pogledih zmožno prenesti sile, ki jih ustvari taka oseba. To pomeni, da če statično sedi na sedežu, v stoje pritisne le na eno pedalo, se nasloni na krmilo, ga povleče k sebi itd. sobno kolo ostane brez plastičnih deformacij.
- c. Poskrbeti bova morala, da se sobno kolo ne bo prevrnilo, ob pretiranem guganju levo desno, kar se pojavi ob velikih naporih uporabnika, medtem ko poganja v stoje. Obvezna je torej stranska stabilizacija, ki mora biti tudi nastavljiva po višini, kot sem že omenil, da lahko uporabnik izravna talne neravnine. Ideja je tritočkovni stik s tlemi, saj prostor definirajo tri točke, ki ne ležijo v isti ravnini. S tritočkovnim stikom bi sobno kolo vedno stalo.
- d. Pritožba glede sobnih koles, ki sem jo zaznal od uporabnikov obstoječih sobnih koles je, da se ob kolesarjenju njihova stegna drgnejo ob preširoko

- centralno ogrodje. To težavo se da verjetno enostavno odpraviti, tako da celotno ogrodje izdelava iz tanjših cevi.
- e. V ogrodje bo treba vključiti zapaha, ki bodo omogočili in preprečili premikanje premičnih delov sobnega kolesa, kot je sedež. Ti zapahi ne smejo ovirati poganjanja v nobeni orientaciji sobnega kolesa. To bodo verjetno ročice, ki bodo preko navoja ob cevi pritisnile dodatni kovinski vmesnik.
 - f. Seveda pa ob vsem funkcionalnem delu sobnega kolesa, tukaj mišljeno ogrodja, ne smeva pozabiti na oblikovanje. Izgled je pomemben in ga v procesu izdelave ne smeva zanemariti.
3. Med pedali in generatorjem bo mehansko moč ali vrtenje prenašal kombinirani zobniško-jermenski prenos.
- a. Prenos mora učinkovito spremeniti frekvenco vrtenja, tako da se bo končna frekvenca uskladila z območjem delovanja generatorja. To pomeni med 1000 in 5000 obrati. Stalna kadenca kolesarja je privzeta 70 obratov na minuto. Predvidevanje za potrebo po spremembi frekvence je torej $3000 / 70 = 43$ -krat.
 - b. Ko sva razmišljala o ciljih sva imela za prenos idejo, da bi dodala prestave in tako še dodatno omogočila prilagodljivost upornosti sistema. Sklep je bil, da je korak prezahteven za rezultat, ki ga pokaže, saj se podoben efekt doseže že samo s kontrolo tokov generatorja.
4. Pogonska gred s pedali mora biti nekako standardna širina. Pri merjenju obstoječih sobnih koles sva prišla do sklepa, da tega standarda ni, tako da mora biti širina gredi nekje v območju že obstoječih gonilk, to pa je med 130 in 155 mm.
- a. Ideja je bila tudi, da bi naredila ročico z več luknjami, tako da bi lahko uporabnik sam prestavil pedala v luknjo, ki mu najbolj ustreza. Sklep je bil, da bo enojna ročica najbolj enostavna rešitev.
5. Sistem mora imeti nadzorno ploščo, preko katere bo uporabnik lahko kontroliral vse sisteme. Tukaj je cilj, da ustvariva aplikacijo, ki bo kontrola za sobno kolo. Tako bo uporabnik lahko kontroliral svoje treninge naravnost iz telefona.
- a. Za uporabo telefona kot kontrolnega elementa morava torej na krmilo sobnega kolesa namestiti držalo za telefon, da bo tak sistem priročen za uporabo. Uporabne lastnosti držala za telefon bi bile omogočeno spreminjanje naklona, premik naprej nazaj. Zaradi enostavnejše izdelave pa dopuščam možnost statičnem držalu za telefon.
 - b. Uporabniki imajo pogosto prazne telefonske baterije, zato bi bilo koristno, če bi lahko uporabnik priklopil telefon na napajanje naravnost iz krmila. Tako je potrebno, da namestiva dodatne izhode iz sistema baterije na krmilu ali celo brezžični polnilni sistem.

SKICIRANJE DELOV SOBNEGA KOLESA NA PAPIR

Na začetku poletja je bilo zame prvič, ko sem sploh pomislil na to, da bi se bilo koristno vsaj malo naučiti risati, da bom lahko pripravil skice za dele, ki bi jih spravil k življenju. Prvi projekt, kjer bi mi risanje prišlo prav je ta, sobno kolo. Zato sem začel pripravljati skice. Pripravljaj sem jih dobršni del poletja, saj sem preobrnil marsikatero kombinacijo. Glede na to, da sem skiciral na papir, je iz mojih skic nastala tudi kar precej debela zbirka. Recimo, da sem se naučil upodobiti svoje ideje dovolj dobro, da jih lahko z razumevanjem prenesem v 3D model.

Na sliki spodaj (Slika 4) je 78. skica, ki je nastala v projektu skiciranja sobnega kolesa. Za njo je nastalo še okoli 25 skic. K vsaki skici sem si pripisal približno eno stran pojasnil čemu vsak del služi. Na skici je ena izmed idej za krmilo sobnega kolesa. Z opisovanjem tega dela ne bom pretiraval, bil je nujen korak preizkušanja, idej itd.



Slika 4: Sken skice št. 78, krmilo

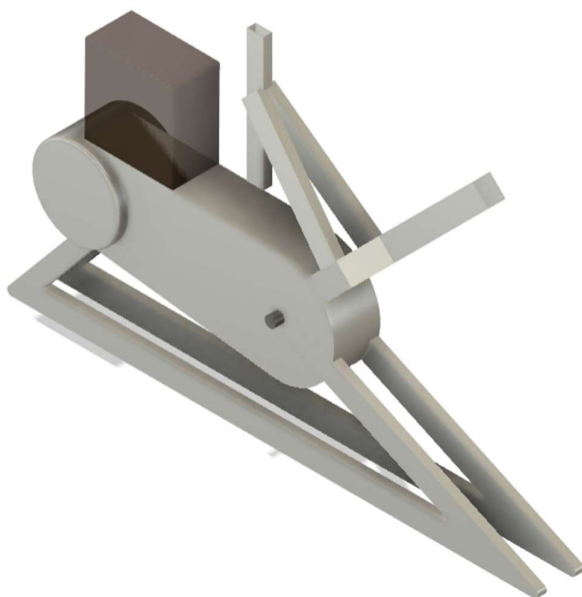
OBLIKOVANJE OGRODJA SOBNEGA KOLESA

Oblikovanje je trenutek, ko ideje, navdušenje in želja po ustvarjanju prvič dobijo obliko. Čeprav še niso končni izdelek, jih lahko vidimo, si jih predstavljamo in jim damo smisel. To je proces, ki prinaša veselje in občutek dosežka, saj se pred našimi očmi postopoma oblikuje nekaj, kar bo nekoč zares obstajalo – nekaj, kar nosi naš doprinos in ponos. Vsak izdelek je rezultat raziskovanja, preizkušanja, idej, pogovorov in številnih drugih dejavnikov. Poleg ustvarjalnosti pa je v ozadju tudi ogromno fizikalne teorije, ki jo je treba upoštevati pri snovanju modelov.

Svoje učenje 3D oblikovanja sem začel že v okviru lanske raziskovalne naloge, na pobudo Gregata. Takrat sem si zadal izziv, da bom vsak dan en mesec ustvaril enostaven model po navodilih. Vendar tega znanja kasneje nisem dejansko uporabil, saj je edini model, ki sva ga z Gregatom izdelala, oblikoval on. Zato sem moral, ko sem septembra začel ponovno modelirati, marsikaj ponoviti in osvežiti svoje znanje.

ZAČETEK MODELIRANJA

Na podlagi risb sem ustvaril svoj prvi grobi model sobnega kolesa, prikazan na Slika 5. Osnovna ideja je bila, da bi se znotraj zaprtega dela nahajal prenosni mehanizem, ki bi mehansko moč prenesel do širšega valja, kjer bi bil nameščen elektromotor. Nad tem razdelkom sva za elektroniko načrtovala poseben prostor. Ogrodje znotraj tega dela bi služilo tudi kot povezovalni element celotne strukture. Črno označena škatla predstavlja prostor, kjer naj bi bila baterija. Dvostransko ogrodje je bilo zamišljeno kot najpreprostejša rešitev za podporo gonilke na obeh straneh, pri čemer bi se cevi združile v predelu krmila in sedeža.



Slika 5: Prvi model sobnega kolesa

Za ta model sem začel načrtovati tudi prenos, ki je prikazan na Slika 6. Namen je bil izdelati sobno kolo, ki bi delovalo na generatorju, optimalno prilagojenem za približno 20.000 obratov na minuto. Zato sem prenos zasnoval tako, da bi kolesar s kadenco 120 obratov na minuto že presegel to vrednost. To je zahtevalo prenosno razmerje s 170-kratnim povečanjem števila obratov, kar pojasnjuje njegovo velikost.

Zobniki, ki sem jih predvidel, imajo širino 2 cm in premer med 20 in 24 cm. Zaradi svoje dimenzije bi lahko, v šali rečeno, popolnoma nadomestili potrebo po vztrajniku. Njihova zasnova bi celo presegla navor, ki ga lahko ustvari kolesar, kar pomeni, da bi bil za delovanje potreben dodaten zagon s pomočjo elektromotorja, da bi se celoten mehanizem sploh začel vrteti.



Slika 6: Prvi model prenosa sobnega kolesa

DRUGI MODEL

Recimo temu, da sem kmalu prepoznal enostavnost v modelu in banalnost v prenosu. Dobil sem idejo, da je dobro, če naredim vsako komponento v svoji datoteki. To sem sklenil po ugotovitvi, da lahko dokončan izdelek združiš v drugo datoteko precej enostavno. Tako sem se lotil izdelave posameznih delov malo brez repa in glave. Je pa to splošno uporabljen sistem za izdelavo delov končnega izdelka, saj vsak oblikovalec delov dela na svojem delu izdelka. Je pa potrebna dobra organizacija in postavljanje parametrov, česar jaz takrat nisem naredil. Bom na kratko s pomočjo slik predstavil ta del.

Delo po komponentah sem si razdelil na ogrodje in na prenos. Do ostalih delov še nisem prišel (npr.: Ogrodje za elektroniko, gonilka, zaprtje ogrodja elektronike, prenosa itd.), preden sem ponovno premislil način izdelave modela.

Najprej pa o tem drugem modelu, kjer bom začel pri sprednji enoti ogrodja (Slika 7). Program za osnovni material uporablja železo, kar se nanaša na masivni izgled in

barvo modela. Ta »nosni« del sobnega kolesa sem delal v štirih komponentah, če izvzamemo prehod na košček dvojne ravne talne cevi, ki je še zajeta na sliki.

Vezna komponenta čisto spredaj ali skrajno levo na sliki je komponenta, ki sem jo poimenoval sprednji talni del. Namenjena je združitvi talnih cevi s sprednjo podporno cevjo. Predvidena širina je bila 10 cm. Za dovolj trdno oporo sprednji cevi pa bi se ta del dvignil do višine 10 cm, do koder bi zaobjel sprednjo cev. Na stiku je bilo kot metoda združitve predvideno varjenje. Ob strani sprednjega talnega dela lahko vidite vreznino, ki je bila načrtovana kot priključek za stranske stabilizatorje sobnega kolesa. Sile na ta del bi predstavljale gravitacijsko silo, ki bi delovala pod določenim navorom ali v stran ali nazaj.

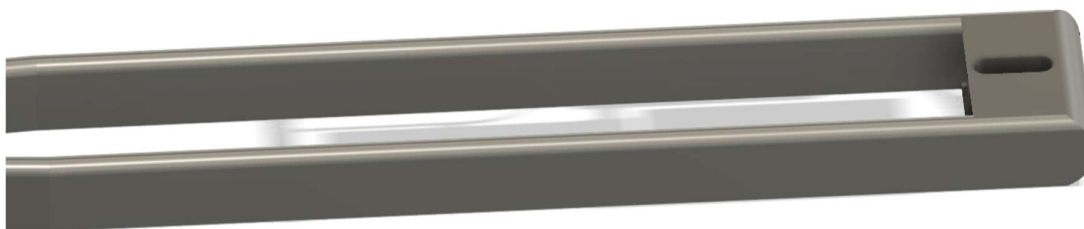
Ta navor bi ustvarjala sprednja cev. Cevi na sploh v sobnem kolesu sem načrtoval, da bodo imele ovalno obliko in da bodo v preseku merile 2 cm v širino in 6 ali 8 cm v dolžino. Debelino sten teh cevi sem si zamislil 2 mm. Za material pa sem mislil uporabiti nerjaveče jeklo. Torej sprednja cev je kratek odsek ogrodja, ki bi sprednji talni del vezal s centralnim vezalnim blokom, ki na sliki manjka. Ta blok bi bila povezava med krmilom, sedežem, sprednjim in zadnjim talnim delom ogrodja, torej nekako glavni vmesnik v ogrodju sobnega kolesa. Pri tem vmesniku bi pa hitro naleteli na težave, saj bi se praktično vse sile prenašale skozenj, tako bi bilo potrebno zanj uporabiti izjemno čvrst material, to pomeni, da bi bila njegova elastična deformacija izjemno majhna, do plastične pa ne bi prišlo tudi pri velikih silah nanj. Tak material je nerjaveče jeklo, ki pa izdelavo še podraži. Preostali del v tem sprednjem kompleksu sta dve ravni vodilni cevi z poševnim izrezom, saj je bila od sprednjega dela na srednji cevi načrtovana razširitev za stabilnost. Oblika cevi bi bila spodaj ravno odrezan oval, s stenami debelimi 1 mm.



Slika 7: Sprednji del modela na drugi način

Na Slika 8 je model zadnjega spodnjega dela ogrodja. Slika je orientirana v enako smer kot predhodna, tako skupaj ob dobri predstavi tvorita enotno spodnje ogrodje

sobnega kolesa. Na mestu kjer se spodnji del ogrodja izravna nastopita ravni talni cevi, ki pa sta res v praktično vseh pogledih popolnoma ravni. Po dolžini premoreta 700 mm, visoki sta 50 mm, kar pride iz podatka o ovalu, ki je na spodnjem delu ravno odrezan. Torej oval širok 2 cm in dolg 6 cm z 10 mm polmera lokom na vsaki strani, ki sem mu odstranil spodnji lok, tako da lahko stoji na tleh. Ja, to ponovni ni oblikovanje, ki bi izpolnilo na začetku postavljene cilje. Cilj je bil nastavljiva, prilagodljiva višina talnega dela, za izravnavanje neravnin. Da zaključim opis prvega konstruiranja ogrodja, na sliki vidimo še zadnji talni del. To je vezni del med ravnima talnima cevema in zadnjo cevjo, ki na sliki manjka. Volumen tega dela bi bil nekje v dveh tretjinah prazen, preostali del bi zapolnjeval nastavek za držanje zadnje cevi. Stene tega dela sem načrtoval v debelini 2,5 mm. Prav tako manjka stranski vrez za stransko podporo, ki bi sicer izgledala enako kot sprednja. Delovala bi na klip, kar pomeni, da bi uporabnik ob sestavljanju in razstavljanju sobnega kolesa v primeru, da bi ga moral premakniti, samo odklopil stransko stabilizacijo s stiskom gumba. Vsi stiki cevi bi morali biti varjeni. Načina varjenja pa še nisem izbiral.



Slika 8: Zadnji spodnji del ogrodja drugega modela

Poleg ogrodja, ki ga še nisem dokončal, sem začel načrtovati že del prenosa. No, v resnici sem okvirno že končal prenos, edini problem tega prenosa bi bil, da verjetno ne bi delal. Ravno tako sem do neke mere narobe načrtoval dimenzije zobnikov. Tale del je pa že malo bolj zanimiv, saj se že precej več dogaja.

Na Slika 9 je prva v model spravljena ideja za prenos. Torej prenos zelo podoben tistemu prejšnjemu po razmerju in razporeditvi. Razlika je v definiranosti delov. Na tak način je prenos načrtovan tudi sedaj, le da z malo drugačnim prenosom, manj zobniki, kar bom omenil ob razlagi tretje faze oblikovanja, tako da bom ta prenos kar se da natančno razložil.

Sam prenos sem ob izdelavi razdelil na tri osi. Od leve proti desni si sledijo prva, druga in tretja os. Prva os je gonilna os. Na to os bosta nameščeni gonilni ročici, na kateri bodo nameščena pedala. Ta os mora torej opravljati mnogo funkcij. Narejena mora biti tako, da jo bosta lahko gredni ročici trdno zaobjeli brez spodrsavanja, nanjo se mora dati namestiti zobnike.

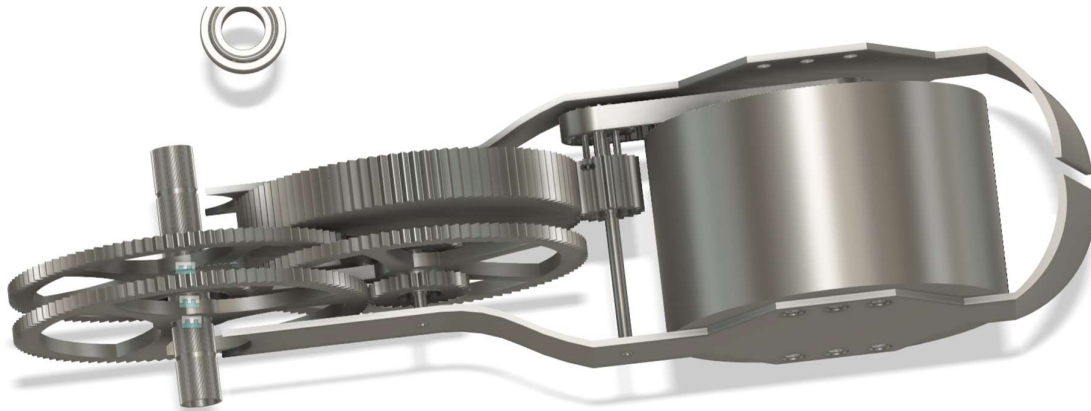
Tu opisujem sistem na sliki, tako bom razložil prvotno idejo prenosa, ki je precej kompleksna. Torej prvi zobnik, preko katerega se bo prenašalo vrtenje mora biti statično pritrjen na vrtečo se gred. To sem načrtoval tako, da bo nazobčana gred s približno 80 majhnimi zobčki. Tako se gred lahko uporabi kot enoten valj za ležaja, ki prideta čez gred, prav tako pa ustvarimo nazobčanje, ki bo omogočilo vrtenje prvega

zobnika. Zakaj ne naredim na nekaterih delih polne osi in na drugih nazobčane je pa, ker nazobčanega zobnika ne bi bilo mogoče namestiti na njegovo mesto skozi polni del osi. Premikanje levo desno je načrtovano, da bo preprečeval na vsako stran zobnika nameščen dvodelni blok obroček, ki bo z vijaki zaprt v njemu namenjen utor v zobnike na gredi. Širina teh obročkov bo ali 3 ali 4 mm, lahko mogoče tudi 5 mm, če struktura obroča ne bo dovoljevala manjših širin.

Na to os bi v primeru potrebe po prenosu s pomnožitvijo nad 100 postavila še en sklop zobnikov. To je v tem sistemu eden izmed treh sklopov, tako da bom zanj najprej predstavil generalno idejo. Na os pride ležaj, ki je iz vsake strani zaprt s po enim obročem. Na ležaj pride votel valj. V sredini je prostor za privijanje tega valja na ležaj. Ta prostor je omejen z dvema »ograjama«, ki blokirata zobnika, ki prideta po en iz vsake strani na valj. Ta zobnika se vrtita vzajemno. Prvi, manjši zobnik, prevzema vrtenje iz druge osi, kjer leži enak sistem, ki prevzema vrtenje iz prvega zobnika in ga prenaša na tak sistem na gredi. Vrtenje gre iz prvega velikega zobnika na gredi na mali zobnik na drugi osi. Ta je povezan z velikim zobnikom, ki prenese vrtenje na mali zobnik na gredi, ki je povezan z velikim zobnikom, ki prenaša vrtenje na drugi mali zobnik na drugi osi. Ta mali zobnik je povezan na veliki zobnik, ki deluje kot vztrajnik. Njegova ciljna masa je 5 kg. Iz vztrajnika gre vrtenje na še en manjši zobnik na tretji osi, kjer je ta zobnik povezan na jermenski zobnik. Tu se ogrodje prenosa razširi, da naredi prostor za elektromotor. Ta razširitev je potrebna, saj tako ustvarimo prostor za gonilne ročice in poskrbimo, da se kolesar s čevlji ne bo dotikal ogrodja. Iz jermenskega zobnika na tretji osi jermen vrtenje prenese na škripec ali jermenski zobnik na elektromotorju.

Tak prenosni sistem nanese na kar precej veliko maso, tako morava z ogroddjem poskrbeti, da bo prenos ostal tam, kjer mora biti. Torej z elektromotorjem in vztrajnikom ter ostalimi komponentami bi točno tak prenos tehtal predvideno 18 do 20 kg. Prenos brez elektromotorja tehta 13 kg z železom uporabljenem v modelu, ki se razlikuje od tistega uporabljenega v končnem izdelku. Teža elektromotorja je predvidena nekje 5 do 7 kg.

Sile, ki jih ustvarja prenos so, če zanemarimo neravnovesja vseh vrtečih delov, kar statična gravitacijska sila, ki deluje navpično navzdol, torej posledica mase komponent prenosa. Stranska opora prenosu mora torej prenesti navor, ki ga ustvarjajo komponente. Torej ogrodje, ki sem ga tu ustvaril za prenos je 4 mm debela in 60 mm široka ukrivljena plošča. Glede te plošče se mi postavita dve glavni vprašanji za naprej. Ali prenos res potrebuje tako ploščo za oporo in ali se da v tako ploščo pripraviti držala za osi, ne da bi pretirano povečevali širino.



Slika 9: Edini do sedaj izdelani prenos.

ZADNJI MODEL

Tretji model, ki sem ga izdelal, sem naredil v eni datoteki, zgradil sem vsak naslednji kos na podlagi prejšnjega kosa. Na ta način sem ujel vse dimenzije in poenotil vse dele. Ta sistem je deloval, ker sem oblikoval sam. Model sem načrtoval po vsem dotedanem delu. Tisto, kar mi manjka in bom v kratkem poskusil pridobiti, je sposobnost načrtovanja, strokovne analize in namenskosti. V resnici sem večino tega modela izdelal na poizkušanju. Sedaj imam v resnici pripravljen model, ki mu za izdelavo ali do izdelave ne manjka veliko. Do njega gremo pa lepo počasi in po komponentah.

Začel sem oblikovanje na zadnjem delu ogrodja, ta del je na Slika 10. Funkcije, ki jih mora imeti ta del so stabilizacija zadnje cevi sobnega kolesa, vezati mora zadnjo cev in stranske stabilizacijske cevi, omogočiti mora enostavno priključitev stranskih cevi, da jih lahko uporabnik sam priključi, spojiti se mora s centralno talno cevjo, zaradi nastavljanja višine mora biti dvignjen od tal, mora biti sposoben zdržati celotno težo uporabnika in sobnega kolesa, saj sedeč uporabnik lahko večino teže prenese nazaj, zdržati mora navor stranskih cevi. Za združitev z zadnjo cevjo sem si zamislil votel prostor in utor zgoraj in izboklina spodaj. Cev bo s tem delom zvarjena. Spodnja izboklina bo visoka 2 mm. Vsi razen zgornjega roba te izbokline bodo zaobljeni. Stene bodo debele med 1,5 in 3 mm. Na ven razpotegnjena struktura za podporo stranskim cevem je namenjena trdnosti sistema, saj s tako obliko preprečimo lomljenje. V stranskih ovalnih delnih ceveh bosta na vsaki strani izboklini za vijaka, ki jih bo pritrdil uporabnik za pritrditev stranskih cevi. Material za ta del je lito železo, del v tem materialu tehta 496,231 g.



Slika 10: Zadnji talni del

Iz zadnjega talnega dela torej izhajajo štiri večje ogrodne komponente. Prva, ki jo bom omenil je ravna talna cev (Slika 11). Namen te cevi je preprečitev porušitve sobnega kolesa samo vase, cev doda trdnost v smeri naprej nazaj. Ko je kolesar na sobnem kolesu, deluje na sprednjo in na zadnjo cev, ker nista naravnost pod kolesarjem, navor. Nekaj tega navora lahko prepreči trenje ali lepenje, drug del ga pobere trdnost cevi. Lahko pa se zgodi, da ta navor preseže vrednost, ki jo lahko prejšnji dejavniki še prenesejo. Zato je potrebna centralna cev. Potrebuje torej nekaj trdnosti in strukture. Cilj je minimalizirati težo cevi. Za cev sem izbral 1 mm debele stene. Sredinski lok je namenjen oddaljenosti od tal, minimaliziranju teže in oblikovanju. Spoj med sprednjim in zadnjim talnim delom bo zvarjen. Material je lito železo in pri tem materialu del tehta 1227 g.



Slika 11: Ravna talna cev

Iz zadnjega talnega dela (Slika 12) gre poleg ravne talne cevi tudi zadnja cev, ki je glavna podpora sedežu od zadaj. Namen te cevi je strukturna opora sedežu in prenosu. Cev mora torej prenesti preračunano vrednost 90 kg. Vrednost je preračunana iz dveh vrednosti, torej glede na postavitev gre na to cev 5/9 teže

prenosa, to je 10 kg. Prav tako je zamišljeno, da lahko 120 kg težek uporabnik 2/3 svoje teže prenese na to zadnjo cev. Tako pridemo do navora na cev. 80 kg, torej težo uporabnika, mora cev prenesti pod največjim navorom, ki je ustvarjen, ker je cev po širini raztegnjena kar 450 mm. Navor uporabnika nanese $80 * 9,8 * 0,45 \text{ m} = 352,8 \text{ Nm}$. Dodamo še navor prenosa, ki je zaradi lege precej manjši in znesse dodatnih 7,2 Nm. Skupni maksimalni navor na cev je torej 360 Nm. Cev je strukturno podkrepljena s krivinami. Oblika preseka je oval širok 2 cm in visok 6 cm. Debelina sten je 2 mm, kar zadosti strukturnim zahtevam. Iz lito-železa ta del tehta 1632 g.



Slika 12: Zadnja cev

Za preprečitev prevrnitve sobnega kolesa sva poskrbela z nogicami. To sta dve enaki cevi (Slika 13). Kot sem že enkrat prej omenil, je cilj tritočkovni stik s tlemi. Dve izmed treh točk bosta pomenili ti nogi. Cevi bosta ustvarili stranski razpon sobnega kolesa širok 744 mm. Ti cevi sta namenjeni stabilizaciji sobnega kolesa, da se kolesar s kolesom ne prevrne v stran. Zlasti je to pomembno pri večjih naporih, kjer kolesar uporablja stoječo tehniko kolesarjenja, saj se lahko takrat močno nagiba v stran. S stranskimi cevmi skušamo doseči, da ne glede na kolesarjevo majanje, njegov nagib ne ustvari tolikšnega navora, da bi se sobno kolo prevrnilo. Naj naprej omenim še Potrebo po navojnih luknjah, ki omogočita privijanje v zadnji talni del. Prav tako pa na zavitem delu potrebujemo še gumo, ki bo preprečevala zdrs. To gumo bo ravno tako privil uporabnik sam. Na ta način lahko vključiva v paket več gum različnih višin, s čimer poskrbiva za uravnavanje sobnega kolesa. Kolesar z nagibanjem in vlečenjem

lahko pri 120 kg ustvari navor tudi do 50 Nm na okvir. Torej moramo s stransko stabilizacijo temu navoru nasprotovati. To naredimo tako, da os prestavimo v stran. Tako tudi med nagibanjem navor deluje vedno le na eno stran osi ali ravno malo čez. Kolesar z nagibanjem svojega centra mase nikoli ne bo postavil dalj kot 35 cm od sredine sobnega kolesa, tako navor nikoli ne bo deloval za prevrnitev sobnega kolesa. Zato 35 cm dolžina nogic. Masa lito-železnega dela je 396 g.



Slika 13: Stranska stabilizatorska cev

Ravna talna cev se nadaljuje v sprednji talni del (Slika 14), ki je nasprotni del zadnjemu talnem delu. Opravlja podobno funkcijo. Namenjen je stabilizaciji sprednje cevi, spaja talno in sprednjo cev in doda k stranski stabilizaciji kolesa. Sprednja cev bo fiksirana na enak način kot zadnja, to je z ovalnim izrezom zgoraj in izboklino enake oblike spodaj. Spodnja plat dela mora biti narejena za pritrditev gum različnih višin za preprečitev zdrsa. Del mora prenesti enako kot zadnji del 2/3 mase 120 kg kolesarja. Spoji bodo zvarjeni, masa litoželeznega dela pa nanese 357 g.



Slika 14: Sprednji talni del

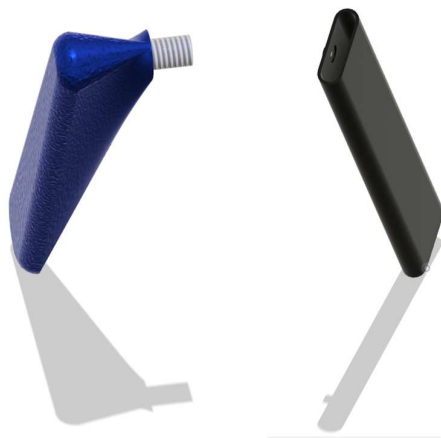
Iz sprednjega talnega dela ogrodje nadaljuje sprednja cev (Slika 15), ki je različna od zadnje cevi, saj zaradi več zahtev razdelimo sprednjo ogrodje na več komponent kot zadaj. Cev mora posredno podpreti težo kolesarja in drug konec prenosa. Kjer se konča je stičišče štirih cevi. Preostale tri cevi se stečejo v to, sprednjo cev. Prenesti mora torej kolesarjev navor na krmilo, njegovo težo ob sedenju na sedežu in stalno statično težo prenosa. Dovoljšno trdnost te cevi dosežemo s stenami debeline 2 mm.

Prerez je standarden oval na tem sobnem kolesu. Na obeh koncih bo spoj zvarjen. Masa litoželeznega dela je 1119 g.



Slika 15: Sprednja cev

Za držanje krmila je namenjena cev na Slika 17. Spodaj na cevi bo stik s sprednjo cevjo, na spodnji strani. Spodaj na zgornji strani pa bo konstrukcija prešla v podporo za sedež iz sprednje strani, kar lahko vidite na kasneje priloženi sliki celotnega sobnega kolesa. Spodaj na cevi bo ogrodje teklo v ogrodje za prenos. Glavna strukturna zahteva na sev za krmilo je, da vzdrži navor, ki ga kolesar lahko ustvari na krmilo. Tukaj govorimo o maksimalnem navoru nekje do 500 Nm. Cev je načrtovana z debelinami stene 2 mm. Znotraj te cevi bo potekala premična cev krmila. To cev bo treba fiksirati s pomičnim zaklopom. Za to je namenjen vrez z ožjo luknjo skozi celotno steno. Krogelni vrez je namenjen krožnemu vmesniku proti poškodovanju krmilne cevi in spodrsavanju. Za njim v smeri na ven je postavljen navoj, kamor uporabnik privije ročico in fiksira krmilo na mestu (Slika 16). Masa litoželezne cevi je 1052 g, ročica pa tehta 58 g.



Slika 16: Ročica

Slika 17: Cev za krmilo

Sedež od spredaj podpira cev, ki ga veže s krmilno cevjo (Slika 18). Ta del doda na trdnosti krmila in deluje kot sedalna opora. Nanj torej deluje ena sila od na spodnjo stran, kadar kolesar vleče ali potiska krmilo, ter druga sila sedečega kolesarja. Če kolesar stoji, vezna cev prepreči zložitev sobnega kolesa samo vase. Cev je izdelana tako, da njena konca nasedeta na oval s polmerom 10 mm, kar je na krmilno in sedežno cev. Z analiziranjem cevi moramo poskrbeti, da sile na cev ne bodo prevelike, da bi jo zvile, saj nanjo deluje tudi navor v stran. Zaradi oblike cevi sem moral debelino sten povečati na 2,5 mm. Stiki bodo zvarjeni. Masa litoželeznega dela je 1146 g.



Slika 18: Vezalna cev sedež - krmilo

Na centralnem stiku cevi pri cevi za krmilo je četrta potrebna cev, cev za podporo prenosa (Slika 19). To je dvojna cev, ki podpre obe strani gonilke. Na vsaki strani mora biti primerna namestitev za ležaj, ki bo omogočal vrtenje gonilke. Tega dela ogrodja še nisem uspel idejno zaključiti. Ideja je, da mora biti zvarjen na spodnji del krmilne cevi. Zdržati mora celotno težo kolesarja, to je 1200 N, na eno stran gonilke. Omogočati mora združitev s preostalim delom ogrodja za prenos, saj bo druga oporna točka prenosa prav na tem mestu. To bo votla ukrivljena cev, sestavljena iz štirih komponent, ki bodo gradile eno enoto ogrodja, po dve na vsaki strani. Zmožno bo moralo biti prenesti 300 Nm navora. Masa dela v litoželezu je 1201 g.



Slika 19: Podpora za gonilko

Stik štirih cevi sem ugotovil, je bil zelo šibek. Sam po sebi ne bi prenesel zahtevanih sil. Zato sem moral izdelati ojačitev (Slika 20), ki sem jo postavil na zgornji in spodnji strani krmila. To je potrebno, ker kolesar kdaj vleče, kdaj pa potiska krmilo, ki je bilo prešibko v obe smeri. Del oblikovno sede na cevi, ki zaobjemata krmilo. Dela spodaj in zgoraj sta si med seboj različna, vendar oba približno taka kot spodnji kotnik na sliki. Oba dela skupaj sistemu dodata 212 g mase.



Slika 20: Ojačitev krmila – kotnik

Premična cev, ki bo držala krmilo, je cev, ki po obliki prilega notranjem delu cevi za krmilo. Za izdelavo jo bo potrebno razdeliti v več komponent in jih kasneje združiti v eno komponento z varjenjem. Zdržati mora sile, ki jih kolesar ustvari na krmilo in kolesarju omogočiti dodatno oporno točko. Znotraj glave te cevi mora biti prostor, da bo krmilo premično. Ideja za premičnost krmila je v od zgoraj odprtem prostoru in vodoravni odprtini na sredini ene stranice, kjer bosta vijaka za pritrditev krmila, ki bosta delovala tudi kot vodilo. Cev mora zagotoviti dovoljšno višino krmilu, zato je dolga na premičnem delu 400 mm. Ideja je da bi jo še preuredil in popolnoma onemogočil odstranitev iz glavne cevi. To bi bila še potrebna izboljšava te ideje, ki pa ni 100 % nujna. Masa te cevi je 1275 g.



Slika 21: Premična cev za krmilo

Zadnja stvar pred krmilom je njegov nosilec (Slika 22). Ob strani levo spodaj lahko vidite zaporno vodilo, ki ga uporabnik na vijake lahko privije in odvije, da prestavi krmilo. Priključuje se ob kockast spodnji del nosilca krmila, ki preide v nekako klasičen nosilec krmila, ki se ga privije z vijaki na navor med 6 in 8 Nm. Kljub majhnosti dela je sposoben prenesti sile, ki jih ustvari kolesar z potiskanjem ali vlečenjem krmila. Del tehta 318 g. Krmilo lahko vidite na skupni sliki celotnega sobnega kolesa kasneje, ki bo pa sicer vzet od drugod, saj je na trgu dovolj prilegajočih se krmil.



Slika 22: Nosilec krmila in zaporno vodilo

Edini še neomenjeni večji del ogrodja je sedežni del. Zgrajen je iz dveh cevi, ena statična in druga premična ter iz nosilca. Del ki je priključen naravnost v ogrodje je nosilna cev sedeža (Slika 23). To je verjetno najbolj enostavna cev v ogrodju, če ne upoštevam dodatnega sistema za fiksiranje premične cevi. Je raven oval širine 2 cm

in dolžine 6 cm. Ravno sem dobil idejo za izboljšavo, saj lahko naredim cev delno odprto, tako da je narejena kot vodilo, da omogoča fiksiranje premične cevi. NI potrebe po tem, da bi zapiral premično cev. Sistem za pritrjevanje premične cevi je enak kot pri krmilu. S kovinskim kolutom, navojem in ročico.



Slika 23: Nosilna cev sedeža

Pomembnejši del sedežne garniture je premična cev (Slika 24). Del mora biti zmožen premika navzgor in navzdol. Pri tem moram poskrbeti, da se ne bo odrgnil. Del prenese vso težo kolesarja na ogrodje, tako mora biti zmožen prenesti vseh kolesarjevih 120 kg. V analiziranju stresov na ta del sem posebej upošteval tresenje, torej test modalne frekvence, saj se kolesar močno premika levo desno. Za zmanjšanje teže sem naredil odprto konstrukcijo glave. Za premikanje sedeža naprej nazaj sem si zamislil enak sistem kot pri krmilu. Debelina sten je ponovno večja, torej 2,5 mm. Masa cevi je 961 g.

Naslednji del pred sedežem je njegov nosilec (Slika 25). Spodnji vodilni kockasti del je enak kot pri krmilu. Naprej je del, ki drži spodnji del od oklepajočih delov sedeža. V ta del moramo priviti vijaka, ki drži sedež. Eden od vijakov gre naravnost navzdol, drugi pa mora imeti nekaj hoda, da se ga da priviti, zato gre poševno v del. Nato sta še spodnji in zgornji poklopec sedežnih vodil, ki sedež utrdita na mesto.



Slika 24: Premična cev za sedež



Slika 25: Nosilec sedeža

Od trenutno izdelanega okvirja za sobno kolo je to vse. Na naslednji strani je slika ogrodja v celoti. Do sedaj sem opisoval vsak del posebej, tako da verjamem, da si je bilo težko karkoli predstavljati. Generalne dimenzije sobnega kolesa so 1250 mm dolžine, 744 mm širine in zložen 879 mm višine. Teste sem do sedaj izvajal za osebo s 120 kg. Ogrodja za prenos in nove verzije prenosa še nisem omenjal, ker še ni narejeno.

Korak, ki sem se ga v resnici že lotil in na katerega sem tudi sproti razmišljal je sposobnost izdelave takega sobnega kolesa. Tu govorimo o materialih, načinih izdelave, zaključkih posameznih delov, tolerance. Načrta za izdelavo nisem še zaključil, tako da ga še na bom omenjal.



Slika 26: Okvir sobnega kolesa v celoti

SIMULACIJE

Pri izdelavi kakršnegakoli strojnega izdelka so nujne simulacije stresa v programu. Na ta način močno zmanjšamo stroške izdelave novih izdelkov, saj je lahko že prvi prototip delujoč. V nasprotnem primeru bi morali s preizkušanjem vedno novih izdelkov naš končni izdelek izboljševati, kar je časovno in finančno potratno.

Tako sva najino ogrodje gradila na podlagi simulacij. Izdelala sva veliko simulacij, tri sva kot primer prikazala na slikah spodaj.

Fizikalna analiza ogrodja trenažerja – statična simulacija za osebo mase 120 kg

Na Slika 28 je prikazana simulacija mehanske obremenitve okvirja trenažerja. Vidimo MKE mrežo s poudarkom na območjih različnih napetosti (barvno kodirano: modro – nizka napetost, rdeče – visoka napetost). Ogrodje je obremenjeno z navpično silo, ki simulira težo uporabnika med vadbo.

Predpostavke

- Teža osebe: $m=120$ kg
- Gravitacijski pospešek: $g=9.81$ m/s²
- Skupna sila:
- $F=m \cdot g=120 \cdot 9.81=1177.2$ N
- Material ogrodja: jeklo (npr. konstrukcijsko jeklo S235)
 - Meja plastičnosti: $Re=235$ MPa
 - Modul elastičnosti: $E=210$ GPa

Napetosti (σ) v ogrodju

Po rezultatih MKE analize je okvir lokalno izpostavljen različnim napetostim. Za preprost primer lahko napetost ocenimo z osnovno formulo:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

kjer je A površina prereza cevi (npr. za kvadratno cev s stranico $a=40$ mm in debelino stene $t=2$ mm

$$A = a^2 - (a - 2t)^2 = (0.04)^2 - (0.036)^2 = 0.0016 - 0.001296 = 0.000304m^2$$

$$\sigma = \frac{1177.2}{0.000304} \approx 3.87 \cdot 10^6 Pa = 3.87 MPa$$

To je daleč pod mejo plastičnosti, kar pomeni, da je ogrodje primerno dimenzionirano za to obremenitev.

Varnostni faktor

Da bi zagotovili varnost, običajno vključimo varnostni faktor S, S=2

$$\sigma_{dovoljena} = \frac{Re}{S} = \frac{235}{2} = 117.5MPa$$

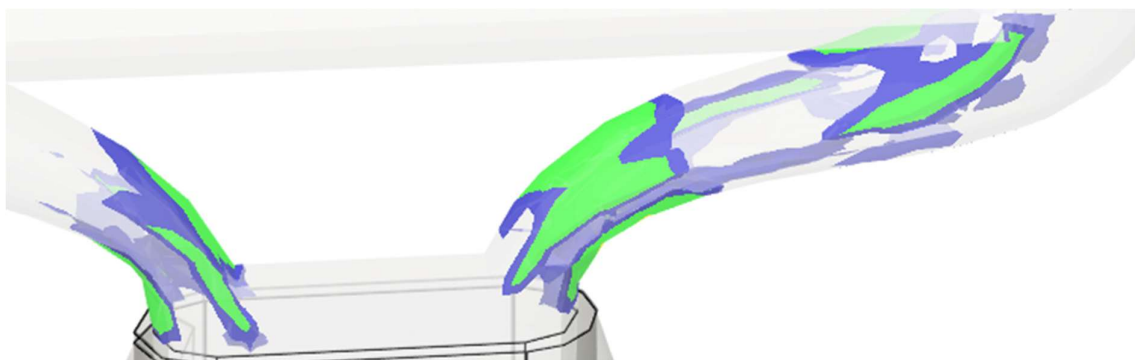
Ker je maksimalna simulirana napetost (glede na barvno lestvico na sliki) pod to vrednostjo (do 40 MPa v najobremenjenejših mestih – zelena/rumena območja), konstrukcija ustreza varnostnim kriterijem.

Deformacije (Hookov zakon)

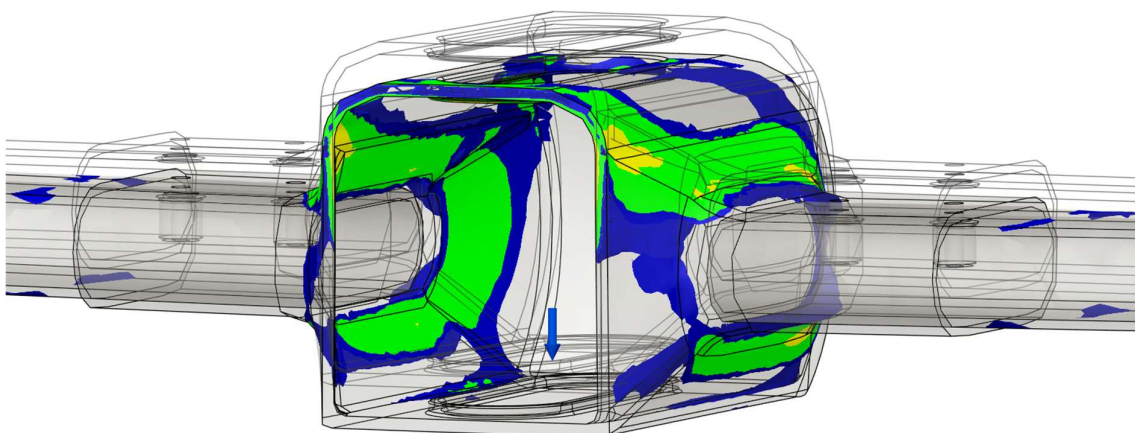
Če predpostavimo elastično območje delovanja:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{3.87 \cdot 10^6}{210 \cdot 10^9} \approx 1.84 \cdot 10^{-5}$$

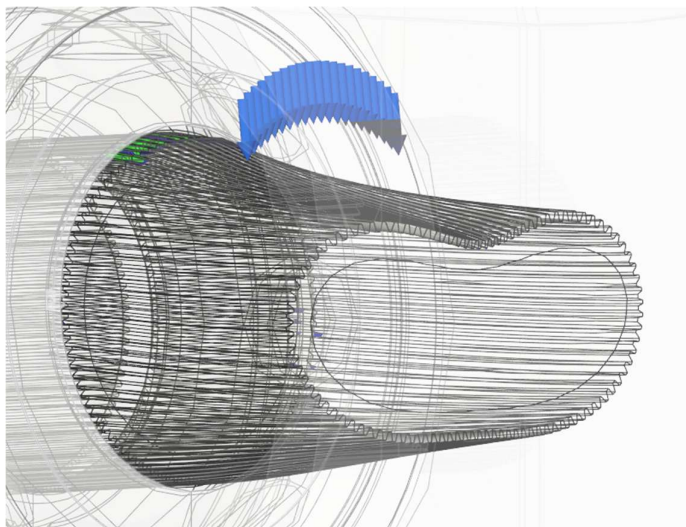
Majhna deformacija potrjuje, da je konstrukcija togostno ustrezna.



Slika 27: Simulacija sile kolesarja na sedežno cev



Slika 28: Simulacija sile zadnje cevi na z. tal. del



Slika 29: Simulacija + ojačana deformacija gonilka

Povzetek

Na podlagi statične simulacije in predpostavk lahko rečemo, da:

- je ogrodje ustrezno dimenzionirano za obremenitev s 120 kg osebo,
- napetosti ostajajo globoko pod dovoljeno mejo,
- varnostni faktor > 2 je dosežen,
- deformacije so minimalne (v elastičnem območju).

Na tak način sva izvedla vse simulacije, ta simulacija je dodana kot predstavitev in primer.

TEHNIČNE RISBE

Ko je bil 3D model zaključen, sem ustvaril tehnično risbo neposredno iz modela.

Postopek je vključeval:

- Vnos različnih pogledov kosa (zgornji, stranski, čelni in izometrični pogled),
- Uporabo prerezov (npr. prerez B-B), da sem prikazal notranje oblike,
- Dodajanje mer in toleranc (npr. ± 0.2 mm),
- Oznake za navoje, izvrtine in radije (npr. 4x M4x0.7 GH x 10/10),
- Upoštevanje standardov za strojne tehnične risbe (ISO/DIN standardi),
- Dodajanje oznak prereza, središčnic in simetričnih osi.

Izpolnjevanje tehničnih podatkov

V spodnjem levem kotu sem dopolnil podatkovni blok risbe:

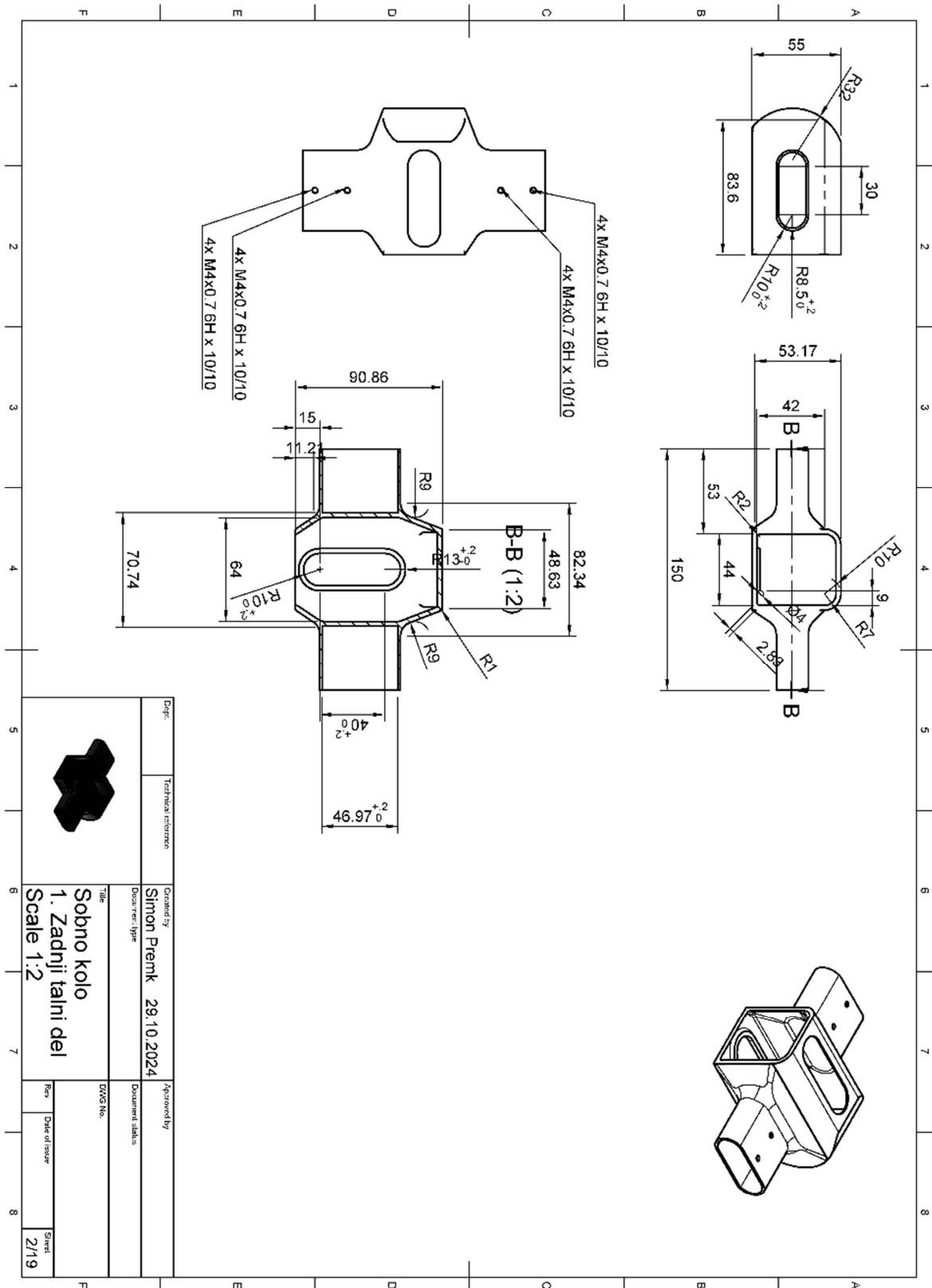
- Ime kosa: *Sodno kolo – zadnji talni del*,
- Merilo: 1:2 (risba je pomanjšana na polovico dejanske velikosti),
- Ime risarja in datum: *Simon Premk, 28.10.2022*,
- Projektna številka in številka risbe: *2/19*.

Končna preverjanja

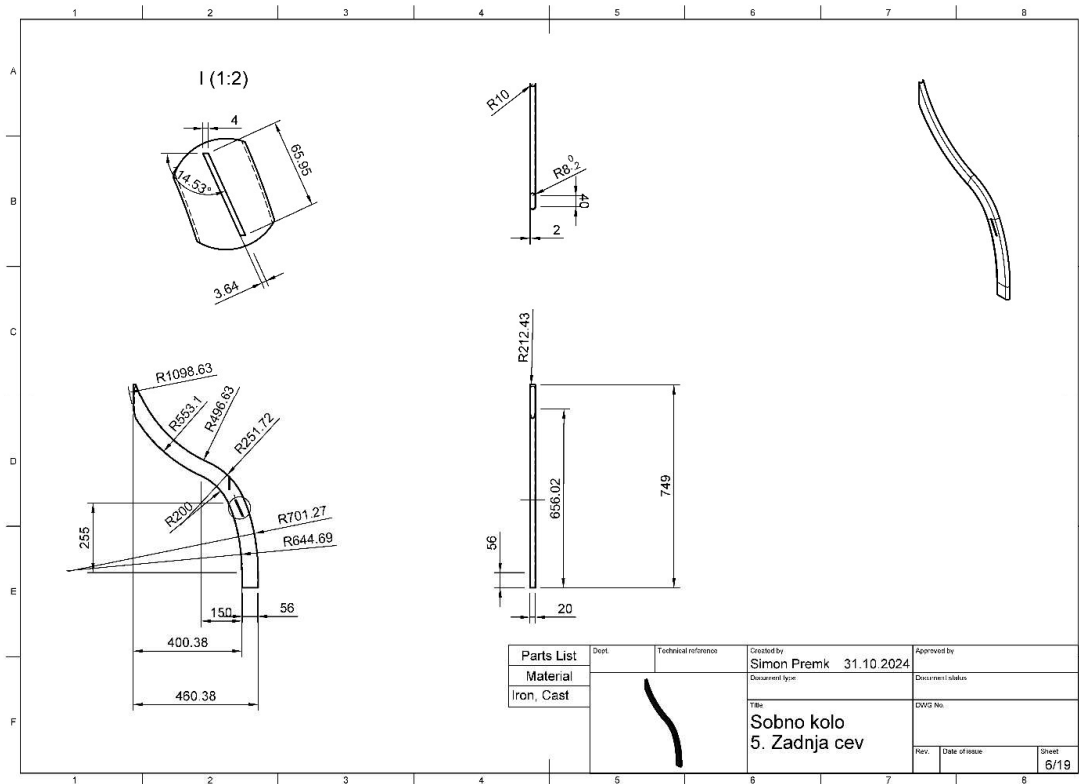
Pred shranjevanjem in oddajo sem preveril:

- Da ni manjkajočih mer,
- Da so vsi elementi jasno prikazani,
- Da je kos pravilno orientiran in razumljivo predstavljen,
- Da je izometrični pogled dodan za boljšo predstavo o 3D obliki.

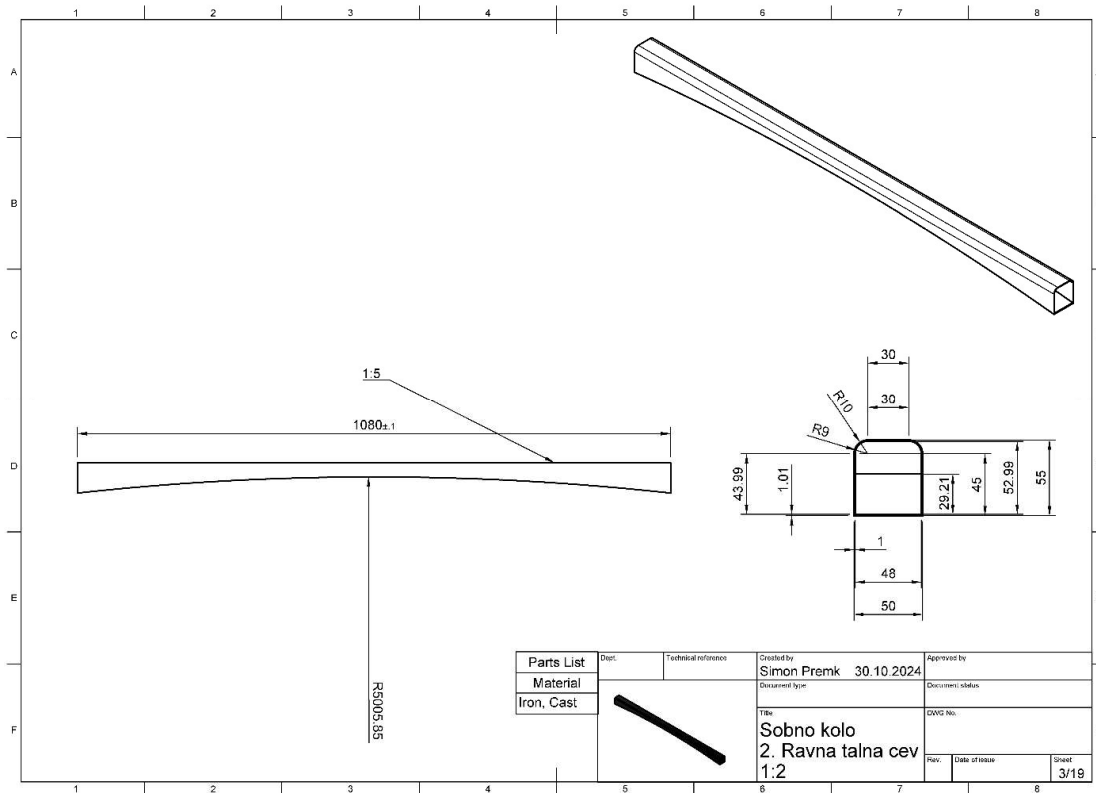
V raziskovalni nalogi so priložene vse končane tehnične risbe. Številka 2/19 navaja, da sem s preostalimi risbami že začel in tudi skoraj končal, vendar niso še povsem dokončane.



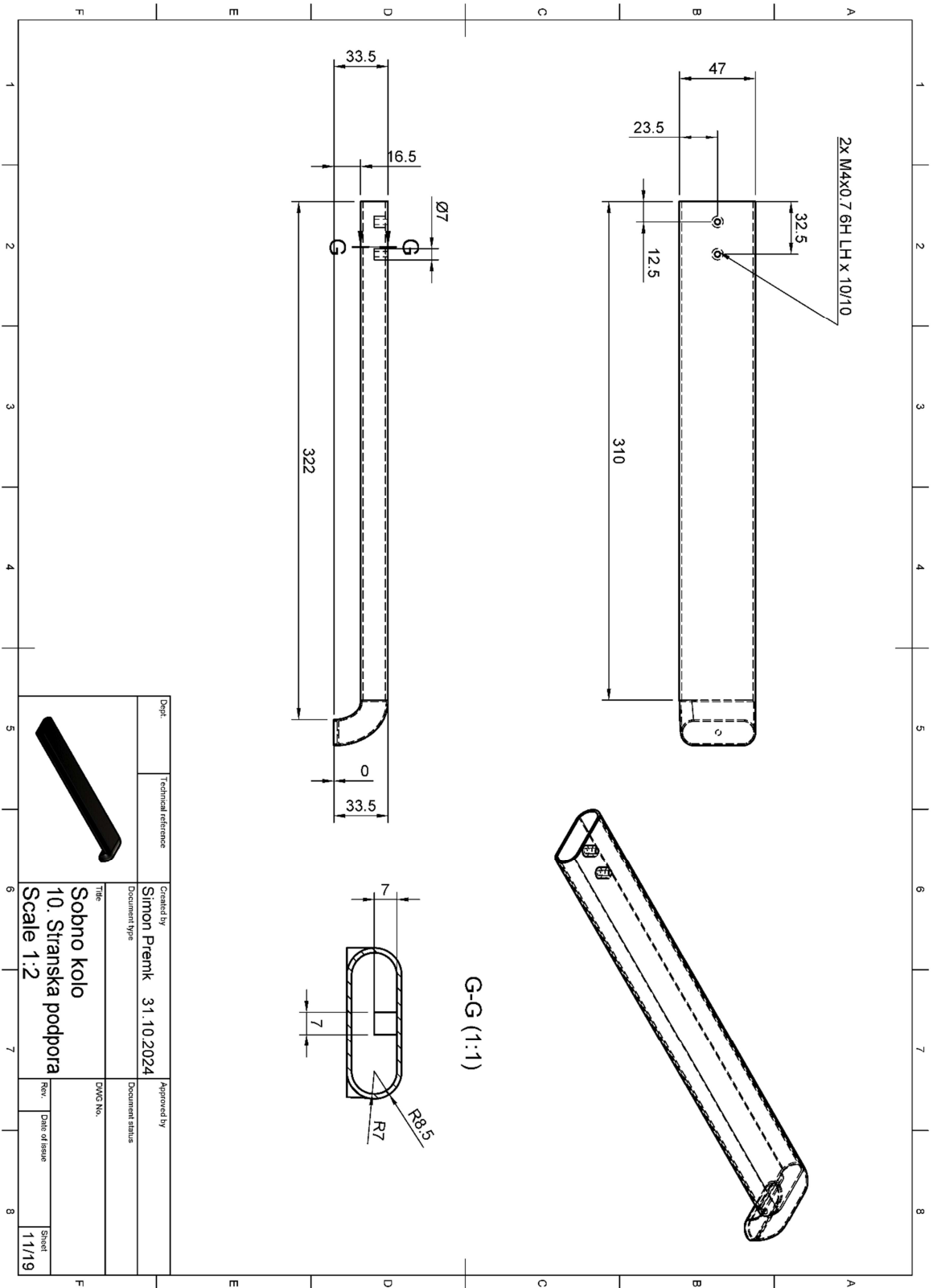
Slika 30: Tehnična risba 1



Slika 31: Tehnična risba 2



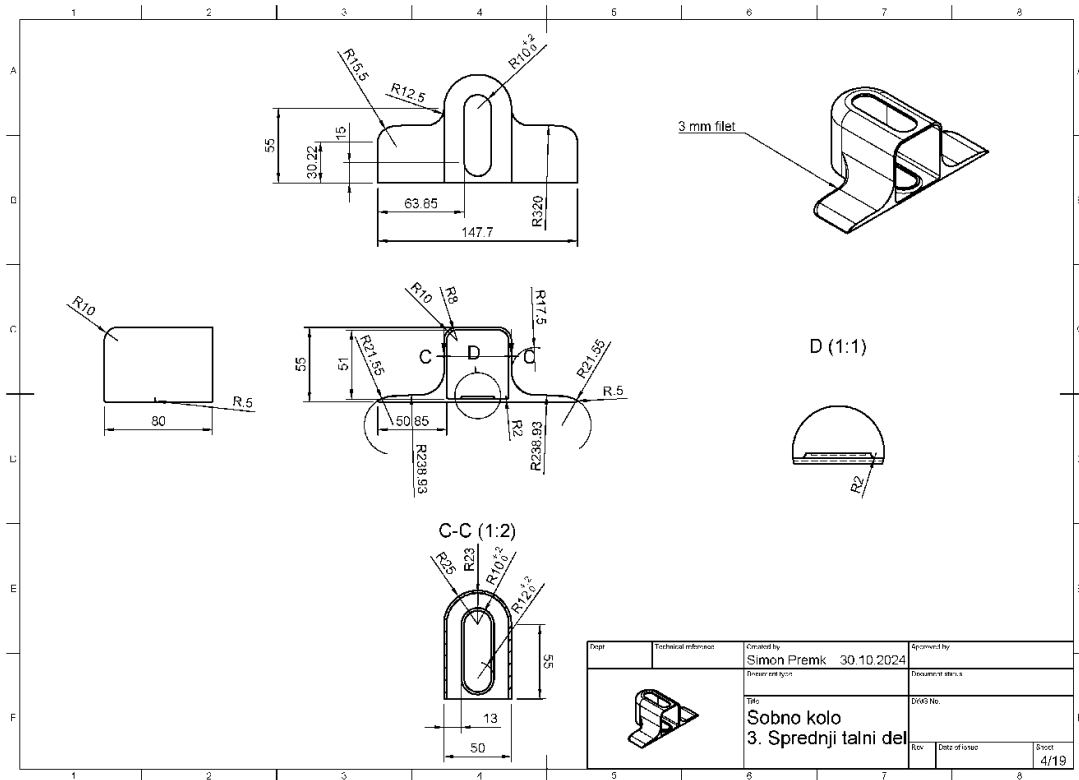
Slika 32: Tehnična risba 3



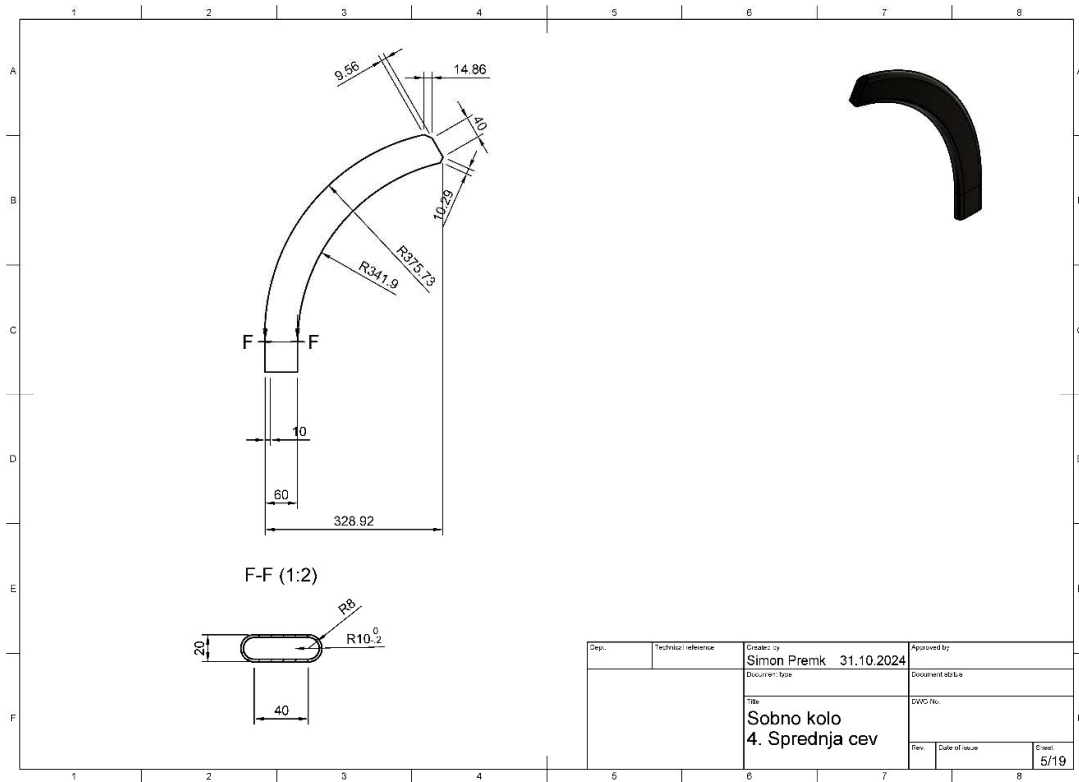
Dept.	Technical reference	Created by	Approved by	Rev.	Date of issue	Sheet
		Simon Premk 31.10.2024				11/19
Title		Document status		DWG No.		
Sobno kolo						
10. Stranska podpora						
Scale 1:2						



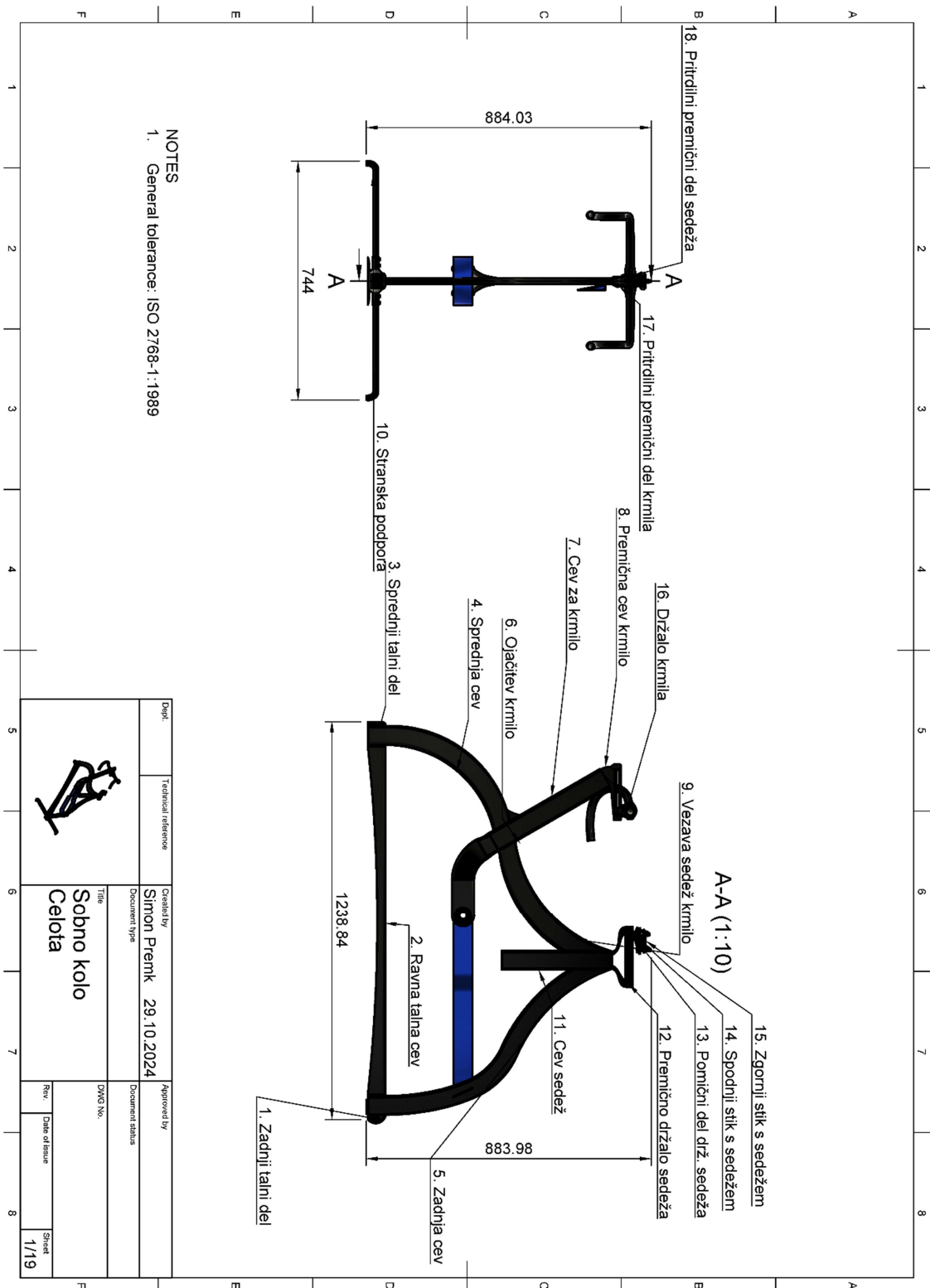
Slika 33: Tehnična risba 4



Slika 34: Tehnična risba 5



Slika 35: Tehnična risba 6



NOTES
1. General tolerance: ISO 2768-1:1989

Doc.	Technical reference	Created by	Approved by
		Simon Premk 29.10.2024	
	Document type	Title	Document status
		Sobno kolo	DWG no.
		Celota	Date of issue
			Sheet
			1/19

Slika 36: Tehnična risba 7

SISTEM ZA PROIZVAJANJE ELEKTRIKE

Ideja je bila, da za ogrodje v praksi premisliva sistem shranjevanja elektrike. To je trenutno še močno raziskovano področje, zato ne moreš reči, da bo nekaj delalo, ker je tako v teoriji. To je še nepredelan primer, ki potrebuje svoj sistem. S prakso bi midva tako razvila teorijo, kako vgraditi sistem shranjevanja elektrike v sobno kolo. Iz lanskega raziskovalnega dela sva imela sobno kolo, ki generira elektriko že na voljo. Ta odločitev je bila zato enostavna in praktična ter cenovno najboljša izbira. Za shranjevanje energije potrebuješ enoto, ki zbira energijo. Prvi korak za naju je bil torej, da naročiva baterijo.

IZBIRANJE BATERIJE

V teoriji sva zapisala primerjavo med najinima izbirama akumulatorjem in LiFePo4 baterijami. Ti dve vrsti sta se nama zdeli primerna izbira baterije. Akumulator je baterija, ki je namenjena zmernemu konstantnemu praznjenju, LiFePo4 baterije pa omogočajo velike moči. Midva sva primarno potrebovala zmožnost velike moči.

Zato sva se odločila za LiFePo4 baterije. Odločila sva se za naročilo iz tujine, cena izdelkov je zaradi trgovskih marž veliko manjša pri takem naročanju, kvaliteta izdelkov pa je po drugi strani enaka. Prvo baterijo sva naročila od kitajskega proizvajalca Henan Zhongri New Energy Co., Ltd. Posrednik za to baterijo je bil Amazon. Rok dostave je bil nekje konec decembra, naročila sva jo v začetku decembra. Nekaj dni kasneje dobiva sporočilo, da je temu podjetju zagorelo skladišče, tako da dostava naročila ni možna in če bi lahko naročilo preklicala. To pomeni, da sva morala najti drugo baterijo, ki vsaj v času do trenutka, ko sva jo dobila, še ne gori. No to baterijo sva naročila pri nemškem podjetju Li-Time.de in sva jo tudi dobila. Vse praktične poskuse sva potem izvedla s to baterijo.



Slika 37: LiFePo4 baterija

Baterijo sva imela torej izbrano. Za tem pride sistem, ki bo zmožen iz elektromotorja električno spraviti v baterijo.

ODLOČITEV ZA ALTERNATOR

Obstoječ elektromotor je ob povečevanju obratov povečeval napetost. Minimalna napetost je bila 16 V, maksimalna pa 280 V. Zato bi morala vso to električno regulirati. Na tem mestu je prišla ideja, da bi star elektromotor nadomestila z alternatorjem. Alternator ima namreč že vgrajen regulator napetosti, ki je namenjen za direktno polnjenje akumulatorja. Tako bi za polnjenje baterije potrebovala le alternator brez dodatnih polnilcev itd. Poleg tega pa alternator deluje v povsem pravilnem napetostnem območju in moči, ki jih lahko generira prav tako zadostijo potrebam kolesarja.

ALTERNATOR V PRAKSI

Star sistem z elektromotorjem sva po prejetju novega alternatorja najprej odstranila iz sistema. Kljub temu, da je to le raziskovalni model sobnega kolesa sva želela dodelati tudi izgled, da bi sobno kolo lahko uporabila tudi za demonstracijo sistema. Tako sva naredila nov sistem za fiksiranje alternatorja (Slika x). Po dolžini sva za uravnavanje navora podložila sobno kolo z deskama, ju zbrusila, obdelala. Na ti deski sva naložila širšo desko, sestavljeno iz dveh manjših desk, ki sva ju združila z mozniki. Leplenja nisva potrebovala, ker trdnost dodajo vijaki. Za pritrditev alternatorja sva kupila aluminijast kotnik, v katerega sva vrezala podolgovato luknjo, da sva omogočila nategovanje jermena.

Za alternator sva naročila tudi večji in močnejši avtomobilski jermen. Jermenski zobnik alternatorja je sicer močno zmanjšal pomnožitev obratov od tistih na starem elektromotorju, ampak sva vseeno dobila dovolj visoke obrate. Potem sva ga želela vezati, da bi dobila iz njega električno.

Potrebovala sva zaganjalni tok, zato sva alternator priključila na polnilec, delujoč na transformator. Priključila sva plus na plus in minus na regulator. To je bila ena od orientacij priključkov, ki sva jih poskusila. Ti poskusi so trajali več dni, vsakič sva nekaj spremenila, uporabnega toka iz alternatorja nisva dobila nikoli, se je pa alternator tudi z vsakim poskusom vedno manj odzival. Na koncu sva ugotovila, da na mestu, kjer bi moral biti upor med pinom na regulatorju in plusom alternatorja neskončni upor, midva dobiva ničelni upor.

Iz tega sva začela sumiti, da sva alternator skurila. Kljub vsemu je bilo treba še naprej poizkušati, kako zvezati alternator in ali dela. No tu sva obupala in začela razstavljati alternator, ki sva ga nekajkrat razstavila in sestavila, da bi ugotovila kaj je narobe. Kot koristen korak sva se posvetovala s strojnimi inženirjem, ki se ukvarja s popraviljem avtomobilov. Pri njemu sva dobila potrditev, da sva alternator res skurila, ampak da če si upava, se lahko sama lotiva popravila, ker navitja gotovo niso skurjena, potrebna bi bila verjetno menjava kakšne manjše žičke. Za tem sva ponovno razstavila alternator.

Opravila sva teste vsakega dela posebej. Sklep je bil, da sva skurila najenostavnejše zamenljiv del, kar je regulator. Tu tako kot za vse prejšnje stvari, ki sva jih raziskovala glede alternatorja, ponovno nisva našla podatka, kateri regulator je pravi za menjavo. Edina rešitev je bila servis, kjer so nama ponovno potrdili napako in zamenjali regulator.

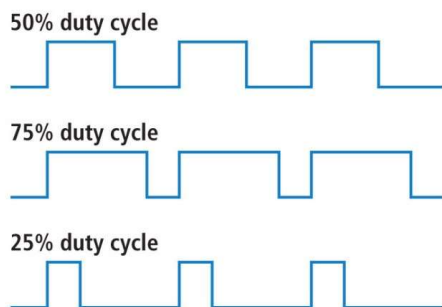
Z verjetno delujočim alternatorjem sva se ponovno lotila vezave elektronskega sistema. Vezavo sva preverila pri več verodostojnih virih. Za delovanje sistema je potrebno stikalo in žarnica. Stikalo je potrebno, da se alternator vključi šele, ko ga kolesar že poganja z določenimi obrati, saj v nasprotnem primeru porablja baterijo. Za priključitev žarnice je potreben eden izmed pinov. Najprej sva jo poizkusila priključiti na pin, za katerega je serviser rekel, da je pravilen. Na pin se priključi minus žarnice, drugi del gre na plus od baterije preko stikal. Na ta način sva zvezala alternator, ki ponovno ni uspel pokazati uporabnega polnjenja baterije. Napetost na bateriji, ki bi se morala med polnjenjem z alternatorjem dvigniti na 14 do 15 V, je ostala na standardnih 13,18 V. Tako da je ponovno polnjenje ostalo neuspešno.

KONTROLA TOKA

Eden izmed glavnih ciljev sistema je zagotoviti uporabniku natančen nadzor nad obremenitvijo pri poganjanju pedal. Visoka polnilna moč LiFePO4 baterije omogoča učinkovito in dinamično prilagajanje obremenitve s preprosto regulacijo polnilnega toka. Ta funkcionalnost ne le zagotavlja optimalno prilagodljivost in nadzor, temveč tudi omogoča personalizirano in dinamično uporabniško izkušnjo. Uporabnik lahko tako s preprosto prilagoditvijo polnilnega toka natančno prilagodi obremenitev pedal svojim trenutnim potrebam in željam, kar predstavlja ključno prednost sistema.

Za natančno regulacijo polnilnega toka LiFePO4 baterije sva se odločila uporabiti PWM (Pulse Width Modulation) in MOSFET.

Mikrokontrolnik ali drug kontrolni čip generira PWM (pulzno-širinsko moduliran) signal, ki je pravokotni val s spremenljivo širino impulza (duty cycle). Ta signal služi za krmiljenje MOSFET-a, ki deluje kot elektronsko stikalo.



Slika 38: PVM

MOSFET omogoča hitro vklopjanje in izklopjanje toka brez mehanskih delov. Ko je PWM signal v visokem stanju (high), se MOSFET vklopi in omogoči pretok toka proti bateriji. Ko je signal v nizkem stanju (low), se MOSFET izklopi in tok se prekine.

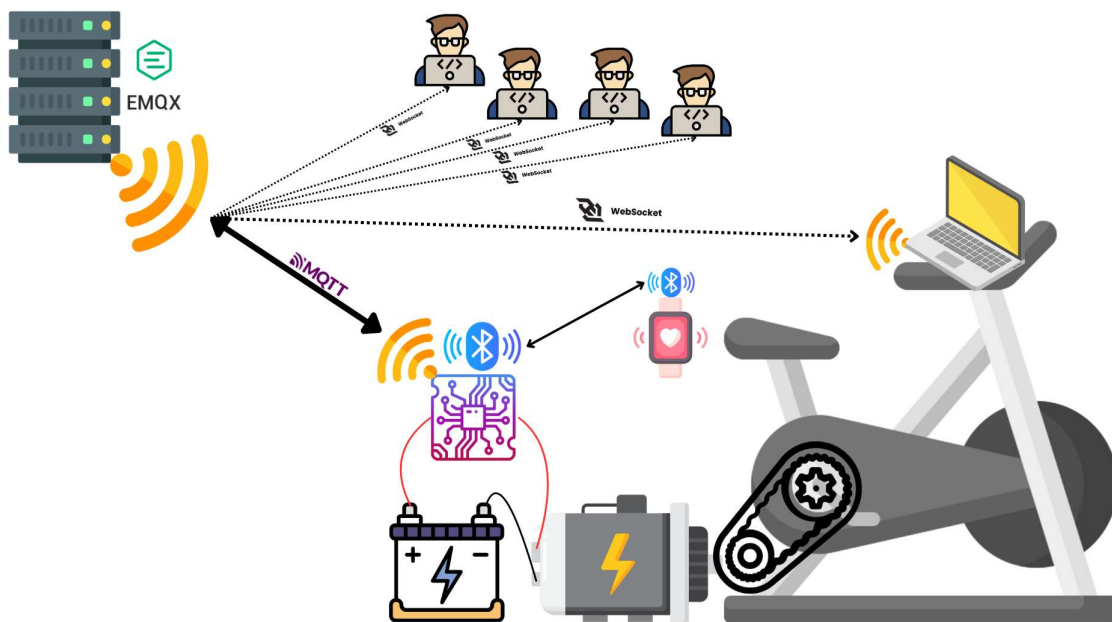
Ključna prednost uporabe PWM signala je, da s spreminjanjem širine impulza (duty cycle) spreminjamo povprečni tok, ki teče skozi MOSFET. To nam omogoča natančno nadzorovanje količine energije, ki se prenaša na baterijo, in s tem ustvarjanje različnih obremenitev oziroma polnilnih moči.

V primerjavi s klasičnim bipolarnim tranzistorjem (BJT) ima MOSFET več prednosti, še posebej v našem primeru. Medtem ko BJT deluje s tokom (potrebuje osnovni tok za delovanje), MOSFET deluje z napetostjo, kar pomeni manjše izgube in višjo učinkovitost. Prav tako ima MOSFET nižjo upornost vklopljenega stanja, kar zmanjša segrevanje in poveča energijsko učinkovitost. Poleg tega MOSFET omogoča hitrejše preklapljanje, kar je ključno pri uporabi PWM signala, saj manjše preklopne izgube izboljšajo splošno delovanje sistema.

Torej, s prilagajanjem duty cycle PWM signala lahko dinamično nadziramo povprečni tok, ki se pretaka skozi MOSFET, in s tem dosežemo željeno polnilno moč baterije.

PROGRAMSKE IDEJE

Najina zamisel je, da bi uporabnikoma sobnega kolesa omogočila spremenljivo obremenitev, kar bi jima omogočilo učinkovit trening. Predvidevava, da bi elektronsko krmiljenje in uporaba elektronskih delov omogočili praktično brezstopenjsko in takojšnjo nastavitve obremenitve. Nadaljna ideja je, da bi sistem omogočal dinamično in neprekinjeno prilagajanje obremenitve med vadbo. Med možnimi naprednimi funkcijami sistema raziskujemo tudi idejo o povezavi s senzorjem srčnega utripa, ki bi omogočila avtomatsko prilagajanje moči obremenitve na podlagi podatkov srčnega utripa. To bi zagotavljalo, da bi kolesar lahko treniral v optimalnem območju intenzivnosti, vendar bi bila to le ena od možnih funkcij sistema. Najina vizija je, da bi lahko kolesarju simulirala vožnjo po razgibanem terenu, kjer bi se obremenitev konstantno in subtilno spreminjala, kar bi povečevalo učinkovitost treninga in preprečevalo monotonost. S tem bi ustvarila optimalen trening, prilagojen trenutnim potrebam in ciljem uporabnikov, omogočila pa bi tudi natančno izvajanje intervalnih treningov z želeno intenzivnostjo, prilagojeno tako ročnim nastavitvam kot tudi potencialnemu avtomatskemu odzivu na srčni utrip.



Slika 39: Shema vezave sobnega kolesa

OBREMENITEV

Za doseganje želenega nadzora nad obremenitvijo je ključnega pomena integracija mikrokrmilnika, ki omogoča spremljanje in prilagajanje delovanja sistema v realnem času. ESP32 se zaradi svojih zmogljivosti, vgrajenega Wi-Fi modula in relativno nizke cene izkaže kot idealna izbira za takšen projekt.

ESP32 bi bil povezan z različnimi senzorji za zbiranje ključnih podatkov, kot so senzor toka za natančno merjenje izhodnega toka alternatorja, senzor napetosti za merjenje napetosti na izhodu alternatorja in bateriji ter opsijsko senzor hitrosti vrtenja za spremljanje kadence kolesarja. Zbrani podatki bi bili nato obdelani in prikazani na spletnem vmesniku ali aplikaciji, dostopni preko Wi-Fi povezave. *Podrobnosti o brezžičnem povezovanju so bile obširno opisane v lanski raziskovalni nalogi, zato jih tukaj ne bomo ponavljali.* To bi uporabniku omogočilo spremljanje trenutne izhodne moči (W), napetosti (V), toka (A) in kadence (vrtljajev na minuto, če je senzor hitrosti nameščen).

Glavna prednost uporabe ESP32 je možnost avtomatskega prilagajanja obremenitve glede na zahteve po izhodnem toku. ESP32 bi neprestano meril izhodni tok alternatorja, analiziral podatke o toku in jih primerjal z želeno vrednostjo, nato pa bi na podlagi analize prilagajal širino impulza (duty cycle) PWM signala, ki krmili MOSFET. Spreminjanje PWM signala bi povzročilo spremembo toka, ki teče skozi MOSFET, in s tem spremembo obremenitve alternatorja. Za nastavitev PWM signala bi uporabili naslednjo kodo:

```
1 #include <Arduino.h>
2
3 // Definicija PWM kanala, frekvence, resolucije in izhodnega pina.
4 #define PWM_CHANNEL 0 // Izbrani PWM kanal (0-15 na ESP32).
5 #define PWM_FREQ 5000 // Frekvenca PWM signala v Hz (5 kHz).
6 #define PWM_RESOLUTION 16 // Resolucija PWM signala v bitih (16 bitov).
7 #define OUTPUT_PIN 18 // Izhodni pin, na katerem bo generiran PWM signal.
8
9 // Izračun maksimalnega duty cycle-a glede na resolucijo.
10 int MAX_DUTY_CYCLE = (int)(pow(2, PWM_RESOLUTION)); // Izračuna 2 na potenco resolucije.
11
12 void setup() {
13     // Konfiguracija PWM kanala.
14     // Nastavi PWM kanal s frekvenco in resolucijo.
15     ledcSetup(PWM_CHANNEL, PWM_FREQ, PWM_RESOLUTION);
16
17     // Povezava PWM kanala z izhodnim pinom.
18     ledcAttachPin(OUTPUT_PIN, PWM_CHANNEL);
19 }
20
21 void loop() {
22     // ... ostala koda ...
23 }
```

Slika 40: Inicializacija PWM kanala

Nadzor PWM signala na podlagi izhodnega toka bi potekal s pomočjo naslednje kode:

```
1 void control_current(float target_current) {
2     uint16_t pwm_value = 0;
3     float measured_current;
4
5     while (1) {
6         // funkcija za branje toka
7         measured_current = read_current();
8
9         if (measured_current < target_current) {
10            pwm_value += 100; // Povečaj PWM
11            if (pwm_value > 65535) pwm_value = 65535;
12        } else if (measured_current > target_current) {
13            pwm_value -= 100; // Zmanjšaj PWM
14            if (pwm_value < 0) pwm_value = 0;
15        }
16
17        set_pwm(pwm_value); // Nastavi novi PWM
18    }
19 }
20
```

Slika 41: Kontrola toka s PWM

ESP32 bi nadzoroval tudi varnostne mehanizme, kot so omejitve toka, napetosti in temperature, da bi preprečil poškodbe sistema. Uporabnik bi lahko preko spletnega vmesnika ali aplikacije nastavil želene obremenitve, spremljal delovanje sistema in prejel obvestila o morebitnih napakah. Zaradi internetne povezave je mogoče opravljati posodobitve programske opreme, poleg tega je mogoče pridobivati podatke na daljavo. ESP32 bi bilo mogoče povezati tudi s senzorjem srčnega utripa, kar bi omogočilo avtomatsko prilagajanje obremenitve glede na srčni utrip uporabnika.

Izbran bi bil modul ESP32 s primernim številom vhodno-izhodnih pinov (GPIO), MOSFET z nizko upornostjo vklopljenega stanja (RDS(on)) in primerno nazivno napetostjo in tokom, natančen senzor toka, ki omogoča merjenje v zelenem območju. Uporabila bi še napetostni delilnik, ki bi se uporabil za merjenje napetosti. ESP32 bi generiral PWM signal s frekvenco, ki je primerna za krmiljenje MOSFET-a. Programska oprema bi bila napisana v programskem jeziku C++ in naložena na ESP32.

S tem sistemom bi uporabniki sobnega kolesa dobili napredno orodje za učinkovit in prilagojen trening, saj bi sistem omogočal natančno in dinamično prilagajanje obremenitve, spremljanje ključnih podatkov v realnem času, uporabniku prijazen spletni vmesnik ali aplikacijo, možnost avtomatskega prilagajanja obremenitve glede na srčni utrip, spletno povezavo za posodobitve in oddaljeno spremljanje ter izvajanje natančnih intervalnih treningov.

ZAKLJUČEK

In čeprav sobno kolo pri nama še ni v materialni obliki, moram reči, da sem nad vsem dosedanjim delom zelo ponosen. Tudi če tu naprej na tem projektu nič novega ne uspeva doseči, sem se iz njega ogromno naučil in sem vesel, da je nastal in še nastaja.

Vem čuden začetek v zaključek. Tak je zato, ker to ni konec dela na tem projektu. Če bi lahko bi letošnje delo spremenila v dvoletno raziskovalno nalogo. V trenutnem položaju imava dobro bazo znanja in opravljenega dela, da lahko izdelava sobno kolo. To je odvisno od najine zagretosti za dokončanje projekta.

Glede na trenutno stanje projekta in vse težave, ki so skoraj prekinile raziskovalno delo, je več možnosti, da sobno kolo ne bo dokončano. Zadnji mesec pred oddajo te raziskovalne naloge sva zaradi težav z alternatorjem želela obupati. Profesorju sem že želel reči, da je to to, da končujeva. Začel sem ponovno obiskovati vse ure, ki mi jih je šola za raziskovalno delo pustila manjkati. No potem sem se v pogovoru s profesorjem odločil in ga prosil, če lahko kljub vsemu prijavi raziskovalno nalogo. Če zaradi drugega ne, pa zaradi tega, ker odnehati zaradi tega, ker je težko ne sme biti možnost.

Očitno nama sobnega kolesa ni uspelo izdelati, kar za naju še ne pomeni, da vprašanje, če uspeva izdelati sobno kolo, ki shranjuje elektriko, dobi odgovor ne. Ni nama uspelo v kratkem času, ki nama je bil dan. Imela sva res mnogo zadržkov, ki pa na taki poti niso presenetljivi. En mesec energije je pobralo dogovarjanje s šolo za omogočen prilagojen pouk, kar v nobenem primeru ne bi smel biti tak problem, kot je bil, če bi bil glavni interes najino dobro. To je bil v glavnem november. Takrat se z raziskovanjem ni veliko zgodilo. Zgubila se je energija, volja, zaradi česar december tudi ni bil delaven. Sva imela tudi v decembru težave s pogorelimi skladišči baterij, dokončanju ogrodja in podobno. Prosila sva nekaj podjetij za ponudbo za izdelavo prototipa za sobno kolo, od katerih je odgovorila le ena, kjer je zaposleni zmotno mislil, da je to že oddobrena ponudba in je zato sploh govoril z nama. Izkazalo se je sicer, da so nama pripravljene postaviti ponudbo, ki pa je žal nikoli nisva dobila.

Moja naloga je bilo ogrodje. Prvič sem delal nekaj takega. Zato nisem znal napovedati točnega datuma, ko mi bo uspelo ogrodje dokončati. Toliko stvari se je bilo za naučiti, da sem vedno postavil nek rok in ko je ta rok prišel sem po navadi (ker se je to zgodilo precejkrat) postavil nov rok čez en mesec. Tako se je ta datum iz sredine oktobra prestavil na začetek februarja. Imel sem ogrodje delno narejeno že v decembru ko sem s podjetjem komuniciral za ponudbo. Tisti preostali del ogrodja se ni nikoli zgodil, ponudbe ni bilo. Nisem opravil svojega dela. To je seveda delovalo zelo demotivativno za celotni projekt.

Konec tega projekta je tako odprt. Načrtovala sva drugače, izkazalo se je tako kot je.

VIRI:

1. Understanding 3 phase alternators, https://www.windstuffnow.com/main/3_phase_basics/, 4.2.2025
2. Alternator (Automotive), [https://en.wikipedia.org/wiki/Alternator_\(automotive\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Alternator_(automotive)), 4.2.2025
3. What makes automotive alternators so inefficient relative to other applications?, <https://electronics.stackexchange.com/questions/96051/what-makes-automotive-alternators-so-inefficient-relative-to-other-applications>, 11.2.2025
4. Automotive Battery, https://en.wikipedia.org/wiki/Automotive_battery#Specifications, 12.2.2025
5. Lead-Acid Battery, https://en.wikipedia.org/wiki/Lead%E2%80%93acid_battery, 12.2.2025
6. Svečke, <https://motosvet.com/vzignalne-svecke-za-motorno-kolo/>, 12.2.2025
7. Akumulator - specifikacije, <https://www.akumulator.si/izdelek/A1%2026%2095%20JD/akumulator-varta-blue-dynamic-95ah-d-g7>, 12.2.2025
8. Navodila za polnjenje avtomobilskega akumulatorja, <https://www.varta-automotive.si/sl-si/podpora-za-akumulatorje-varta/polnjenje/kako-polniti-avtomobilski-akumulator#:~:text=Priporo%C4%8Deni%20polnilni%20tok%20je%2010,bo%20njegova%20%C5%BEivljenjska%20doba%20dalj%C5%A1a.,> 12.2.2025
9. Akumulator, <https://sl.wikipedia.org/wiki/Akumulator#:~:text=Akumulator%20je%20elektrotehni%C4%8Dna%20naprava%20za,in%20najmanj%C5%A1ih%20urah%20ter%20kalkulatorjih.>, 12.2.2025
10. Computer-Aided Manufacturing Third Edition - Tien-Chien Chang, Richard A_ Wysk, and Hsu-Pin (Ben) Wang -- 2006 -- Pearson Education, Inc
11. Autodesk, <https://en.wikipedia.org/wiki/Autodesk#:~:text=The%20program%20had%20been%20developed,a%20public%20company%20in%201985.>, 19.2.2025
12. Postavljanje ciljev, <https://www.aha.io/roadmapping/guide/product-strategy/goals>, 23.2.2025
13. Zakaj je skiciranje pomemben del oblikovalskega procesa, <https://www.dnnsoftware.com/blog/why-sketching-is-an-important-part-of-the-design-process>, 23.2.2025
14. Fusion 360, <https://www.autodesk.com/products/fusion-360/>, 26.2.2025
15. Fusion 360, https://en.wikipedia.org/wiki/Fusion_360, 26.2.2025
16. Osnove PCB, <https://learn.sparkfun.com/tutorials/pcb-basics/all>, 26.2.2025

VIRI SLIK:

1. Avtomobilski alternator,
<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fmechlesson.com%2Falternator%2F&psig=AOvVaw0DWvgW9fjoKJU4NBdW6Nww&ust=174003918402000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBQQjRxqFwoTCNicrJ2lz4sDFQAAAAAdAAAAABAE>, 5.2.2025
2. Izkoristek alternatorja,
<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Felectronics.stackexchange.com%2Fquestions%2F96051%2Fwhat-makes-automotive-alternators-so-inefficient-relative-to-other-applications&psig=AOvVaw3XS8hJuVXf3pByBuGpQGE7&ust=1740038846698000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBQQjRxqFwoTCliq6cylz4sDFQAAAAAdAAAAABAE>, 11.2.2025
3. Baterija Litime 12 V, 50 Ah
<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.amazon.co.uk%2FLithium-LiFePO4-Battery-Lifetime-Trolling%2Fdp%2FB0CJ2NQDGX&psig=AOvVaw3nCbCe3uGZ9MA-Rop-WXzR&ust=1740039046169000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBQQjRxqFwoTCMj-z-Kkz4sDFQAAAAAdAAAAABAE>, 4.2.2025