

Targa peegli arendus
Development of a Smart Mirror
RAKENDUSKÕRGHARIDUSTÖÖ

Üliõpilane: Novella Uiga
Üliõpilaskood: 193118EDTR
Juhendaja: Ago Rootsi, lektor

Tartu, 2023

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneriplomit taotletud.

Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

01.2023

Autor:

/ allkirjastatud digitaalselt /

Töö vastab rakenduskõrgharidusetöös esitatud nõuetele

01.2023

Juhendaja:

/ allkirjastatud digitaalselt /

Kaitsmisele lubatud

01.2023

Kaitsmiskomisjoni esimees

/ allkirjastatud digitaalselt /

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Novella Uiga

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose "Targa peegli arendus", mille juhendaja on Ago Rootsi,

1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

01.2023

TalTech Inseneriteaduskond

Targa peegli arendus

Üliõpilane: Novella Uiga, 193118EDTR

Õppekava, peeriala: Küberfüüsikaline süsteemitehnika, EDTR17/18

Juhendaja: Lektor, Ago Rootsi, 56629821

Lõputöö teema:

Targa peegli arendus

Development of a Smart Mirror

Lõputöö põhieesmärgid:

1. sobiva konstruktsiooni loomine,
2. sobiva juhtsüsteemi valimine,
3. üldine sobivate elektroonikakomponentide valimine,
4. peegli füüsiline valmistamine,
5. programmeerimine,
6. funktsioonide testimine.

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Teema valimine	01.22
2.	Lõputöö eelkaitsmine	07.12.23
3.	Lõputöö esitamine	04.01.23
4.	Lõputöö kaitsmine	18.01.23

Töö keel: Eesti keel

Lõputöö esitamise tähtaeg: 04.01.2023 a

Üliõpilane: Novella Uiga ".....".....20....a
/ allkirjastatud digitaalselt /

Juhendaja: Ago Rootsi ".....".....20....a
/ allkirjastatud digitaalselt /

Programmijuht: Aime Ruus ".....".....20....a
/ allkirjastatud digitaalselt /

SISUKORD

JOONISTE JA TABELITE LOETELU	7
LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU	8
1 SISSEJUHATUS	9
2 TÖÖ VAJALIKKUS	10
3 ANALOOGILISED ARENDUSED.....	11
4 KONSTRUKTSIOON	13
4.1 Raam	13
4.2 Peegelpind	16
5 JUHTSEADMETE VALIK	18
5.1 Raspberry Pi 4 B.....	18
5.2 Arduino Nano	19
5.3 Raspberry Pi 4 ja Arduino Nano omavaheline kommunikatsioon.....	19
6 ELEKTROONIKAKOMPONENTIDE VALIK	21
6.1 Ekraan	21
6.2 Temperatuuriandur	21
6.3 Valgustus	22
6.4 Liikumise tuvastamine.....	23
6.5 Mikrofon	25
7 TOITESÜSTEEM.....	26
8 PROGRAMMEERIMINE	27
8.1 MagicMirror ja kasutatud lisamoodulid.....	27
8.2 Raspberry Pi ja Arduino Nano omavahelise suhtluse programmeerimine	29
9 TULEMUSED.....	30
10 KULUARVESTUS	32
11 EDASISED TEGEVUSED	33
KOKKUVÕTE	34
SUMMARY	35

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU 36

JOONISTE JA TABELITE LOETELU

Tabel 3.1 Kolme analoogse peegli võrdlus	11
Tabel 10.1 Kuluarvestus.....	32
Joonis 4.1 Peegli mudeli eestvaade.....	14
Joonis 4.2 Peegli mudeli tagantvaade tagumise plaadita.....	14
Joonis 4.3 Raspberry Pi ja Arduino Nano hoidik	15
Joonis 4.4 Küljedetail.....	16
Joonis 4.5 Nurgadetail	16
Joonis 5.1 Raspberry Pi 4 Model B.....	18
Joonis 5.2 Arduino Nano	19
Joonis 6.1 Raspberry Pi 4 ja temperatuurianduri DS18B20 omavaheline ühendus.....	21
Joonis 6.2 APA102 LEDide nurgaühendus	22
Joonis 6.3 Arduino Nano, APA102 LED riba ning toiteallika omavaheline ühendus	23
Joonis 6.4 Ultraheli moodul HC-SR04+.....	23
Joonis 6.5 Infrapuna liikumisandur SEN0018	24
Joonis 6.6 Raspberry Pi 4 ja liikumisanduri SEN0018 omavaheline ühendus.....	24
Joonis 7.1 Toiteplokkide ühendus	26
Joonis 9.1 Valmistatud peegel valgustuseta	30
Joonis 9.2 Valmistatud peegel valgustusega	31

LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU

A – amper, elektrivoolu tugevuse mõõtühik

ASA – akrüülnitriilstüreen-akrülaat (*Acrylic Styrene Acrylonitrile*)

CSS – kaskaadlaadistik (*Cascading Style Sheets*), märgistuskeel

IoT – Asjade internet (*Internet of Things*)

JS – Javascript, programmeerimiskeel

NFC - lähiväljaside (*Near-field communication*)

PIR sensor – passiivne infrapunaandur

PLA – polüpiimhape (*Polylactic acid*)

V – volt, pinge mõõtühik

W – vatt, võimsuse mõõtühik

1 SISSEJUHATUS

Peegel on ese, mis on olemas peaaegu iga inimese vannitoas. Lisaks leiame neid ka näiteks avalikest tualettruumidest ning ka eluruumide sisustuselementidena. Tavalistel peeglitel pole lisafunktsioone, inimene näeb sealt vaid oma peegeldust.

Nutikad peeglid on muutumas üha populaarsemaks viisiks, kuidas parandada kodu funktsionaalsust. Nutikad peeglid on varustatud erinevate funktsioonidega, nagu näotuvastus, hääljuhtimine, meedia voogedastus ja palju muud. Need funktsioonid võimaldavad kasutajatel olla kogu aeg ühenduses ja informeeritud, muutes elu mugavamaks ja tõhusamaks.

Lõputöö eesmärk on arendada välja lisafunktsioonidega peegli prototüüp, mis pakub rohkem kasutusvõimalusi kui turul müüdavad nutipeeglid. Arendatava peegli võimekuseks on näidata toa temperatuuri ning kuvada see peeglile. Peegel reageerib infole, kas kedagi on liikumas nähtud ning positiivse vastuse korral lülitub peegel sisse. Peeglisse on sisse ehitatud valgustus, samuti saab peegli abiga jälgida oma kalendrit, endale huvipakkuvaid näitajaid ning kuvada laule, mida parasjagu Spotify rakendusest mängitakse. Peegel reageerib häälkäskudele ja on suuteline kõne tuvastades kuvama peegelpinnale soovitud otsingutulemusi.

Lõputöös püstitatud ülesanded on:

- sobiva konstruktsiooni loomine,
- sobiva juhtsüsteemi valimine,
- üldine sobivate elektroonikakomponentide valimine,
- peegli füüsiline valmistamine,
- programmeerimine,
- funktsioonide testimine.

On terve hulk inimesi kes soovivad ühendada oma tehnikahuvi huvipakkuva eesmärgiga. Nende jaoks on käesolev töö heaks juhendmaterjaliks.

2 TÖÖ VAJALIKKUS

Tarkade tehnoloogiate kasutuselevõtt meie kodudes on muutnud inimeste suhtlemist keskkonnaga. Targad peeglid on viimastel aastatel muutunud üha populaarsemaks tänu nende võimele pakkuda kasutajatele mitmesuguseid kasulikke funktsioone. IoT-tehnoloogia ja pilditöötluste abil pakuvad nutikad peeglid mitmeid funktsioone, mis ületavad traditsioonilisi peegleid, nagu näiteks võime kuvada ilmastiku- ja liiklusinfot, juhtida koduautomaatikasüsteeme või pakkuda laiendatud virtuaalreaalsuse kogemust.

Targad peeglid toovad võrreldes traditsiooniliste peeglitega kaasa mitmeid uuenduslikke funktsioone. Näiteks suudavad need pakkuda mitmesuguseid koduautomaatika võimalusi, nagu pilditöötlust ja hääljuhtimist [1]. Targad peeglid pakuvad ka võimalust kuvada internetist pärit teavet ja pilte, näiteks uudiseid, ilma ja kellaega. Need funktsioonid võimaldavad igapäevaseid ülesandeid tõhusamalt ja mugavamalt täita, eriti targa kodu kontekstis.

Lisaks on mõned arukad peeglid varustatud näotuvastustehnoloogiaga, mida saab kasutada teabe kuvamise kohandamiseks vastavalt kasutajale. See võimaldab peegli kasutamisel isikupärastatud kogemust.

Mohanty jt. lõid oma uurimistöös raames peegli [2], mis on võimeline tajuma selle ees seisja stressitaset. Selline targa peegli rakendamine on vaade tulevikku, näidates meile, kuidas on võimalik peeglit üldise ühiskonna heaolu jaoks ära kasutada.

Eestis on hetkel üks ettevõtte, kust on võimalik osta tarka peeglit, kuid müüdavale mudelile ei saa lisada enda soovitud funktsioone ning hinnad on kallid. Turul olevad peeglid näitavad peamiselt kellaega ning kuupäeva ning õues olevat ilma. Autori soov oli luua enda vajadustele vastav peegel, mis on odavam kui turul olev ning kasutaja vajaduste järgi konfigureeritav.

3 ANALOOGILISED ARENDUSED

Erinevad tootjad pakuvad lahendusi, mida reklaamivad nutipeeglitena. Suurt osa leitud peeglitest ei saa autori tõlgenduse järgi kategoriseerida päriselt targaks või nutipeegliks, nende funktsiooniks on vaid valguse näitamine. Eestis vahendab nutipeegleid üks ettevõtte, Korest OÜ. Kui soovida mudeleid, mida Korest OÜst ei leia, peab tellimuse tegema välismaalt. Välismaalt peeglit tellides lisanduvad peegli hinnale aga transpordikulud ning potentsiaalselt ka tollimaks. Lisaks võivad tarneajad osutada oodatust pikemaks ning peegel võib transpordi käigus vigane saada.

Autor valis välja kolm tarka peeglit, mida võrrelda:

- 1) BVF ADELIG,
- 2) 13.3" Magic Mirror,
- 3) Smart mirror.

Tabel 3.1 Kolme analoogse peegli võrdlus

Parameeter	BVF ADELIG [3]	13.3" Magic Mirror [4]	Smart mirror, silver magic mirror [5]
Mõõdud	600 × 600 × 44 mm	329.5mm x 207.9mm x 22.5mm	600 x 755 x 45mm
Saadavus	Tellimisel, tarne Eestist	Tellimisel, ThePiHut	Tellimisel, smart-mirror.net
Valgustus	LED	Puudub	Valitud mudelil puudub
Eelised	Küte, valgus, õhutamperatuuri ja õhuniiskuse kuvamine	Google Assistant helijuhtimine, puutetundlikkus	Võimalik mängida sisseehitatud kõlarist muusikat, kuvatava informatsiooni muutmine mobiilirakendusest, küte
Parameeter	BVF ADELIG [3]	13.3" Magic Mirror [4]	Smart mirror, silver magic mirror [5]
Puudused	Pole võimalik lisafunktsioone lisada, kuvatakse vaid ilmteade, kellaeg, niiskus ning temperatuur	Väike suurus, puudub valgustus, ostja peab ise peegli seadistama nullist	Odavamal mudelil puudub valgustus, informatsiooni kuvav osa peeglitel väike (diagonaalselt 178 mm)

Tabel 3.1 järg

Parameeter	BVF ADELIG [3]	13.3" Magic Mirror [4]	Smart mirror, silver magic mirror [5]
Hind	279 €	276,5 £ ≈ 322 €	560 €

BVF ADELIG on Eesti edasimüüjalt ostetav nutipeegel, mida toodab Ungari firma BVF Heating Solutions. Korest OÜ müüb peeglit kahes eri mõõdus, 1000 × 600 × 44 mm ja 600 × 600 × 44 mm. Peegli eeliseks on see, et see on köetav ning uduvastane. Muudest nutifunktsioonidest on peegil LED-valgustus ja võimalus kuvada ekraanil toatemperatuuri, õhuniiskust ja ilmatedet. Funktsioonide kontrollimine on võimalik peegliga samas WiFi-võrgus oleva nutitelefoni allalaetavast rakendusest. Peegel mõõdus 600 x 600 x 44 mm kaalub 7,2 kilogrammi, mis on seinale kinnitatava peegli kohta raske ning ei pruugi sobida igasse koju. Peegil on vähe funktsioone, kasutajal ei ole võimalik soovitud funktsioone lisada ning personaalse info võimalus puudub [3].

13.3" Magic Mirror on Waveshare'i toodetud nutipeegel. Peegliga tuleb kaasa õpetus, kuidas seda üles seada ning kuidas lisada funktsioonid, nagu Google Assistant helijuhtimine. Peegel on puutetundlik - selle tundlikkus sõltub operatsioonisüsteemist ja kasutaja ei pea peegli külge ühendama juhtmega hiirt ega klaviatuuri. Peegel on suuruselt väike, osutudes seega selles töös loodava peamiselt meikimiseks kasutatava peegli funktsiooni jaoks ebasobivaks ning lõppkasutaja peab peegli ise üles seadma. Samuti ei ole peegil lisavalgustust LED-ribade või muu samalaadse näol [4].

Ad Notam Hidden Technologies on Ameerika Ühendriikide ettevõtte, kes toodab ning müüb erinevaid peegleid. Autor valis nende veebilehelt võrdluseks mudeli Smart Mirror. Veebilehel on võimalik mugavalt leida endale sobiv lahendus, millele vastavalt kujuneb ka hind. Kui soovida peeglile valgustust ühelt küljelt, lisandub hinnale 130 eurot, tehes mudeli hinnaks 690 eurot. Peegel on köetav ning seetõttu sobilik ka vannituppa, tagades uduvastasuse. Peeglisse on võimalik läbi telefonirakenduse laadida erinevaid lisa, nagu näiteks ilma, liiklusvoo ja voogedastusplatvormide kuvamine ning peeglit saab ühendada ka Amazoni Alexaga. Peeglit ei ole võimalik Eestisse tellida ning selle hind on töös loodavast peeglist kallim. Hind tõuseb veel, kui soovida, et peegil oleks ka valgustus [5].

4 KONSTRUKTSIOON

Peegli tegemiseks on kasutatud kahepoolset peeglit, mis ühelt poolt paistab läbi nagu aken ning teiselt poolt töötab nagu tavaline peegel, peegeldades valgust ning luues seega selle ees olevate asjade ümberpööratud kujutise.

Raam on tehtud erinevate paksustega vineerplaatidest ning peegli sisemuses olevad kinnitused on 3D-prinditud. LED-valgustite ees olev riba on välja lõigatud valkjast pool-läbipaistvast polükarbonaatplaadist. 3D-mudelid on tehtud raalprojekteerimise tarkvaras SolidWorks.

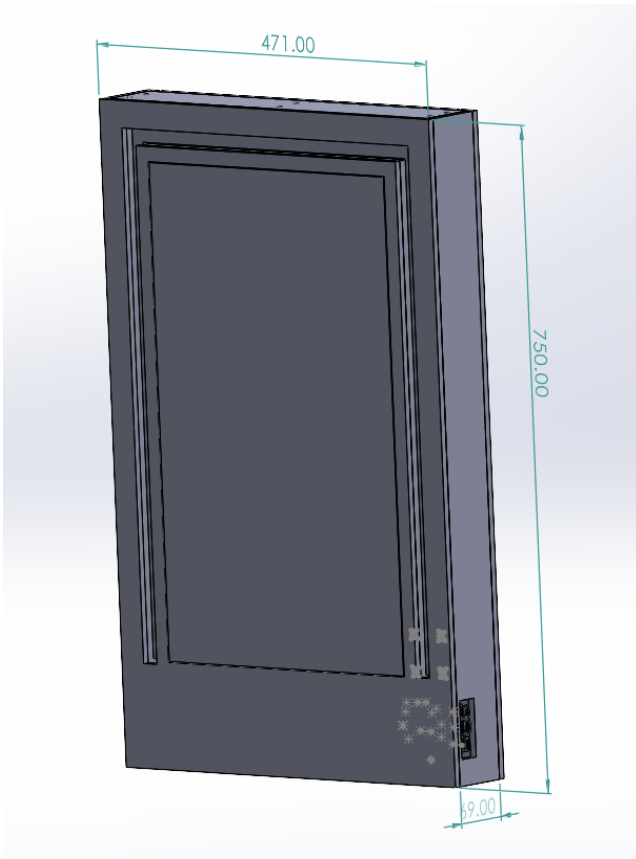
4.1 Raam

Peegli raam koosneb erinevatest kihtidest. Kõik vineerist kihid on lõigatud 100 W CO₂-laserlõikuspingil. Detailide välja lõikamiseks oli vaja 3D-mudelist teha vektorfailid ning valida sobiv laseri võimsus ning liikumiskiirus. Võimsus ning liikumiskiirus erinevad vastavalt materjali paksusele ning tüübile. Kasutatud kolmemillimeetrise vineeri puhul oli võimsus 80 W ja liikumiskiirus 35 mm/s, kaheksamillimeetrise vineeri puhul valiti võimsuseks 100 W ja liikumiskiiruseks 7 mm/s. Hoidmaks ära polükarbonaatplaadi sulamist lõikusel, kasutati võimsust 50 W ja liikumiskiirust 30 mm/s.

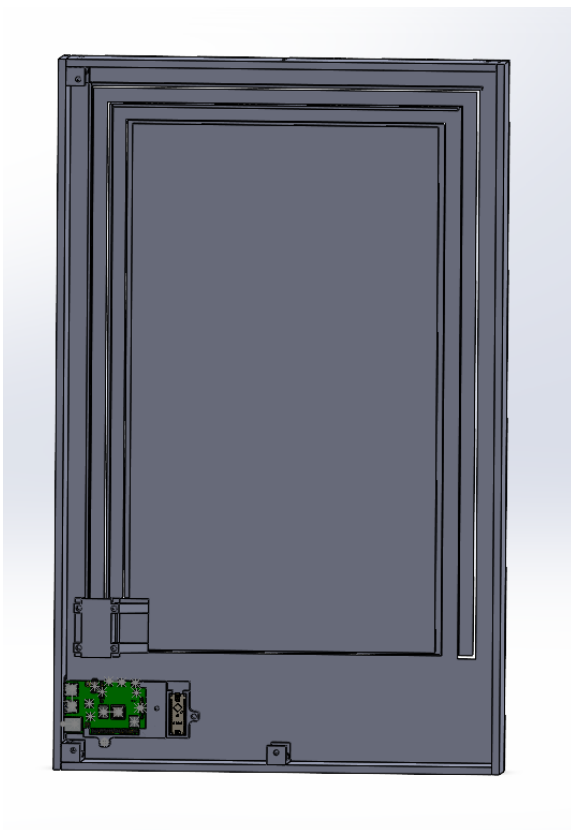
Kõige pealmine kiht on valmistatud kolmemillimeetrisest vineerist, detaili sisse on lõigatud avad LED-valgustite katte ning infrapunaanduri jaoks. Pealmine kiht on alumistega ühendatud M4-tüüpi koonuspea poltidega, mille jaoks tehti poldiavadele ka faasid, et need oleksid kihiga samal tasapinnal.

Ülejäänud kihid peeglis on tehtud kaheksamillimeetrisest vineerist ning nende sisse on samuti jäetud ruum LED-valgustite jaoks.

Mudel (nähtaval joonistel 4.1 ja 4.2) on tehtud skaleeritavaks, et edaspidi saaks seda kasutada ka teistsuguste mõõtudega monitori ning peegli puhul.



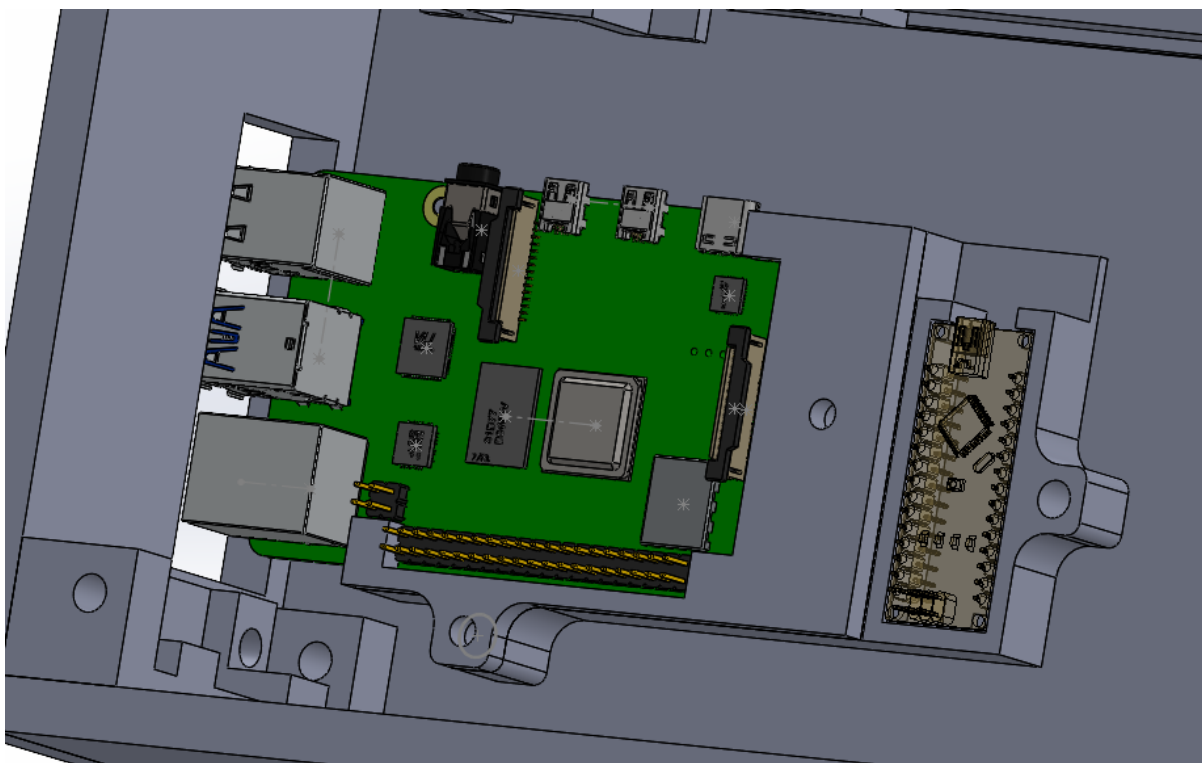
Joonis 4.1 Peegli mudeli eestvaade



Joonis 4.2 Peegli mudeli tagantvaade tagumise plaadita

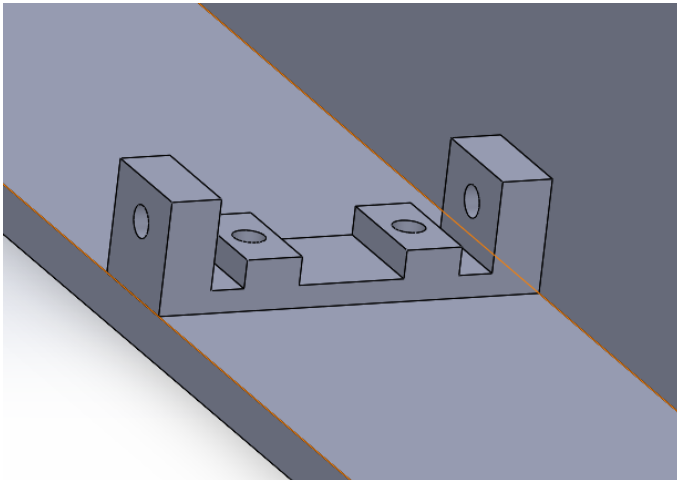
3D-prinditud detailid on prinditud PLA filamendist. Lisaks PLA-le kaaluti ka ASAst tehtud filament. ASA eelised PLA ees on suurem temperatuuritaluvus ning prinditud detailid on löögikindlamad, kuid need ei ole käesoleva töö juures määravad faktorid. PLA pakub paremat prindikvaliteeti ning seda kasutades on lihtsam saada paika sobivat kihi paksust [6]. Filament telliti Ruumik OÜst, kus üks kilogramm ASA filamenti maksis tellimise hetkel 28.90 eurot ning üks kilogramm PLA filamenti maksis 21 eurot [7]. Kuna eelpool loetletud ASA eelised ei ole selle töö puhul määravad ning PLA oli hinnalt odavam, valis autor printimiseks PLA.

Üheks 3D-prinditud detailidest on töös Raspberry Pi ja Arduino Nano hoidik. Hoidik on asetatud peeglist viisil, et USB-pesad ulatuvad peeglist välja. See tagab kasutusmugavuse juhul, kui peaks olema soov peegli koodis muudatusi teha. Kasutajal on nõnda võimalik hõlpsasti peegliga ühendada arvutihiir ning klaviatuur. Mudel on tehtud arvestusega, et ligipääsetavad on Raspberry Pi toitepesa ning Raspberry Pisse on võimalik juhtmeid lisada, ühendades juhtme pesa Raspberry pistikuga. Hoidiku üheks eesmärgiks on hoida ära Raspberry Pi liikumist ning sellega kaasnevat võimalikku juhtmete lahti ühendumist.

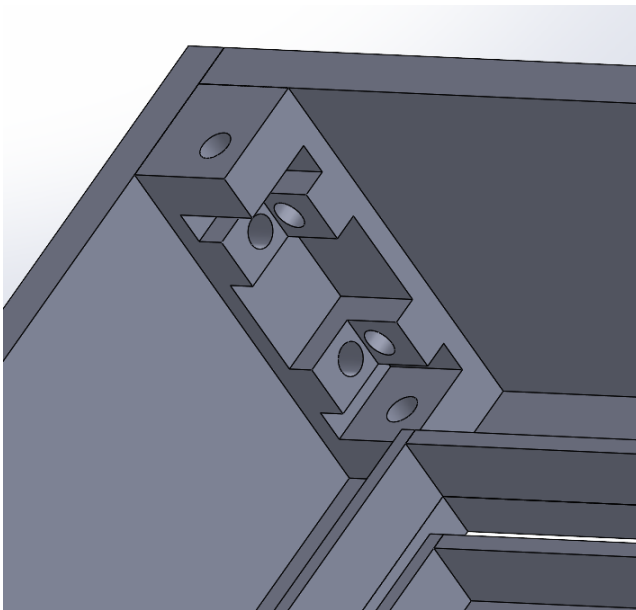


Joonis 4.3 Raspberry Pi ja Arduino Nano hoidik

Lisaks on 3D-prinditud detailid, mis hoiavad koos peegli külgi ja nurki. Detailide puhul on avadesse sisse sulatatud keermestatud messingist muhvid. Muhvide avadesse sistemise jaoks hoiti jootekolvi muhvi vastas, mille järel filament messing soojenedes sulama hakkas, kinnitades muhvi kindlalt avasse. Valminud peegli neljas nurgas on nurgadetail ning iga külje keskel on küljedetail.



Joonis 4.4 Küljedetail



Joonis 4.5 Nurgadetail

4.2 Peegelpind

Peegelpinna lahenduseks oli esmasel testimisel peegelduv kile, mis käitub sarnaselt poolläbipaistvale peeglile. Kile tundus odavam lahendus, kuid juba esimesel testimisel oli aru saada, et see ei anna soovitud tulemust. Kile kortsus ning peegeldatavad esemed

olid moonutatud. Samuti peaks kile puhul kasutama lisaklaasi, mis tuleks töökojas lasta välja lõigata ning mis oleks lisakulu.

Teine katsetatud lahendus oli poolläbipaistev peegel. Nii traditsiooniliste kui poolläbipaistavate peeglite tootmiseks kasutatakse klaasi, millel on kaks eraldi pinda, mis sobivad hõbetamiseks. Esimene pind on esikülje välimine kiht, teine kiht on vahetult klaasi paksuse taga. Traditsiooniliste peeglite puhul kantakse teisele kihile peegeldav metallikiht, näiteks hõbe, tina või nikkel, et peegelklaasi tagakülge täielikult tumedaks muuta. Kogu valgus peegeldub läbi klaasplaadi edasi peegli ees seisvale vaatlejale ja tagantpoolt vaadates ei ole võimalik mingit kujutist näha. Poolläbipaistva peegli tootmisel kantakse aga klaasplaadi esimesele pinnale õhuke metall- või peegeldav akrüülkiht. Otse peeglile eestpoolt vaadates ei näe vaatleja muud kui peegeldunud kujutist, mis ei erine traditsioonilisest peeglist. Peegeldav pind on siiski nii õhuke, et osa valgusest tungib klaasi sisse, selle asemel et peegelduda vaatajale tagasi [8].

Kirjeldatud nähtus aitab peegli taha paigutatud monitorilt peeglile kuvada kujutisi.

Eestis on kaks klaasitöökoda, kes müüvad poolläbipaistvaid peegleid, Klaasisepp OÜ [9] ja Klaas24 OÜ [10]. Ettevõttest Klaas24 OÜ autor pärimise peale pakkumist ei saanud ning seetõttu sai tellitud Klaasiseppa klaasitöökojast kahe erineva paksusega poolläbipaistvaid peegleid: 3 mm ja 6 mm. Testimisel leidis, et peeglipaksusel peegeldumisomadustele silmaga nähtavat mõju polnud, ning ka peegli taga olevalt ekraanilt peeglile kuvatud informatsioon oli mõlema variandi puhul võrdselt nähtav. Seetõttu on peegli jaoks kasutatud 3 mm materjali, vähendades nii ka peegli kogukaalu ning tootmishinda. Autori soov oli, et monitor kataks valitud peegli tagakülge täielikult, et infot saaks kuvada terve peegelduva pinna ulatuses. Tellitud peegli mõõtudeks sai 560 x 335 mm.

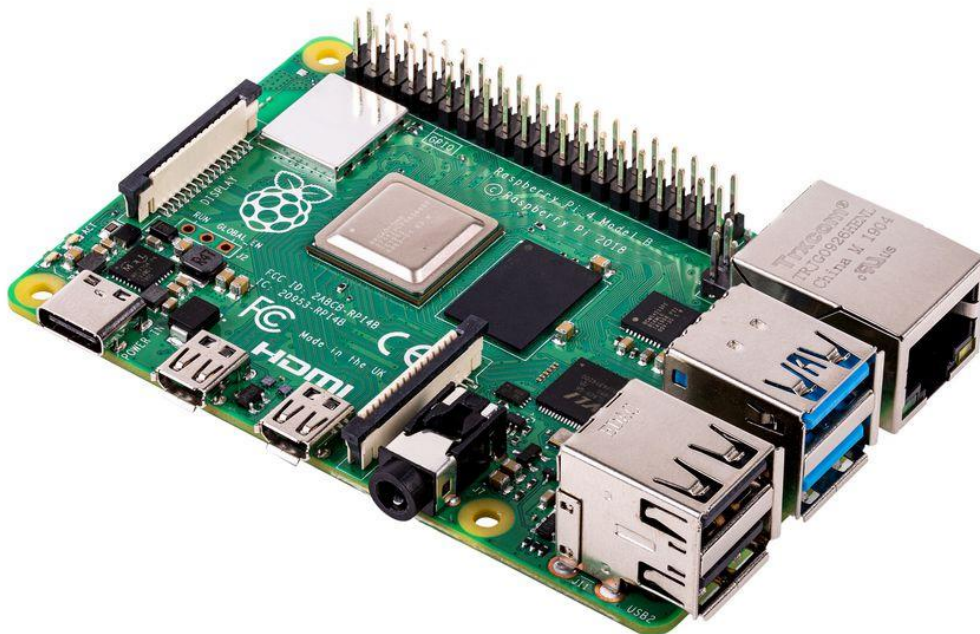
5 JUHTSEADMETE VALIK

5.1 Raspberry Pi 4 B

Peamiseks peegli juhtseadmeks sai valitud mikroarvuti Raspberry Pi 4 mudel B 4GB operatiivmälu. Pegli oleks saanud valmistada kasutades ka väiksema operatiivmälu Raspberry Pi 4 mudelit, aga kuna plaanis oli töö raames lisada ka hääluhitavus, mis nõuab suuremat jõudlust, sai valik tehtud varuga. Raspberry Pi kasuks langes valik, sest peegli põhitarkvara (MagicMirror) on sellega kõige kergemini ühildatav. Raspberry Pile laadis autor peale Raspbian operatiivsüsteemi ning edasised programmeerimisega seotud ülesanded lahendati ühendades Raspberry Pi monitoriga ning kasutades Raspbiani kasutajaliidest.

Tehnilised andmed [11]:

- Protsessor: Broadcom BCM2711, Quad core Cortex-A72 (ARM v8) 64-bit SoC @ 1.5GHz
- Operatiivmälu: 4 GB
- Toide: 5V, 3 A
- GPIO: 40 (füüsilised võimalikud sisendid ja väljundid) viiku



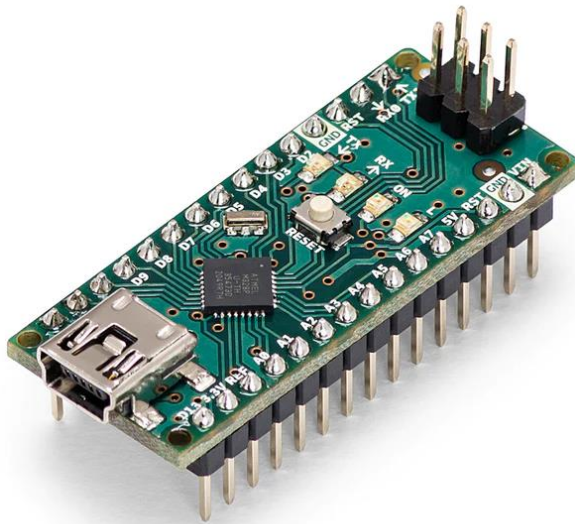
Joonis 5.1 Raspberry Pi 4 Model B [12]

5.2 Arduino Nano

Arduino Nano on teine juhtseade, mis sai valitud, sest see on kompaktne, odav ning kättesaadav. Arduino Nanosse on ühendatud LED-riba. LED-valgusteid saaks ka otse Raspberry Pisse ühendada, aga Arduino Nano lisamine annab võimaluse tulevikus teha peeglile edasiarendusi, nii et sellel on toimiv valgustus ka ajal, kui Raspberry Pi on lahti ühendatud. Samuti on see hea lahendus, juhul kui autor soovib hiljem Raspberry Pid mingi muu projekti jaoks kasutada. Arduino programmeerimiseks kasutati Arduino IDE tarkvara.

Tehnilised andmed [13]:

- Protsessor: ATmega328
- Staatiline suvapöördusmälu: 2 kB
- GPIO: 22 digitaalset viiku, millest 8 analoogi võimekusega
- Toide: 5V



Joonis 5.2 Arduino Nano [13]

5.3 Raspberry Pi 4 ja Arduino Nano omavaheline kommunikatsioon

Suhtlus peeglis kasutatud Raspberry Pi 4 ning Arduino Nano vahel toimub USB-portide kaudu. Arduino kontrollib arendusplaadile laetud koodi abil LED-riba ning saab Raspberry Pi 4-lt informatsiooni PIR-liikumisanduri oleku kohta. Kui PIR-liikumisandur tuvastab inimese kohaloleku, saadab Raspberry Pi Arduino Nanole jadaühendust kasutades

informatsiooni, kas keegi on peegli ees või mitte. Juhul kui kohalolu tuvastatakse, hakkab tööle taimer, mille nulli jõudmisel LED-riba kustub.

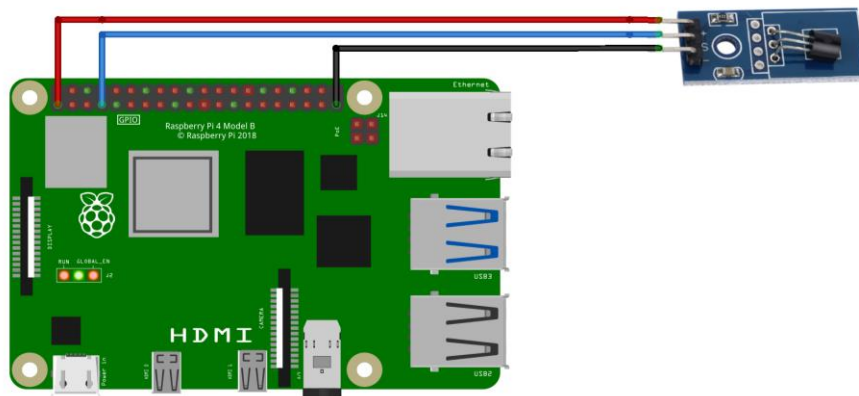
6 ELEKTROONIKAKOMPONENTIDE VALIK

6.1 Ekraan

Peegli informatsiooni kuvamiseks sobib iga ekraan, mida on võimalik Raspberry Pi-ga ühendada. Selles töös on kasutatud arvutimonitori Samsung S24C350H, sest see oli kergelt kättesaadav ning odav [14]. Monitor võeti lahti ja sellelt eemaldati korpus, et saada tulemuseks õhem ekraan ja vähendada seeläbi peegli paksust. Monitor on ühendatud HDMI-pesast Raspberry Pi-ga otse läbi Raspberryl oleva micro-HDMI pesa ning see saab toidet monitoriga kaasa tulnud 14 V / 2.5 A toiteploki. Monitori jäik toitekaabel oli ka põhjuseks, miks lõplik peegel tuli paksem kui algselt planeeritud. Nimelt ei olnud toitekaabli pesa võimalik käsitsi lahti joota väga tihedalt koos asetsevate viikude ning võimaluse, et kuumus monitori juhtplaati kahjustab, tõttu.

6.2 Temperatuuriandur

Peegli temperatuurianduriks on kasutatud OkyStari moodulit DS18B20, mille mõõdetava temperatuuri vahemik ulatub -55-st kuni +125 kraadini Celsius, riistamääramatusega $\pm 0,5$ kraadi Celsius [15]. Valik langes sellele andurile, sest see on mõõtudelt väike, kuid mõõtmistulemus on tavakasutuseks piisavalt täpne. Lisaks on tegu odava mooduliga, mille hind oli vaid 4.5 eurot ning mille ühendamiseks juhtseadmega ei ole vaja kasutada lisasid. Andur töötab pingel 3–5 V, mis sobib Raspberry Pi 4 3.3 V väljundpingega. Moodulit kasutades ei ole vaja lisada takisteid, mida oleks pidanud kasutama valides vaid anduri. Töö lõpptulemuse jaoks on andur mooduliplaadilt lahti joodetud ning juhtmete abil uuesti plaadi külge kinnitatud. Temperatuuriandur ulatub raamist välja, et mõõta toas olevat temperatuuri.

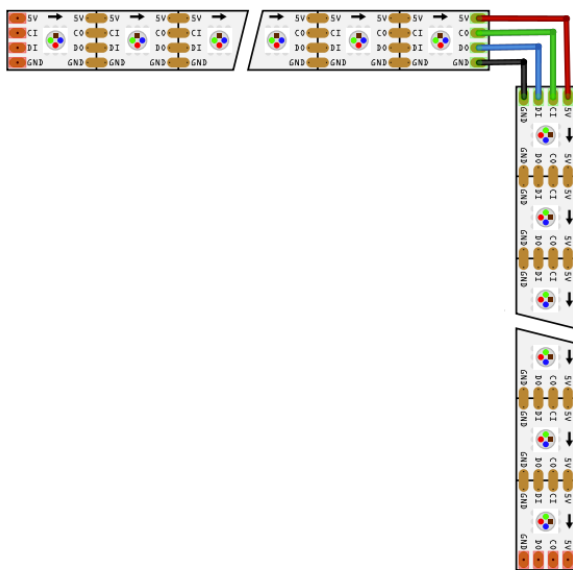


Joonis 6.1 Raspberry Pi 4 ja temperatuurianduri DS18B20 omavaheline ühendus

6.3 Valgustus

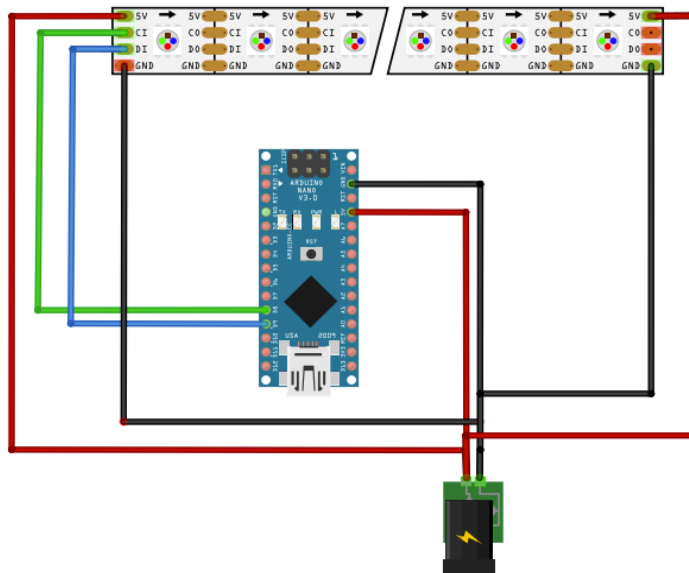
Valmistatud peegli üheks lisafunktsiooniks on valgustus. Kuigi arendatava peegli esmane funktsioon on olla meigipeegel, mis vajab kasutajale optimaalse tulemuse pakkumiseks võimalikult valget valgust, annab APA102 LED-valgustite kasutamine võimaluse soovi korral tulevikus valgust muuta, pakkudes võimalust dekoratiivseks värviliseks valguseks [16]. LED-valgustid on eraldi programmeeritavad ja koodi kirjutades on võimalik iga LED-valgustit eraldi adresseerida.

Valitud LED-riba saab poolitada, mis teeb selle kasutamise nurkadel lihtsaks – riba tuleb vaid soovitud kohast katki lõigata ning seejärel joota kahele nurgale jäävale ribatükile külge ühendavad juhtmed.



Joonis 6.2 APA102 LEDide nurgäühendus

LED-valgustid vajavad Raspberry PI 4-ga sama sisendpinget – 5 volti, mis teeb nende ühendamise vooluvõrku lihtsaks. Toidet antakse mõlemasse LED-valgusti otsa, et tagada ühtlane valgustugevus tervele jadale. LED-valgustid töötavad 5V loogikaga ning ühenduvad Arduino Nanosse [16].



Joonis 6.3 Arduino Nano, APA102 LED riba ning toiteallika omavaheline ühendus

6.4 Liikumise tuvastamine

Algselt oli plaanis lisada peeglile ka kaks ultraheli moodulit, millega tuvastada kohalolu ning mille abil saaks peegli funktsioone käeviibutusega juhtida. Ultrahelisensorid töötavad järgmisel põhimõttel: sensor saadab välja teatud sagedusel helilaine ning kuulab seejärel hetke, mil helilaine mingilt objektilt tagasi põrkab. Valitud ultraheli mooduli, HC-SR04+ töötamisdistants (*ranging distance*) on 2400 cm [17].



Joonis 6.4 Ultraheli moodul HC-SR04+ [17]

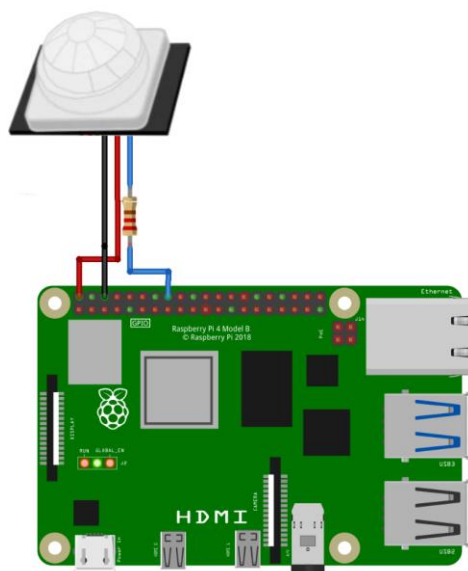
Lõppfaasis seda peeglile aga ei paigutatud, sest käeviibutuse registreerimiseks oleks vaja kahte andurit, mille abiga saaks tuvastada, kas käsi liikus näiteks paremalt vasakule või vasakult paremale. See funktsioon ei osutunud vajalikuks.

Inimese kohalolu peegli ees tuvastab prototüüp-pegelis infrapuna liikumisandur. Valitud mudeliks sai SEN0018, mis on võimeline tuvastama liikumist seitsme meetri pealt ning 110-kraadisest vaatenurgast [18]. Andur on ühendatud Raspberry Pi 4 külge, kuid sellelt

loeb infot ka Arduino Nano. Raspberry Pi 4-le on kirjutatud kood, mis lülitab peegli teatud aja tagant (näiteks 10 minutit) välja, kui liikumist pole tuvastatud. Samuti kuvatakse aeg, mis on kustumiseni jäänud ekraanil. LED-valgustite puhul kehtib sarnane loogika – kui andur tuvastab liikumise, saadetakse läbi Raspberry Arduinole signaal, mille tagajärjel Arduino Nano LED-valgustid sisse lülitab. Kui liikumist enam teatud ajavahemikus ei tuvastata, kustutatakse LED-valgustid.



Joonis 6.5 Infrapuna liikumisandur SEN0018 [18]



Joonis 6.6 Raspberry Pi 4 ja liikumisanduri SEN0018 omavaheline ühendus

6.5 Mikrofon

Autori soov oli lisada Raspberry Pi 4 külge ka mikrofon, millega peeglit hääljuhtida. Valitud mikrofon mudeliks sai SunFounderi Mini USB 2.0 mikrofon, mille saab ühendada otse USB pessa [19]. Mikrofon on suuruselt väike ning Raspberry Pi oli kohe peale ühendamist võimeline selle olemasolu tuvastama. Ettevõtte kodulehele jäetud arvustuses on soovitatud muuta *alsa-utils* paketi abil mikrofon omadusi, mida autor ka tegi. Pakett tuli GitHubist installeerida, pärast mida sai käsurealt omadusi modifitseerida [20]. Testimisel selgus, et mikrofon ei ole peegli jaoks ka muudetud omadustega siiski piisava tundlikkusega. Seistes peeglist meetri kaugusel, ei suutnud mikrofon heli arusaadavalt analüüsida. Uue mikrofon tellimiseks ei jätkunud piisavalt aega. Seetõttu otsustas autor mikrofon töö kirjeldatava peegli versioonist välja jätta.

7 TOITESÜSTEEM

Peegli sisuks oleva ekraani, Raspberry, Arduino ning LED-valgustite toitmiseks on kasutatud kahte erinevat toiteplokki. Üks neist on DC 5V, 10 A toiteplokk, mis toidab Raspberryt, LED-valgusteid ning Arduino. Toiteplokk valiti LED-valgustite järgi, sest need on kõige suuremad voolutarbijad. Lisaks on jäetud ka varu, et toiteplokk ei töötaks kogu aeg maksimaalsel võimsusel.

LED-valgustid tarbivad 18 W ühe meetri kohta ning peegli jaoks on kasutatud 1,5 meetrit valgusteid.

$$I = P / V,$$

kus I - voolutugevus, A,

P - võimsus, W,

V - pinge, V.

$$I = 27 \text{ W} / 5 \text{ V} = 5,4 \text{ A}$$

1,5 meetrit LED riba tarbib 5,4 ampri voolu.

Raspberry Pi tarbib maksimaalselt kolm ampri voolu. Arduino Nano tarbib 19 milliamprit voolu. Monitori toitev toiteplokk tuli sellega kaasa ning annab välja pinget 14 volti, mistõttu ei saaks seda kasutada ka muude komponentide toitmiseks.

Kasutajamugavuse jaoks oli juba peeglit kavandades teada, et vooluvõrku ühendamiseks peaks kasutajal olema võimalus kasutada ainult ühte pistikut. Toiteplokkid ühendati vahetult enne pistikut jootmisega ning toiteplokkid paigutati raami sisse.



Joonis 7.1 Toiteplokkide ühendus

8 PROGRAMMEERIMINE

8.1 MagicMirror ja kasutatud lisamoodulid

Töös kasutatav MagicMirror raamistik on JavaScriptil põhinev avatud lähtekoodiga platvorm digitaalsete peeglite ehitamiseks. See võimaldab kasutajatel luua kohandatud kasutajaliideseid, mis võivad kuvada sellist teavet nagu kellaaeg, ilm, uudised ja mistahes muud liiki andmeid või sisu. MagicMirror on loodud kasutamaks Raspberry Pi ja kasutab kasutajaliidese loomiseks Node.js-i ja Electroni [21].

Kui peeglile on installeeritud MagicMirror raamistik, saab sellele lisada erinevaid mooduleid. Mõned põhilised moodulid, nagu primitiivsem kell ja kalender, tulevad raamistikuga kaasa, kuid internetist on leitavad ka kasutajate poolt loodud mooduleid, millega oma peegli funktsioone isikupärastada.

Järgnevalt tutvustab autor mooduleid, mida töös arendatud peeglis on kasutatud.

MMM-Jast on minimalistlik moodul aktsiahindade kuvamiseks, mis kasutab Yahoo Finance APIt, et koguda pidevalt aktsiate väärtusi. Moodulisse saab lisada indekseid ja krüptovaluutasid. Kasutajad saavad ise määrata neid huvitavaid aktsiaid ning moodul ei nõua kasutamiseks API võtit. Moodulit saab konfigurida kuvamiseks dünaamilist nimekirja või staatilist nimekirja vertikaalselt või horisontaalselt [22]. Töös on kuvatud peeglile horisontaalne dünaamiline nimekiri, kuhu on lisatud töö autorit huvitavad aktsiad ning krüptovaluutad (Bitcoin, Tallinna Kaubamaja, Unity). Kuvatakse börsinimetust ning praegust hinda, millele on lisatud tõusu või languse protsent.

MMM-Remote-Control on MagicMirrori moodul, mis võimaldab kasutajatel juhtida oma MagicMirrorit nutitelefoniga. See töötab, ühendudes MagicMirroriga kohaliku võrgu kaudu ja kasutades MagicMirrori juhtimiseks mobiilisõbralikku veebiliidest. See võimaldab kasutajatel kontrollida, milliseid mooduleid näidatakse, reguleerida peeglisoleva ekraani heledust ja kirjutada kohandatud käsked, et juhtida muid MagicMirrori aspekte [23]. Töös on seda moodulit kohandatud kasutamaks ka YouTube'i videote kuvamiseks. Kasutajal on võimalik veebiliidesesse sisestada soovitud YouTube'i video internetiaadress, pärast mida peegel seda näitab. Peegli külge on liimitud NFC kleebis, mis on suunatud veebilehele, millel MMM-Remote-Control jookseb. See tagab kasutajamugavuse, sest kasutaja saab telefoniga kleebist puudutades liikuda otse veebilehele, kust peeglit juhtida saab.

MMM-PIR-Sensor-Lite on MagicMirrori moodul, mis tuvastab liikumist passiivse infrapunaanduri abil. Moodulit saab kasutada ekraanile teatiste või hoiatuste kuvamiseks, kui tuvastatakse liikumine [24]. Töös on moodulit kohandatud, kuvades ekraanile aeg, millal viimati liikumine tuvastati. Kui taimer lõppedes ei ole uut liikumist tuvastatud, lülitatakse ekraan välja. Ekraan lülitub uuesti sisse, kui tuvastatakse uus liikumine.

Moodul `MMM-weatherforecast` on võimeline kuvama päevast või iganädalast ilmaprognoosi. See näitab temperatuuri, tuulekiirust, õhuniiskust, vihma tõenäosust ja ilmastikutingimusi. Moodul on kohandatav ja seda saab konfigurereida nii, et see näitaks prognoosi tüüpi, kuvatavate päevade arvu, kasutatavaid ühikuid ja kasutatavat keelt. Moodulile on võimalik lisada ka taustapilt. `MMM-weatherforecast` moodul töötab `OpenWeatherMapi` abil ja vajab toimimiseks kasutaja isiklikku API-võtit ning asukoha koodi [25].

`MMM-calendar` on `MagicMirror'i` moodul, mis kuvab käimasoleva kuu kalendrit. Moodulit saab konfigurereida nii, et see näitaks kas kogu kalendrit või ainult käimasoleva päeva sündmusi. Moodulit saab seadistada näitama endale huvipakkuvat kalendrit, tingimusega, et see on avalik kalender [26]. Töös on lisatud moodulisse autori `Google Calendar` ning peeglile kuvatakse lähima kolme päeva sündmused.

`MMM-Spotify` on moodul, mis laseb inimestel näha, mis laul parasjagu `Spotify` rakenduses mängib. Moodulit saab seadistada näitama ka albumikaanel olevat pilti. Mooduli kasutamise jaoks peab tegema oma `Spotify` rakenduse, mis ühendatakse mooduliga [27]. Käesoleva töö raames valminud peegli jaoks programmeeriti moodul peeglit kaduma, kui kasutaja parasjagu `Spotify`st laule ei kuula.

`MMM-temp-ds18b20` on `MagicMirror'i` moodul, mis võimaldab kasutajatel jälgida `DS18B20` temperatuuriandurite näitu. Moodul on võimeline lugema temperatuure korraga mitmelt andurilt ja kuvama neid graafikus või tabelis peeglil. Samuti toetab see temperatuurinäitude uuendamise sageduse ja maksimaalse temperatuurivahemiku kohandamist vastavalt kasutaja vajadusele. Mooduli installeerimiseks tuleb leida kasutatud temperatuurianduri identifitseeriv number läbi terminalikäsu `find/sys/bus/w1/devices/ -name "28-*"`. Leitud identifitseeriv number tuleb lisada peamisesse konfiguratsiooni faili, et peegel oskaks sellelt temperatuuri lugeda ning kuvada. [28] Töö raames on kasutatud ühte temperatuuriandurit, mistõttu tegi autor muudatusi `CSS-` ning `JS-`failides, et kuvataks vaid ühe anduri temperatuur.

`MMM-Awesome-Alexa` on `MagicMirror'i` moodul, mis võimaldab juhtida peeglit `Amazon Alexa` abil. Moodul võimaldab paluda `Alexal` näidata erinevaid mooduleid, muuta nende asendit ja suurust ning juhtida muid `MagicMirrori` funktsioone. Samuti saab `Alexalt` küsida teavet, näiteks ilmateadet ja uudiseid. Mooduli kasutamiseks on vaja seada läbi Amazoni kasutaja üles uus oskus (*AWS skill*), mis tuleb lisada peegli konfiguratsioonifaili [29]. Mooduli juhend oli vananenud ning loodud oskus ei töötanud ootustele vastavalt. Lisaks oli probleemiks tellitud mikrofoni kvaliteet, mis ei olnud võimeline tuvastama häälkäsklusi.

8.2 Raspberry Pi ja Arduino Nano omavahelise suhtluse programmeerimine

Arduino Nano peale on laetud kood, mis vastavalt saadud sõnumile lülitab peeglit ümbritsevad tuled välja või sisse. Sõnum saadetakse, kui Raspberry Pi tuvastab passiivse infrapunaanduri kaudu liikumist. Arduino pool on konfigureeritud kaks erinevat tuled võimalust – valge, mida saab kasutada meigipeegli jaoks ning värviline, millel on dekoratiivne eesmärk. Skript, mis saadab sõnumi, on Raspberry Pil kohandatud tööle minema kohe, kui mikrokontroller voluvõrku ühendatakse, ning jookseb taustal terve tööl oleva aja. Saadetava sõnumi sisuks on arvud 0, 1 ja 2, 3, kus 0 ja 1 on seotud valge valgusega ning 2 ja 3 värvilisega. Arduino arvestab saadud sõnumiga ning reageerib vastavalt. Arduino koodi on lisatud *while* tsüklid, mille abil lähevad LED-valgustid põlema sujuvalt ükshaaval.

9 TULEMUSED

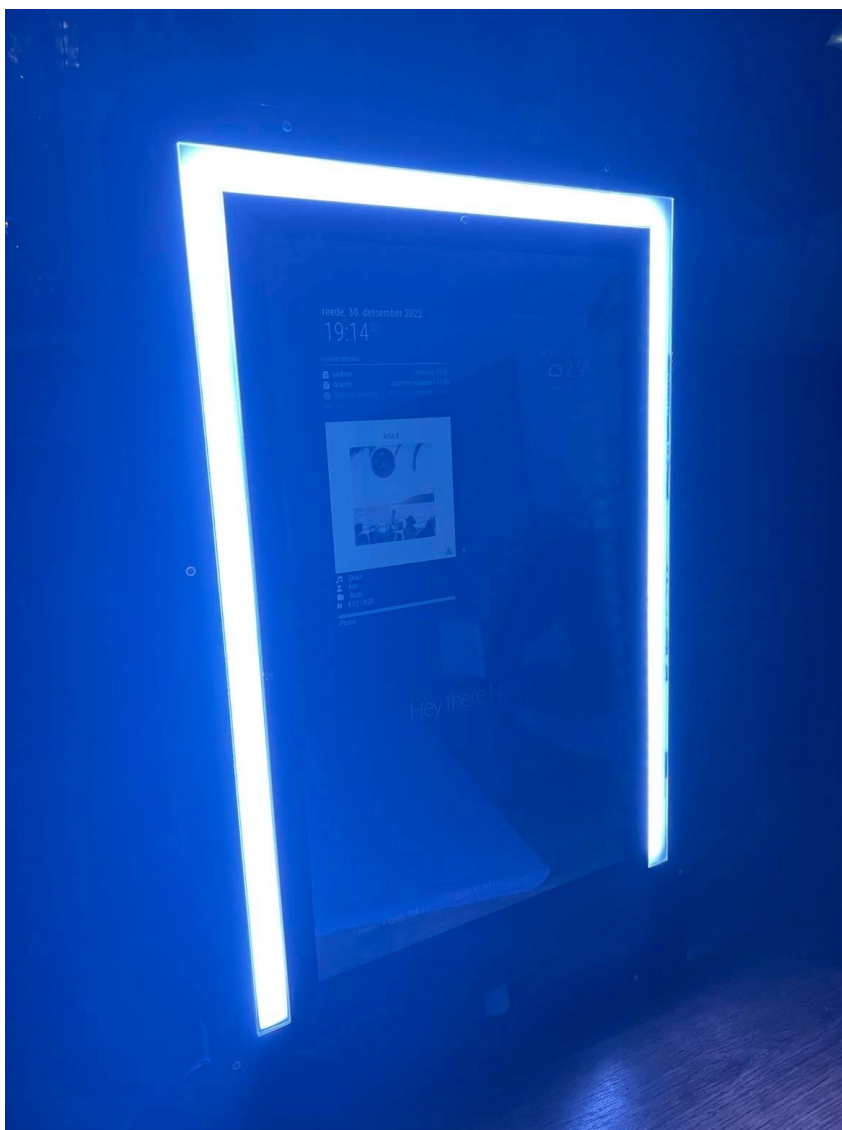
Lõputöös püstitatud eesmärk luua tark peegel sai täidetud. Peegel on komplekteeritud ning pakub kasutajale interaktiivsust ning kuvab tema isiklikku infot, nagu kalender ning kodukoha ilm. Samuti on peegel võimeline lugema toatemperatuuri ning seda kasutajale kuvama.

Peegel ei ole hääljuhitav, nagu oli algselt plaanis. Põhjuseks mikrofoni sobimatus ning probleemid koodi integreerimisel.

Valgustus on sobiv meigipeegli funktsiooni täitmiseks ning nii peegel kui valgustus lülituvad sisse, kui tajutakse inimese kohalolu peegli ees. Peegel tuli disainilt autori hinnangul robustsem ning paksem kui plaanitud, mis on tingitud monitori toitekaabli sobimatuses peegli jaoks.



Joonis 9.1 Valmistatud peegel valgustuseta



Joonis 9.2 Valmistatud peegel valgustusega

10 KULUARVESTUS

Tabel 10.1 Kuluarvestus

Komponent	Hind (€)
Raspberry Pi 4	100
Ekraan ja selle toitekaabel	20
Ultraheli moodul (2 tk)	9
Infrapuna liikumisandur	5,6
Salapeegel	16,62
Peegelkile	8,38
Arduino Nano	18,46
Filament	21
Lähiväljaside kleebis	2
Toiteplokk	17,1
LEDid	28,33
Vineer	39,60
Pleksiklaas	34,73
Juhtmed	5
Termokahanev rüü	2
Mikrofon	8
Kogusumma	335,82

Tegemist on esimese prototüübiga, mistõttu on kuluarvestusse sisse arvestatud ka komponendid, mis tegelikult kasutusse ei läinud ning olid kasutusel vaid testimisel (näiteks peegelkile). Osad komponendid on ostetud varuga. Näiteks ostetud LED-ribast ja filamendist jätkuks kolme samalaadse peegli valmistamiseks ning ostetud vineerist ja pleksiklaasist jätkuks kahe samalaadse peegli valmistamiseks. Kuluarvestuses on vaid füüsiliste toodete summad. Kui tegeleda peegli tootmisega müügiks, peaks lisaks arvestama ka töötunde.

Valminud peegli hind tuli suurem kui autor arvas. Samas on valminud peeglil funktsioone, mida odavamatel turul olevatel tarkadel peeglitel pole ning võrdluses samalaadsete funktsioonidega peeglitega on hind odavam, mis oli ka üks eesmärke.

11 EDASISED TEGEVUSED

Lõputöös sai lahendatud peamine ülesanne, kuid autori silmis on palju võimalusi edasiarenduseks. Peamiseks edasiseks tegevuseks on hääljuhtimise edukas tööle saamine, et peegel oleks lõppkasutajale veelgi mugavam. Selle tarvis otsib autor erinevaid variante mikrofonidest, mille saaks Raspberry Piga ühendada. Kui leitakse sobiv mikrofon, saab peeglile arendada ka võimaluse häältuvastuseks, mis näitab vastavalt tuvastatud kasutajale tema isiklikku kalendrit.

Teine edasiarendus oleks välimuse täiustamine. Peegli paksuse vähendamiseks näeb autor kahte varianti: leida lahtijoodetava või allasuunatud toitekaabliga kuvar. Lisaks on autoril lõputöö valmimise hetkest alates võimalus kasutada vesilõikust, mille abil saaks klaasitöökojast tellitud peeglit vormida ning teha versioon, millel eestpoolt nähtavad vineerist ääred puuduvad. Võimalus teha erilisemat kuju aitab potentsiaalselt kaasa peegli sobitumisele erinevate eluruumidega.

Autori soov oleks vahetada välja ka valgustuse ees kasutatud polükarbonaatplaat ja asendada see vähem läbipaistva variandiga.

Kasutatud toatemperatuuri andmeid on plaanis edasiarendusel talletada andmebaasi ning selle põhjal saaks teha otsuseid toatemperatuuri reguleerimise kohta, ühendades see elektriradiaatori nutika pistikuga.

KOKKUVÕTE

Lõputöö põhieesmärk oli valmistada tark peegel. Selleks püstitati mitu lahendamist vajavat väiksemat eesmärki. Nendeks olid sobiva konstruktsiooni loomine, sobiva juhtsüsteemi valimine, üldine sobivate elektroonika komponentide valimine, peegli füüsiline valmistamine, programmeerimine, funktsioonide testimine. Töö autor täitis endale püstitatud eesmärgid.

Sobiva konstruktsiooni loomisel loodi mudelid nii raamile kui raami sisse kinnituvatele komponentidele. Raam koosneb eri kihtidest, millest igal on oma eesmärk. See on valmistatud peaosas vineerist ning LED-riba ees on kasutatud polükarbonaati. Raami hoiavad koos M4-poldid, mis kinnituvad 3D-prinditud detailidesse sulatatud keermestatud muhvide sisse. Peegli sees on hoidik, mis hoiab Raspberry Pi ja Arduino Nano paigal, vältimaks juhtmete võimalikku lahtiühendumist.

Juhtsüsteemiks kasutati töös Raspberry Pi 4B+ mudelit ning Arduino Nano. Raspberry Pi osutus valituks, sest kasutatud MagicMirror tarkvara ühildub sellega kõige paremini. Arduino Nano juhib LED-riba kontrolliv kood. Omavahel suhtlevad Arduino Nano ja Raspberry Pi jadaühenduse abil. Muudest elektroonikakomponentidest kasutati töös SEN0018 infrapuna liikumisandureid, mille abil kontrollitakse, kas peegli ees on liikumist nähtud ning vastavalt saadud infole lülitatakse peegel ning valgustus sisse ja käivitatakse taimer. Taimeri nulli jõudmisel lülitatakse peegel ning valgustus välja. Töös on kasutatud temperatuuriandurit DS18B20, mis kogub infot toatemperatuuri kohta ning kuvab selle peeglile.

Programmeerimisel kasutati MagicMirror raamistikku, mis on valmistatud peegli põhiliseks programmiks. Samuti kasutati mooduleid, mis kuvavad kasutaja valitud aktsiahindu, ilmateadet Tartus ja isiklikku kalendrit. Moodulitega on integreeritud ka infrapuna liikumisandur ning temperatuuriandur. Temperatuuriandur kuvab kasutajale parasjagu toas olevat temperatuuri. Kasutajal on võimalik peeglil kuvatavat infot muuta läbi veebilehe, kuhu pääseb puudutades telefoniga peegli küljes olevat lähiväljaside klepsu.

Lõputöö raames valmis tark peegel, mis sisaldab autorile vajalikke funktsioone. Edasised tegevused hõlmavad endas edasiarendusi peegli välimuses ning hääljuhtimise lisamist.

SUMMARY

With the emergence of the Internet of Things, many are thinking of improving every-day objects in their homes. The main aim of the thesis was to develop a smart mirror, for which a number of smaller objectives were set. These were the creation of a suitable design, the selection of a suitable control system, the selection of suitable electronic components, the physical manufacturing of the mirror, programming, and testing of the functions. The author of the thesis fulfilled the objectives set for herself.

In order to create a suitable design, models were created of both the frame and the components to be mounted in the frame in Solidworks. The frame is composed of different layers, each with its own purpose. The frame is mainly made of plywood with polycarbonate being used in front of the LED strip. The frame is held together by M4 bolts, which are fixed in threaded sleeves fused into the 3D printed parts. Inside the mirror is a 3D printed bracket that holds the Raspberry Pi and Arduino Nano in place to avoid possible disconnection of wires.

For the control system, a Raspberry Pi 4B+ model and an Arduino Nano were used. The Raspberry Pi was chosen because it is the most compatible with the MagicMirror software used. The Arduino Nano runs the code that controls the LED strip. The Arduino Nano and the Raspberry Pi communicate with each other using a serial connection. Among the other electronic components, a SEN0018 infrared motion sensor was used to check for motion in front of the mirror. If motion is detected, the mirror and lighting will be switched on and a timer will be started. When the timer reaches zero, the mirror and the lighting are switched off. A DS18B20 temperature sensor is used, which collects information on the room temperature and displays it on the mirror.

The programming was done using the MagicMirror framework, which is made to be the mirror's main program. Modules were also used to display user-selected stock prices, the weather in Tartu and a personal calendar. The infrared motion sensor and the temperature sensor are also integrated with the modules. The temperature sensor displays the current room temperature to the user. The user can change the information displayed on the mirror through a web page, which can be accessed by touching the Near-Field Tag glued to the side of the mirror with a smartphone.

This thesis has produced a smart mirror that includes the features the author needs. Future activities will include further improvements to the appearance of the mirror and the addition of voice control.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

- [1] S. Sahana, M. Shraddha, M. P. Phalguni, R. K. Shashank, C. R. Aditya, and M. C. Lavanya, "Smart mirror using raspberry pi: A survey," *2021 5th International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC)*, 2021, doi: 10.1109/iccmc51019.2021.9418408. Kasutatud: 03.01.2023.
- [2] L. Rachakonda, P. Rajkumar, S. P. Mohanty, and E. Kougianos, "IMirror: A smart mirror for stress detection in the IOMT framework for advancements in Smart Cities," *2020 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2)*, 2020, doi 10.1109/ISC251055.2020.9239081. Kasutatud: 03.01.2023.
- [3] Korest OÜ. *Adelig 350W - Nuti Peegel - Korest - Infrapuna Põrandaküte*. [www] <https://korest.ee/product/bvf-adelig-350w-nuti-peekel/>. Kasutatud 03.01.2023.
- [4] PiHut. *13.3' Magic mirror (with built-in raspberry pi 3A+)*. [www] <https://thepihut.com/collections/raspberry-pi-kits-and-bundles/products/13-3-magic-mirror-with-built-in-raspberry-pi-3a>. Kasutatud 03.01.2023.
- [5] Ad Notam. *SMART MIRROR - Smart Mirror*. [www] <https://www.smart-mirror.net/store/products/smart-mirror>. Kasutatud 03.01.2023.
- [6] S. Hermann, "Comparing Pla, Petg & Asa - feat. Prusament, CNC Kitchen", 03.02.2020. [www] <https://www.cnckitchen.com/blog/comparing-pla-petg-amp-asa-feat-prusament>. Kasutatud: 03.01.2023.
- [7] RUUMIK. *eSun PLA+ 1.75mm 1kg Black*. [www] <https://ruumik.ee/toode/esun-pla-1-75mm-must/>. Kasutatud: 03.01.2023
- [8] M. Pollick, "How does a two-way mirror work?," *EasyTechJunkie*, 03.12.2022. [www] <https://www.easytechjunkie.com/how-does-a-two-way-mirror-work.htm>. Kasutatud: 03.01.2023.
- [9] Klaasissepa OÜ. *Salapeegel*. [www] <https://klaasissepa.ee/tootekataloog/salapeegel/>. Kasutatud: 03.01.2023.
- [10] Nikomont OÜ. *Salapeegel*. [www] <https://klaas24.ee/product/salapeegel/>. Kasutatud: 03.01.2023.
- [11] Raspberry Pi Foundation. *Raspberry pi 4 model B specifications*. [www] <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-4-model-b/specifications/>. Kasutatud: 03.01.2023.
- [12] Elfa Distrelec OÜ. *Raspberry Pi 4*. [www] <https://www.elfadistrelec.ee/et/raspberry-pi-5ghz-quad-core-2gb-ram-raspberry-pi-pi4-model-2gb/p/30152780>. Kasutatud: 03.01.2023.

- [13] Arduino. *Arduino Nano*. [www] <https://store.arduino.cc/products/arduino-nano>. Kasutatud: 03.01.2023.
- [14] Samsung. *Samsung S24C350H*. [www] <https://www.samsung.com/us/business/support/owners/product/sc350-series-s24c350h/>. Kasutatud: 03.01.2023.
- [15] Okystar. Digital DS18B20 Temperature Sensor Temperature Detection Module For Arduino. [www] <https://www.okystar.com/product-item/ds18b20-temperature-digital-temperature-sensor-oky3065/>. Kasutatud: 03.01.2023.
- [16] LED-valgustid. [www] https://www.aliexpress.com/item/32969463242.html?spm=a2g0o.order_list.0.0.3cd11802jGdIZu. Kasutatud: 03.01.2023.
- [17] HC-SR04 Ultraheli moodul. [www] <https://www.electroschematics.com/hc-sr04-datasheet/>. Kasutatud: 03.01.2023.
- [18] Farnell. *SEN0018 Infrapuna liikumisandur*. [www] <https://ee.farnell.com/dfrobot/sen0018/digital-infrared-motion-sensor/dp/2946113>. Kasutatud: 03.01.2023.
- [19] SunFounder. *Mini USB 2.0 Microphone*. [www] <https://www.sunfounder.com/products/mini-usb-microphone>. Kasutatud: 03.01.2023.
- [20] Alsa-Project. *Alsa-project/ALSA-utils*, Github. [www] <https://github.com/alsa-project/alsa-utils>. Kasutatud: 03.01.2023
- [21] Magicmirror² documentation, *MagicMirror² Documentation*. [www] <https://docs.magicmirror.builders/>. Kasutatud: 03.01.2023.
- [22] J. Litzemberger, "MMM-Jast", [www] <https://github.com/jalibu/MMM-Jast>. Kasutatud: 03.01.2023.
- [23] E. Holzweissig, "MMM-Remote-Control", [www] <https://github.com/Jopyth/MMM-Remote-Control>). Kasutatud: 03.01.2023.
- [24] Grenagit. *MMM-PIR-Sensor-Lite*. [www] <https://github.com/grenagit/MMM-PIR-Sensor-Lite>. Kasutatud: 03.01.2023.
- [25] J. Hartgraves, MMM-weatherforecast, [www] <https://github.com/jharttech/MMM-weatherforecast>). Kasutatud: 03.01.2023.
- [26] *calendar*. "Calendar | MagicMirror² Documentation". [www] <https://docs.magicmirror.builders/modules/calendar.html>. Kasutatud: 03.01.2023.

[27] Skuethe, *MMM-Spotify*. [www] <https://github.com/skuethe/MMM-Spotify>. Kasutatud: 03.01.2023.

[28] Thlb, *sMMM-temp-ds18b20*. [www] <https://github.com/Thlb/MMM-temp-ds18b20>. Kasutatud: 03.01.2023.

[29] D. Miu, [www] <https://github.com/dolanmiu/MMM-awesome-alexa>. Kasutatud: 03.01.2023