

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Infotehnoloogia teaduskond

Lana Teras 178944IACB

AUTOMAATNE LEMMIKLOOMA SÖÖTJA

Bakalaureusetöö

Juhendaja: Andres Rähni
Tehnikateaduste
magister

Tallinn 2020

Autorideklaratsioon

Kinnitan, et olen koostanud antud lõputöö iseseisvalt ning seda ei ole kellegi teise poolt varem kaitsmisele esitatud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on töös viidatud.

Autor: Lana Teras

13.04.2020

Annotatsioon

Paljudel inimestel on kodus lemmikloomad ja loomulikult toovad nad nende omanike ellu teatud muudatusi. See on eriti märgatav, kui lemmikloomad tunnevad end halvasti. Enamik omanikke seisab silmitsi oma lemmikloomade rasvumise ja ülekaaluga. Õige toitumise korral oleks võimalik neid probleeme vältida, kuid omanikud ei saa mingil põhjusel sobivat toitumiskava järgida.

Antud töö eesmärgiks on välja töötada automaatne lemmiklooma söötja, mida lemmikloomaomanikud saavad kasutada oma lemmikloomade toitumise kontrollimiseks ning, millel oleks keskmine või madal turuhind.

Tulevase söötja kujundus ja joonis joonistatakse programmis Solid Works. Programm, mille abiga hakkab söötja töötama on arendatud Arduino IDE tarkvaras. Edasiseks arendamiseks, mis on seotud Wi-Fi mooduli toimimisega, loodi veebileht, mille kirjutamiseks kasutati veebikeskonda JSFiddle.

Valitud lahenduste ja elektriliste komponentide töökindluse testimiseks loodi esialgne prototüüp, mis sai püstitatud ülesannetega hakkama.

Lõputöö on kirjutatud eesti keeles ning sisaldab teksti 21 leheküljel, 5 peatükki, 14 joonist ning 2 tabelit.

Abstract

Automatic Pet Feeder

Many people have pets and, of course, they make some changes in the lives of their owners. This is especially noticeable when pets feel unwell. Most owners face the problem of obesity and overweight in their pets. With proper nutrition, these problems could be avoided, but for some reason owners cannot follow a suitable diet plan.

The main goal of this work is to develop an automatic pet feeder that can be used by pet owners to control the diet of their pets and that has a medium or low market price.

The design and draft of the future feeder will be drawn in Solid Works. The program that will help the feeder to work will be developed in Arduino IDE software. For further development related to the operation of the Wi-Fi module, a website was created, which was written using the JSFiddle website.

A prototype was created to test the reliability of the selected solutions and electrical components, and it was able to handle the set tasks.

The thesis is written in the Estonian and contains 21 pages, 5 chapters, 14 figures and 2 tables.

Lühendite ja mõistete sõnastik

802.11 b/g/n	Raadiokohtvõrgu standard
BPA	Bisfenool A
CAD	<i>Computer-aided design</i> . Raalprojekteerimine on arvuti abil toodete, hoonete, masinate ja seadmete kujundamine
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i> . Keel veebilehtede kujunduse kirjeldamiseks.
HTML	<i>HyperText Markup Language</i> . Keel veebilehtede märgendamiseks.
IDE	<i>Integrated development environment</i> . Keskkond tarkvara arendamiseks.
PWM	<i>Pulse-width modulation</i> ehk pulsilaiusmodulatsioon on modulatsiooni liik, milles väljundpinge reguleerimiseks muudetakse impulsside laiust.
RGB LED	<i>Red, green, blue light-emitting diode</i> . Valgusdiood koos punase, rohelise, sinise värvidega
RPM	<i>Revolutions per minute</i> . Masina pööret/minutis
SolidWorks	Kolmemõõtmelise raalprojekteerimise programm
SPI	<i>Serial Peripheral Interface</i> . Sünkroonse järjestiksuhtluse liidese standard
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i> . Protokoll, mida kasutatakse andmete võrgu kaudu saatmiseks ja vastuvõtmiseks
TCP/IP	Internetiprotokollistik. Andmevahetusprotokollide komplekt
TFT	<i>Thin-film-transistor</i> . Kiletransistor
UART	Järjestikport on RS-232 standardiga ühilduv port arvuti ühendamiseks järjestiksiiniga
UDP	<i>User Datagram Protocol</i> . Kasutajadatagrammi protokoll, mis on defineeritud IPga sõnumite saatmiseks.

Sisukord

Lühendite ja mõistete sõnastik	5
1 Sissejuhatus	10
2 Taustauuring	12
2.1 Smart Feed.....	12
2.2 Healthy Pet Simply Feed	13
2.3 Healthy Pet Food Station.....	15
2.4 Kokkuvõte	16
3 Lahenduste analüüs.....	17
3.1 Portsjoni väljastamine.....	17
3.2 Komponendid	19
3.3 Komponentide hind	20
4 Lahenduste realiseerimine.....	21
4.1 Disain.....	21
4.2 Elektroonika.....	22
4.2.1 Kontroller	22
4.2.2 Mootorredaktor ja draiver	23
4.2.3 Ekraan.....	24
4.2.4 Ultraheliandur.....	25
4.2.5 Wifi moodul.....	25
4.2.6 Heligeneraatori	26
4.2.7 Teised komponendid	26
4.3 Seadme programm.....	27
4.3.1 Programmi sisu	27
4.3.2 Kaugliides veebilehena.....	28
4.4 Esialgne prototüüp.....	28
5 Kokkuvõte	29
Edasine arendus	29

Kasutatud kirjandus	31
Lisa 1– Söötja sisukujundus	32
Lisa 2 – Söötja joonis	33
Lisa 3 – Ühendusskeem.....	34
Lisa 4 – Mega 2560 <i>pinout</i>	35
Lisa 5 – Veebisaiti leht.....	36

Jooniste loetelu

Joonis 1. Smart Feeder´i pilt.....	13
Joonis 2. Healthy Per Simply Feed´i pilt.....	14
Joonis 3. Healthy Pet Food Station´i pilt.....	15
Joonis 4. Ukse töötamise printsiip.....	17
Joonis 5. Horisontaalse pöördsooturi töötamise printsiip.....	18
Joonis 6. Vertikaalse pöördsooturi töötamise printsiip	18
Joonis 7. Disaini pilt SolidWorksist	21
Joonis 8. Mega2560 kontrolleri pilt.....	22
Joonis 9. Mootori pilt [5].....	23
Joonis 10. Draiveri pilt [6].....	24
Joonis 11. Ekraani pilt [7].....	24
Joonis 12. Ultrahelianduri pilt [8].....	25
Joonis 13. Wifi mooduli pilt [9]	25
Joonis 14. Heligeneraatori pilt [10]	26

Tabelite loetelu

Tabel 1. Portsioni väljastamise viiside võrdlus	18
Tabel 2. Komponentide hinnakiri.....	20

1 Sissejuhatus

Lemmikloomad majapidamises ei ole haruldus ja lemmiklooma olemasolu kodus, olgu see siis koer, kass või näriline, teeb selle omaniku elus teatud muudatusi. Sealhulgas nende toitmine.

Lemmikloomade tervis sõltub nende toitumisest: aktiivsus, karvkatte pehmus, seedehäired jne. Lisaks on paljud lemmikloomad rasvunud või vastupidi, alakaalulised. Ülekaalulisus on tõsine probleem mitte ainult inimestele, kuid ka lemmikloomadele. 2018. aastal lemmikloomaomanike ja veterinaarkliinikute seas läbi viidud kliinilise uuringu [1] kohaselt oli USA-s umbes 60% kassidest ja 56% koertest ülekaalulised või rasvunud. See on umbes 56 miljoni kassi ja 50 miljoni koera. Antud probleemi pole nii lihtne lahendada, peale looma aktiivsema eluviisi tuleb jälgida ka tema toitumist. Kuid mõned omanikud ei saa mingil põhjusel sobivat toitumiskava järgida.

Lisaks toidu kvaliteedile on suur tähtsus ka portsjoni suurusel ja söömise sagedusel. Ja kui inimene suudab seda kuidagi jälgida ja ennast kontrollida, siis loomad pole selleks võimelised. Muidugi on võimalik panna äratuskella või meeldetuletus nutitelefoni, kuid automaatsed söötjad on palju mugavam kasutada. Kahjuks pole need sööturid Eestis hästi levinud ja neid saab hankida vaid veebipoest. Lisaks on need tõesti väga kallid.

Antud töö üheks eesmärgiks on välja töötada automaatne lemmiklooma söötja, mida lemmikloomaomanikud saavad kasutada oma lemmikloomade toitumise kontrollimiseks. Söötja peab suutma püstitatud ülesandeid täitma.

Selle töö teiseks eesmärgiks on välja töötada söötja, millel oleks keskmine või madal turuhind, et tarbija ei peaks kõrge hinna üle muretsema.

Antud töö struktuur sisaldab: teoreetiline osa, kus tehakse taustauuring, mis pakub olemasolevate sööturite analüüsi koos saadaolevate funktsioonide kirjeldusega ning lahenduste analüüs, mis kirjeldab üksikasjalikult seadmeid, mida kasutatakse probleemi lahendamiseks. Ja lahenduste realiseerimise osa, kus on selgitatud tulevase söötja disain ning probleemi lahendamiseks kasutatavaid lähenemisviise.

Kokkuvõte kirjeldab tehtud tööd, probleeme, millega autor söötja loomise käigus kokku puutus. Sealhulgas lõpptulemuse analüüs ja võimalike lahendvariantide pakkumine.

2 Taustauuring

Selles peatükis võrreldakse kolme automaatset söötjat ja tuuakse välja nende positiivsed ja negatiivsed küljed. Võrdlusele võetakse PetSafe [2] tooteid, kuna antud firma on USA suurim lemmikloomade elektrooniliste seadme tootja ja sisendab usaldust oma toodetesse.

2.1 Smart Feed

“Smart Feed Automatic Dog and Cat Feeder, 2nd Generation¹” on PetSafe söötja, mis maksab 194,99\$ (umbes 180,35€). Smart Feed on valitud võrdluseks kui kõige kallim söötja. Lisaks on selle hinnang ostjate sõnul veebilehel maksimaalne – 5 tähte. Välimus on näidatud Joonis 1.

Järgmisena on välja toodud selle söötja eelised:

- Tugi Amazon Dashile – Järjestage lemmiklooma lemmiktoit automaatselt
- Rakendus “Smart Feed” – Kontrollige oma lemmiklooma söögiaega ja söötmist ükskõik kust. Androidi ja iOS-i jaoks
- Nutitelefoni märguannete vastuvõtmine – saate teate, kui lemmiklooma söödetakse, toidutase on madal või söötja on tühi
- Kohandatud söögiajad – seada saab kuni 12 söögikorda päevas lemmiklooma ajakava järgi toitmiseks; Valik „Feed Now“ võimaldab lemmiklooma sööta väljaspool tavalist söötmissaega
- Paindlikud portsjonid - sööki saab väljastada 1/8 tassist 4 tassini, et see sobiks lemmiklooma ainulaadsete söötmissvajadustega
- Madala toidu andur - söötja teavitab automaatselt, kui toidutase on madal

¹ <https://store.petsafe.net/smart-feed> [Kasutatud: 01 05 2020]

- Kergesti puhastatav – kaas, punker, kauss ja kausihoidik on nõudepesumasinas pestavad, ainult ülemisel riulil. Parim kassidele ning väikestele ja keskmistele koertele



Joonis 1. Smart Feeder'i pilt

2.2 Healthy Pet Simply Feed

“Healthy Pet Simply Feed¹” söötja maksab 104.99(umbes 97,10€). Antud söötja on keskmises hinnaklassis, kuid ostjad andsid talle samuti kõrge hinnangu – 4,3 5’st. Söötja on näidatud Joonis 2. Söötjal on järgmised eelised:

- Programmeeritav söötmine – Saab planeerida oma lemmikloomale mugavalt kuni 12 söögikorda
- Paindlikud portsjonid – Lisage 1/8 tassi 4 tassi, sõltuvalt lemmiklooma vajadustest

¹ <https://store.petsafe.net/healthy-pet-simply-feed> [Kasutatud: 01 05 2020]

- Aeglase söötmise võimalus – Saab planeerida väiksemad toidukorrad, et vältida maoärritust lemmikloomadele, kes söövad liiga kiiresti
- Lemmiklooma eest kaitstud – jaotur aitab hoida toitu värskena ja uudishimulikud toitu varastamast; läbipaistev kaas võimaldab näha, millal on aeg uuesti täita
- Kergesti puhastatav - BPA-vabad plastkomponendid ja roostevabast terasest kauss on nõudepesumasinas ohutu
- Töötab aku toimel – töötab 4 D leelispatareiga



Joonis 2. Healthy Per Simply Feed'i pilt

2.3 Healthy Pet Food Station

Söötja „Healthy Pet Food Station¹“ on kõige odavam kõigist söötjatest, mida võib PetSafe leheküljel leida. Maksab kõigest 21,99\$ (umbes 20,33€) Tema pilt on Joonis 3. Feed Station'il on vähe eeliseid, kuid neid ikka on:

- Sööda igal ajal – raskusjõu abil söötja laseb lemmikloomal süüa toitu alati, kui nad on näljased
- Toidu hoiustamine – keskmise suurusega BPA-vaba jaotur mahutab umbes 1,82 kg koera- või kassitoitu; väike suurus mahutab umbes 0,91kg
- Lihtne puhastada – söötja tuleb kergesti lahti ja roostevabast terasest kauss on nõudepesumasinas ohutu
- Ruumisäästlik stiil – õhuke disain näeb suurepäraselt välja köökides, pesuruumides ja mujal kodus; saadaval on ka filtriga veejaam



Joonis 3. Healthy Pet Food Station'i pilt

¹ <https://store.petsafe.net/healthy-pet-food-station> [Kasutatud: 01 05 2020]

2.4 Kokkuvõte

Nagu on näha kõik söötjad on erinevad ning valikut tehes tasub arvestada tarbija vajadustega. Esimene söötja Smart Feed võib oma hinnaga eemale peletada ja samuti tarbijal pole mõtet üle maksta *Amazondash* funktsiooni eest, mis on antud söötja ainuke eelis, kui tema riigis antud teenust ei toetata.

Viimane Food Station võib sobida inimestele, kellel on 1 lemmikloom, mis ei vaja eridieeti ja loom on võimeline iseseisvalt söögikordi reguleerima. Antud söötja pole absoluutselt sobiv neile, kes peavad dieedist kinni pidama.

Seetõttu on teine Simply Feed söötja kolmest parim valik. Kahjuks on selle hind endiselt üsna kõrge. Lisaks on minimaalne ühekordne portsjon, 1/8 kasuist, 25-30 ml. Sõltuvalt toidu tüübist võib see olla 25 kuni 35 g ja see on üsna suur osa.

Tulevase söötja miinimumnõuded on võime jaotada portsjoneid mahu või kaalu järgi ja teha seda teatud arv kordi päevas.

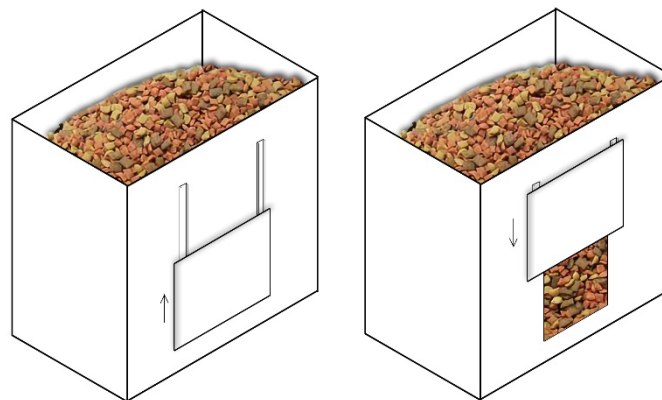
3 Lahenduste analüüs

Selles peatükis käsitletakse sööda tarnimise tehnoloogiat, loetletakse sööturi loomiseks valitud komponendid ja nende hinnakujundus.

3.1 Portsjoni väljastamine

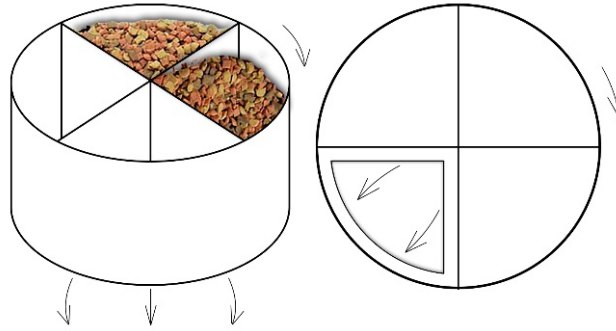
Söötja väljatöötamisel tuleb esialgu otsustada, kuidas portsjoni väljastakse. Oli leitud ja proovitud 3 portsjoni väljastamise viisi – uks, horisontaalne ja vertikaalne pöördsöötur.

Ukse töötamise printsiip illustreerib Joonis 4. Uksel on 3 režiimi: suletud, avatud ja liikuv. Kui uks on suletud, toit kaussi ei satu. Režiimis avatud ja liikuv satub toit kaussi. Siin sobib hästi 180 kraadine servo-mootor.



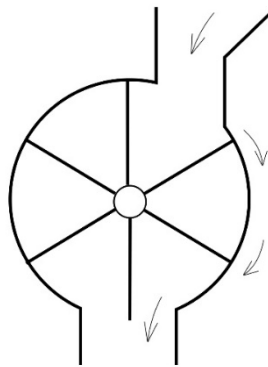
Joonis 4. Ukse töötamise printsiip

Vertikaalne pöördsöötur nimetatakse vertikaalseks, kuna tema võll liigub y-teljel. Töötamise printsiip on võimalik näha Joonis 5. Toit siseneb jaotusse läbi ülemise ava, labad kerivad toidu päripäeva kuni see satub põhjas asuvasse avasse. Selleks, et labad pööraksid vajaliku nurgani on vajalik on samm-mootor.



Joonis 5. Horisontaalse pöörsööturi töötamise printsiip

Horisontaalne pöörsöötur nimetatakse horisontaalseks, sest tema võll liigub x-teljel. Tema töötamise printsiip on Joonis 6. See töötab samal põhimõttel nagu vertikaalne pöörsöötur. Vajame väikese pöörlemiskiirusega mootorreduktorit, kuna reduktor ei lase labadel kerida siis, kui toimub serveerimine ning madal kiirus tagab sujuva liikumise, mis pikendab mootori eluiga.



Joonis 6. Vertikaalse pöörsööturi töötamise printsiip

Tabel 1 lühi kirjeldatakse viiside võrdlus.

Tabel 1. Portsjoni väljastamise viiside võrdlus

	Uks	Horisontaalne pöörsöötur	Vertikaalne pöörsöötur
Sama suure portsjoni korduv andmine	Võimalus puudub	On võimalus	On võimalus
Realisatsiooni keeruks	Lihtne	Keskmine	Keskmine
Labad liiguvad ise?	-	Jah	Ei
Mootor	Servo-mootor	Reduktoriga mootor	Samm-mootor
Hind (Alates)	8,40 €	12,00 €	9,60 €

Hinnad põhinevad Eesti kaupluste pakkumistelt.

Kõige lihtsamaks ja odavamaks teostusviisiks on uks, kuid pöördsootur lahendab portsjoni suuruse järgi doseerimise probleemi. Tulenevalt asjaolust, et vertikaalses pöördsooturis labad paiknevad aluse põhjas, kus need loovad täiendava vastupanu, seega antud lahendus lisab mootorile koormust, mis võib põhjustada kiiret kulumist. Kuid labade asukoht horisontaalses pöördsooturis võimaldab toidul liikuda oma raskuse all, eemaldades mootorilt koormuse. Seetõttu parimaks valikuks, vaatamata kõrgemale hinnale, osutus horisontaalne pöördsootur.

3.2 Komponendid

Pärast otsust, kuidas doseerida portsjone, on vaja uurida ja valida söötja kasulikud funktsioonid ning seejärel leida ja osta komponente nende funktsioonide rakendamiseks. Valiti järgmised komponendid:

- Mootorreduktor 30 RPM pöördsooturi labade pöörlemiseks
- Draiver L293D – mootori juhtimiseks
- TFT ekraan – kasutatakse söötmissageduse ja serveerimissuuruse sätete kuvamiseks
- 5 nuppu. 2 paari söötmise ja serveerimise suuruse suurendamiseks / vähendamiseks. Viimane nupp täidab salvestamise funktsiooni
- RGB led – viimase nuppu tööindikaator (salvestus)

Lisaks oli valitud ka järgmised komponendid:

- HC-SR04 ultraheliandur – toidutase kontrollimiseks
- ESP8266 SP01 Wifi moodul – ESP8266 seeria lihtsaim moodul. Söötja ühendamiseks Internetiga, et masin oleks kaugjuhitav
- Heligeneraator – toimib heli indikaatorina, kui masin käivitub

Kõiki komponendid ühendatakse Mega 2560 kontrollerrisse. Suur sisendite/väljundite kontaktide arv võimaldab suurt hulka komponente ohutult kasutada, muretsemata, et nende arvust hilisemates edasiarendustes ei jätku.

3.3 Komponentide hind

Kõik komponendid telliti Eestis ettevõtete veebisaitidelt.

Tabel 2. Komponentide hinnakiri

Komponentide nimi	Kogus	Hind	Summa (€)
Mega2560	1	18,00	18,00
Mootor	1	12,00	12,00
Driver L293D	1	6,50	6,50
TFT ekraan	1	18,00	18,00
Nuppud	5	0,30	1,50
RGB led	1	0,60	0,60
Ultraheliandur	1	2,60	2,60
ESP8266 Wifi moodul	1	6,90	6,90
Heligeneraatori moodul	1	1,50	1,50
Kokku			67,60

Tabel 2 järeldeb, et tulevase söötja ligikaudne komponentide hind tuleb umbes 70€ arvestamata ehitusmaterjalide maksumust. Samuti tasub arvestada, et hind arvatati ühe tellimuse eest. See tähendab, et kui hakata antud söötjat looma masstoodanguna ning tellida komponente hulgina, tuleb hind väiksem. Antud töö raames pannakse kokku ühe masina prototüüp mudel, mille komponentide hinnaks tuleb c 70 eurot.

4 Lahenduste realisatsioon

Selles peatükis tutvustatakse söötja välimust, peamiste osade asukohad, käsitletakse üksikasjalikult kõiki komponente, kirjeldatakse sööturi toimimisalgoritmi koos koodinäidete ja veebilehe näitega ning kirjeldatakse esialgne prototüüp.

4.1 Disain

Välimuse visualiseerimiseks kasutati programmi SolidWorks. Antud CAD-programmis on mugav detaile välja töötada, panna kokku erinevaid detaile, samuti aitab programm luua jooniseid. Loodud disain võib näha Joonis 7, ning Lisa 1 võib näha söötja sisekujundus, mis tehti lõikega. See aitab paremini mõista tulevase söötja sisekujundust.



Joonis 7. Disaini pilt SolidWorksist

Antud konstruktsioon oli modelleeritud väljavalitud komponente arvestades, nimelt nende suurus ja parim paigutus. Söötja põhjas asub suurem osa elektroonikast ja juhtmetest. Värvid valiti vastavalt isiklikele eelistustele. Koostati ka joonis, mille leiate Lisa 2. Joonisel on näha ka jaotustükid.

Materjali valimisel tuleb arvesse võtta loomade eripära. Materjal peab olema hammustuskindel, kuid samal ajal “kergesti puhastatav”. Seetõttu on parimateks

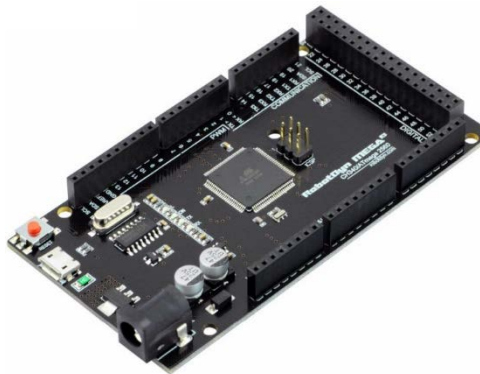
materjalideks plast või roostevaba teras. Plastik on kerge, piisavalt vastupidav, sellega on kerge töötada ja kerge pesta. Roostevaba teras on ka vastupidav materjal ja seda on lihtne puhastada, kuid sellest loodud söötja tuleb liiga raske. Nii kaaluks söötja, antud suurusel, roostevaba terasest umbes 15,5 kg, plastik aga umbes 1,7 kg. Seetõttu valiti peamiseks materjaliks plastik ja suurem osa sööturist valmistatakse sellest. Roostevaba teras sobib hästi nii kausiks kui ka sööturis olevate kinnitusdetailide jaoks.

4.2 Elektroonika

Teises osas tutvustati komponente ja nende hinda. Selles osas uuritakse üksikasjalikumalt nende välimust, omadusi ja parimat asukohta sööturis. Lisa 3 saab tutvuda Mega 2560 komponentide ühendusskeemiga.

4.2.1 Kontroller

Kontroller Mega 2560 on Arduino Mega 2560 analoog ja seda tutvustatakse Joonis 8. See töötab 8-bitise ATmega 2560 mikrokontrolleriga. Kontrolleri ühendamiseks arvuti USB-pordiga on plaadile lisatud teine ATmega16U2 mikrokontroller. Selle abiga, ühendades Mega 2560 USB-porti, määratakse kontroller virtuaalseks COM-pordiks.



Joonis 8. Mega2560 kontrolleri pilt

Kontrolleri eesmärk on juhtida väliseid seadmeid, mis võivad vajada suurt hulka sisendite/väljundite kontakte. Täpsema *pinout* skeemiga [3], võib tutvuda Lisa 4. ATmega 2560 plaadil on 16 analoog pini, mis võimaldavad analoogpinget digitaalsel kujul näidata. 54 digitaalset kontakti loogikatasemega üks - 5 V, null - 0V. 54 digitaalsest kontaktist 15 on PWM-kontaktid ja võimaldavad väljastada analoogväärtusi PWM-signaalina. Kontrolleril on 4 paari UART-kontakte, mida kasutatakse suhtlemiseks ja SPI-kontakte lisaseadmetega SPI-liidese kaudu suhtlemiseks.

Plaadiga saab ühendada välise toiteallika, mille pingeline vahemik on 7 kuni 12V. Pingeregulaatorist on 2 väljundkontakti väljundvõimsusega 5 ja 3,3V ning mitu maandusväljundit.

Kontrolleri mõõtmed on 101x53mm ja see on antud seadmes suurim komponent, mis asub allosas. Nagu juba mainitud, kontrollib kontroller ülejäänud komponentide tööd, seega on see peamine ja kõige olulisem osa.

4.2.2 Mootorredaktor ja draiver

Teine kõige olulisem komponent on mootor. Mootori välimus on võib näha Joonis 9, fotol pole aga näha, et seinal on sirge lõige, mis on tehtud paremaks fikseerimiseks. Mootori nimipinge on 6 V, kuid see töötab stabiilselt ka 5 V juures, mida tagavad kontrolleri väljundid. Selle mõõtmed on üsna väikesed - 10 x 12 x 34mm, mis võimaldab seda mugavalt paigutada isegi väikesesse konstruktsiooni.



Joonis 9. Mootori pilt [5]

Mootori korrektseks tööks kasutatakse juhtimisseadmeid. Mootorite juhtimiseks on palju erinevaid skeeme ja draivereid, kuid valituks sai L293D, mis on üks levinumaid. See on valmistatud täiesti kasutusvalmis mikrolülituse kujul, seda saab näha Joonis 10. Sellega saate üheaegselt juhtida 2 mootorit. Selle mikroskeemi mõõtmed on 20 x 7mm.

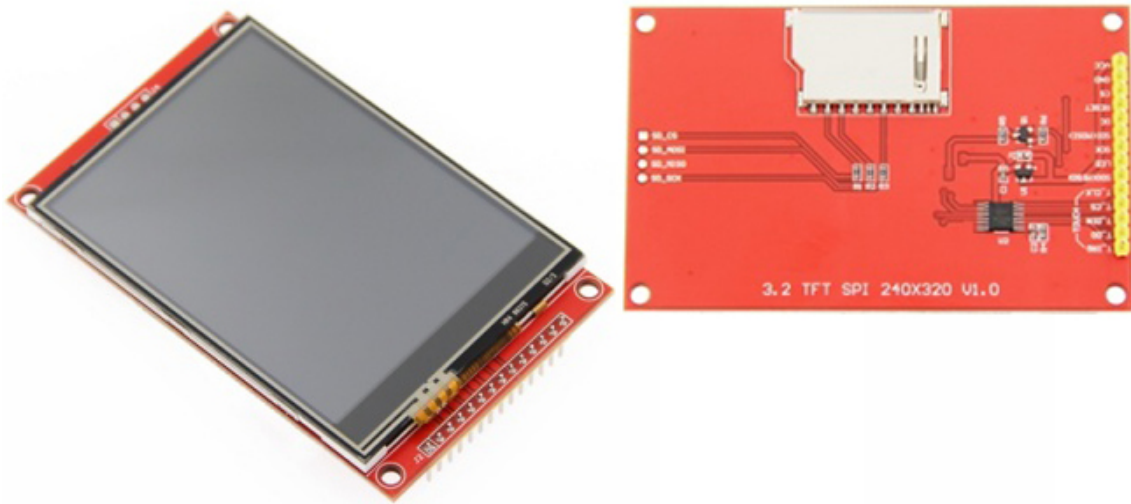


Joonis 10. Draiveri pilt [6]

Loogiline oleks paigutada mootor konstruktsiooni keskele vahetult pärast doseerimiselementi ehk pöördsööturit. Juhtiv draiver võib asuda kas mootori kõrval või kontrolleri kõrval.

4.2.3 Ekraan

3.2 tollise SPI ekraani mooduli ILI9341 resolutsioon on 320 x 240 ja see toetab 65K värvi. Esi- ja tagakülg, on näha Joonis 11. Sellel ekraanil on kaks mudelit: puutetundliku ekraaniga ja ilma. Juhtimiseks on ühendatud mikrokontroller ILI9341. Mooduli mõõtmed on 55,04 x 89,3 mm, kuid ekraani tööosa on vaid 48,6 x 64,8 mm. Moodulil on 14 pini, millest 5 vastutavad puuteekraani eest. Väljastatava toidu portsjoni suuruse muutmiseks on usaldusväärsem kasutada nuppe. Seetõttu valiti puutetundliku ekraanita versioon.



Joonis 11. Ekraani pilt [7]

Ekraan paigaldatakse esiküljele.

4.2.4 Ultraheliandur

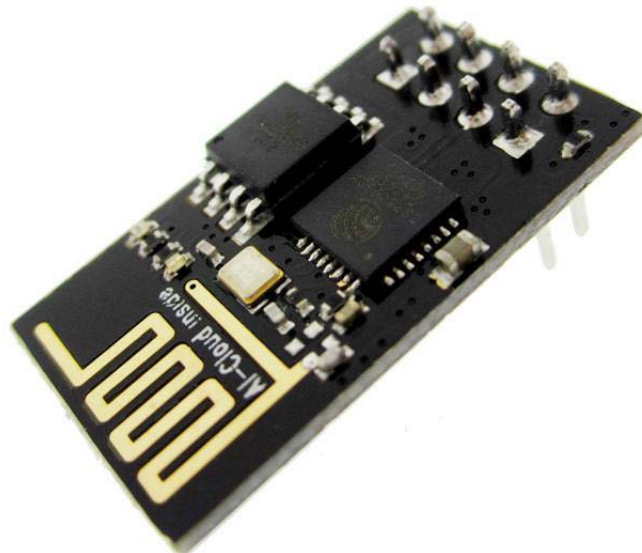
Täiendava toidu jäägi kontrollimiseks valiti ultraheliandur HC-SR02, mis on loodud moodulina. Seda saab ühendada kontrolleriiga. Väljatus on väljatoodud Joonis 12, selle toitepinge on 5V. Andur on võimeline mõõta vahemaid 2–400 cm täpsusega 1 cm. Selle mõõtmed on 20 x 43 x 15 mm ja kaal on ainult 15 g. Kuna anduri jaoks on parem, kui see ei puutu kokku toiduga, peaks selle paigutus olema toidu maksimaalsest mahust kõrgem. Paremini oleks, kui ultraheli saadetakse mööda ühte seinu toidukaussi, selleks tuleb andur paigutada toidu suhtes 90 kraadise nurga all.



Joonis 12. Ultrahelianduri pilt [8]

4.2.5 Wifi moodul

Wi-Fi ESP8266 moodul (vt. Joonis 13) on süsteemikiip, mis võimaldab mikrokontrolleril luua ühenduse valitud WiFi-võrguga.



Joonis 13. Wifi mooduli pilt [9]

Igal ESP8266 moodulil on eelprogrammeeritud püsivara, mis tähendab, et seda ei pea esimesel käivitamisel programmeerima. Kuid soovitakse moodul uuesti värskendada, see tähendab, et parema jõudluse tagamiseks pange sellele oma püsivara ja määrake soovitud parameetrid.

ESP8266 moodul töötab TCP/IP protokollidega ja toetab 802.11 b/g/n traadita ühenduse standardeid ning standardset TCP/UDP serverit ja klienti. Moodul on üsna väike, kõigest 13x21mm.

4.2.6 Heligeneraatori

Sööturi töö helindikaatorina kasutatakse Pieso heligeneraatori moodulit, mille foto on näidatud Joonis 14.



Joonis 14. Heligeneraatori pilt [10]

Heli genereerimiseks teisendab Pieso kahebitise arvul põhinevad kásud helisignaaledeks. Pieso on kahel kujul: aktiivne ja passiivne. Nende erinevus seisneb selles, et aktiivne Pieso genereerib omaette heli, piisab kontaktidele pinge rakendamiseks, passiivse Pieso jaoks on aga vaja signaali allikat, mis seab helisignaali parameetrid. Selle töö jaoks kasutatakse aktiivset Pieso.

4.2.7 Teised komponendid

Tulevase seadme korrektseks tööks on vajalik lisaks:

- Nupud, nagu näha jooniselt 4, asuvad söötja esiküljel.
- RGB led lock-unlock tuvastamiseks (muudetud andmete salvestamine)
- Takistused ja juhtmed
- Patareipesa – söötja töötab autonoomselt, ilma et oleks voluvõrku ühendatud.

4.3 Seadme programm

Nagu varem mainitud, kasutatakse kontrolleri programmeerimiseks Arduino IDE-d. Valitud tft-ekraaniga töötamiseks on vaja täiendavalt installida Adafruit ILI9341 teeki.

4.3.1 Programmi sisu

Programmi põhimõte on väga lihtne, see koosneb 7 funktsioonist. Esimeses funktsioonis void setup() kirjeldatakse ekraani töö ja andmete salvestus. Ekraanil olevate objektide näitamiseks kasutatakse Adafruit raamatukogu erifunktsioone, näiteks setTextSize(x) määrab teksti suuruse x, ja fillRect(x, y, z, l) abil luuakse vasakul üleval nurgas ristkülik koordinaatidega x ja y ning suurustega z ja l. Samuti kirjutatakse, millised kontaktid töötavad režiimis output. Kuna vaikimisi töötavad kõik kontaktid input režiimis, pole neid eraldi vaja määratleda.

Input režiim määrab kontakti kõrge impedantsi oleku väliste signaallikatega töötamiseks. Reeglina pärinevad näidud erinevat tüüpi anduritest.

Režiimiga output hoiab plaad kontakti madala impedantsi oleku, sellisel juhul väljastatakse välisele seadmele maksimaalne võimalik vool. Selles režiimis töötavad tavaliselt LED'iga ühendatud kontaktid, servod, Pieso, mootorijuhid.

Teine funktsioon void loop(), nagu nimi ütleb, pidevalt korratakse. Antud funktsioon kutsus esile järgmised käsud järjest: muutmise(), valjastamine() ja toidutase().

Funktsioon void muutmise() vastutab ekraani parameetrite väärtuse muutmise võimaluse eest. Vaikimisi süttib ekraanil olev LED punaseks ja muutmisenupud vajutamisele ei reageeri. Kuid pärast juhtnupu vajutamist süttib LED rohelineks ja andmeid saab muuta.

Need muutused saab jälgida ekraanil ja jäävad programmi meelde. Pärast juhtnupu uuesti vajutamist süttib LED uuesti punaseks ja andmeid muuta ei saa.

Väike funktsioon void heli1() genereerib lühikese helisignaali, mille kestus langeb kokku jaoturi 1 pöördega.

Funktsioon void valjastamine() käivitab mootori, mis pöörab labasid, andes seeläbi osa toidust. 0,6 sekundist piisab, et mootor keeraks 1 jao võrra (kokku on 5 jagu). Seega,

kui kasutaja valib korraga kahekordse portsjoni, pöörleb mootor 1,2 s jne. Antud funktsioonis kutsutakse esile funktsioon heli1(). Pärast vajaliku aja ootamist mootor seiskub ja see ootab, vastavalt valitud söötmissagedusele, järgmist käivitamist.

Väike funktsioon void heli2() genereerib 3 järjestikust lühikest heli.

Funktsioon void toidutase() arvutab kauguse andurist toiduni, kui vahemaa muutub täpselt 18cm, tähendab see, et toidu tase on kriitiliselt madal ja on vaja lisada toitu juurde. Kasutaja teavitamiseks kutsutakse funktsioon heli2().

4.3.2 Kaugliides veebilehena

Söötja andmete jälgimiseks ja selle toimimise eemalt kontrollimiseks kirjutati veebisait HTML ja CSS veebikeskonnal [4], sest seal on lihtsam kontrollida tulemusi. Tulemus on esitatud Lisa 5.

4.4 Esialgne prototüüp

Esialgne prototüüp on vajalik valitud lahenduste, ühendatud komponentide ja kirjutatud koodi testimiseks. Prototüüp on kokku pandud improviseeritud materjalidest ja omab mitmeid erinevusi lõplikust disainist peatükkis 3.1 leheküljel 20.

Peamine erinevus on see, et mõõteelement, mis on esitatud Lisa 2 koosneb 6 jaotusest, prototüübis tehti aga 5 jaotusega lihtsustatud element. Kontroller Mega on programmeeritud jagajale 5 jaotusega, selleks ka funktsiooni valjastamine() selgitus peatükkis 4.3.1 Programmi sisu, eelmisel leheküljel, kirjeldab tööd 5 jaotusega.

Dosaatori labade kõrgus on 32mm, laius 52mm. 5 jaotuse korral on väljastatud portsjoni kaal umbes 20 g, võime järeldada, et samade parameetritega, kuid 6 jaotust omava jaoturi korral on ühe portsjoni kaal umbes 16,5 g.

5 Kokkuvõte

Töö esimeseks eesmärgiks oli välja töötada automaatne lemmiklooma söötja, mille abil saab kasutaja kontrollida oma lemmiklooma toiduportsu suurust ja sagedust. Teiseks eesmärgiks oli teha söötja, mille turuhind oleks keskmine või madal.

Esimese eesmärgi saavutamiseks viidi läbi analüüs, mille käigus uuriti olevaid söötjaid, nende funktsionaalsust ning toodi välja nõuded uuele söötjale. Järgmine etapp oli töötamise viisi valimine ja vajaliku komponentide ostmine. Komponentide ostmise pärast oli komponentide täpne uuring: nende suurus ja omadused, tulevase söötja disaini joonistamine disaini joonistamine ja joonise koostamine SolidWorks'is. Kolmanda etapp oli Mega kontrolleri programmeerimine. Seega viimane etapp oli esialgse prototüüpi koostamine.

Teise eesmärgi saavutamiseks tehti iga komponendi kohta üksikasjalik otsing ja leiti komponente madalaima hinnaga. Praegu on söötja hind umbes 70 eurot, mis ei sisalda materjali hinda. Kuid tasub arvestada, et see hind on esitatud ühe eksemplari kohta ja hulgi tootmise hind on kahtlemata madalam. Lisaks võib komponente tellida välismaalt, siis on elektrimaterjalide hind umbes 30 eurot, kuid sel juhul ei saa keegi tagada ostetud komponentide kvaliteeti.

Edasine arendus

Esialgne prototüüp oli kokku pandud ja programmeeritud Wi-Fi moodulita, seega edasise arenduse põhieesmärk on mooduli ühendamine ja konfigureerimine tulevase söötja kaugühenduseks. Lisaks oleks hea luua andmeside kaughalduse jaoks rakendus Android'il ja iOS'il võimaluseks võtta vastu teateid söötja staatuse kohta, millal toitu välja anti, mis toidu tase hetkel on. Samuti oleks hea luua veebisait ja rakendus mitte ainult eesti keeles, vaid ka teistes populaarsetes keeltes.

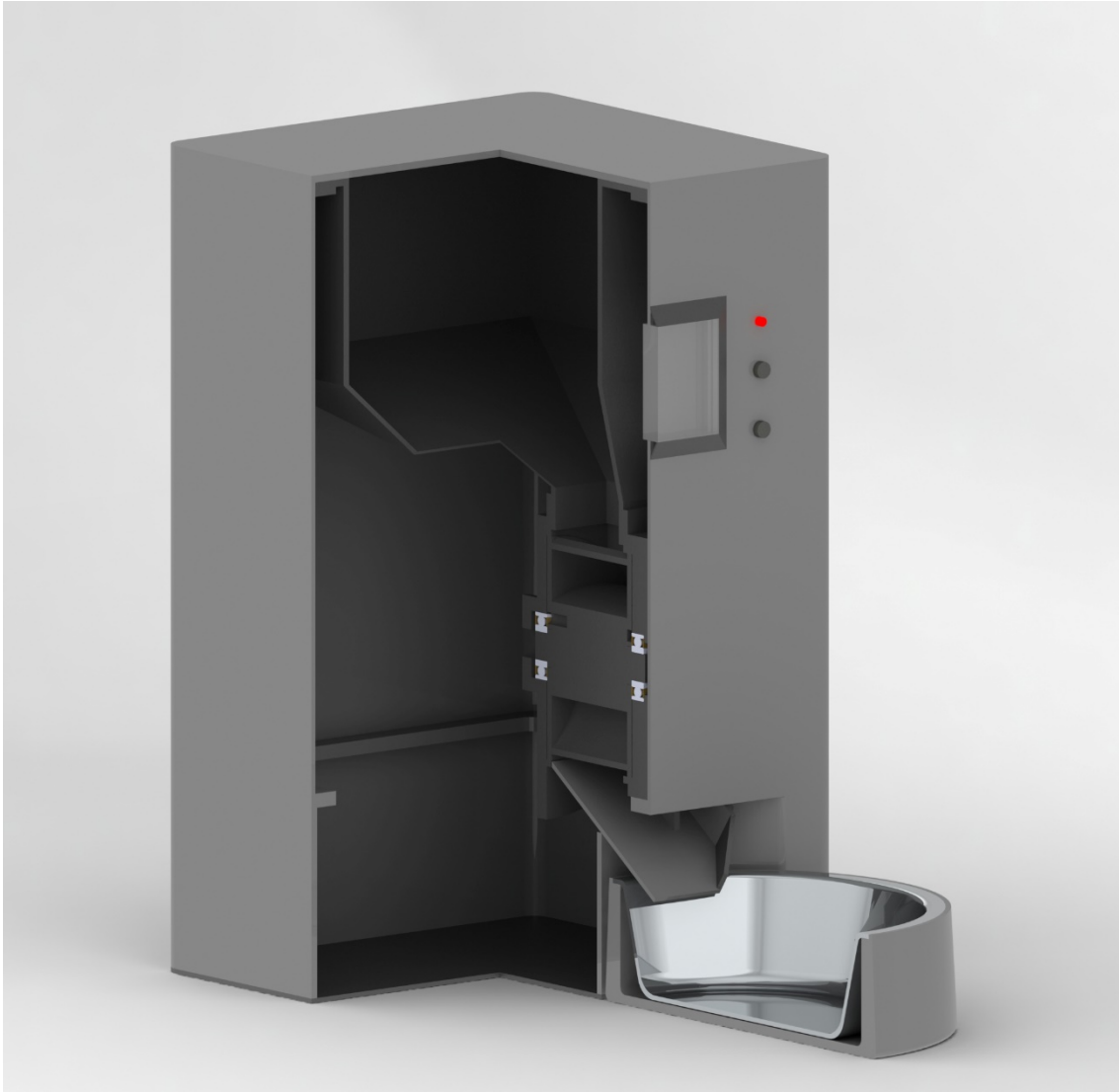
Suurepärane lahendus oleks lisada sööturisse sisseehitatud skaala, nii et sööda väljastamisel lähtutakse portsjoni massist, mitte selle mahust. Kuna kuiva toitu tootjad

loovad erineva suurusega krõbinaid, mille tõttu sama söödakogus ei tähenda sama kaalu. Samal ajal on soovitatav portsjon, mille tootjad märgivad oma pakendile, on tavaliselt kirjutatud grammides.

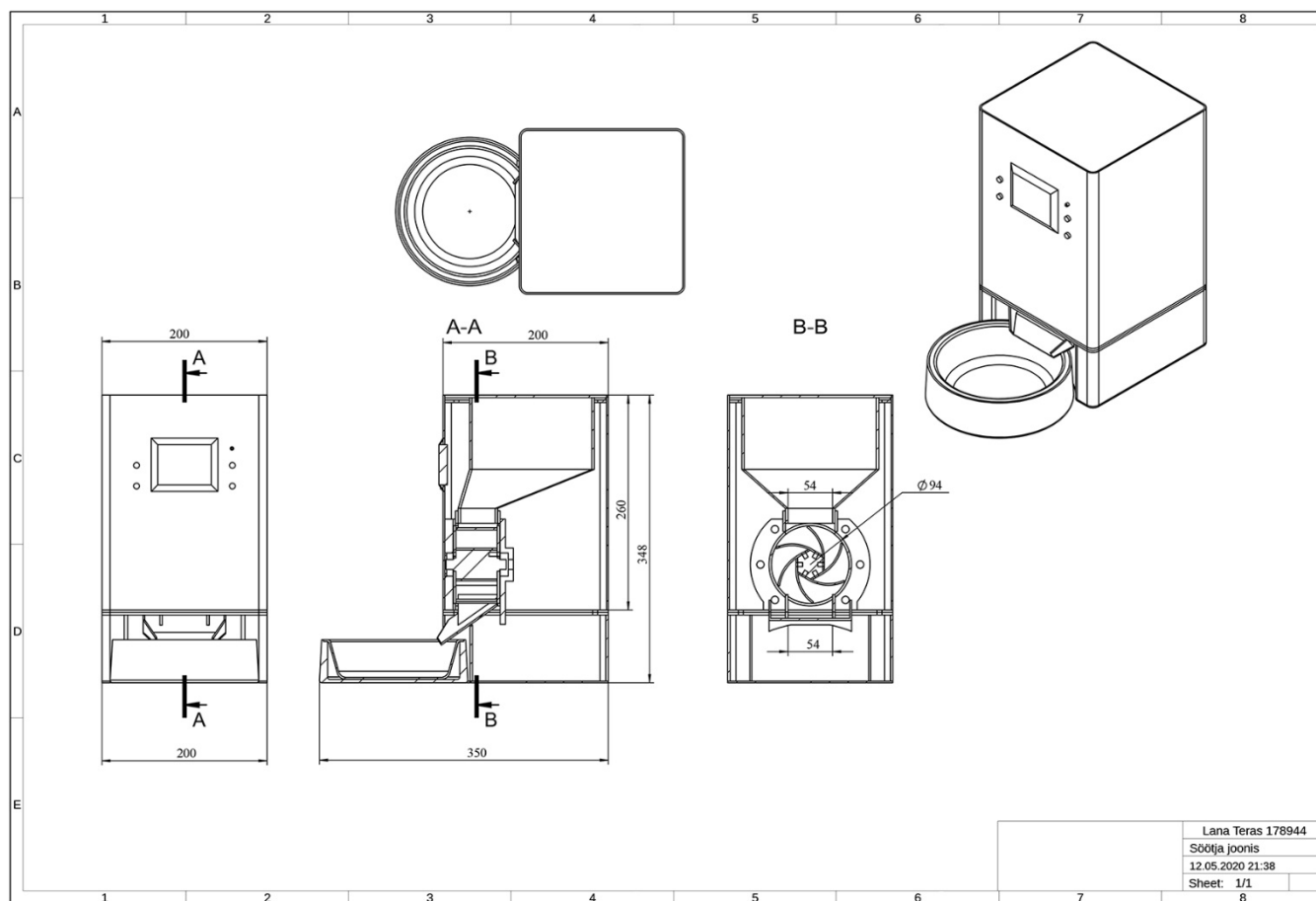
Kasutatud kirjandus

- [1] Association for Pet Obesity Prevention. 2018 Pet Obesity Survey Results. [Kasutatud: 01 05 2020] URL <https://petobesityprevention.org/2018>
- [2] H. Liner. Shop PetSafe Products. [Kasutatud: 01 05 2020] URL <https://store.petsafe.net/>
- [3] Arduino. Arduino Mega 2560 Reference Design. [Kasutatud: 02 05 2020] URL <https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/arduino-mega2560-schematic.pdf>
- [4] JSFiddle. [Kasutatud: 14 04 2020] URL <https://jsfiddle.net/>
- [5] ITT Group. Mootorreduktor 30 RPM. [Kasutatud: 04 05 2020] URL <https://www.ittgroup.ee/et/mootorid-rattad-ja-reduktorid/966-mootorreduktor-30-rpm.html>
- [6] Oomipood. L293D-MBR 4 chan.mtr.drive+diode. [Kasutatud: 04 05 2020] URL https://www.oomipood.ee/product/l293d_mbr_l293d_mbr_4_chan_mtr_drive_diode?q=L293D
- [7] LCD wiki. 3.2inch SPI Module ILI9341. [Kasutatud: 15 05 2020] URL http://www.lcdwiki.com/3.2inch_SPI_Module_ILI9341_SKU:MSP3218
- [8] ITT Group. Ultraheliandur HC-SR04. [Kasutatud: 15 05 2020] URL https://www.ittgroup.ee/et/andurid-ja-nende-tarvikud/256-ultraheliandur-hc-sr04.html?search_query=hc-sr04&results=4
- [9] Oomipood. ESP8266 WiFi serial port moodul ESP-01. [Kasutatud: 15 05 2020] URL https://www.oomipood.ee/product/esp8266_module_esp8266_wifi_serial_port_moodul?q=esp8266&s=1&sort=p.price&order=ASC&limit=24
- [10] Oomipood. Piesosummer 1.5-16V 14mm 4kHz 85dB. [Kasutatud: 15 05 2020] URL https://www.oomipood.ee/product/kpi_1410_piesosummer_1_5_16v_14mm_4khz_85db?q=pieso&s=1&sort=p.price&order=ASC&limit=24

Lisa 1– Söötja sisukujundus



Lisa 2 – Söötja joonis



Lisa 5 – Veebisaiti leht

Automaate lemmikloomade söötja

Siin olevad söötja andmeid

Kui palju veel sööta?

Arv, mis näitab, kui palju sööda on söötjas

Portsjon

Arv, mis näitab portsjoni suurus

Söötmine

Aeg, millal oli viimane söötmine