

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Infotehnoloogia teaduskond

Aleksei Šušpanov 179268IACB

KASVUHOONE TEMPERATUURI JUHTIMISE SÜSTEEM

Bakalaureusetöö

Juhendaja: Eduard Petlenkov
PhD

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: Aleksei Šušpanov

30.06.2020

Annotatsioon

Käesoleva lõputöö eesmärgiks on väikese suurusega automatiseeritud kasvuhoone prototüübi projekteerimine ja kokkupanek, et kasvuhoonete omanikud saaksid kulutada vähem aega taimede eest hoolitsemisele ning võimalusele kontrollida mobiilirakenduse abil õhutemperatuuri ja -niiskust, taimede kastmist ning kasvuhoone akende avamist ja sulgemist vahemaa tagant.

See on vaid osa tööst ja lõpptulemuseks on täielik kasvuhoone temperatuuri juhtimise süsteem, milles on temperatuuri ja niiskuse mõõtmine, akende avamine / sulgemine ja valmis mobiilirakenduse, mis võimaldab kasutajal kontrollida temperatuuri ja niiskust, võimalusega aknaid avada / sulgeda.

Lõputöö on kirjutatud eesti keeles ning sisaldab teksti 36 leheküljel, 6 peatükki, 12 joonist, 7 tabelit.

Abstract

Greenhouse temperature control system

The purpose of this dissertation is to design and assembly of a small automated prototype of a greenhouse so that greenhouse owners can spend less time on plant care and the ability to control air temperature and humidity, irrigate plants and open and close greenhouse windows remotely using a mobile application.

This is only part of the job, and the end result is a complete temperature control system with temperature and humidity measurement, window open / close and a ready-made mobile app that allows the user to control temperature and humidity with the ability to open / close windows.

The thesis is in Estonian and contains 36 pages of text, 6 chapters, 12 figures, 7 tables.

Lühendite ja mõistete sõnastik

IoT	Internet of things
DC	Direct current
JS	JavaScript

Sisukord

1 Sissejuhatus	10
1.1 Taust	10
1.2 Probleem	10
1.3 Projekti eesmärk	11
1.4 Lõputöö eesmärk	11
2 Metoodika	12
2.1 Temperatuur ja niiskus mõõtmise süsteem	12
2.2 Akna avamise / sulgemise süsteem	12
2.3 Pinnase niiskuse mõõtmise süsteem	12
2.4 Kastmissüsteem	12
2.5 Mobiilirakendus	12
3 Turuanalüüs	14
3.1 Sensaphone	14
3.2 Myfood	14
3.3 EcoSlider	14
3.4 Konkurentide võrdlus	15
3.5 Üldine järeldus	15
3.6 Meie idee eelised	16
4 Komponentide valik	17
4.1 Nõuded süsteemile	17
4.2 Temperatuur ja niiskus mõõtmise süsteem	17
4.3 Akna avamise / sulgemise süsteem	19
4.4 Pinnase niiskuse mõõtmise süsteem	21
4.5 Kastmissüsteem	23
4.6 Mobiilirakendus	25
4.7 Mikroprotsessor	26
4.8 Teised komponendid	27
4.9 Komponentide hind	28
5 Prototüüp	30

5.1 Skeem	30
5.2 Tööprintsip	33
5.3 Tarkvara.....	33
5.4 Kood	35
6 Kokkuvõte	36
Kasutatud kirjandus	37
Lisa 1 – Kood	39

Jooniste loetelu

Joonis 1. Andur DHT22.	19
Joonis 2. Servomootor TowerPro MG996R.	21
Joonis 3. Pinna niiskuseandur.	23
Joonis 4. Veepump QR30E.	24
Joonis 5. Blynk.	26
Joonis 6. Raspberry Pi Zero W.	27
Joonis 7. Projekti skeem 1.	30
Joonis 8. Projekti skeem 2.	31
Joonis 9. Koostatud skeem, külgsuuna vaade.	32
Joonis 10. Koostatud skeem, ülaltvaade.	32
Joonis 11. koostatud skeem, breadboard ülaltvaade.	33
Joonis 12. Tarkvara temperatuuri ja niiskuse mõõtmise süsteemiks ja akna avamise / sulgemise süsteemiks.....	34

Tabelite loetelu

Tabel 1. Konkurentide võrdlus.	15
Tabel 2. Anduri parameetrid DHT22.	17
Tabel 3. Servomootori parameetrid MG996R.	20
Tabel 4. Pinna niiskuseandurit parameetrid.	22
Tabel 5. Veepump QR30E parameetrid.	24
Tabel 6. Raspberry Pi Zero W parameetrid.	26
Tabel 7. Komponentide hind.	28

1 Sissejuhatus

Kaasaegses maailmas, kus infotehnoloogiaid kasutatakse pidevalt igapäevaelus ja kohtume nendega igal sammul, alates kontserdipiletite ostmisest ja poest toodete ostmisest kodust lahkumata, kuni uudisteni, mis toimuvad teisel pool maailma, millest saame teada uudiste kaudu saite. Kuid infotehnoloogia ei ole veel piisavalt levinud, et kasvuhoone tavaomanikul oleks võimalik kasvuhoonet eemalt kontrollida. Lahendused on olemas, kuid nende hind on väga kõrge. Mõned ettevõtted pakuvad kalleid lahendusi ainult suurtele ettevõtetele ja nende kaupu saab osta ainult hulgikaupa, teised pakuvad kasvuhoone kokkupanemist nullist, mis ei sobi ka juba ettevalmistatud kasvuhoone tavaomanikule. Meie töö ülesanne on pakkuda sellistele inimestele võimalust oma kasvuhooneid odavalt automatiseerida ja pakkuda neile sobivat funktsionaalsust, nii et iga tänapäevane inimene, kes on tööpäeviti hõivatud, on kindel, et töö ajal ei juhtu tema saagiga midagi.

1.1 Taust

Enamik inimesi seisab silmitsi olukorraga, kus korter muutub ahtaks ja sellega kaasneb soov osta linna seibimisest eemale maamaja või suvila, kus nad saaksid perekonna ja sõpradega värskes õhus puhata. Seal, kus nad saavad aiatöid teha või kasvuhoones taimi istutada, et argipäeva muredest põgeneda.

1.2 Probleem

Enamikul inimestel, kellel on oma maamajad, suvilad või köögiviljaaiad, on mitu kasvuhoonet põllukultuuride kasvatamiseks. Taimede hooldamine ja kasvatamine kasvuhoones võtab on palju aega ning maa kastmiseks, kasvuhoone akende avamiseks / sulgemiseks on vaja pidevat kohalolekut. Need toimingud võtavad iga päev aeda tulekuks aeg-ajalt palju ressursse, kui inimene seal alaliselt ei ela. Neid protsesse saab automatiseerida, kuid kaasaegsed lahendused on kallid, neid on keeruline paigaldada ja neil on suurepärased funktsioonid, mida tavaline suvine elanik ei vaja.

1.3 Projekti eesmärk

Töö eesmärk on kavandada ja luua süsteemi töömudel kasvuhoone põhiprotsesside automatiseerimiseks mobiilirakendusega. Töö lõppedes loodan saada toimiva süsteemi, mis on hõlpsasti paigaldatav enamikesse standardsetesse kasvuhoonetesse. Süsteem, mida saab mobiilirakenduse kaudu kaugjuhtimisega juhtida, andurite andmeid vaadata. Kogu lahenduse maksumus ei tohiks ületada 60 eurot, nii et iga soovine elanik saaks endale selle süsteemi osta. Süsteemil peaks olema kõik põhifunktsioonid kasvuhoone täieõiguslikuks tööks ilma erilise osaluse ja inimeste juuresolekuta.

1.4 Lõputöö eesmärk

Lõputöö eesmärk on projekteerida ja luua temperatuuri juhtimissüsteem, mis võimaldaks mõõta temperatuuri ja niiskust ning avada / sulgeda aknaid, ning ka mobiilirakenduse, mis võimaldab neid ülesandeid täita ka vahemaa tagant.

2 Metoodika

Kasvuhoone nutikas süsteem, mis mõõdab kasvuhoone sees olevat temperatuuri ja niiskust, samuti pinnaseindikaatoreid. Nendele andmetele tuginedes reguleerib see temperatuuri ja niiskust kasvuhoones akna avamisel ja sulgemisel, seal sees. Kogu süsteemi saab juhtida Interneti kaudu mobiilirakenduse abil või pigem temperatuuri, õhuniiskuse kontrollimiseks, akna avamise / sulgemise kaugjuhtimiseks, samuti automaatse kastmise aja seadmiseks ja selle käsitsi sisselülitamiseks [1,5].

2.1 Temperatuur ja niiskus mõõtmise süsteem

Temperatuuri ja niiskuse mõõtmiseks kasutatakse andurit, mõõdetakse temperatuur ja niiskus.

2.2 Akna avamise / sulgemise süsteem

Temperatuuri ja niiskuse mõõtmisüsteemist saadud andmete põhjal muudetakse temperatuuri ja niiskust akna avamise ja sulgemisega.

2.3 Pinnase niiskuse mõõtmise süsteem

Pinnase niiskuse mõõtmise anduri abil mõõdetakse mulla niiskust.

2.4 Kastmissüsteem

Kastmissüsteem viiakse läbi veepumba ja torude abil, süsteemis saate määrata nii aja, mille jooksul pump töötab, kui ka kellaaja, millal see sisse lülitatakse.

2.5 Mobiilirakendus

Mobiilirakendus nutika kasvuhoone kõigi süsteemide haldamiseks, mille abil saate andmeid temperatuuri- ja niiskuseandurilt, hankida andmeid mulla niiskuseandurilt, juhtida kasvuhoones akende avanemist ja sulgemist ning juhtida automaatkütet.

Mobiilirakenduse abil saate automatiseerida kastmist, määrates taimerid, pinnase ja õhuniiskuse minimaalse ja maksimaalse lubatud väärtuse indikaatorid. Mobiilirakendus võimaldab teil kogu süsteemi eemalt Interneti kaudu juhtida.

3 Turuanalüüs

3.1 Sensaphone

Sensaphone pakub kaugseireseadmeid, märguandeid ja andureid tööstuslike kasvuhoonete jaoks. Need seadmed tuvastavad äärmuslikud temperatuurikõikumised, külmad, külmunud kastmisliinid, küttekehade ja ventilaatorite rikked. Kui mõni seisund on väljaspool kindlaksmääratud vahemikku, teavitab seade sellest kohe omanikku telefoni või e-posti teel. Tootja ei paku valmis kasvuhooneid, vaid pakub varustust juba valmis kasvuhoonetele. Samuti ei saa teie kasvuhoonet teha sobivate parameetritega. See valik ei sobi kasvuhoonete tavaomanikele, kuna see tootja töötab ainult suurte ettevõtetega [2].

3.2 Myfood

Myfood on nutikas päikeseenergia kasvuhoone, mis ühendab permakultuuri, vesiviljelust ja asjade internetti vertikaalse kasvu jaoks ilma pestitsiidide ja vaevata. Seal on valmisvalikud kasvuhoonetele väikeste suurusega 1.5 x 2.2 meetrit, samuti keskmise suurusega kasvuhoonetele 3.8 h 5.9 meetrit. Seal on võimalus koguda endale sobiv kasvuhoone. Lisamooduleid on võimalik osta, kui teil juba on selle tootja kasvuhoone. Kuid see tootja ei sobi inimestele, kellel juba on kasvuhoone ja kes soovivad seda automatiseerida, kuna lisamoodulid sobivad ainult selle tootja kasvuhoonetele [3].

3.3 EcoSlider

EcoSlider - käivitusvalmis kasvuhoonete tootja, millel on lai valik seadistusi kasvuhoone pikkusest kuni automaatsete akende arvuni. Samuti on võimalik valida valmisvalikute hulgast, kus kõik parameetrid on juba konfigureeritud. See on Eesti tootja, mis annab suure töökindluse, kuna tootja tunneb kohalikku kliimat, taimede kasvatamise tingimusi meie riigis ja raskusi, millega kasvuhoone omanik võib kokku puutuda. Siiski kerkib hind, kuna väikese kasvuhoone 3 x 2 meetri eest peate maksma 1000 eurot. Ka see valik

ei sobi inimestele, kes juba omavad kasvuhoonet ja soovivad seda automatiseerida, kuna nad pakuvad valmis kasvuhooneid [4].

3.4 Konkurentide võrdlus

Tabel 1 Konkurentide võrdlus

	Sensaphone	Myfood	EcoSLider
Plussid	<ol style="list-style-type: none"> 1. Võtmed kätte lahendus 2. Suur hulk andureid 3. Erinevad häirevõimalused 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Võtmed kätte lahendus 2. Sobib tavalistele inimestele 3. Erinevad variandid 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Suur sätete valik 2. Sobib nii tavainimesele kui ka tööstusele 3. Kodumaine tootja
Miinused	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hind 2. Süsteemi skaleeritavus 3. Ainult tööstuslikuks kasutamiseks 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hind 2. Pakutakse valmis kasvuhooneid. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hind 2. Pakutakse valmis kasvuhooneid.

3.5 Üldine järeldus

Mõned konkurendid pakuvad käivitusvalmis kasvuhooneid, see tähendab, et olemasolevate kasvuhoonete automatiseerimise asemel pakuvad nad juba valmis kasvuhooneid. See valik ei sobi inimestele, kellel juba on kasvuhoone ja kes soovivad seda automatiseerida. Viimased pakuvad automaatikakomplekti (kasti), kuid see võimalus on mõeldud ainult suurtele ettevõtetele ja tavainimestele see ei sobi.

Keskmiselt jäävad kasvuhoonehinnad vahemikku 1000–10 000 eurot, mis on ka väga kallis, kui inimene soovib kasvuhoonet automatiseerida ja nad peavad oma kasvuhoone vahetama konkurentide pakutava kasvuhoone vastu.

Kui inimesel kasvuhoonet ei ole ja ta soovib ise seda paigaldada, on parimaks võimaluseks EcoSlider, kuna neil on lai seadete valik, kõige taskukohasem hind ja see on Eesti tootja, mis vähendab kasvuhoone tarnimise ja paigaldamise aega ja kulusid.

3.6 Meie idee eelised

Enamik nutikate kasvuhoonete turul pakutavatest ettepanekutest on integreeritud süsteemiga valmis kasvuhooned, selliste lahenduste maksumus on suur ega sobi inimestele, kes juba omavad kasvuhoonet ja soovivad seda automatiseerida. Samuti on keeruline leida teile sobiva suuruse ja funktsionaalsusega varianti, mille tootja pakub.

Samuti on võimalusi endale kasvuhoone tellida, kuna sellistel tootjatel on küll võimalusi kasvuhoone parameetreid valida, kuid selliste tootjate probleem on see, et sellised kasvuhooned on kallid ja sellised valikud ei lahenda juba kasvuhoonet omavate inimeste probleemi.

Meie ideede eeliseks esimese ja teise ees on see, et me ei paku valmis kasvuhooneid ega monteeri eritellimusel valmistatud kasvuhooneid, vaid automatiseerivad meie klientidele kuuluvaid valmis kasvuhooneid.

Meie idee teine eelis on see, et esimese ja teise variandi hind on väga kõrge ning pakume väikese raha eest oma klientide kasvuhoonete automatiseerimist.

Kolmas eelis on see, et meil on kogemusi kasvuhoonete omamisega ja osalesime kasvuhoonetes taimede kasvatamisel. Oleme tuttavad ka meie kliima, selle tingimuste ja sellega kaasnevate probleemidega.

4 komponentide valik

Süsteemi juhitakse Interneti-ühenduse kaudu mobiilirakenduse kaudu. Kogu süsteemi juhtimiseks ja Interneti-ühenduse loomiseks valiti mikrokontroller Raspberry Pi Zero W. See on väikesemahuline arvuti, millel on 40 *pin*'i komponentide ühendamiseks, aga ka WiFi moodul, mille kaudu ta loob Interneti-ühenduse.

4.1 Nõuded süsteemile

1. Töötemperatuur: 0° kuni 55° C
2. Niiskus: kuni 90%
3. Kogu lahenduse maksumus: kuni 60€

4.2 Temperatuur ja niiskus mõõtmise süsteem

Õhutemperatuuri ja õhuniiskuse andur valiti DHT11, DHT22 ja DHT21 vahel. DHT11 anduri eeliseks on madala hind teistega võrreldes, kuid anduril on väiksem niiskuse mõõtmise vahemik 20% kuni 80% ja madal täpsus 5%, samuti on madala temperatuuri mõõtmise vahemik 0-50 kraadi ja täpsus 2%. DHT21 anduri temperatuuri mõõtmise vahemik on -40 kuni +80 kraadi täpsusega 0,5 kraadi ja niiskuse mõõtmise vahemik 0% kuni 100% täpsusega 2%. DHT22 anduril on temperatuuri mõõtmise vahemik -40 kuni +125 kraadi täpsusega 0,5 kraadi ja niiskuse mõõtmise vahemik 0% kuni 100% täpsusega 2%, samuti kaitse saastumise eest, seega valiti DHT22 andur [7].

Temperatuuri ja niiskuse mõõtmisüsteemiks valiti andur DHT22. DHT22 on tavaline odav digitaalne temperatuuri ja niiskuse andur. See kasutab välisõhu mõõtmiseks mahtuvuslikku niiskusandurit ja termistorit ning sülitab andmete väljastamiseks välja digitaalsignaali. Seda on üsna lihtne kasutada, kuid andmete kogumiseks on vaja hoolikalt aega. Selle anduri ainus puudus on see, et saate sellelt uusi andmeid iga 2 sekundi tagant [6].

Tabel 2 Anduri parameetrid DHT22

Toitumine	3–5 volti
Maksimaalne vool muundamise ajal	2,5 mA

Niiskuse mõõtmise vahemik	0% kuni 100%
Mõõtmiste täpsus	2% kuni 5%
Temperatuuri mõõtmise vahemik	-40 °C kuni 125 °C
Mõõtmiste täpsus	0.5 °C
Mõõtmise sagedus	2 sekundit
Pikkus	15.1 mm
Lai	25 mm
Kõrgus	5.5 mm
Nööpnõelte arv	3
Nööpnõelte vaheline kaugus	0.1"



Joonis 1 Andur DHT22 [8]

4.3 Akna avamise / sulgemise süsteem

Servomootori valik oli SG90, MG995 ja MG996R [9] vahel. SG90 eeliseks on madal hind, kuid väikese suuruse tõttu ei sobi see meie ülesanneteks. Võrreldes SG90-ga on MG995 parem jõudlus. Valik langes MG996R-le, kuna oma omadustelt sarnaneb see MG995-ga, kuid plussiks on see, et see on valmistatud metallkorpuses, mis annab suurema töökindluse [10].

Akende avamise / sulgemise süsteemiks valiti servomotor TowerPro MG996R. MG996R on TowerPro MG995 täiustatud versioon. Uuesti kujundatud trükkplaat ja juhtimissüsteem, mis muutis servo täpsemaks. Samuti parandati käigukasti ja mootorit, mis vähendas surnud tsooni ja parandas joondust.

Kõik spetsifikatsioonid on samad, mis MG995, kuid uus servo on palju täpsem ja ohutum kasutamiseks lennukites, mis vajavad rooli suurema liikumise täpsust.

Tabel 3 Servomootori parameetrid MG996R

Kaal	55 grammi
Pingutus	12 kg / cm (6 V juures)
Tööpinge	4.8 kuni 7.2 V
Töötemperatuur	0 kuni 55 °C
Traadi pikkus	30 cm
Pistik	JR
Pikkus	40.7 mm
Lai	19.7 mm
Kõrgus	42.9 mm
Töökiirus	0,17 sekundit / 60° (4,8 V koormata)
Töökiirus	0,13 sekundit / 60° (6,0 V koormata)



Joonis 2 Servomootor TowerPro MG996R [11]

4.4 Pinnase niiskuse mõõtmise süsteem

Pinnase niiskuseandur valiti SZYEFi ja YL 69 niiskusanduri vahel. Nende omaduste järgi olid mõlemad meie projekti jaoks sobivad ja valik langes YL 69-le, kuna selle hind oli madalam.

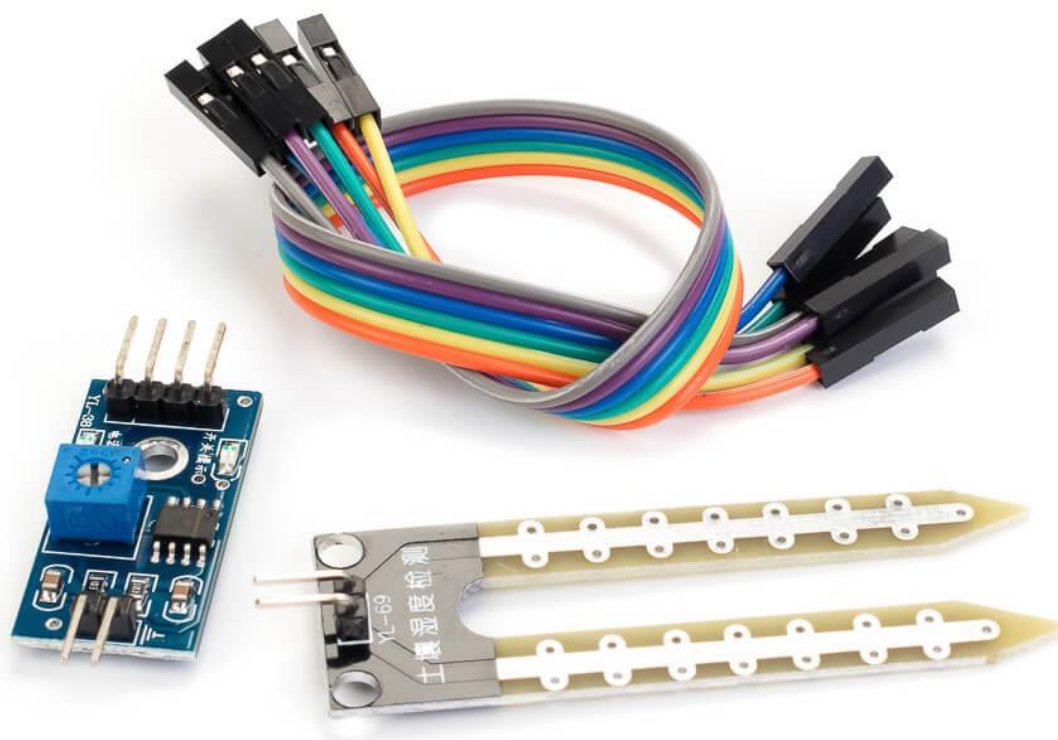
Pinnase niiskuse mõõtmise süsteemi jaoks kasutati pinna niiskuseandurit. Pinnase niiskusmoodul on ette nähtud selle sukeldatud maa niiskusesisalduse määramiseks. See võimaldab teil teada saada oma kodu- või aiataimede ebapiisavast või liigsest kastmisest. Selle mooduli ühendamine kontrolleriiga võimaldab teil automatiseerida taimede, aia või istanduse kastmise protsessi (omamoodi "arukas kastmine"). Moodul koosneb kahest osast: kontaktandur YL-69 ja andur YL-38, komplekt sisaldab juhtmeid ühendamiseks. Anduri YL-69 kahe elektroodi vahel luuakse väike pinge. Kui muld on kuiv, on takistus kõrge ja vool on väiksem. Kui maa on märg - takistus on väiksem, on vool pisut rohkem. Viimase analoogsignaali järgi saab hinnata niiskuse astet. Sond YL-69 on ühendatud kahe

juhtmega YL-38 anduriga. Lisaks anduriga ühendatavatele kontaktidele on YL-38 anduril neli kontakti kontrolleri ühendamiseks [12].

- Vcc - anduri võimsus
- GND on maa
- A0 - analoogväärtus
- D0 on niiskuse taseme digitaalne väärtus

Tabel 4 Pinna niiskuseandurit parameetrid

Toitepinge	3.3-5 V
Tarbimisvool	35 mA
Väljund	Digitaalne ja analoog
Mooduli pikkus	16 mm
Mooduli laius	30 mm
Pliiatsi pikkus	20 mm
Pliiatsi laius	60 mm
Kogukaal	7.5 g



Joonis 3 Pinna niiskuseandur [13]

4.5 Kastmissüsteem

Veemootori valimisel oli võtmetähtsusega vee tarbitav kogus. Arvutuste põhjal sobis meie kasvuhoonesse kõige paremini mootor, mille veetarve on 240 liitrit tunnis.

Kastmissüsteemiks valiti ettevõtte veepump brushless dc pump QR30E. Neid pumbasid kasutatakse tavaliselt koduakvaariumites või basseinides, mis sobib meile suurepäraselt.

Tabel 5 Veepump QR30E parameetrid

Toitepinge	12 V
Energiatarve	4.2 vatti
Maksimaalne nimivool	350 mA

Töötemperatuur	0 kuni 60 °C
Veetarbimine	4 l / min
Veekindluse klass	IP68
Pikkus	54 mm
Laius	37 mm
Kõrgus	42 mm



Joonis 4 Veepump QR30E [14]

4.6 Mobiilirakendus

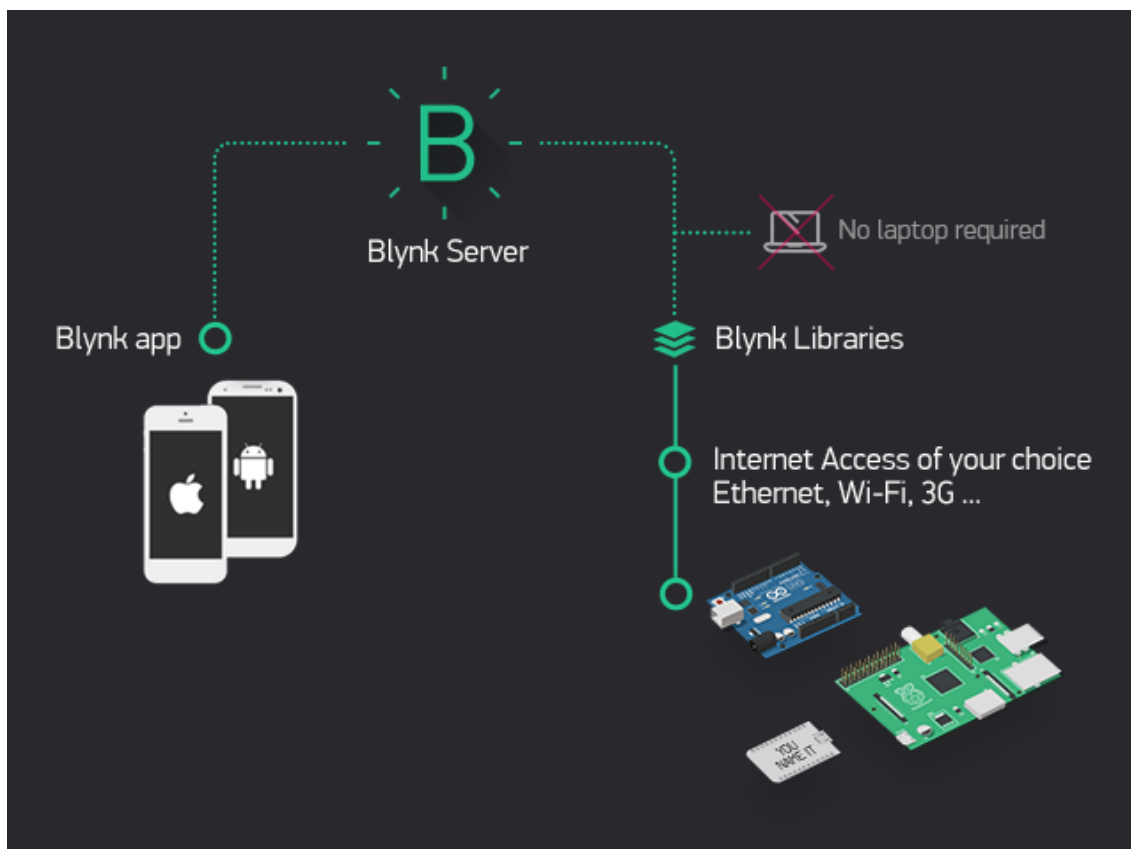
Mobiilirakendusena otsustati valida valmislahendus. Pärast turu analüüsimist otsustati valida rakendus Blynk [15]. Blynk'i peamine eesmärk on luua taskukohane platvorm kodus valmistatud elektrooniliste seadmete juhtmeta juhtimiseks nutitelefoni. Kuna meil oli otsus kirjutada tarkvara JS-is ja see on üks kahest peamisest programmeerimiskeelest Blynki jaoks, osutus see rakendus selle projekti jaoks ideaalseks lahenduseks.

Rakendus võimaldab kuvada asjakohaseid andmeid temperatuuri ja niiskuse andurite, pinnase niiskuse, akende avamise / sulgemise ning kastmise sisse / välja lülitamise ja kastmisaja reguleerimise.

Samuti võimaldavad rakendused seda kasutada:

- Nupud
- Liugurid
- Mono- ja biaksaalsed juhtkangid
- Juhtimine güroskoobi ja telefoni kiirendusmõõturite abil
- Erinevat tüüpi juhtnupud
- Graafikud
- Dial indikaatorid
- Hüpikteated

mis aitab tulevikus projekti laienemisele kaasa [16].



Joonis 5 Blynk [17]

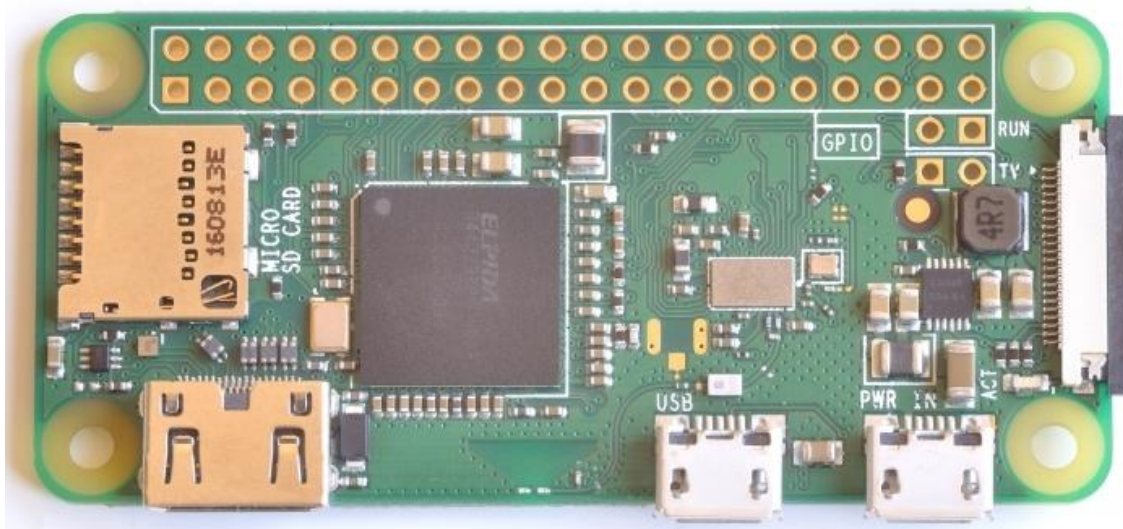
4.7 Mikroprotsessor

Kogu süsteemi juhtimiseks ja Interneti-ühenduse loomiseks valiti mikrokontroller Raspberry Pi Zero W. See on väikesemahuline arvuti, millel on 40 *pin*'i komponentide ühendamiseks, ning ka WiFi moodul, mille kaudu ta loob Interneti-ühenduse. Raspberry Pi Zero W valiti seetõttu, et see on odav lahendus, mis muudab JS-i programmeerimiskeele ja Blynk-i mobiilirakenduse kasutamise lihtsaks. Raspberry Pi Zero W tarbib väikest kogust energiat, mis mõjutab positiivselt kasvuhooneomanike tulevaseid kulusid [18].

Tabel 6 Raspberry Pi Zero W parameetrid

Protsessor	BCM2835 koos VC4-ga
CPU vaikesagedus	1 GHz koos L2 vahemälu kiirendamisega

Mälu	512MB RAM
Juhtmevaba moodul	BCM43438 chip for WiFi/BT
WiFi	802.11 b/g/n
Bluetooth	4.0
Pikkus	65 mm
Laius	30 mm
Kaal	9 g



Joonis 6 Raspberry Pi Zero W [19]

4.8 Teised komponendid

- Juhtmed
- resistorid (2x 10K Omph, 1x 5K Omph, 1x 330 Omph)
- LED lamp (pumba sisse- ja väljalülitamise indikaator)

- Adapteri toiteallikas, 12VDC 2A
- DS18B20 temperatuuri andur
- N-channel mosfet (et transistor ei põleks maha võtsime mosfet järgmisena parameetritega: 60V 30A)

4.9 Komponentide hind

Komponente saab osta ka Eesti poodidest (oomipood, LEMONA Electronics, Noor tehnik, Westbalt, ittgroup) [20-24], kus on võimalus komponendid osta. Komponentid olid kohal, aga nende hind meie jaoks oli kõrge. Seega uurisime see küsimus teises poes. Midagi Hiinast (alieksspress) eriolukorrast sellel momendil tellida ei julgenud. Lõpuks tellisime komponendid Venemaast.

Tabel 7 Komponentide hind

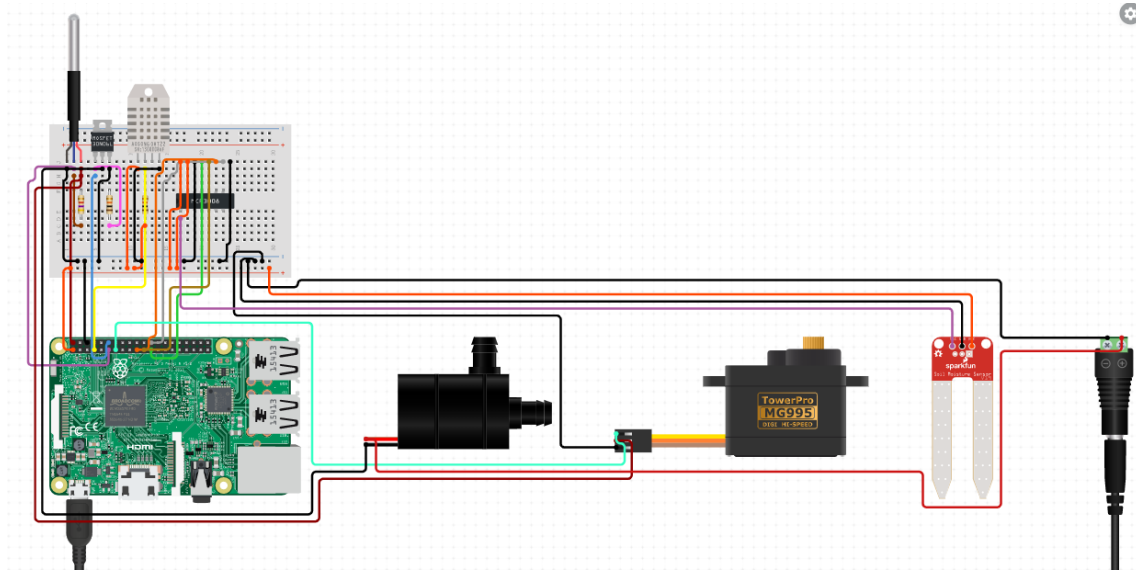
Komponent	Kogus	Hind
Niiskuse ja temperatuuri andur - DHT22	1 tk	4 €
DS18B20 temperatuuri andur	1 tk	1.67 €
Mulla niiskuse andur koos ADC	1 tk	0.72 €
Adapteri toiteallikas - 12 VDC 2A	1tk	3.35 €
N-channel mosfet	1tk	2.21 €
Ühendusjuhtmete komplekt	30 tk	0.96 €
Servomootor TowerPro MG996R	1 tk	5.16 €
Veepump QR30E	1 tk	5.94 €
Raspberry Pi Zero W	1 tk	14.52 €
Breadboard	1 tk	0.86 €
Takisti 10k Omph	2 tk	0.25 €
Takisti 5k Omph	1 tk	0.10 €
Takisti 330 Omph	1 tk	0.5 €
LED	1 tk	0.20 €
Kokku		40.44 €

Kõigi komponentide koguhind tuli välja 40.44, aga kuna komponendid telliti Venemaalt, lisandub sellele hinnale tarnehind, mis on 16,75 eurot ja välja tuleb 57,19 eurot. Aga kõigi komponentide Eestist ostmise korral oleks koguhind umbes 100 eurot, mis on 2-korda suurem kui meie projekti eelarve. Isegi kui arvestada kohaletoimetamisega, on Venemaalt ostmine tulusam ja võimaldab teil eelarvet täita.

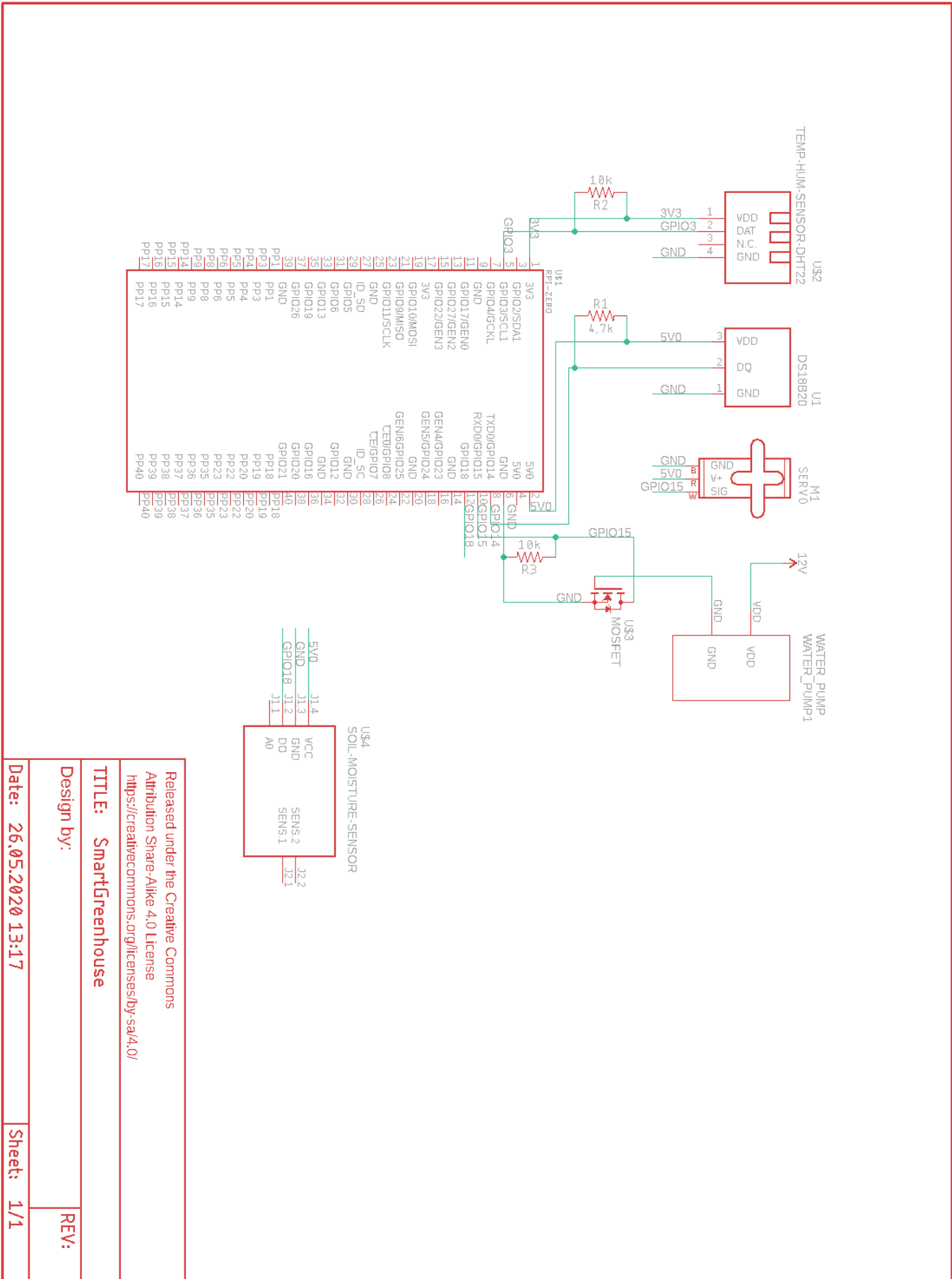
5 Prototüüp

5.1 Skeem

Otsustati alustada tööd üldise skeemiga. Skeemi joonistamiseks kasutati „Eagle“ [25].



Joonis 7 Projekti skeem 1



Released under the Creative Commons Attribution Share-Alike 4.0 License <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

TITLE: SmartGreenhouse

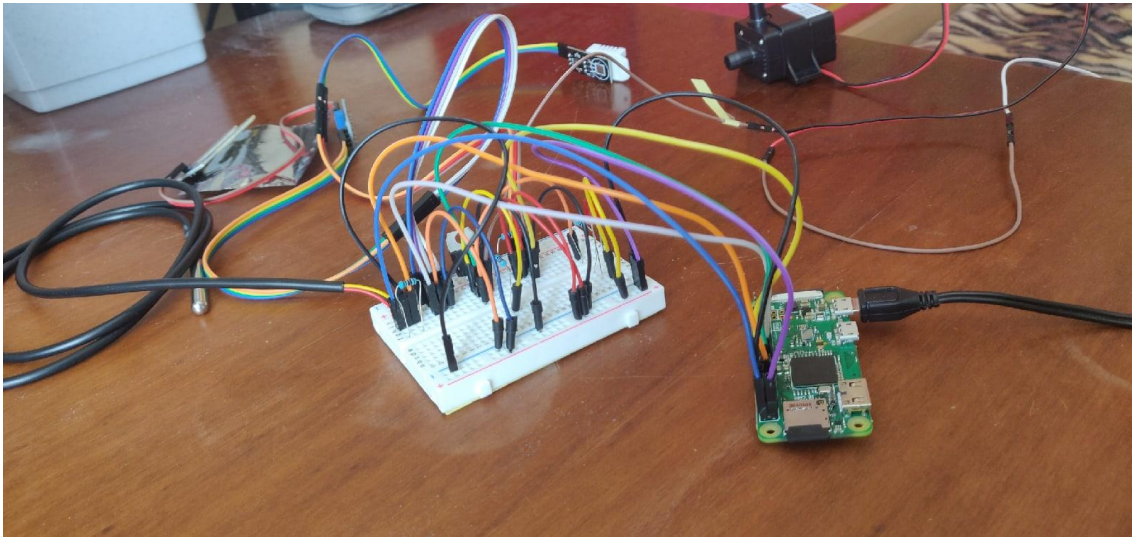
Design by: _____

Date: 26.05.2020 13:17

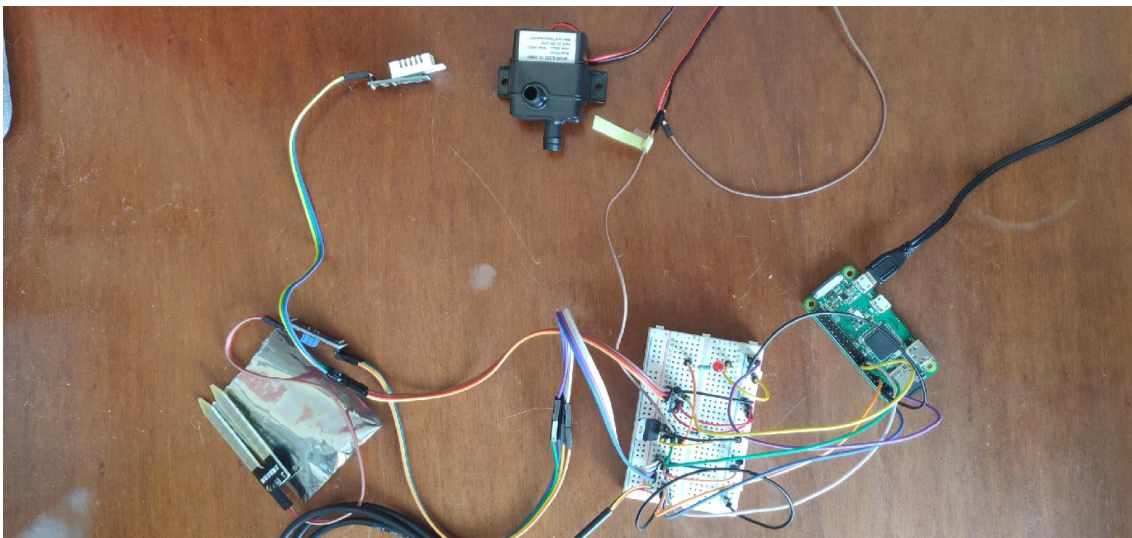
Sheet: 1/1

REV: _____

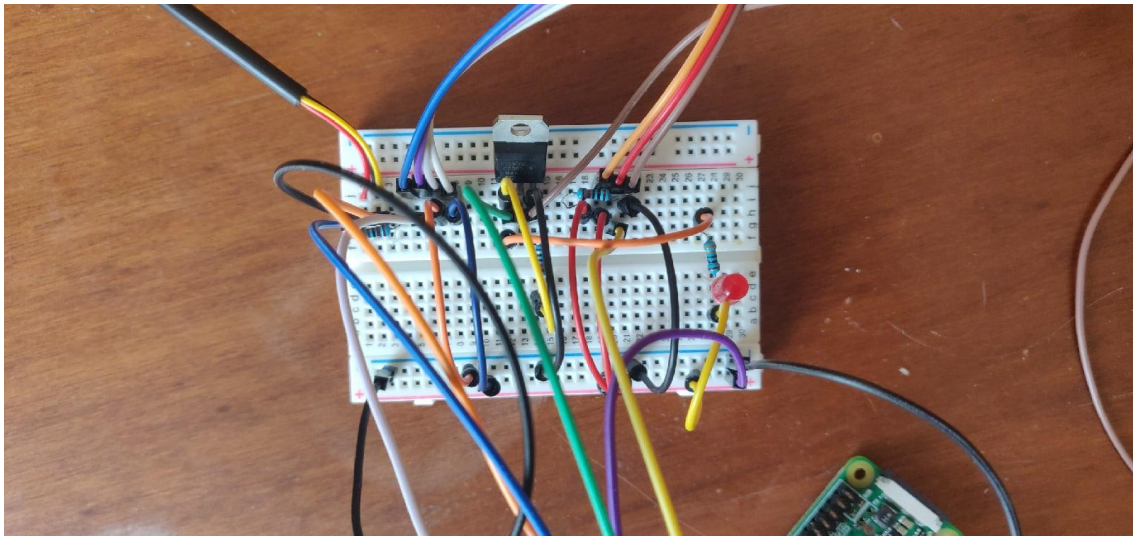
Joonis 8 Projekti skeem 2



Joonis 9 Koostatud skeem, külgvaade



Joonis 10 Koostatud skeem, ülaltvaade



Joonis 11 koostatud skeem, breadboard ülaltvaade

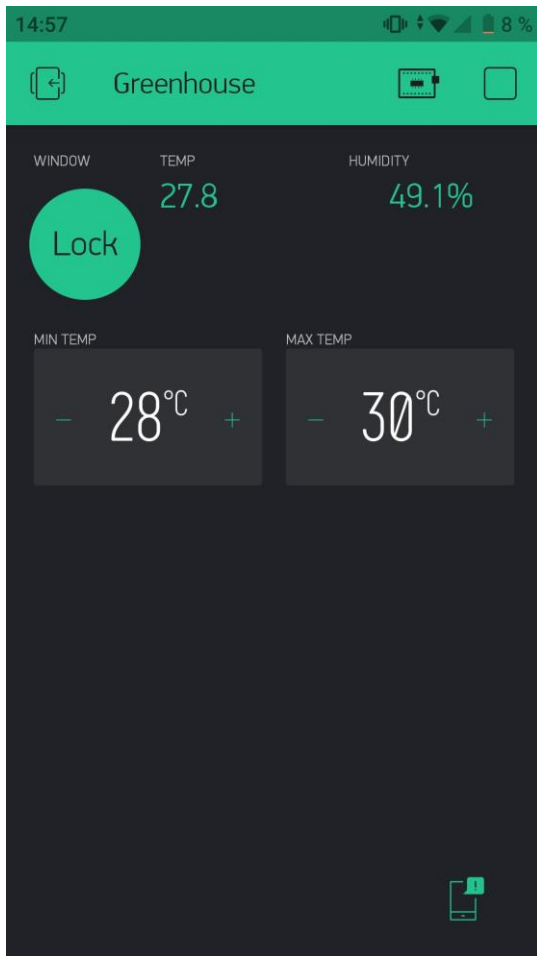
5.2 Tööprintsip

Tööprintsip on järgmine:

1. Kogu süsteemi juhib mikroprotsessor Raspberry Pi Zero W.
2. Temperatuuri- ja niiskuse andur mõõdab õhu temperatuuri ja niiskust ning nende andmete põhjal avatakse ja suletakse aknad servomootori abil.
3. Kastmissüsteem viiakse läbi veepumba ja torude abil, süsteemis saate määrata nii pumba tööaja väärtuse kui ka kellaaja, millal see sisselülitub.
4. Pinnase niiskuse anduri abil mõõdetakse mulla niiskust, et saada kasvuhoone seisundi kohta lisateavet.
5. Õhutemperatuuri anduri abil mõõdetakse õhutemperatuuri väljaspool kasvuhoonet.
6. Mobiilirakendus nutika kasvuhoone kõigi süsteemide haldamiseks, mille abil saate andmeid temperatuuri- ja niiskuse andurilt, hankida andmeid mulla niiskuse andurilt, juhtida kasvuhoones akende avamist ja sulgemist ning juhtida automaat kütet. Mobiilirakenduse abil saate automatiseerida automaatse kastmise ning temperatuuri ja niiskuse kontrolli tänu taimerite seadmisele, temperatuuri minimaalse ja maksimaalse lubatud väärtuse indikaatoritele. Mobiilirakendus võimaldab teil kogu süsteemi eemalt Interneti kaudu juhtida.

5.3 Tarkvara

Selles töö osas rakendatakse ainult temperatuuri ja niiskuse mõõtmise süsteemi ning akna avamise / sulgemise süsteemi. Järgmises töös kirjeldatakse mulla niiskuse mõõtmise süsteemi ja automaatse niisutussüsteemi kohta.



Joonis 12 Tarkvara temperatuuri ja niiskuse mõõtmise süsteemiks ja akna avamise / sulgemise süsteemiks.

Realeseeritud:

- Nupp akna avamiseks / sulgemiseks, mis on ühtlasi akna oleku indikaatoriks (avatud / suletud).
- Temperatuurinäidik kasvuhoone sees
- Õhuniiskuse indikaator kasvuhoones
- Miinimumtemperatuuri sisestamise väli. Kui temperatuur kasvuhoones on sellest väärtusest madalam, peaks aken sulguma.
- Maksimaalse temperatuuri sisestamise väli. Kui temperatuur kasvuhoones on sellest väärtusest kõrgem, peaks aken avanema.

- Teavitamissüsteem. Kui aken avaneb või sulgub, saab telefoni omanik sellest teada.

5.4 Kood

MobaXtermi [27] kasutati Raspberry Pi Zero W-ga ühenduse loomiseks [26]. Programmi kood kirjutati JS-is NodeJS abil. Koodi võib leida lisamaterjalidest.

6 Kokkuvõte

Selle töö eesmärk on luua kasvuhoone automatiseeritud miniatuurne mudel, mida saaks mobiilirakenduse abil juhtida eemalt. See on töö esimene osa ning kasvuhoones on olemas süsteem temperatuuri ja niiskuse mõõtmiseks ning akende avamise / sulgemise süsteem. Kasutati mobiilirakendust, mis võimaldab kasutajal kontrollida akende avamise / sulgemise süsteemi, samuti jälgida kasvuhoone sees olevat temperatuuri ja niiskust. Ülesanne viidi lõpule 60-eurose eelarve täitmiseks. Projekti kogumaksumus on 57,19 eurot. Täideti ka süsteemi nõudeid, nimelt võib süsteem töötada temperatuuridel 0 kuni 55 kraadi ja õhuniiskuses kuni 90%. Õhutemperatuuri ja õhuniiskuse kontrollsüsteem ning akna avamise / sulgemise süsteem on täiesti autonoomsed ega vaja pärast esmakordset seadistamist inimese sekkumist.

Töö järgmises osas kirjeldatakse ja demonstreeritakse niisutussüsteemi ja mulla niiskuse kontrollsüsteemi. Samuti täiendatakse mobiilirakendust, mis võimaldab süsteemi distantsilt juhtida, nimelt jälgida indikaatoreid mulla niiskuseandurist, kastmist sisse / välja lülitada, kastmisaega ja selle kestust seadistada.

Kasutatud kirjandus

1. Mis on nutikas kasvuhoone ja kuidas ise automaatjuhtimist teha [Võrgumaterjal]. Available: <http://teplicno.ru/obustr/umnaya-teplica.html> [Kasutatud: 12.02.2020]
2. „Sensaphone” [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.sensaphone.com/> [Kasutatud: 10.02.2020]
3. „MyFood” [Võrgumaterjal]. Available: <https://myfood.eu/our-technology/smart-greenhouse/> [Kasutatud: 10.2.2020]
4. „Ecoslider” [Võrgumaterjal]. Available: <https://ecoslider.com/ru/> [Kasutatud: 10.02.2020]
5. IoT based Smart Greenhouse [Võrgumaterjal]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7906846> [Kasutatud: 08.03.2020]
6. Näide DHT11 ja DHT22 anduri ühendamisest Arduinoga [Võrgumaterjal]. Available: https://arduinomaster.ru/datchiki-arduino/datchiki-temperatury-i-vlazhnosti-dht11-dht22/#_DHT22 [Kasutatud: 02.07.2020]
7. DHT11, DHT22 ja DHT21 võrdlemine [Võrgumaterjal]. Available: <https://voltiq.ru/dht11-dht22-and-dht21/> [Kasutatud: 28.07.2020]
8. DHT22 pilt [Võrgumaterjal]. Available: <https://diy.waziup.io/sensors/humidity/img/dht22-res.jpg> [Kasutatud: 02.07.2020]
9. Servomooter TowerPro MG996R [Võrgumaterjal]. Available: http://www.avrobot.ru/product_info.php?products_id=2948 [Kasutatud: 02.07.2020]
10. Servomooter SG90, TowerPro MG995 ja TowerPro MG996R võrdlemine [Võrgumaterjal]. Available: <https://arduinomaster.ru/motor-dvigatel-privod/servoprivody-arduino-sg90-mg995-shema-podklyuchenie-upravlenie/> [Kasutatud: 28.07.2020]
11. Servomooter TowerPro MG996R pilt [Võrgumaterjal]. Available: <https://ae01.alicdn.com/kf/HTB1Kvq.XBLN8KJJSZFpq6zZaVXaC.jpg> [Kasutatud: 02.07.2020]
12. Pinnase niiskuseandur [Võrgumaterjal]. Available: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-datchiki/datchik-vlazhnosti-pochvy-arduino/> [Kasutatud: 02.07.2020]
13. Pinnase niiskuseandur pilt [Võrgumaterjal]. Available: <https://3d-diy.ru/upload/iblock/211/Datchik-vlazhnosti-pochvy-arduino-1.jpg> [Kasutatud: 02.07.2020]
14. Veepump pilt [Võrgumaterjal]. Available: https://ae01.alicdn.com/kf/HTB1JzfqXiDxK1RjSsphq6zHrpXag/Ultra-quiet-DC-12V-4-2W-240L-H-Flow-Rate-Waterproof-Brushless-Pump-Mini-Submersible-Water.jpg_640x640.jpg [Kasutatud: 06.07.2020]
15. Blynki mobiilirakenduse ametlik veebisait [Võrgumaterjal]. Available: <https://blynk.io/>

- [Kasutatud: 06.07.2020]
16. Töötav näide mobiilirakendus Blynk [Võrgumaterjal]. Available: <https://habr.com/ru/post/388589/>
[Kasutatud: 06.07.2020]
 17. Töötav näide mobiilirakendus Blynk. Pilt [Võrgumaterjal]. Available: <https://hsto.org/files/1f9/7ac/ca3/1f97acca361d4f4ea4f48a78ac433937.png>
[Kasutatud: 06.07.2020]
 18. Raspberry Pi Zero W [Võrgumaterjal]. Available: <https://habr.com/ru/post/401925/>
[Kasutatud: 06.07.2020]
 19. Raspberry Pi Zero W pilt [Võrgumaterjal]. Available: <https://hsto.org/files/bae/854/5d9/bae8545d9af843449142a8740698b78b.jpg>
[Kasutatud: 06.07.2020]
 20. „Oomipood” [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.oomipood.ee/>
[Kasutatud: 07.07.2020]
 21. „Lemona electronics“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.lemona.ee/>
[Kasutatud: 07.07.2020]
 22. „Noor tehnik“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.noortehnik.ee/>
[Kasutatud: 07.07.2020]
 23. „Westbalt“ [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.westbalt.eu/store/index.php>
[Kasutatud: 07.07.2020]
 24. „Itt group“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://robo labor.ee/et/>
[Kasutatud: 07.07.2020]
 25. „Eagle“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.autodesk.com/products/eagle/overview?plc=F360&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>
[Kasutatud: 07.07.2020]
 26. Raspberry Pi setup [Võrgumaterjal]. Available: <https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/raspberry-pi-headless-setup>
[Kasutatud: 09.07.2020]
 27. „MobaXterm“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://mobaxterm.mobatek.net/>
[Kasutatud: 09.07.2020]

Lisa 1 – Kood

```
var blynkLib = require('blynk-library');
var sensorLib = require('node-dht-sensor');
var blynkToken = 'pFVf0a1WrhFihprOokGPzsxO1qG9-yjs';
var unlockedState = 2500;
var lockedState = 1700;
var motorPin = 14;
// Setup sensor, exit if failed
var sensorType = 22; // 11 for DHT11, 22 for DHT22 and AM2302
var sensorPin = 4; // The GPIO pin number for sensor signal
if (!sensorLib.initialize(sensorType, sensorPin)) {
  console.warn('Failed to initialize sensor');
  process.exit(1);
}
// *** Start code *** //
var locked = true
//Setup servo
var Gpio = require('pigpio').Gpio,
  motor = new Gpio(motorPin, { mode: Gpio.OUTPUT });
//Setup blynk
var Blynk = require('blynk-library');
var blynk = new Blynk.Blynk(blynkToken);
var v0 = new blynk.VirtualPin(0);
var v5 = new blynk.VirtualPin(5);
var v6 = new blynk.VirtualPin(6);
var minTemp = 20;
v5.on('write', function(param) {
  minTemp = param[0];
});
var maxTemp = 40;
v6.on('write', function(param) {
  maxTemp = param[0];
});
lockWindow()
v0.on('write', function(param) {
```

```

    console.log('V0:', param);
    if (param[0] === '0') { //unlocked
        unlockWindow();
    } else if (param[0] === '1') { //locked
        lockWindow()
    } else {
        blynk.notify("Window lock button was pressed with unknown parameter");
    }
});
blynk.on('connect', function() { console.log("Blynk ready."); });
blynk.on('disconnect', function() { console.log("DISCONNECT"); });
// Automatically update sensor value every 2 seconds
setInterval(function() {
    var readout = sensorLib.read();
    blynk.virtualWrite(3, readout.temperature.toFixed(1));
    blynk.virtualWrite(4, readout.humidity.toFixed(1));
    if(readout.temperature.toFixed(1) <= minTemp && locked == false) {
        lockWindow();
        blynk.virtualWrite(0, 1);
    } else if (readout.temperature.toFixed(1) >= maxTemp && locked == true) {
        unlockWindow();
        blynk.virtualWrite(0, 0);
    }
}, 2000);
function lockWindow() {
    motor.servoWrite(lockedState);
    locked = true
    //notify
    blynk.notify("Window has been locked!");
    //After 1.5 seconds, the door lock servo turns off to avoid stall current
    setTimeout(function(){motor.servoWrite(0)}, 1500)
}
function unlockWindow() {
    motor.servoWrite(unlockedState);
    locked = false
    //notify
    blynk.notify("Window has been unlocked!");
    //After 1.5 seconds, the door lock servo turns off to avoid stall current
    setTimeout(function(){motor.servoWrite(0)}, 1500)
}
}

```