

Tartu Ülikool
Loodus- ja täppisteaduste valdkond
Tehnoloogiainstituut

Sander Sõritsa

Nutikodu lahenduse baaskomponentide loomine

Bakalaureusetöö (12 EAP)
Arvutitehnika eriala

Juhendajad:
MSc Urmas Tamm
vanemteadur Heiki Kasemägi

Tartu 2018

Resümee/Abstract

Nutikodu lahenduse baaskomponentide loomine

Tehnoloogia areng on viimasel kümnendil olnud hüppeline ning tegemist ei ole enam ammu valdkonnaga, mis kuulub pelgalt spetsialistide kitsale ringkonnale. Nutiseadmed on kättesaadavad kõigile ja nende abil on võimalik muuta igapäevaelu oluliselt lihtsamaks ning mugavamaks. Lisaks mugavuse kriteeriumile on üheks olulisimaks märksõnaks ka kodu turvalisus, mis on tagatud uuenduslike lukustussüsteemide, valvekaamerate jms. näol. Turvalisuse tagamist võib pidada üheks olulisimaks eesmärgiks nutikodu loomise kontekstis.

Käesoleva lõputöö eesmärgiks on luua toimiv nutikodu lahendus, mille abil on võimalik muuta igapäevaelu mugavamaks ning mis täidaks ühtlasi turvalisuse eesmärgi. Turvalisus on tagatud eelkõige läbi selle, et nutikodu rakenduse abil on võimalik igal ajal hallata kodus toimuvat läbi turvaseadmete (kaamerad, valvestusseade, andurid jms). Nutikodu on loodud reaalse eramu näitel.

Lõputöö raames valmis kasutusvalmis nutikodu lahendus, mis koosneb veebiliidesest, telefonirakendusest, valve- ja kaamerasüsteemist ning temperatuuri- ja niiskuseandurist.

CERCS: T120 Süsteemitehnoloogia, arvutitehnoloogia; T125 Automatiseerimine, robotika, control engineering;

Märksõnad: arvutid, kontroll, automatiseerimine

Creation of basic components in smart home solution

Technology has developed over the past decade and is no longer a field, which is only known to specialists. Smart devices are available for everyone and they make everyday life easier and more convenient. In addition to convenience, an important keyword is home security, which is ensured by innovative locking systems, surveillance cameras etc. Security assurance can be considered to be the most important aim in the creation of a smart house.

The purpose of this Bachelor's thesis is to create a working smart home solution, which would make everyday life more convenient and also would serve the aim of the security. Security is ensured by the fact that it is possible to manage home-based security devices, such as surveillance system, sensors etc. through an application. Smart home which is created in the process, is based on a real house.

During the thesis a usable smart home solution was implemented and consisted mainly of web interface, smart phone application, surveillance system, temperature and humidity sensor.

CERCS: T120 Systems engineering, computer technology; T125 Automation, robotics, control engineering

Keywords: computers, control, automation

Sisukord

Resümee/Abstract	2
Jooniste loetelu	6
Tabelite loetelu	7
1 Sissejuhatus	8
1.1 Probleemi tutvustus	8
1.2 Töö eesmärk ja ülevaade	10
2 Alternatiivsed süsteemid	11
2.1 Z-Wave	11
2.1.1 Kütte- ja jahutussüsteemid	11
2.1.2 Lukud	12
2.1.3 Valgustus	13
2.2 ZigBee	14
2.2.1 Suitsuandur	14
2.2.2 Veelekke andur	15
2.3 Belkin WeMo	16
3 Süsteemi komponendid	18
3.1 Nõuded	18
3.2 Riistvara	19
3.2.1 DSC PC1565 Valvesüsteem	19
3.2.2 Arduino Uno	20
3.2.3 Raspberry Pi	21
3.2.4 Hikvision DS-2CD1641FWD-IZ	22
3.2.5 Synology DS218+	23
3.2.6 DHT22 Temperatuuri- ja niiskusandur	25
4 Süsteemi ja tarkvara seadistamine	26
4.1 Valvesüsteem ja andur	26

4.1.1 Valvesüsteem	26
4.1.2 Andur	27
4.2 Wordpressi sisuhaldussüsteemi seadistamine	27
4.3 Nutirakenduse koostamine	31
5 Süsteemi üldehitus	32
6 Süsteemi analüüs ja testimine	34
6.1 Analüüs	34
6.1.1 Kaughaldus	34
6.1.2 Sertifikaadid	34
6.2 Testimine	35
6.2.1 Elektri katkestus	35
6.2.2 Interneti puudumine	36
6.2.3 Füüsiline nutikodu süsteemide manipuleerimine	36
Kokkuvõte	37
Viited	38
Lihtlitsents	43
Lisad	44

Jooniste loetelu

Joonis 1: Fibaro radiaatori termostaat koos välise temperatuurisensoriga	12
Joonis 2: Nest/Yale nutilukk	13
Joonis 3: Philips Hue LED nutipirn	13
Joonis 4: ZigBee moodul	14
Joonis 5: ZigBee suitsuandur	15
Joonis 6: Heiman ZigBee veelekke andur	16
Joonis 7: WeMo nutilüliti	17
Joonis 8: WeMo nutipistik	17
Joonis 9: Nutikodu süsteemi diagram	19
Joonis 10: Arduino Uno	20
Joonis 11: Envisalink 4	20
Joonis 12: Raspberry Pi 3	21
Joonis 13: (a) Tavaline infrapunakaamera; (b) Nutikas infrapunakaamera	22
Joonis 14: DHT22/AM2302 Temperatuuri- ja niiskusandur	25
Joonis 15: Smarthome veebilehe pealeht	29
Joonis 16: Smarthome veebilehe süsteemid	30
Joonis 17: Smarthome veebilehe logid	30
Joonis 18: Xcode-i rakenduse esipaneel	31
Joonis 19: Nutikodu seadmete paiknemine	32
Joonis 20: Nutikodu lahenduse tööalgoritm	33

Tabelite loetelu

Tabel 1: Raspberry Pi 3 ja Raspberry Pi 2 võrdlus	21
Tabel 2: Hikvision DS-2CD1641FWD-IZ	23
Tabel 3: Synology võrgusalvestite erinevused	24

1 Sissejuhatus

Kiirelt arenevas maailmas on muutunud üha olulisemaks kõikvõimalike nutiseadmete ja –rakenduste areng ning levik [1]. Täna ühiskonnas puutub tõenäoliselt iga inimene kokku mõne nutiseadmega, alustades laialt levinud nutitelefonidega [2] ja lõpetades nutikate lillepottidega [3]. Ka tänapäeval ehitatavad majad ei ole jäänud puutumata tehnoloogilisest arengust – kasutusel on mitmed nutikad lahendused, mis muudavad majad ökonoomsemaks ja keskkonnasäästlikumaks [4] ning lihtsustavad majaanike elu [5]. Veel kümnekond aastat tagasi haruldused päikesepaneelid on tänapäeval suhteliselt laialdaselt levinud [6]. Muutuvas ühiskonnas on oluliseks saanud ka kodu turvalisuse tagamine, mistõttu on võetud kasutusele mitmesuguseid tehnoloogilisi lahendusi, mille abil on võimalik oma kodu kaitsta [7]. Kõike eelnevat silmas pidades on üheks oluliseks arengusuunaks saanud nutikodude rajamine. Nutikodu näol on kõige laiemas tähenduses tegemist majaga, millele on tehnoloogia abil lisatud erinevaid nutikaid funktsioone. Võttes arvesse tehnoloogia arengut ja kättesaadavaid seadmeid, on nutikodu loomisel sisuliselt piiratud võimalused. Nutikodu saab olla täpselt nii nutikas kui majaanik seda soovib [8].

1.1 Probleemi tutvustus

Paljud majaanikud seisavad silmitsi olukorraga, kus tuleb kaaluda innovatiivsete ja säästlike energialahenduste kasutuselevõttu. Lisaks on ka tänapäevastele elamutele esitatavad nõuded mugavuse osas oluliselt kasvanud. Kui veel üheksakümnendate alguses peeti kõrgendatud mugavuse näitajaks keskkütte ja kuuma vee olemasolu, seejärel 2000. algusaastatel tõusis esiplaanile telefoni ja kaabeltelevisiooni olemasolu, edasi ilmus internet, siis täna on esiplaanile kerkimas maja automatiseerimine. Tänapäevaste võimalustega on võimalik luua terviklahendus, mis tagab nii märkimisväärse energiasäästu, turvalisuse kui ka muudab elaniku elu lihtsamaks ja mugavamaks temalt lisapingutusi nõudmata. Märkimata ei saa jätta, et süsteemide taga peitub tohutu keerukus ja tarkus – saavutamaks säästu ja mugavust, tuleb panna kõik majas paiknevad süsteemid omavahel suhtlema.

Lisaks võttes arvesse tänapäeva inimeste kiiret elutempot ei ole mõeldav, et kõiki majas olevaid süsteeme tuleb juhtida lokaalselt. Nutikodu üheks olulisimaks märksõnaks on kahtlemata võimalus asukohast sõltumata omada ülevaadet ja kontrolli oma kodu üle ning juhtida kõiki seadmeid ka väljaspool maja.

Kõige levinumad lahendused nutikodudes on tõenäoliselt nutikad kütte- jahutus- ja ventilatsioonisüsteemid [4], mis lisaks mugavusele täidavad kahtlemata ka keskkonnasäästlikkuse ja ökonoomsuse põhimõtet – nutimajas toimub kütte- ja jahutussüsteemide [9] vahel pidev koostöö, mis lähtub ilmajaamast ja tagab ruumipõhise soojuse jaotuse, s.t. on välistatud olukord, kus küttesüsteem on seadistatud hoidma ühte kindlat temperatuuri ning jahutusele on sisestatud töökaas madalama temperatuuri hoidmiseks. Arvestades tänapäeva inimeste keskkonnateadlikkust, ei ole kirjeldatud süsteem mõistlik. Peale kütte- ja jahutussüsteemide on nutimajades laialt kasutusel ka valve, meelelahutuse [10], valgustuse [11] jms automatiseerimise lahendused. Põhimõtteliselt on majaomanikul võimalus tehniliste lahenduste abil muuta oma maja täpselt nii targaks kui soovitakse ja vahendeid on.

Pea piiratud võimalused nutimajade loomisel on aga viimastel aastatel kaasa toonud ka mõned negatiivsed suundumused. Sisuliselt võib nutimaja võrrelda nutitelefoni, mis on funktsioone täis, ent tegelikult kasutab keskmine täiskasvanu telefoni suurel määral vaid suhtlemiseks. Nutitelefoni eristab nutimajast aga selle soetusmaksumus ja järelhoolduse vajalikkus – nutimaja seadmed vajavad pidevat tehnilist kontrolli, rääkimata nende kõrge soetusmaksumusest. Sageli rõhutakse ka liigsele luksusele (suured puutekraanid, keskendumine meelelahutusele jms), mis vastandub nutimaja olulistele eesmärkidele, milleks on turvalisus, privaatsus, säästlikkus ja roheline eluviis. Liigne turvalisuse tagamine võib vastuollu minna ka selliste väärtustega nagu privaatsus ja eraelu puutumatus. Ülemäärane kaamerate kasutus ja jälgimine võib kaasa tuua privaatsuse rikkumisi ning seda tuleks kahtlemata vältida.

1.2 Töö eesmärk ja ülevaade

Käesoleva lõputöö eesmärgiks on luua nutikodu lahendus, mida on võimalik juhtida nii lokaalselt kui ka kaugjuhtimise teel. Nimetatud eesmärgi saavutamiseks on olulised järgmised etapid: valve- ja kaamerasüsteemi ning andurite ühendamine võrku; seadmetest saadud andmete kuvamine sisuhaldussüsteemis; andmete kuvamine nutiseadmes.

Lõputöö autor nendib, et turul on kättesaadavad mitmed analoogsed nutikodu süsteemid, ent selleks, et omandada arusaam nutikodu toimimismehhanismidest ja eripäradest, soovis autor luua nutikodu lahenduse iseseisvalt. Lisaks hariduslikule eesmärgile täidab nutikodu lahenduse loomine ka praktilisi eesmärke, milleks on maja turvalisuse suurendamine läbi valvekaamerate ning andurite, mis annavad informatsiooni näiteks vingugaasi sisalduse kohta õhus. Üheks eesmärgiks on ühendada majas olemasolev valvesüsteem võrguga, kuid kuna tegemist on vanemat tüüpi valvesüsteemi lahendusega, millel puudub arvutiliides, tuleb autoril leida võimalus valvesüsteemi ühendamiseks nutikodu lahendusega. Lõputöö raames valmiv nutikodu luuakse reaalse eramu näitel ja seda on võimalik ka edaspidi kasutada.

2 Alternatiivsed süsteemid

2.1 Z-Wave

Z-Wave [12] on traadita sideprotokoll, mis on peamiselt kasutusel just nutikodu lahendustes. Z-Wave töötab silmusvõrguna [13], s.t. et sel on sõlmed, mis on omakorda ühenduses vähemalt kahe naabersõlmega. Z-Wave sideprotokolli eesmärgiks on tagada väikeste andmepakettide usaldusväärne ja madala latentsusega edastamine andmeedastuskiirustel kuni 100 Kbps, sageduse vahemikus 800-900 MHz ning raadiusega kuni 40 meetrit. Kõik Z-Wave-ga ühilduvad seadmed ühendatakse keskse juhtseadmega, mida juhitakse nutiseadme, kaasaskantava puldi või seinale kinnitatud klahvistikuga [12].

2.1.1 Kütte- ja jahutussüsteemid

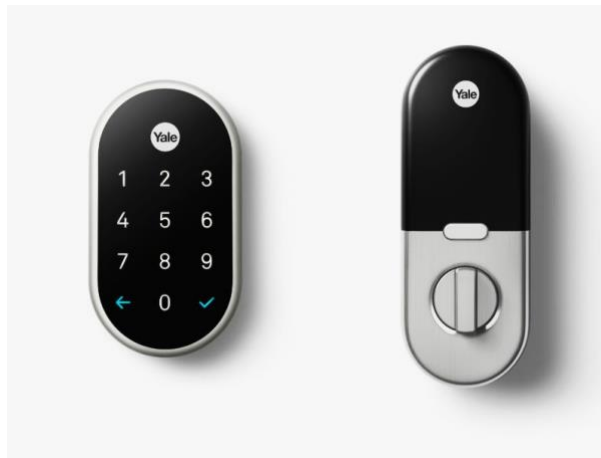
Z-Wave-i kütte- ja jahutussüsteemi juhtivate seadmete abil on võimalik hallata kogu maja temperatuuri. Tüüpilised kütte- ja jahutussüsteemi osad on termostaadid, mis on kasutatavad nii radiaatoritel kui ka seintel (joonis 1) [14]. Seintele kinnitatavad termostaadid on kasutusel põrandakütte või üldise soojuse reguleerimiseks [15]. Lisaks kütte- ja jahutussüsteemile on Z-Wave'i seadmed programmeeritud aru saama, kas majas olevad aknad on suletud või avatud asendis, kas majaomanik on teatud ajahetkel kodus või kodust eemal ning teada andma igast kütte- ja jahutussüsteemi kõrvalekaldest. Samuti on Z-Wave-i seadmeid võimalik programmeerida nii, et see reguleerib ruumide temperatuuri vastavalt kellaajale. Teades, et inimene viibib valdavalt kodus kella 12st, alustab küttesüsteem aktiivsema kütmisega just sellest ajast alates ning inimese lahkumisel taastub tavapärase temperatuur. Lisaks on seadmed võimelised reageerima välistemperatuuri muutustele, reguleerides toatemperatuuri vastavalt kas kõrgemaks või madalamaks. See süsteem eeldab suhteliselt suurt investeringut, kuid pikemas perspektiivis tasub see end ära [16].



Joonis 1: Fibaro radiaatori termostaat koos välise temperatuurisensoriga

2.1.2 Lukud

Nutilukk täidab eelkõige mugavuse ja turvalisuse funktsioone. Mugavus on tagatud eelkõige selle läbi, et juhul kui majaomanik unustab võtme koju või sootuks kaotab selle, on nutiluku abil võimalik siiski majja siseneda, sisestades turvakoodi või avada lukk nutiseadme abil (joonis 2). Lisaks ei ole enam omanikul põhjust tarbetult viibida kodus – kui pereliige või tuttav soovib pääseda ruumi, mis on valvatud nutilukuga, on omanikul alati võimalus lukk nutiseadmega lahti teha. Kõige selle juures on omanikul alati võimalus lisada või eemaldada kasutajate turvakoode. Lisaks on nutiluku suureks eeliseks on ka asjaolu, et kodust ära minnes võib olla kindel, et uks sai lukku, kuna seda saab alati järgi kontrollida nutiseadmest. See on turvatud 128-bitise turvalisusetasemega, mis võimaldab kasutada nutilukku sama turvaliselt kui pangasüsteeme [17].



Joonis 2: Nest/Yale nutilukk

2.1.3 Valgustus

Viimastel aastatel on üha enam kasutusele võetud LED valgustust. Lisaks valguse kvaliteedile on LED pirnid ka väga ökonoomsed ning keskkonnasõbralikud (joonis 3) [18]. Valgustuse nutikaks muutmine on tänasel päeval üks olulisimaid arengusuundi nutikodude loomisel. Lisaks teistele nutikodus paiknevatele seadmetele on võimalik ka valgustust nutiseadme abil reguleerida. Olulisimad funktsioonid on kindlasti valguse ereduse muutmine, valgustuse sisse- ja väljalülitamine ning isegi valguse värvi muutmine. Lisaks on koos keskpaneeli programmeerimisega võimalik valgustust sisse lülitada kindlatel hetkedel, näiteks võib valgustuse süttimise programmeerida selliselt, et maja suudaks kasutaja lokaliseerimise või andurite abil tunda ära tema saabumise ning lülitada valgustuse automaatselt sisse. Sama mehhanism toimib loomulikult ka kodust lahkumise puhul [19].



Joonis 3: Philips Hue LED nutipirn

2.2 ZigBee

ZigBee (joonis 4) on kõrgtasemeliste sideprotokollide standard, mille abil on võimalik luua personaalseid traadita kohtvõrke – WPAN (Wireless Personal Area Networks). ZigBee töötab sarnaselt Z-Wave'le, kasutades silmusvõrku kanduvad andmed läbi mitmete ZigBee seadmete keskpaneeli [20]. ZigBeed kasutatakse väikese andmemeedastuskiirusega rakendustes, mis nõuavad vähe energiat ning suudavad pakkuda turvalist andmemeedastust. Kuna andurid ei vaja suurt andmemeedastuskiirust, sobib ZigBee ideaalselt nutikodu lahenduses kasutamiseks [21].



Joonis 4: ZigBee moodul

2.2.1 Suitsuandur

On üldteada fakt, et suitsuanduri abil on võimalik päästa elusid [22]. Lisaks on suitsuanduri abil võimalik kaitsta ka oma maja, s.h. majas paiknevat vara. Eesti Vabariigis on seaduse tasandil reguleeritud suitsuanduri kohustuslikkus, kuid suitsuandur on sisuliselt kasutu, kui häire antakse ajal, mil majaomanik ei viibi kodus. Et omanik saaks igal ajahetkel teada häirest ja võimalikust tulekahjust, tuleks suitsuandur ühendada ka valvesüsteemiga. Selleks, et info võimaliku ohu kohta jõuaks majaomanikuni ka kodus eemaloleku ajal, tuleks paigaldada nutisuitsuandur (joonis 5). Lisaks sellele, et suitsuandur annab ohu korral häiresignaali, saadab ZigBee suitsuandur ka teate maja omanikule. Samuti on nutiseadmest võimalik näha ka ruumi temperatuuri [23].



Joonis 5: ZigBee suitsuandur

2.2.2 Veelekke andur

Lisaks võimalikule tulekahjuriskile tuleb mõelda ka teiste ohtude peale, mis võivad igapäevase majapidamisega kaasneda. Küllaltki sagedased on näiteks toru lõhkemise tagajärjel tekkinud veeavariid. Veeavarii avastamisel on määratu tähtsusega kiirus – mida pikemaajalisem on leke, seda suuremad on võimalikud kahjustused nii omanikule kui ka kolmandatele isikutele [24]. Vältimaks ebameeldivat olukorda ja kahjude teket, on mõistlik paigaldada andurid [25], mis oleksid suutelised tuvastama veelekkeid. Reeglina on kõnealused andurid seotud valvetsüsteemiga ehk juhtudel, mil andur tuvastab mõne lekke, aktiveerub signalisatsioon ning häirekeskusele edastatakse teade. Komplitseerituks muudab olukorra asjaolu, et turvatöötajatel puudub võimalus majja sisenemiseks, mistõttu kõige olulisemaks sammuks on omaniku teavitamine võimalikust veelekkest. Nagu eelpool mainitud, on veelekke puhul esmatähtsaks ajaline faktor ning läbi turvafirma teavituse edastamine ei pruugi olla kõige efektiivsem meetod. Tagamaks võimalikult kiiret infoedastust omanikule, oleks mõistlik kasutusele võtta nutiandur (joonis 6), mis teavitab võimaliku lekke korral koheselt omanikku [26].



Joonis 6: Heiman ZigBee veelekke andur

2.3 Belkin WeMo

WeMo süsteemi [27] loojaks on Belkin [28], mis on eelkõige populaarsust kogunud oma võrguseadmete ning -tehnikate tarvikute poolest. Võrreldes Z-Wave ja ZigBee süsteemidega eristub WeMo neist seetõttu, et kasutab laialtlevinud traadita kohtvõrgu ühendust ehk WLAN-i (Wireless Local Area Network), kõnekeeles levinud ka kui Wi-Fi [29]. See võimaldab kõiki WeMo seadmeid kasutada ilma juhtpaneeli või kontrolleriita. Kuna seadmed on ühendatud Wi-Fi võrku, on neid võimalik juhtida ka läbi nutiseadme. WeMo seadmed saadavad ruuteri abil signaale nii üksteisele kui ka kasutajatele, seega on silmusvõrgu asemel kasutusel arvutivõrkude topoloogia – tähtvõrk, kus ruuter juhib kogu seadmetevahelist liiklust ning haldab võrku üldiselt [30]. WeMo seadmete juhtimine toimub rakenduse abil, mis on saadavad nii Apple iOS-il kui ka Androidil. Nutirakendus kasutab suhtlemiseks peamiselt Belkini pilveserverit, mistõttu internetiühenduse katkemisel ühendatud seadmed lakkavad töötamast. WeMo kasutusel on negatiivseks asjaoluks, see et Wi-Fi kasutab väga palju energiat ja seadmeid, mis kasutavad toiteks akusid või patareisid, tuleb sageli laadida või patareisid vahetada. Oluline on lisada, et osad WeMo seadmed toetavad kontrollereid ning juhtpaneele, mis on ühendatavad ka Z-Wave-i ja ZigBee-ga, laiendades seega nutikodu loomise ja arendamise võimalusi [31]. Kuna tegemist on uue süsteemiga, siis käesoleval hetkel on seadmete valik küllaltki piiratud. Peamised saadaval olevad seadmed on nutipistikud (jooni 7) ning

nutilülitid (joonis 8), mida on võimalik kontrollida ning seadistada vastavalt soovile läbi nutirakenduse [32].



Joonis 8: WeMo nutipistik



Joonis 7: WeMo nutilüti

3 Süsteemi komponendid

3.1 Nõuded

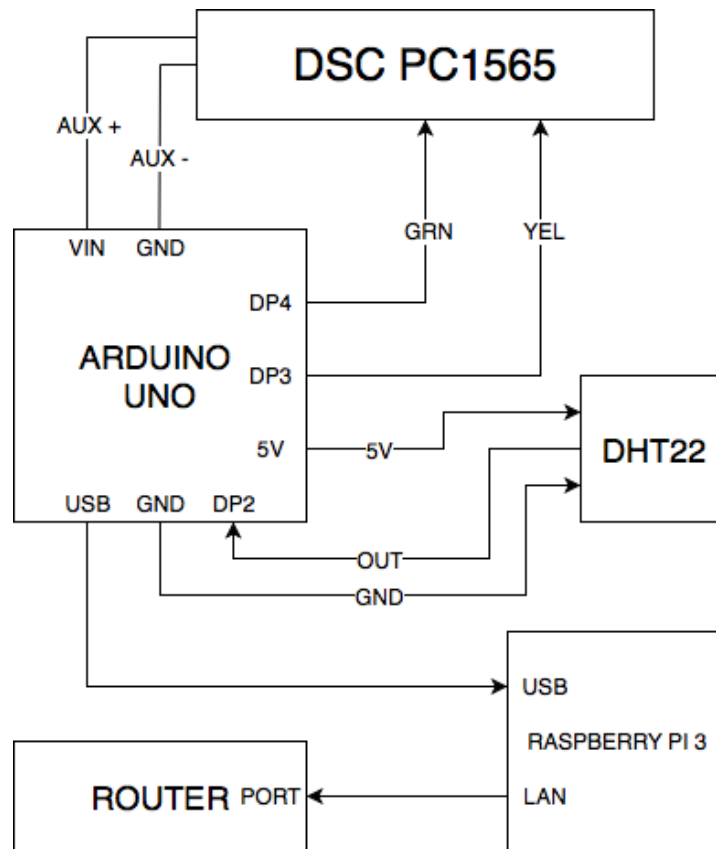
Järgnevalt on välja toodud käesoleva lõputöö raames loodud nutikodu lahendusele esitatavad nõuded:

- ühilduvus – nutikodu juhtimine toimub valdavalt nutiseadme abil, mistõttu peab olema tagatud, et selle operatsioonisüsteem ja versioon ühilduksid ka nutiseadme rakendusega. Lõputöö raames loodud nutirakendus on kasutatav Apple iOS seadmetel. Autor lisab, et tagamaks kõikide nutirakenduste osade tugi, peab Apple-i nutiseadmel olema paigaldatud vähemalt iOS 8.0 versioon [33];
- toide – mitmed nutikodu seadmed on saadaval ka taaslaetavate akudega [34], ent on suur hulk seadmeid, mis nõuavad katkematut toidet. Juhtudel, mil elektriühendus on katkenud, on häiritud ka nutilahenduse seadmete töö. Selle vältimiseks on oluline tagada seadmete tagavara toide akude abil;
- kaugjuhitavus – nutikodus paiknevate seadmete oluline kasutajamugavus seisneb selles, et neid on võimalik juhtida asukohast olenemata. Näiteks on võimalik majaomanikul avada ustel paiknevaid lukusüsteeme viibides ise kodust eemal;
- internet – lisaks elektrile, on nutikodu töötamiseks vajalik ka internetiühenduse olemasolu. Internetiühenduse abil saab võimalikuks andmeedastus, kaugjuhtimine ning nutikodu süsteemide iseseisev uuendamine;
- turvalisus – nutikodu kaugjuhitavuse tagamine nõuab üldjuhul ruuteri portide suunamine. Vale ruuteri portide konfiguratsiooniga on kasutajal võimalik kerge vaevaga süsteem enda vastu pöörata, muutes võimalikuks kõrvalistel isikutel nutikodu haldamise. Turvalisuse tagamiseks on oluline varustada nutikodu süsteem mitmekordsete autentimismeetoditega, neid aeg-ajalt uuendada ning eelkõige tagada ligipääs süsteemile vaid usaldusväärsetel isikutel.

3.2 Riistvara

Käesolev nutikodu lahendus koosneb järgmistest peamistest komponentidest (joonis 9):

1. DSC PC1565 Valvesüsteem;
2. Arduino Uno;
3. DHT22 Temperatuuri- ja niiskusandur;
4. Raspberry Pi 3 Mudel B.



Joonis 9: Nutikodu süsteemi diagram

3.2.1 DSC PC1565 Valvesüsteem

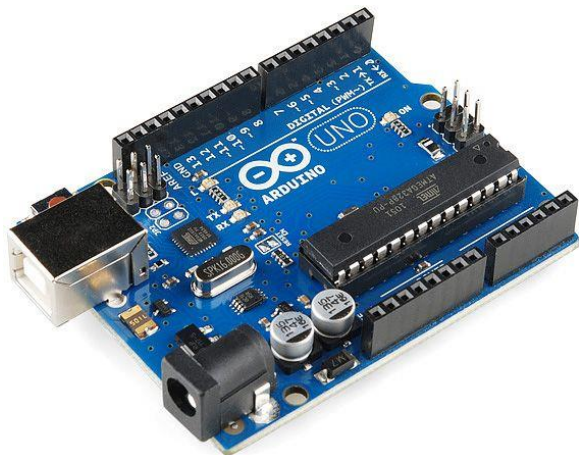
Valvesüsteemide eesmärgiks on tagada hoonete turvalisus ning ohu tekkimisel edastada teavitus turvafirmale ning hoone omanikule või valdajale. Bakalaureusetöö autori valvesüsteemi puhul toimub infoedastus turvafirmale läbi raadiosaatja ning lisaks teavitatakse ohust või kõrvalekaldest ka autorit ennast telefoni teel. DSC PC1565 valvesüsteemi reguleerib keskpaneel, kuhu edastatakse

andmed eramus paiknevatest anduritest ja järgmistest seadmetest: passiivne liikumisandur, sireen, sõrmistik ning suitsuandur. Kogu süsteemi juhitakse sõrmistikult, mis on otseühenduses keskpaneeliga. Et tagada turvalisus ka neil juhtudel, mil majas on elektrikatkestus, on süsteem varustatud ka akutoitega [35].

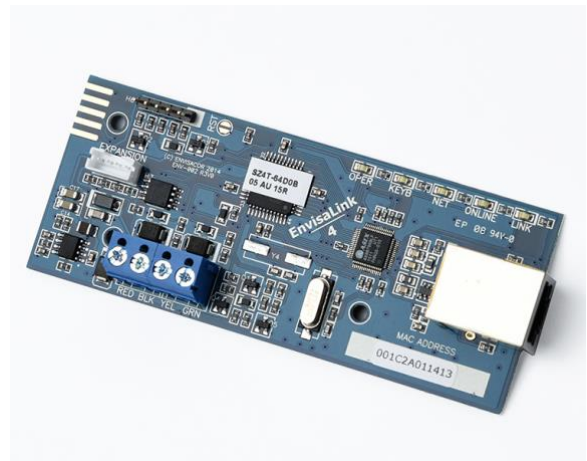
3.2.2 Arduino Uno

Arduino on avatud lähtekoodiga platvorm, mis koosneb trükkplaadil asuvast riistvarast ning mida programmeeritakse mikrokontrolleri abil [36]. Arduinot Uno-t (joonis 10) kasutati selleks, et koguda andmeid DSC PC1565 valvesüsteemist.

Eelkõige otsustas autor Arduino kasutamise kasuks seetõttu, et tagada võimalikult selge arusaam süsteemi toimingutest. Lisaks Arduinole eksisteerib selline seade nagu Envisalink 4 (joonis 11), mille näol on tegemist TCP/IP baasil liidesega. Kõnealune seade võimaldab hoone omanikul või valdajal hallata kõiki valvesüsteemi toiminguid (valvestamine, logimine jms.) veebibrauserist või nutiseadmest. Hetkel toetavad süsteemi töötamist järgmised nutiseadmed: Android, Apple iOS ja BlackBerry [37]. Autor soovib tulevikus lisada oma nutikodu süsteemi ka Envisalinki lahenduse.



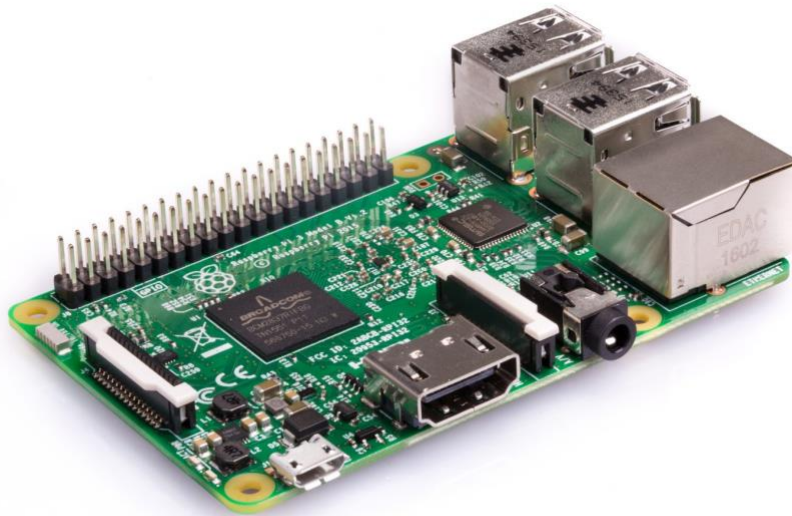
Joonis 10: Arduino Uno



Joonis 11: Envisalink 4

3.2.3 Raspberry Pi

Raspberry Pi näol on tegemist ühest trükkplaadist koosneva arvutiga, millel on Linux operatsioonisüsteem ning mis kasutab SD-kaarti salvestusmäluna [38]. Eelkõige otsustas autor kasutada Raspberry Pi-d seetõttu, et oli varasemalt seda süsteemi kasutanud ning omab baastadmisi selle kasutamise kohta. Kuna Raspberry Pi versioone on mitmeid, tuli autoril valida enda jaoks sobilik. Esimesteks valituteks olid Raspberry Pi 2 ja 3 (joonis 12).



Joonis 12: Raspberry Pi 3

Analüüsid kahte erinevat Raspberry Pi versiooni (tabel 1) [39], jõudis autor järelduseni, et paremini sobib Raspberry Pi 3, sest selle eelkäija Raspberry Pi 2 protsessori kiirus 900 MHz on kolmanda versiooni 1.2 GHz omast aeglasem. Otsustavaks sai ka asjaolu, et Raspberry Pi 2 puhul ei ole võimalik luua WLAN-i ühendust, v.a. lisa-adapteriga ning sellel puudub Bluetoothi ühendus [40].

	CPU	GPU	RAM	Toide	Wi-Fi	Bluetooth
Raspberry Pi 3	1.2 GHz	VideoCore IV 1080p @ 30	1 GB DDR2	1.34 A @ 5V	802.11n	4.1 LE
Raspberry Pi 2	900 MHz	VideoCore IV	1 GB	800 mA	-	-

Tabel 1: Raspberry Pi 3 ja Raspberry Pi 2 võrdlus

3.2.4 Hikvision DS-2CD1641FWD-IZ

Hangzhou Hikvision Digital Technology on üle maailma laialt levinud videovalve seadmete tootja [41]. Kaamerasüsteemi valikul sai otsustavaks võimalikult kvaliteetse öövaatluse funktsiooni olemasolu.

Selleks tuli leida kaamerad, mis kasutavad nutikat infrapunatehnoloogiat ja mitte ainult ei kuvaks öist pilti, vaid oleksid suutelised ka pimedas objekte tuvastama. Sõltuvalt objekti kaugusest kaamerast reguleerib infrapuna tehnoloogia projekteeritavat infrapunavalgust kas tugevamaks või nõrgemaks. Selle funktsiooni abil on võimalik ka öisel ajal tuvastada pildilt konkreetne inimene, sest nägu on selgelt näha ilma, et pilt oleks liiga hele ja hägune nagu ilma infrapunatehnoloogiata kaamerate puhul. Joonisel 13 on toodud välja erinevus tavalise infrapunakaamera (a) ning nutika infrapunakaamera vahel (b).



Joonis 13: (a) Tavaline infrapunakaamera; (b) Nutikas infrapunakaamera

Lisaks infrapunatehnoloogiale tuli autoril valida ka erinevate väliste kujude vahel – levinumateks on kahtlemata kuppelkaamerad ning toruja kujuga kaamerad. Kuplikujulise kaamera eeliseks on asjaolu, et see on märgatavalt tagasihoidlikum ning väliselt on äärmiselt keeruline tuvastada, millisesse suunda on kaamera suunatud. Küll aga on toruja kujuga kaamerate öine pilt parem, mistõttu otsustas autor kasutada just toruja kujuga kaamerat [42].

Valvesüsteemis kasutatav kaamera on 4 megapiksline, millel on m.h. öövaatluse funktsioon, mis tuvastab objekte kuni 30 meetri kauguselt. Lisaks on kaamera varustatud mootoriga varifokaalse objektiiviga [43]. Valvekaamera täpsem spetsifikatsioon on tabelis 2.

Kaadrisagedus	20fps @ (2688 × 1520), 20fps @ (2304 × 1296), 25fps @ (1920 × 1080, 1280 × 720)
Objektiiv, fookuskaugus	2.8 - 12mm
Kuva nurk	108° kuni 31°
Toide	12 VDC ± 25%, PoE (802.3af)
Maksimum infrapuna mõjukaugus	30 meetrit
Mälukaardipesa	Micro SD, kuni 128 GB

Tabel 2: Hikvision DS-2CD1641FWD-IZ

3.2.5 Synology DS218+

Synology Inc. on Taiwanist pärit ettevõtte, mis on spetsialiseerunud võrgusalvestite ehk NAS-de tootmisele [44]. NAS-i näol on tegemist andmesalvestuse süsteemiga, mis ühendatakse arvutivõrku ning selle abil toimub andmete hoiustamise ressursi jagamine võrgus olevate seadmete vahel. Võrgumäluseadmed ühendatakse kohtvõrku ning neile omistatakse IP aadress [45].

Käesoleva lõputöö raames oli võrgusalvesti kasutamise mõtteks eelkõige see, et oleks võimalik salvestada kaamerasüsteemi toiminguid. Reeglina eeldavad võrgusalvestid märkimisväärset investeringut, mistõttu kulude optimeerimise eesmärgil otsustas autor soetada 2 kõvakettaga süsteemi, millele on võimalik tulevikus eraldi mooduleid juurde lisada. NAS-ide saadavus ning valik on käesoleval hetkel pigem mitmekesine, kuid valikut kitsendas pisut asjaolu, et arvestada tuli Apple'i seadmete ühildumisvõimalustega. Kuna Synology Inc. on tuntud ja tunnustatud tootja, otsustas autor kasutusele võtta just Synology DS 218+ võrgusalvesti. Autor nendib, et tõenäoliselt on ka teisi ettevõtteid, kes pakuvad võrdsel tasemel võrgusalvesteid, ent valiku tegemisel sai otsustavaks varasem isiklik kokkupuude.

Synology 2 kõvakettaga võrgusalvestite valik on pigem lai [46], kuid vanemate mudelite kõrval eelistas autor võimalikult uut. Valiku tegemisel suunas autor tähelepanu järgmistele DS218 mudelitele:

1. DS218;
2. DS218j;
3. DS218+;
4. DS218play.

Otsuse langetamisel sai määrava tähtsusega faktoriteks kaamerasüsteemi ühenduvus ning protsessori (CPU) võimsus (tabel 3) [47]. Eelnevale tuginedes otsustas autor nutikodu süsteemi loomisel kasutada Synology DS218+ võrgusalvestit.

	CPU Mudel	CPU Sagedus	RAM	Riistava Transkodeerimise Mootor
DS218	Realtek RTD1296	Quad Core 1.4 GHz	2 GB DDR4	10-bitine H.265 (HEVC), MPEG-4 2 osa, MPEG-2, VC-1; Maksimum lahutus: 4K (4096 x 2160); Maksimum kaadrisagedus (Kaadrit sekundis – FPS): 60
DS218j	Marvell Armada 385 88F6820	Dual Core 1.3 GHz	512 MB DDR3	-
DS218+	Intel Celeron J3355	Dual Core 2.0 burst up to 2.5 GHz	2 GB DDR3L	H.264 (AVC), H.265 (HEVC), MPEG-2 ja VC-1; Maksimum lahutus: 4K (4096 x 2160); Maksimum kaadrisagedus (Kaadrit sekundis – FPS): 30
DS218play	Realtek RTD1296	Quad Core 1.4 GHz	1 GB DDR4	10-bitine H.265 (HEVC), MPEG-4 2 osa, MPEG-2, VC-1; Maksimum lahutus: 4K (4096 x 2160); Maksimum kaadrisagedus (Kaadrit sekundis – FPS): 60

Tabel 3: Synology võrgusalvestite erinevused

3.2.6 DHT22 Temperatuuri- ja niiskusandur

DHT22/AM2302 (joonis 14) on digitaalne temperatuuri- ja niiskusandur, mis on oma madala soetusmaksumuse tõttu laialdaselt kasutuses. Andur kasutab funktsioneerimisel mahtuvuslikku niiskussensorit niiskustaseme mõõtmiseks ja termistori ümbritseva õhu temperatuuri mõõtmiseks. Väljundis edastab andur digitaalsignaali. See on mugav eelkõige seetõttu, et kontrolleri poolel puudub vajadus analoogsisendite järele. DHT22 andur on lihtsalt kasutatav, kuna seadmel on kokku 3 pin-i. Esimene pin vajab toimimiseks 3-5V toidet, järgmisel toimub andmete edastus ning viimane ühendatakse pinge maandamiseks maaga. Kuigi tegemist on soodsa ja kasutajasõbraliku seadmega, toob autor välja ka negatiivse külje, mis DHT22 anduril ilmneb: andmete edastus on aeglane ja sellele võib kuluda kuni 2 sekundit [48].



Joonis 14: DHT22/AM2302 Temperatuuri- ja niiskusandur

4 Süsteemi ja tarkvara seadistamine

Käesoleva lõputöö raames loodud nutikodu süsteemi tarkvaralise osa võib jagada piltlikult kolmeks. Esmalt saab välja tuua valvesüsteemi ja andurite andmete kogumise, teisena Wordpressi sisuhaldussüsteemi seadistamise ning lõpetuseks nutirakenduse loomise. Programmeerimine kogu lõputöö projekti raames teostati Apple'i macOS High Sierra operatsioonisüsteemil (OS versioon 10.13.4).

4.1 Valvesüsteem ja andur

Andmete lugemine toimus täielikult Arduino Uno abil ning programmeerimiseks kasutas autor Arduino IDE 1.8.5 rakendust.

4.1.1 Valvesüsteem

Esialgu pööras lõputöö autor tähelepanu valvesüsteemi seadistamisele, mille käigus ilmnes, et paigaldatud valvesüsteemil puudub liides, mille abil saaks toimuda andmete edastus. Seetõttu peale valvesüsteemi ühendamist Arduino-ga (joonis 9) tuli otsida ja kasutusele võtta käesoleval hetkel saadaolevaid teeke, mille abil saaks luua valvesüsteemiga ühenduse andmeteedastuseks [49]. Valvesüsteemist saadava info kogumiseks kasutati teeke, mis on reeglina kasutusel uuemates DSC süsteemides, kuid mille funktsioonid ühildusid ka kasutuseoleva süsteemiga DSC PC1565. Käesoleval valvesüsteemil on ka eraldiseisev programmeeritud kellaja- ja kuupäevasüsteem, mis eelnevalt seadistatakse kasutaja poolt. Selleks, et teada valvesüsteemi programmeeritud aega, tuli seda nutikodu süsteemiga sünkroniseerida ning selleks kasutas autor aja teeki [50]. Loetavuse tagamiseks kasutas autor tekstipuhvri teeki [51], mille abil on võimalik saata andmeid loetavas formaadis. Töödeldud andmed saadetakse välja järgmisel kujul:

"16:56:01, 4/8/2018 (5): [Status] Ready"

Välja on toodud: kellaaeg, kuupäev, programmi käsu kood, programmi käsu nimi ning hetkeline väärtus.

4.1.2 Andur

Nutikodu loomise raames kasutatud DHT22/AM2302 temperatuuri- ja niiskusanduri andmete lugemine toimus samuti Arduino Uno abil. Paralleelselt andmete lugemisele töödeldakse ka valvesüsteemilt saadud andmeid. Anduri lugemiseks kasutati Arduino enda DHT teeki [52], mille abil sai kergelt anduri väärtused kätte. Arvestada tuli ka seda, et tegelikkuses pole ruumi temperatuuri ja niiskuse kõikumine nii suur, et seda tuleks jälgida iga 2 sekundi tagant, seega selleks, et mitte täita andmebaasi liigse infoga, toimus anduri lugemine iga 5 minuti tagant. Töödeldud andmed saadetakse välja järgmisel kujul:

```
"16:46:15, 4/8/2018 Humidity: 19.50 %"
```

```
"16:46:15, 4/8/2018 Temp: 22.10 °C"
```

Välja on toodud: kellaaeg, kuupäev, kas *Humidity* ehk niiskus või *Temp* ehk temperatuur ning hetkeline väärtus.

4.2 Wordpressi sisuhaldussüsteemi seadistamine

Käesolevas töös kasutati Wordpressi [53] sisuhaldussüsteemi selleks, et luua veebileht kuvamaks kõiki töödeldud andmeid veebipõhiselt. Kogu sisuhaldussüsteem toimib serveri abil, mis on üles ehitatud Raspberry Pi-l.

Lõputöös kasutatav Raspberry Pi 3 Mudel B-le on paigaldatud Debiani põhine operatsioonisüsteem Raspbian Stretch (versioon 9.0) ja Linux-i kernel (versioon 4.9.80-v7). Lisaks sellele paigaldas autor Raspberry Pi-le LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP) veebiserveri [54], millele hiljem lisati Wordpressi sisuhaldussüsteem.

Arduino ja Raspberry Pi vaheline ühendus toimub läbi USB liidese, mille abil saadetakse Arduino poolt töödeldud valvesüsteemi, temperatuuri ja niiskuse andmed edasi Raspberry Pi-le. Raspberry Pi-l töödeldakse temperatuuri ja niiskustaseme andmeid Pythonil põhineva koodiga (lisa 1) ning saadetakse edasi andmebaasi, mis on üles ehitatud Wordpressi põhjal.

Selleks, et andmed oleksid kuvatud veebilehel, tuli alustada veebilehe seadistamisega sisuliselt nullist: tuli leida sobiv kujundus; lisada leheküljed ning teha süsteem võimalikult turvaliseks autentimise abil. Turvalisuse tõstmise eesmärgil koostas autor ka isesigneeritud sertifikaadi, mille abil on sisuliselt tagatud krüpteeritud ligipääs veebilehele. Krüpteerimine saavutati kahe võtme abil, milleks on avalik- ja privaatne võti. Veebiserverile on antud veebilehele sisenemisel avalik võti, mille alusel omakorda luuakse veebibrauseri sessiooni võti. See saadetakse avaliku võtme krüpteeringuga edasi serverile, mida on võimalik dekrüpteerida ainult vastava privaatse võtme alusel.

Veebilehe kujunduseks sai esialgu Wordpressi enda teema "Twenty Seventeen", mis hiljem siiski modifitseeriti, eesmärgiga eemaldada ebavajalikud kujunduse osad. Veebileht jaguneb neljaks:

1. pealeht;
2. süsteem;
3. logid;
4. profiil.

Pealeht (joonis 15) on ülevaaticlik, sisaldades pealkirja ning nutikat tsitaati. Süsteemi (joonis 16) lehekülge vastutab eelnevalt Arduinos töödeldud ning hiljem Raspberry Pi-ga andmebaasi lisatud andmete kuvamise eest. Süsteemi lehekülje all kuvatud andmeid on võimalik värskendada "*Refresh Data*" nupu abil. Selleks, et ka varasemaid valvesüsteemi toiminguid ning andurite andmeid kuvada, tuleb logide (joonis 17) lehekülje all sisestada soovitud kuupäev ja kellaaeg ning vajutada "*Submit*". Kõiki andmeid loetakse otse andmebaasist. Selleks, et luua andmebaasiga ühendus ning seal andmeid lugeda, tuli lisada järgmised koodiread:

1. andmebaasiga ühenduse loomine:

```
//init
$database = DB_NAME;
//connection
$connection = new mysqli(DB_HOST, DB_USER, DB_PASSWORD);
//check connection
if (!$connection) {
```

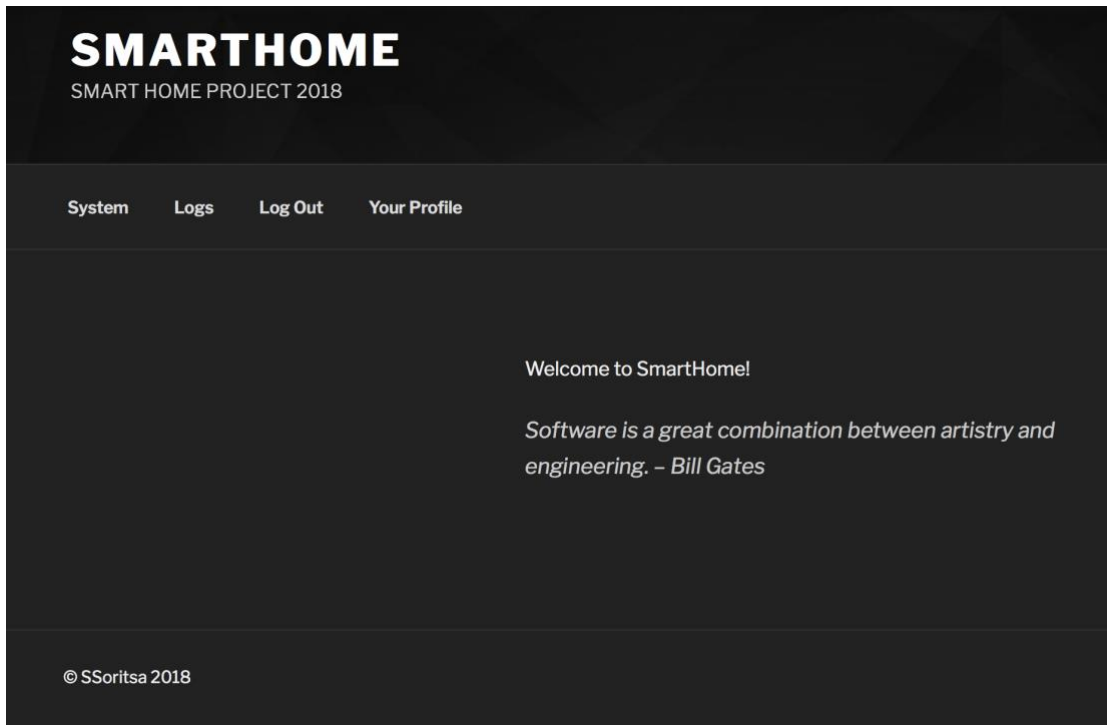
```
    printf("Connection failed");  
}
```

2. andmete lugemine andmebaasist ning nende kuvamine leheküljel:

```
$sqlCur = ("SELECT _Date, _Time, _Value FROM $database.smarthome_log  
WHERE `_Key` = 'Status' AND _Date NOT LIKE '%1970-01-01%' ORDER BY _Date  
DESC, _Time DESC LIMIT 1");  
$resultCur = mysqli_query($connection, $sqlCur);  
while ($cur = mysqli_fetch_array($resultCur)) {  
    echo  
        ("

"  
        . "<label></label>"  
        . "<label>Current Status:</label>"  
        . "<input type='text' name='cur' value=' "  
        . $cur['_Date']  
        . " "'  
        . $cur['_Time']  
        . " "'  
        . $cur['_Value']  
        . "' readonly>"  
        . "</p>");  
}


```



Joonis 15: Smarthome veebilehe pealeht

SMARTHOME

SMART HOME PROJECT 2018

System Logs Log Out Your Profile

Refresh Data

Current Status:
2018-05-12 17:28:45 Ready

Last Not Ready:
2018-05-12 15:21:16 Not Ready

Last Armed:
2018-04-15 16:12:28 Ready, Armed

Table Size:
1.52 MB

Humidity:
2018-05-12 17:24:45 28.00 %

Temperature:
2018-05-12 17:24:45 23.00 °C

Last Movement:
2018-05-12 15:46:56 Officer Room/Entry

Joonis 16: Smarthome veebilehe süsteemid

SMARTHOME

SMART HOME PROJECT 2018

System Logs Log Out Your Profile

From Date:
12.05.2018

From Time:
11:51:00

To Date:
12.05.2018

To Time:
11:52:00

Searching:
From: 2018-05-12 11:51 To: 2018-05-12 11:52

ID	Time	Date	Key Number	Key	Value
17494	11:51:00	2018-05-12	39	Zones A	Ready
17495	11:51:00	2018-05-12	5	Status	Ready
17496	11:51:02	2018-05-12	39	Zones A	Living Room/Kitchen
17497	11:51:02	2018-05-12	5	Status	Not Ready
17498	11:51:03	2018-05-12	39	Zones A	Ready
17499	11:51:03	2018-05-12	5	Status	Ready
17500	11:51:11	2018-05-12	5	Status	Ready

Joonis 17: Smarthome veebilehe logid

4.3 Nutirakenduse koostamine

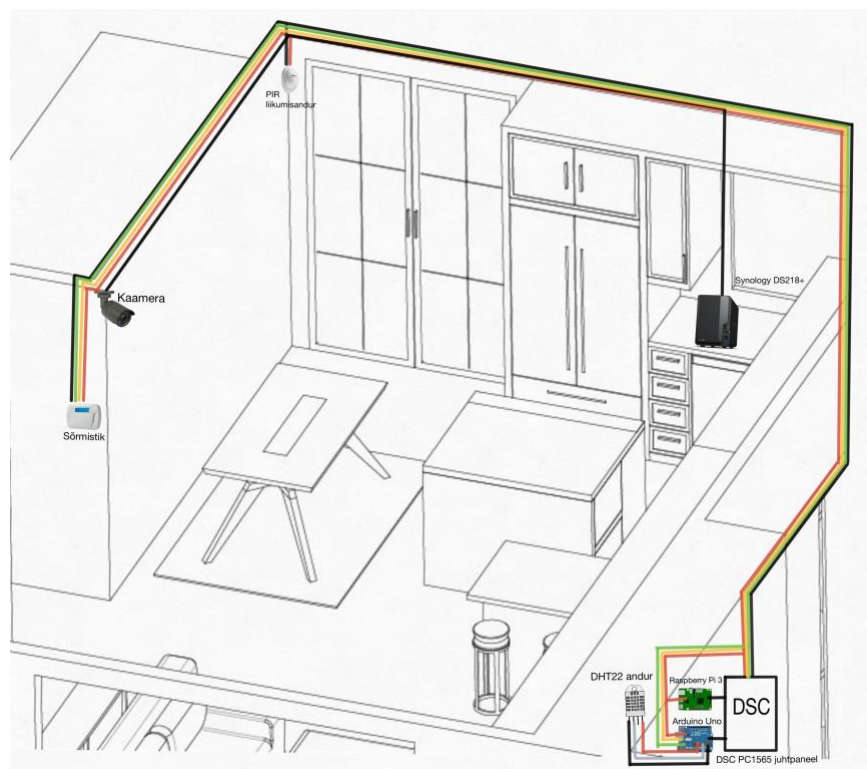
Käesoleva lõputöö koostamisel kasutati nutirakenduse loomisel Apple-i Xcode programmi (versioon 9.3.1). Nimetatud programmi abil on võimalik luua nutiseadmete rakendusi kõikidele Apple-i seadmetele. Nutirakenduse programmeerimisel kasutas autor peamiselt Swift programmeerimiskeelt (versiooni 4.1) [55], mille on loonud Apple eesmärgiga vahetada välja seni kasutusel olnud Objective-C keel.

Nutirakenduse eesmärgiks on kuvada veebiliides nutitelefonile sobivas versioonis, kus on võimalik hallata nutikodu süsteemiga seotud seadmeid. Nutirakendusel on kaks olulist komponenti: esipaneel ning selle kontrollid. Esipaneelil (joonis 18) kuvatakse rakenduse kujundus ning kontrollid vastutab esipaneelil tehtavate toimingute eest. Kontrolleri põhifunktsiooniks on kuvada lõputöö käigus loodud veebilehte ning juhtida käsklusnuppe: *Back* ehk tagasi ja *Home* ehk kodu/avaleht. Kõnealuste käsklusnuppude abil on võimalik liikuda veebilehtede vahel ning vajadusel suunduda avalehele. Selleks, et veebilehte kuvada, kasutab veebiliides eelpool mainitud sertifikaate.



Joonis 18: Xcode-i rakenduse esipaneel

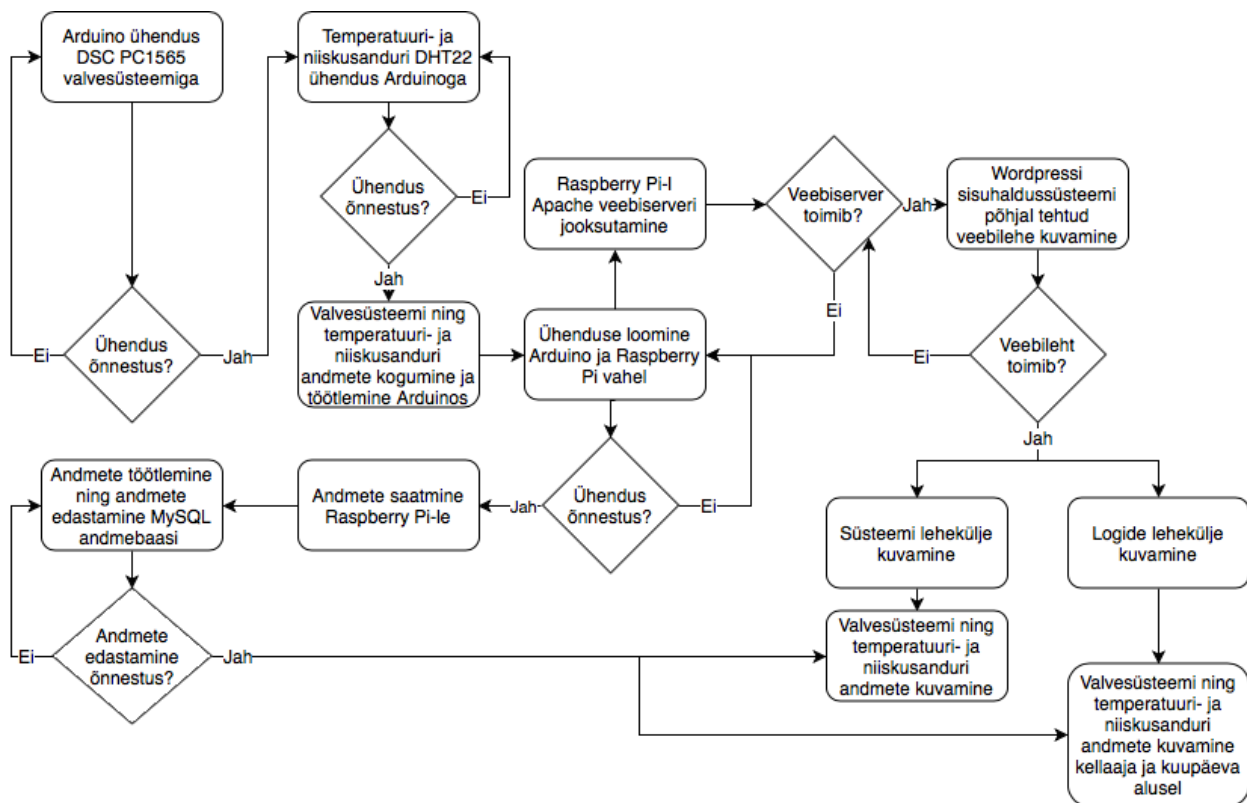
5 Süsteemi üldehitus



Joonis 19: Nutikodu seadmete paiknemine

Käesoleva lõputöö raames kujutab nutikodu endast lahendust (joonis 19), mille abil on kasutajal igal ajahetkel võimalus jälgida majas ja selle ümbruses toimuvat läbi kaamerate ning kõige olulisem: juhtida nutikoduga ühendatud seadmeid ja süsteeme. Lõputöö autori loodud nutikodu lahendus kogub ja analüüsib andmeid ruumide temperatuuri ja niiskustaseme kohta ning võimaldab jälgida ja juhtida maja turvasüsteeme, milleks on liikumisandurid, valvekaamera jms. Lõputöö autori eesmärgiks on enda loodud lahendust ajapikku täiustada ning luua turulolevate valmislahendustega konkureeriv nutikodu lahendus. Eelkõige soovib autor luua rakenduse, millega on võimalik juhtida multimeediat ja mis viiks maja meelelahutussüsteemi uuele tasemele. Lisaks soovib lõputöö autor automatiseerida maja valgustuse – see ülesanne tundub sageli inimestele lihtne, ent maja valguse automatiseerimine ei kujuta endast pelgalt liikumisanduritega varustatud valgustite paigaldust, vaid eeldab oluliselt rohkemat. Lihtsama ülesandena on autor endale püstitanud tulevikus ka nutikate lukusüsteemide (mobiilirakenduse abil avatav või biomeetriline) paigaldamise.

Nutikodu loomisel (joonis 20) kasutab autor Raspberry Pi-d, mis on eesmärgi saavutamiseks olulise tähtsusega seade. Nimelt Raspberry Pi abil töötab Apache veebiserver, millel käivitatakse Wordpress, mille näol on tegemist sisuliselt avatud lähtekoodiga sisuhaldussüsteemiga. Wordpress toimib PHP ja MySQL-i baasil ning süsteem luuakse sellisena, et kõik andmed saadetakse ühisesse andmebaasi, mistõttu pole hiljem vajadust eraldi ühendust andmebaasiga luua [53]. Lisaks Raspberry Pi-le kasutab autor ka Arduino Uno-t. Arduino kogub andmeid valvesüsteemist ja anduritest ning saadab seejärel töödeldud andmed USB liidese abil Raspberry Pi-le. Järgmise sammuna jooksutatakse Raspberry Pi-l Pythoni baasil koodi, mille abil ühe rea kaupa saadetakse töödeldud andmereal andmebaasi. Kaamerasüsteem luuakse eraldiseisvana Arduino Uno-st ja Raspberry Pi-st ja seda eelkõige turvalisuse kaalutlustel. Kaamerasüsteem ühendatakse Synology võrgusalvestiga, mille turvalisuse tagab mitmekorrede autentimine.



Joonis 20: Nutikodu lahenduse tööalgoritm

6 Süsteemi analüüs ja testimine

Süsteemi analüüsi eesmärgiks on tuvastada ja välja tuua probleemid, mis võivad nutikodu lahendusel esineda ning anda ülevaade nutikodu testimise käigus teatavaks saanud asjaoludest.

6.1 Analüüs

Käesoleva lõputöö koostamise käigus ilmnemiseid mitmesugused probleemid, mis takistavad või häirivad nutikodu süsteemi tervikuna või üksikute seadmete normaalset funktsioneerimist.

6.1.1 Kaughaldus

Esimene probleem, mis ilmnemise ja mis oluliselt mõjutas nutikodu süsteemi normaalset tööd, oli seotud ruuteri seadistusega. Nimelt lõputöö autori poolt seadistatud ruuteri porti suunamine osutus mittetöötavaks. Probleemile lahenduse leidmiseks tuli ühendust võtta arvutivõrgu teenusepakkujaga: sai selgeks, et kasutuseloleva ruuteri turvalist tööd tagab teenusepakkuja poolne tulemüür, millel puudub võimalus avada eraldi porte. Küll aga sai teatavaks, et võimalik on avada kõik portid. Autor loobus portide avamisest, sest selline lahendus ei ole turvaline. Portide suunamine oleks võimaldanud autoril hallata nutikodu süsteemi ka väljaspool lokaalset võrku.

6.1.2 Sertifikaadid

Valdavalt on sertifikaatide loomisel 2 võimalust: esimese võimalusena toob autor välja isesigneeritud sertifikaadi loomise, ent levinud on pigem sertifikaadi taotlemine ning allkirjastamine kvalifitseeritud CA teenusepakkuja poolt. Ajaline kulu sertifikaadi väljastamisele on reeglina vaid mõni päev, kuid aja optimeerimise eesmärgil otsustas autor luua isesigneeritud sertifikaadi. Mainitud sertifikaadiga kaasneb aga mitmesuguseid probleeme – isesigneeritud sertifikaat ei ole paljude veebileidest jaoks turvaline ning see osutus kaalukaks probleemiks

nutirakenduse loomisel. Näitels Apple-i WKWebView brauser, mille abil käivitatakse veebileht, ei toeta sertifikaate mis on:

1. kehtetud;
2. aegunud;
3. isesigneeritud.

Põhjenduseks on asjaolu, et need on kõik ebausaldusväärsed [56]. Lõputöö autor nendib, et tegelikult on võimalik nimetatud takistustest ka n.ö. mööda hiilida. Autor pigem vältis seda, sest lõputöös käsitletava nutikodu lahenduse juures kasutatakse m.h. valvesüsteemi andmeid, mis peaksid olema hästi turvatud.

6.2 Testimine

Käesoleva nutikodu lahenduse testimisel arvestas lõputöö autor riskidega, mille esinemine igapäevaelus on kõige tõenäolisem ja mis võiksid hüpoteetiliselt mõjutada nutikodu süsteemi normaalset tööd. Testimine hõlmas järgnevaid riske:

1. elektrikatkestus;
2. internetiühenduse puudumine;
3. füüsiline nutikodu süsteemi manipuleerimine.

6.2.1 Elektri katkestus

Elektrikatkestuse imiteerimisel sai lõputöö autorile teatavaks, et elektrikatkestus võib mõjutada nutikodu süsteemi normaalset funktsioneerimist olulisel määral. Nimelt elektrikatkestuse korral aktiveerub automaatselt valvesüsteemide tagavaratoide, mis suudab ära toita nii Raspberry Pi kui ka Arduino, kuid see ei taga nutikodu süsteemi täielikku töötamist. Elektrikatkestus toob omakorda kaasa internetiühenduse katkemise, sest ruuteril puudub akutoide, mistõttu sõltub see täielikult sissetulevat toitest. Internetiühenduse puudumise korral on takistatud andmete edastamine andmebaasi ning puudub võimalus nutikodu hallata nutiseadmest.

6.2.2 Interneti puudumine

Käesoleva bakalaureusetöö autor rõhutab veelkord, et internetiühenduse olemasolu on nutikodu normaalseks funktsioneerimiseks väga oluline. Lisaks internetiühenduse puudumisele võivad nutikodu süsteemi tööd olulisel määral mõjutada ka ruuteri hooldustööd või ettenägematud tehnilised rikked. Internetiühenduse puudumise ja tehnilise rikke korral ei ole võimalik andmete varundamine ja jälgimine nutiseadme abil.

6.2.3 Füüsiline nutikodu süsteemide manipuleerimine

Nutikodu lahendusele võib ohuks kujuneda ka seadmete füüsiline manipuleerimine. Parimal juhul on see juhtunud kogemata, ent selline tegevus võib olla ka pahatahtlik. Kuigi süsteem paikneb reeglina turvakapis, ei ole pahatahtlik manipuleerimine siiski välistatud. Tuvastades turvakapi asukoha, on võimalik kerge vaevaga nutikodu süsteemile ligi pääseda ja seda kahjustada, näiteks ühendades lahti või rikkudes nutikodu seadmes paiknevad juhtmed ja kaablid. Välistatud ei ole ka juhuslik manipuleerimine nutikodu kasutaja enda poolt, ent see on pigem harvaesinev. Reeglina paikneb nutikodu süsteem sellises asukohas, et see ei segaks kasutaja igapäevaelu. See välistab näiteks sellised juhtumid, kus kasutaja komistab juhtmete otsa jms.

Kokkuvõte

Nutimaja kujutab endast terviklikku süsteemi, mille abil on võimalik automatiseerida erinevaid seadmeid ning mis omakorda tagab suurema mugavuse ja arvestatava energiasäästu.

Käesoleva lõputöö eesmärgiks oli välja töötada nutikodu lahendus, mida saaks autor kasutada oma kodu targemaks muutmiseks. Töö praktiliseks väljundiks saabki pidada asjaolu, et loodud lahendus võimaldab automatiseerida kodus paiknevat süsteeme ja seadmeid. Eesmärgi saavutamiseks lõi autor nutikodu lahenduse, mille olulisimateks osadeks on: valvesüsteem, temperatuuri- ja niiskusandur ning kaamera. Loodud nutikodu lahendus on suuteline edastama Arduino poolt töödeldud andmeid niiskuse, temperatuuri ning valvesüsteemi oleku kohta Raspberry Pi-l töötavale Wordpressi sisuhaldussüsteemile. Seejärel loodi Wordpressi süsteemi alusel veebileht, kus on kuvatud eelnevalt väljatoodud andmed. Kaamerasüsteem on paigaldatud eraldi ning on ühenduses võrgusalvestiga.

Lõputöö autor on seisukohal, et nutimajad, oma suuremate ja väiksemate võimalustega, on meie tulevik. Nutimajade levik Skandinaavias näitab, et inimesed ei karda uuendusi ega nendesse investeerimist. Arvestades eestlaste innovatiivset mõtteviisi, tõuseb nutimajade levik suure tõenäosusega ka Eestis. Mõistlikult loodud süsteem pakub mugavust ning tõstab ühtlasi maja tulevikuväärtust. Lisaks elanikkonna teadlikkuse ja üldise nutimajade populaarsuse kasvule mõjutab targa maja lahenduste vajadust kahtlemata ka Euroopa parlamendi ja Nõukogu direktiiv 2010/31/EL, mille kohaselt peavad alates 1. jaanuarist 2021 kõik uued ja oluliselt rekonstrueeritavad hooned vastama liginullenergiahoone nõuetele. Direktiivile vastava energiatõhususe saavutamine ei ole võimalik ilma uuenduslike ja efektiivsete süsteemideta. Nutimajade levikut võib veidi pidurdada asjaolu, et seadmete mõistlik maksumus on veel kaugel – tänapäeval võib nutimajasid pigem pidada “esimesteks katsetusteks”, sest nende ehitamine on tehnoloogiliselt ülimalt keeruline ja kallis. Lõputööd koostades jõudis autor järeldusele, et nutisüsteemide turg ei ole käesoleval hetkel sealmaal, mis võimaldaks neid mõistliku maksumusega paigaldada või ehitada.

Viited

1. **Bascetta, Andrea.** Smart Technology in Our Daily Lives. *Key Lime Interactive*. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 29. Aprill 2018. a.] <https://info.keylimeinteractive.com/smart-technology-in-our-daily-lives>.
2. **Wikipedia.** Nutitelefon. [Võrgumaterjal] 11. Juuli 2007. a. [Tsiteeritud: 29. Aprill 2018. a.] <https://et.wikipedia.org/wiki/Nutitelefon>.
3. **Click & Grow.** Indoor Gardens. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 29. Aprill 2018. a.] <https://eu.clickandgrow.com/collections/products>.
4. **Nest.** Nest Learning Thermostat. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 29. Aprill 2018. a.] <https://nest.com/thermostats/nest-learning-thermostat/overview/>.
5. **Meola, Andrew.** How IoT & smart home automation will change the way we live. *Business Insider*. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 29. Aprill 2018. a.] <http://www.businessinsider.com/internet-of-things-smart-home-automation-2016-8>.
6. **Brian Clark Howard, Priyeshu Garg.** The Evolution of Solar Technology. *National Geographic*. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 29. Aprill 2018. a.] <https://blog.nationalgeographic.org/2012/05/30/the-evolution-of-solar-technology/>.
7. **Constellation NewEnergy.** What Are Automated Home Security Systems? [Võrgumaterjal] 02. Märts 2018. a. [Tsiteeritud: 29. Aprill 2018. a.] <https://blog.constellation.com/2018/03/02/home-security-automation/>.
8. **Control4.** 78 Home Automation Ideas. [Võrgumaterjal] 06. Oktoober 2015. a. [Tsiteeritud: 29. Aprill 2018. a.] <https://www.control4.com/blog/345/78-home-automation-ideas>.
9. **Nest.** Keen Home Smart Vent. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 29. Aprill 2018. a.] <https://workswith.nest.com/company/keen-home/smart-vent>.
10. **Core Brands.** Entertainment Everywhere. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 29. Aprill 2018. a.] <https://www.elanhomesystems.com/your-smart-home/entertainment-everywhere>.
11. **Control4.** Smart Lighting. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 29. Aprill 2018. a.] <https://www.control4.com/solutions/smart-lighting>.
12. **Wikipedia.** Z-Wave. [Võrgumaterjal] 15. September 2005. a. [Tsiteeritud: 29. Aprill 2018. a.] <https://en.wikipedia.org/wiki/Z-Wave>.

13. —. Mesh networking. [Võrgumaterjal] 29. November 2008. a. [Tsiteeritud: 29. Aprill 2018. a.] https://en.wikipedia.org/wiki/Mesh_networking.
14. **Silicon Laboratories.** Smart Thermostat. *Z-Wave*. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 29. Aprill 2018. a.] <http://www.z-wave.com/shop-z-wave-smart-home-products/category/smart-thermostats>.
15. **Heatit Controls.** Heatit Z-Wave Thermostat. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 29. Aprill 2018. a.] <http://www.heatit.com/heating-control/floor-heating-thermostats/heatit-z-wave-thermostat/>.
16. **Fibaro.** The Heat Controller. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 29. Aprill 2018. a.] <https://www.fibaro.com/en/products/the-heat-controller/>.
17. **Silicon Laboratories.** Smart Locks. *Z-Wave*. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 29. Aprill 2018. a.] <http://www.z-wave.com/shop-z-wave-smart-home-products/category/smart-locks>.
18. **LED Evolution.** Benefits of LED. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 29. Aprill 2018. a.] <http://www.led-evolution.com/Technology/benefits-of-LED.html>.
19. **Silicon Laboratories.** Smart Lightning. *Z-Wave*. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 29. Aprill 2018. a.] <http://www.z-wave.com/shop-z-wave-smart-home-products/category/smart-lighting>.
20. **ZigBee Alliance.** ZigBee Specification FAQ. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 29. Aprill 2018. a.] <https://web.archive.org/web/20130627172453/http://www.zigbee.org/Specifications/ZigBee/FAQ.aspx>.
21. **Wikipedia.** ZigBee. [Võrgumaterjal] 13. Oktoober 2013. a. [Tsiteeritud: 29. Aprill 2018. a.] <https://et.wikipedia.org/wiki/ZigBee>.
22. **National Fire Protection Association.** Smoke Alarms. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 29. Aprill 2018. a.] <https://www.nfpa.org/Public-Education/By-topic/Smoke-alarms>.
23. **ZigBee Alliance.** Smoke Sensor Zigbee. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 29. Aprill 2018. a.] <http://www.zigbee.org/zigbee-products-2/#zigbeecertifiedproducts/productdetails3/5a30fc175fdc0e58de39b4d9/>.
24. **Bonner, Marianne.** Damage Caused by Water Leaks. *The Balance Small Business*. [Võrgumaterjal] 12. Veebruar 2018. a. [Tsiteeritud: 06. Mai 2018. a.] <https://www.thebalancesmb.com/damage-caused-by-water-leaks-462680>.
25. **BK Eesti AS.** Valveseadmed. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 06. Mai 2018. a.] <https://www.bkeesti.ee/valveseadmed/>.

26. **ZigBee Alliance.** Flooding sensor Zigbee. [Võrgumaterjal] [Tsitereitud: 06. Mai 2018. a.] <http://www.zigbee.org/zigbee-products-2/#zigbeecertifiedproducts/productdetails3/5a30ff1152f9c55673743d3a/>.
27. **Vikipeedia.** Belkin Wemo. [Võrgumaterjal] 01. Juuli 2012. a. [Tsitereitud: 20. Mai 2018. a.] https://en.wikipedia.org/wiki/Belkin_Wemo.
28. —. Belkin. [Võrgumaterjal] 09. Detsember 2004. a. [Tsitereitud: 20. Mai 2018. a.] <https://en.wikipedia.org/wiki/Belkin>.
29. —. Traadita kohtvõrk. [Võrgumaterjal] 20. Veebruar 2006. a. [Tsitereitud: 20. Mai 2018. a.] https://et.wikipedia.org/wiki/Traadita_kohtvõrk.
30. —. Tähtvõrk. [Võrgumaterjal] 29. Aprill 2009. a. [Tsitereitud: 07. Mai 2018. a.] <https://et.wikipedia.org/wiki/Tähtvõrk>.
31. **Parrish, Kevin.** ZigBee, Z-Wave, Thread and WeMo: What's the Difference? *Tom's Guide*. [Võrgumaterjal] 12. Detsember 2017. a. [Tsitereitud: 07. Mai 2018. a.] <https://www.tomsguide.com/us/smart-home-wireless-network-primer,news-21085.html>.
32. **WeMo.** Products. [Võrgumaterjal] [Tsitereitud: 07. Mai 2018. a.] <http://www.wemo.com/products/>.
33. **Apple Inc.** WKWebView. [Võrgumaterjal] [Tsitereitud: 15. Mai 2018. a.] <https://developer.apple.com/documentation/webkit/wkwebview>.
34. **Silicon Laboratories.** GoControl Z-Wave Smart Thermostat. [Võrgumaterjal] [Tsitereitud: 15. Mai 2018. a.] <http://www.z-wave.com/shop-z-wave-smart-home-products/smart-thermostats-gocontrol-gocontrol-z-wave-smart-thermostat>.
35. **Lansec OÜ.** Valvesüsteem. [Võrgumaterjal] [Tsitereitud: 22. Aprill 2018. a.] <http://www.lansec.ee/valvesusteem>.
36. **Arduino.** What is Arduino? [Võrgumaterjal] [Tsitereitud: 22. Aprill 2018. a.] <https://www.arduino.cc/en/guide/introduction>.
37. **Eyezon Corporation.** EnvisaLink EVL-4. [Võrgumaterjal] [Tsitereitud: 22. Aprill 2018. a.] http://www.eyezon.com/?page_id=176.
38. **Vikipeedia.** Raspberry Pi. [Võrgumaterjal] 13. November 2012. a. [Tsitereitud: 22. Aprill 2018. a.] https://et.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi.
39. **SocialCompare.** Raspberry Pi models comparison. [Võrgumaterjal] [Tsitereitud: 15. Mai 2018. a.] <http://socialcompare.com/en/comparison/raspberrypi-models-comparison>.

40. **Williams, Andrew.** [Võrgumaterjal] 29. Veebruar 2016. a. [Tsiteeritud: 13. Mai 2018. a.] <http://www.trustedreviews.com/opinion/raspberry-pi-3-vs-pi-2-2936374>.
41. **IPVM.** Hikvision Overview. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 13. Mai 2018. a.] <https://ipvm.com/Hikvision>.
42. **CCTV Camera .** Bullet Cameras Vs Dome Cameras. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 13. Mai 2018. a.] <http://www.cctv-camera.com.sg/articles/bullet-cameras-vs-dome-cameras.html>.
43. **Expresstime OÜ.** Hikvision DS-2CD1641FWD-IZ. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 13. Mai 2018. a.] <https://www.megateh.eu/products/ip-camera/hikvision-ds-2cd1641fwd-iz-4mp-bullet-ip-camera>.
44. **Wikipedia.** Synology Inc. [Võrgumaterjal] 16. November 2006. a. [Tsiteeritud: 15. Mai 2018. a.] https://en.wikipedia.org/wiki/Synology_Inc..
45. —. Võrgumälu. [Võrgumaterjal] 26. November 2011. a. [Tsiteeritud: 15. Mai 2018. a.] <https://et.wikipedia.org/wiki/Võrgumälu>.
46. **Synology.** Products. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 16. Mai 2018. a.] <https://www.synology.com/en-global/products>.
47. —. Compare Models. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 16. Mai 2018. a.] <https://www.synology.com/en-global/products/compare/DS218/DS218+/DS218j/DS218play>.
48. **Adafruit.** DHT22 Temperature-humidity sensor. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 16. Mai 2018. a.] <https://www.adafruit.com/product/385>.
49. **stagf15.** DSC Panel. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 16. Mai 2018. a.] https://github.com/stagf15/DSC_Panel.
50. **Louw, S.J.** Time. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 16. Mai 2018. a.] <https://github.com/sjlouw/dsc-alarm-arduino/tree/master/Time>.
51. —. TextBuffer. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 16. Mai 2018. a.] <https://github.com/sjlouw/dsc-alarm-arduino/tree/master/TextBuffer>.
52. **Arduino.** DHT Sensor Library. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 16. Mai 2018. a.] <https://www.arduino-libraries.info/libraries/dht-sensor-library>.
53. **Wikipedia.** Wordpress. [Võrgumaterjal] 22. Aprill 2011. a. [Tsiteeritud: 20. Mai 2018. a.] <https://et.wikipedia.org/wiki/WordPress>.
54. —. LAMP-platvorm. [Võrgumaterjal] 02. Mai 2006. a. [Tsiteeritud: 20. Mai 2018. a.] <https://et.wikipedia.org/wiki/LAMP-platvorm>.

55. —. Swift. [Võrgumaterjal] 02. Juuni 2014. a. [Tsiteeritud: 20. Mai 2018. a.] [https://en.wikipedia.org/wiki/Swift_\(programming_language\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Swift_(programming_language)).

56. **Kiosk Pro**. Secure https:// site with invalid or self-signed security certificate won't load? [Võrgumaterjal] 09. Aprill 2018. a. [Tsiteeritud: 17. Mai 2018. a.] <https://docs.kioskproapp.com/article/687-https-site-with-invalid-security-certificate-wone28099t-load>.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Sander Sõritsa

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

"Nutikodu lahenduse baaskomponentide loomine"

mille juhendajateks on Urmas Tamm ja Heiki Kasemägi

- a) reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
 - b) üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;
 3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 20.05.2018

Lisad

Lisa 1

```
#!/usr/bin/python
# Reading serial data in realtime

import serial
import MySQLdb
import logging

db = MySQLdb.connect(host="localhost",           # host
                    user="wordpress",         # username
                    passwd="Th151Sn07@nAc7U4LP@5sW0Rd", # password
                    db="wordpress")          # name of the data

base

cur      = db.cursor()
ser      = serial.Serial("/dev/ttyACM0", 115200)
logger   = logging.getLogger('myapp')
hdlr     = logging.FileHandler('SmartHome.log')
formatter = logging.Formatter('%(asctime)s %(levelname)s %(message)s')
hdlr.setFormatter(formatter)
logger.addHandler(hdlr)
logger.setLevel(logging.WARNING)

while True:
    line      = ser.readline()

    temp      = line[25:30]
    humidity  = line[28:40]

    timeStartPoint = 0
    timeEndPoint   = line.find(",")
    time           = line[timeStartPoint:timeEndPoint]

    dateStartPoint = line.find(",")
    dateEndPoint   = line.find("(")
    date           = line[dateStartPoint+2:dateEndPoint-1]
    dayStart       = date.find("M")
    dayEnd         = date.find("D")
    year           = date[:dayStart]

    if (int(date[dayStart+1:dayEnd]) < 10 and int(date[dayStart+1:dayEnd]) >
0):
        month = "0" + date[dayStart+1:dayEnd]
    else:
        month = date[dayStart+1:dayEnd]

    if (int(date[dayEnd+1:]) < 10 and int(date[dayEnd+1:]) > 0):
        day = "0" + date[dayEnd+1:]
    else:
```

```

    day = date[dayEnd+1:]

newDate          = year + "-" + month + "-" + day

keyNumStartPoint = line.find("(")
keyNumEndPoint   = line.find(")")
keyNum           = line[keyNumStartPoint+1:keyNumEndPoint]

keyStartPoint    = line.find("[")
keyEndPoint      = line.find("]")
key              = line[keyStartPoint+1:keyEndPoint]

value            = line[keyEndPoint+2:]

if (key != "" and month != "0"):
    # Insert into database
    sql = ("INSERT INTO smarthome_log (_Time, _Date, Key_Number, _Key,
_Value) VALUES ('%s', '%s', '%s', '%s', '%s')" % (time, newDate, keyNum, key,
value))

    try:
        cur.execute(sql)
        db.commit()
    except MySQLdb.ProgrammingError:
        logger.error(sql)

# Get the number of rows from the result
numrows = cur.rowcount

```