



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Virumaa kolledž

Temperatuurijälgimise süsteem

Temperature monitoring system

ARUKAD SÜSTEEMID JA RAKENDUSINFOTEHNOLOOGIA
ÕPPEKAVA LÕPUTÖÖ

Üliõpilane: Andrei Walter

Üliõpilaskood: 207564EDTR

Juhendaja: Žanna Gratšjova, lektor

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS JA REPRODUTSEERIMISEKS

Mina Andrei Walter (sünnikuupäev: 21.10.1971)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Temperatuurijälgimise süsteem“ mille juhendaja on Žanna Gratšjova,

1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja elektroonilise avaldamise eesmärgil, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

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

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

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta kolmandate isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ja teistest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

SISUKORD

| | |
|--|----|
| EESSÕNA | 6 |
| LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU | 7 |
| SISSEJUHATUS | 8 |
| 1. ÜLESANDEPÜSTITUS..... | 9 |
| 1.1. Teema valik | 9 |
| 1.2. Olukord | 9 |
| 1.3. Põhjendus..... | 9 |
| 2. EESMÄRK JA ÜLESANDED | 10 |
| 2.1. Eesmärk | 10 |
| 2.2. Projekti ülesanded | 10 |
| 2.3. Autori roll | 10 |
| 2.3.1. Projektijuhtimine | 10 |
| 2.3.2. Programmeerimine | 11 |
| 2.3.3. Serverite administreerimine | 11 |
| 3. ANALÜÜS | 12 |
| 3.1. Sarnaste süsteemide analüüs | 12 |
| 3.2. Nõuded | 14 |
| 3.3. Vahendite valik..... | 15 |
| 3.3.1. Temperatuurimonitoringu süsteemi alused | 15 |
| 3.3.2. Andmete töötlus ja analüüs..... | 16 |
| 3.3.3. Temperatuurikõikumiste mõju meditsiinivarudele..... | 21 |
| 3.3.4. Seadmete integratsioon olemasolevasse infrastruktuuri | 22 |
| 3.3.5. Jätkusuutlikkus ja tulevikuperspektiivid | 23 |
| 3.4. Mõisted ja definitsioonid | 24 |
| 3.4.1. Temperatuurimonitoringu süsteem | 24 |
| 3.4.2. Temperatuuritundlikud meditsiinivarud | 24 |
| 3.4.3. Andurid | 24 |
| 3.4.4. Andmete integreerimine | 25 |
| 3.4.5. Serveripark | 25 |
| 3.4.6. Veebirakenduste loomiseks vahendid | 25 |
| 4. SÜSTEEMI DISAIN JA ARENDUS | 27 |
| 4.1. Arhitektuur | 27 |

| | |
|--|----|
| 4.2. Riistvara ja tarkvara kirjeldus..... | 28 |
| 4.2.1. Temperatuuriandurid..... | 28 |
| 4.2.2. Mikrokontrollerid..... | 30 |
| 4.2.3. Serverid | 32 |
| 4.2.4. Andmebaasisüsteem | 33 |
| 4.3. Kasutajaliides..... | 35 |
| 4.4. Teised funktsionaalsused | 39 |
| 5. TULEMUSED..... | 43 |
| 5.1. Andmete kogumine ja analüüs | 43 |
| 5.2. Süsteemi testimine | 44 |
| KOKKUVÕTE | 45 |
| SUMMARY..... | 46 |
| KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU | 48 |
| LISA 1. JUHISED RASPBERRY PI 3 + DS18B20 + DTH22 ETTEVALMISTAMISEKS (VENE KEELES) | 50 |

EESSÕNA

Antud lõputöö teema "Temperatuuri jälgimissüsteem" valiti SA Ida-Viru Keskhaigla algatusel. Töö koostati eesmärgiga välja arendada temperatuuri jälgimissüsteem, mis võib osutuda kasulikuks mitmel alal, kus temperatuuri jälgimine on oluline.

Eriline tänu avaldatakse Sergei Mihhailovile, kes andis väärtuslikku abi algandmete kogumisel ja konsulteerimisel uurimistöö käigus.

Samuti sooviksin tänada oma juhendajat Žanna Gratsšjovat pideva toetuse ja juhendamise eest. Tema teadmised ja kogemused olid hindamatuks abiks käesoleva töö edukaks lõpuleviimiseks.

Lõputöös esitatakse praktilised tulemused ja analüüs, mis on koostatud vastavalt teaduslikele meetoditele ja standarditele. Saadud tulemused võivad osutuda kasulikuks mitmesugustes valdkondades, kus temperatuuri jälgimine on oluline.

Tahan südamest tänada kõiki, kes mind sellel teel toetasid ja innustasid.

LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU

| | |
|------------------|--|
| Python | Programmeerimiskeel, mida kasutatakse laialdaselt mitmesuguste tarkvaraarendusprojektide jaoks. |
| MySQL | Avatud lähtekoodiga andmebaasisüsteem, mida kasutatakse andmete salvestamiseks ja haldamiseks. |
| Joomla | Avatud lähtekoodiga sisuhaldussüsteem (CMS), mis võimaldab veebilehtede loomist ja haldamist. |
| MsSQL | Microsofti SQL Server, andmebaasisüsteem ettevõtete jaoks, mida kasutatakse laialdaselt andmete haldamiseks. |
| RaspberryPi | Taskukohane üheplaadiline arvuti, mida kasutatakse mitmesugustes elektroonika- ja programmeerimisprojektides. |
| OrangePi | Üheplaadiline arvuti, sarnane Raspberry Pi-ga, mida kasutatakse erinevates elektroonikaprojektides. |
| DHT22 | on andur, mis mõõdab temperatuuri ja niiskust ümbritsevas keskkonnas. Andur on loodud selleks, et pakkuda täpset ja usaldusväärset teavet ümbritseva õhu temperatuuri ja niiskuse kohta. |
| PHP | Programmeerimiskeel, mida kasutatakse peamiselt dünaamiliste veebirakenduste loomiseks ja arendamiseks. |
| DS18B20 | on digitaalne temperatuuriandur, mida kasutatakse laialdaselt erinevates rakendustes, kus on vaja mõõta ümbritseva keskkonna temperatuuri. See on üks populaarsemaid digitaalseid temperatuuriandureid tänu oma täpsusele, lihtsale kasutamisele ja ühejuhtmelise liidesele |
| Termistorandurid | on temperatuuri mõõtmiseks kasutatavad andurid, mis kasutavad termistorit ehk termiliselt tundlikku takistit. Termistor on pooljuhtmaterjalist valmistatud takisti, mille takistus muutub temperatuuri muutumisel. Termistorandurid on populaarsed tänu nende suurele tundlikkusele ja täpsusele temperatuuri mõõtmisel. |
| Termopaarid | on temperatuuri mõõtmiseks kasutatavad andurid, mis põhinevad termoelektrilisel põhimõttel. Termopaar koosneb kahest erinevast metallist juhtmest, mis on ühendatud ühes otsas ja avatud teises otsas. Temperatuuri mõjul tekib termoelektriline pinge, mida saab mõõta ja kasutada temperatuuri määramiseks. |

SISSEJUHATUS

Selle lõputöö eesmärgiks on arendamine temperatuurimonitooringu süsteemi kui olulist tehnilist lahendust, mis mängib üha kasvavas ulatuses rolli ühiskonna ja majanduse laiemas kontekstis. See sissejuhatus toob esile peamised küsimused ja eesmärgid, mida käesolevas lõputöös arendatakse ning annab põhjenduse valitud teema olulisusele. Sissejuhatus iseloomustab teema aktuaalsust, tähtsust ning annab lühikese ülevaate arendusvaldkonnast, arendusobjektist ja nende hetkeseisust.

Probleem ja eesmärk:

Probleem, mida käesolevas töös lahendatakse, seisneb vajaduses välja töötada täpne temperatuurimonitooringu süsteem, mis vastaks ühiskonna ja majanduse nõudmistele. Selle süsteemi eesmärgiks on võimaldada temperatuuri jälgimist ja tagada varajane häiretu tuvastamine külmkappides ja muudes seadmetes, mida kasutatakse ravimite, vere ja toiduainete hoidmiseks meditsiinasutustes.

Tähtsus ja aktuaalsus:

Selle teema olulisus tuleneb vajadusest tagada ravimite, vere ja toiduainete ohutu hoiustamine meditsiinasutustes, kus temperatuuri stabiilsus on kriitilise tähtsusega. Täpne temperatuurimonitooring aitab vältida toodete kahjustamist ja tagab nende kvaliteedi ja turvalisuse.

Lõputöö ülesanneteks on:

1. Sarnaste süsteemide analüüs
2. Vastava riist- ja tarkvara valik.
3. Süsteemi disaini ja arhitektuuri väljatöötamine.
4. Praktiliste katsete teostamine temperatuurimonitooringu süsteemiga.
5. Tulemuste analüüsimine ja süsteemi tõhususe hindamine.

Sarnaseid süsteeme ja lahendusi on juba olemas, kuid käesoleva töö eesmärk on tuua välja uuendused ja parendused olemasolevate süsteemide suhtes.

Lõputöö uurimiseks kasutati nii eksperimentaalset kui ka teoreetilist meetodikat. Praktiliste katsete teostamiseks kasutati spetsiaalseid temperatuuriandureid ja andmetöötlusseadmeid.

Võtmesõnad:

temperatuuri jälgimine, külmikud, andur, arendamine, bakalaureusetöö.

1. ÜLESANDEPÜSTITUS

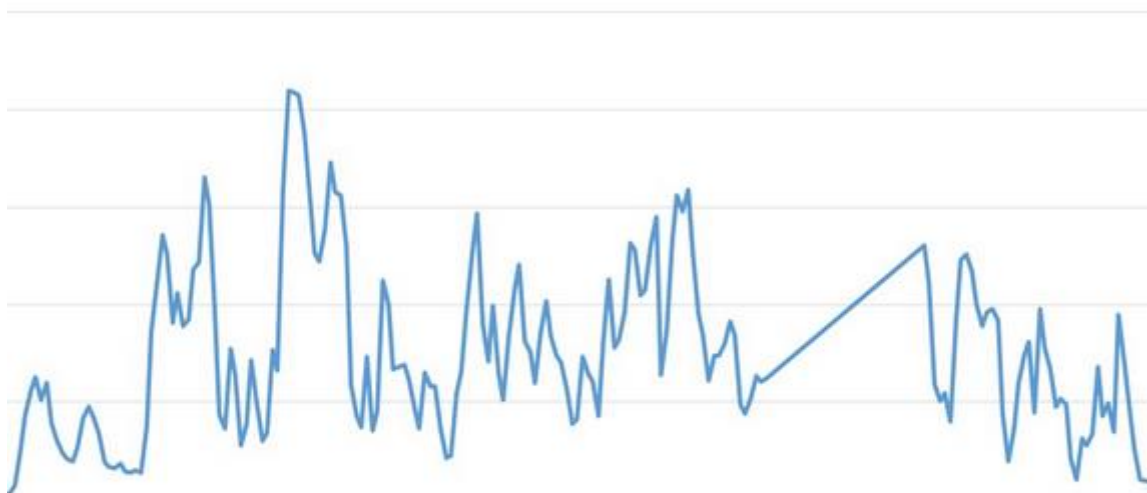
Esimeses peatükis on tutvustada temperatuurimonitoringu süsteemi kui olulist tehnilist lahendust, mis mängib üha kasvavas ulatuses rolli ühiskonna ja majanduse laiemas kontekstis.

1.1. Teema valik

Lõputöö fookuses on suur väljakutse, millega seisavad silmitsi meditsiinasutused temperatuurimonitoringusüsteemide valdkonnas.

1.2. Olukord

Enne selle projekti algust viidi temperatuuri jälgimine läbi käsitsi, mis võis viia märkamata temperatuuri kõikumiseni, kahjustades seeläbi meditsiiniliste varude säilivust ja ohutust.



Joonis 1.1 Temperatuurigraafik [1]

1.3. Põhjendus

Vajalik on täpne ja usaldusväärne temperatuurimonitoringu süsteem, mis vastaks meditsiinivaldkonna kõrgetele standarditele. Probleemi lahendamine nõuab uuenduslikku lähenemist, et tagada optimaalsed tingimused ravimite, vere ja toiduainete säilitamiseks. See väljakutse on oluline, et tagada meditsiinilise varustamise tõhusus ja kaitsta patsientide tervist.

2. EESMÄRK JA ÜLESANDED

2.1. Eesmärk

Lõputöö eesmärgiks on välja töötada kõrgelt efektiivne temperatuurimonitooringu süsteem, mis vastaks meditsiinasutuste rangetele nõuetele ravimite, vere ja toiduainete säilitamisel. Selle lahenduse olulisus peitub mitmetes aspektides.

Esiteks, täpne süsteem tagab meditsiiniliste varude ohutuse, ennetades võimalikke kahjustusi temperatuurikõikumiste tõttu.

Teiseks, see aitab optimeerida meditsiiniliste ressursside kasutamist, vähendades riknenud või kahjustatud varudega seotud kulusid.

Kolmandaks, süsteemi väljatöötamine vastab ühiskonna vajadusele parema tervishoiutehnoloogia järele, edendades seeläbi meditsiinivaldkonna innovatsiooni ja efektiivsust.

Lõputöö eesmärk on seega mitte ainult lahendada konkreetne probleem, vaid luua jätkusuutlik lahendus, mis mõjutab positiivselt meditsiinivaldkonna toimimist ja ühiskonna tervist tervikuna.

2.2. Projekti ülesanded

Edukate ülesannete lahendamiseks oli vaja täita järgmised ülesanded.

1. Viia läbi uurimus sarnaste süsteemide kohta teistes Eesti haiglates.
2. Teha vastava riist- ja tarkvara valik.
3. Arendada temperatuurijälgimise süsteem
4. Praktiliste katsete teostamine temperatuurimonitooringu süsteemiga.
5. Tulemuste analüüsimine ja süsteemi tõhususe hindamine.

2.3. Autori roll

Antud projektis täitis autor mitmekülgseid rolle, olles nii projekti juht, peamine programmeerija kui ka serverite administraator. Autori pühendumus ja ekspertiis kajastuvad projekti kavandamisel, arendamisel ja elluviimisel.

2.3.1. Projektijuhtimine

Autor võttis enda peale projekti üldjuhtimise rolli, määrates ülesanded ja juhtides meeskonda projekti eri etappides. Tema oskus tervikut näha ja suunata meeskond ühise eesmärgi poole oli määrava tähtsusega projekti edukusele..

2.3.2. Programmeerimine

Projekti keskmes on autor kui peamine programmeerija, kirjutades koodi, lootes funktsioone ja tagades süsteemi vastavuse seatud nõuetele. Tema programmeerimisoskused on olnud olulised süsteemi tõhususe ja täpsuse tagamisel.

2.3.3. Serverite administreerimine

Autor vastutas ka serverite haldamise ja administreerimise eest, tagades nende stabiilse töö ja andmete turvalisuse. Ta optimeeris serverite jõudlust, võimaldades süsteemil sujuvalt toimida.

Autori panus on olnud oluline kogu projekti vältel, kajastades tema mitmekülgeid oskusi ja pühendumust projekti eesmärkide saavutamisele.

3. ANALÜÜS

3.1. Sarnaste süsteemide analüüs

Selles jaotises esitatakse olemasolevate süsteemide ülevaade, keskendudes eriti temperatuuri jälgimisele meditsiinasutustes. Autor uuris mitmeid võimalusi selles valdkonnas, pöörates erilist tähelepanu nende skeemidele, tulemustele ja piirangutele. Rõhk on pandud kaasaegsetele tehnoloogiatele ja lahendustele, mis on tõestanud oma tõhusust sarnastes kontekstides.

Mitmes Eesti haiglas tehti analüüs, kus viidi läbi põhjalikud uuringud temperatuurimonitooringu süsteemide kasutamise kohta. See hõlmas ka uurimistööd, kus uuriti süsteemide jõudlust, vastupidavust ja kasutatavust. Need uurimused andsid väärtuslikku teavet ja kogemusi, mis mõjutasid käesoleva projekti kavandamist ja läbiviimist.

Tabel 1. Kohad, kus tehti võrdlevaid analüüse

| Asukoht | Asutus | Äriline või oma |
|----------------|---------------|------------------------|
| Tallinn | Haigla | Äriline |
| Tallinn | Haigla | Oma |
| Tartu | Haigla | Äriline |
| Rakvere | Haigla | Oma |
| Kohtla-Järve | Haigla | Oma piloot projekt |

Oluline on märkida, et autor viis läbi uuringuid mitte ainult teoreetilisel tasandil, vaid ka praktilisel tasandil, integreerides kohalike haiglate andmeid ja kogemusi. Projektis oli ainulaadne võimalus analüüsida olemasolevaid süsteeme ja infrastruktuuri neljas erinevas haiglas Eestis. Seda silmas pidades projektis omandanud hindamatu praktilise ülevaate meditsiinasutuste tegelikest vajadustest ja väljakutsetest, mis aitab tõhusalt kujundada temperatuurimonitooringu süsteemi vastavalt kohalikele nõudmistele.

B analüüsi ja info kogumise käigus pöörati tähelepanu järgmistele punktidele:

1. Andmete kogumiseks pilve- või kohalik ühendus serveritega
2. Süsteemi laiendamise võimalus
3. Üksikute elementide maksumus
4. Süsteemi integreerimine olemasolevate infosüsteemidega

5. Olemasolevate serverite ja tarkvara kasutamise võimalus
6. Avaandmevahetuse protokollide kasutamine
7. Tehnilised nõuded temperatuurisensorite paigaldamiseks uude või juba olemasolevasse seadmesse
8. Tehnilised omadused süsteemides, nagu andurite tüübid, andmete kogumise meetodid, info säilitamise ja töötlemise süsteemid.

Analüüsi käigus jagati saadud andmed kaheks kategooriaks: **äri lahendused** ja **omavalmistatud** lahendused.

Äri lahenduseks võib märkida mitmeid eeliseid, näiteks:

1. valmisolek kasutamiseks otsetootest
2. kasutatavate andurite kasutamine oma süsteemiga ühendamiseks
3. pilvepõhine lahendus
4. valmis kasutajaliidesed
5. olemasolevad aruandesüsteemid

Miinusteks võib tuua järgmised punktid:

1. suletud protokollide kasutamine
2. kallid moodulid süsteemi laiendamiseks
3. võimetus ühendada täiendavaid mooduleid kaugel keskest süsteemist
4. vajadus kasutada spetsiaalset serveri- ja tarkvaralahendust
5. suletud protokollide kasutamine
6. ainult oma spetsiaalsete andurite kasutamine
7. suletud andmebaasid, võimetus täiendavalt saada ja analüüsida teavet

Omavalmistatud lahenduseks võib märkida mitmeid eeliseid, näiteks:

1. võimalus kasutada erinevaid andurite, sealhulgas avatud lähtekoodiga protokollide kasutatavaid süsteeme
2. süsteemi on võimalik paindlikult arendada olemasolevatele äri lahendustele
3. võimalus ühenduda olemasoleva seadmetega
4. madalad tootmiskulud - uute moodulite lisamine
5. süsteemi on võimalik täiustada ja integreerida koos juba olemasoleva infotehnoloogia süsteemiga

6. võimalus kasutada olemasolevat serveripõhist riistvara ja tarkvara

Miinusteks võib tuua järgmised punktid:

1. on vaja palgata tehnilise taustaga spetsialiste, kes suudavad seda süsteemi hooldada
2. tuleb välja töötada meetodikad infotehnoloogia süsteemi kontrollimiseks ja jälgimiseks
3. tuleb arvestada võimalusega, et maailmaturul võivad muutuda olemasoleva seadmete standardid.

Pärast mitmete kaubanduslike (Liebherr [2], Fiocchetti [3] jne) ja isetehtud jälgimissüsteemide põhjalikku analüüsi ning arvestades, et need pakuvad sarnast funktsionaalsust, kuid on hinna poolest oluliselt kallimad (kuni 10 korda kallimad), jõuti järeldusele, et mõistlikum on luua oma jälgimissüsteem.

3.2. Nõuded

Oli tehtud otsus, et projekti loomisel kasutada kättesaadavaid elemente, mis mitte ainult ei taganud vajaliku funktsionaalsuse, vaid aitasid ka märkimisväärselt vähendada kulusid. Selle lähenemisviisi eeliseks on mitmekülgsus ja kohandatavus vastavalt spetsiifilistele vajadustele, võimaldades samal ajal saavutada soovitud eesmärged ilma ülemäärase rahalise kuluta. See otsus rõhutab projektijuhi oskust teha ratsionaalseid ja kulutõhusaid valikuid, võttes arvesse turuolusid ja olemasolevaid võimalusi.

1. Andurite nõuded hõlmavad temperatuuri mõõtmist vahemikus miinus 50 kuni pluss 50 kraadi
2. Võimalust kasutada RaspberryPi [4] või Arduino [5] kontrollereid, eelistatavalt Pythoni [6] toega
3. Võimalust ühenduda andmebaasidega MsSQL [7] või MySQL [8]
4. veebiliidese loomist, kasutades olemasolevaid sisuhaldussüsteeme (Joomla CMS [9])

Lisaks veel kord on oluline märkida, et haiglas, kus see projekt loodi, oli juba serveripark, sealhulgas andmebaasid ja muud süsteemid. Kulude vähendamiseks ja uue temperatuuriseiresüsteemi sujuvaks integreerimiseks olemasolevasse infrastruktuuri oli mõttekas kasutada olemasolevaid ressursse. See strateegia tugineb teistele varasematele kogemustele ja uuringutele, võimaldades projektil olla mitte ainult teoreetiliselt uuenduslik, vaid ka praktiliselt jätkusuutlik ja tõhus.

3.3. Vahendite valik

Antud jaotis keskendub temperatuurimonitooringu süsteemi teoreetilisele raamistikule, käsitledes olulisi põhimõisteid ja kontseptsioone, mis moodustavad aluse projekti väljatöötamiseks.

3.3.1. Temperatuurimonitooringu süsteemi alused

Teoreetilise tausta alguses uuriti temperatuurimonitooringu süsteemi fundamentaalseid aluseid, keskendudes eriti temperatuuriandurite valikule ja täpsuse tagamisele. See protsess nõudis hoolikat kaalumist erinevate aspektide osas, alustades ekstreemsetest temperatuuritingimustest kuni meditsiinivarude eripäradeni.

Põhjaliku uuringu raames analüüsiti temperatuuriandurite täpsust ja nende reaktsiooni keskkonnamuutustele. Projekti kontekstis, kus vajalik mõõtepiirkond ulatus -45 kraadist kuni +20 kraadini, viidi läbi laboratoorsed katsed erinevate anduritega, jälgides nende stabiilsust ja täpsust sellistes ekstreemsetes tingimustes.

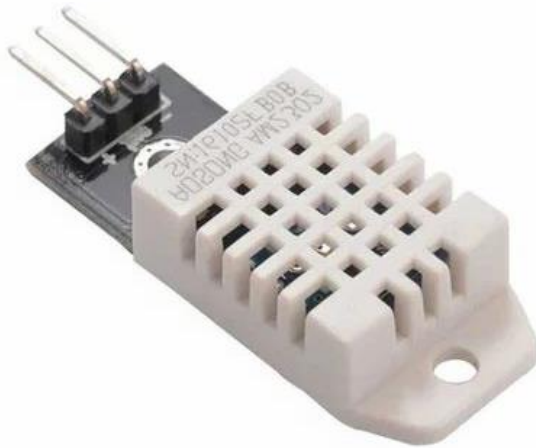
Tabel 2. Võrdlustabel anduritüüpide ühendamise võimaluste ja hindade kohta

| Tüüp | Hind | Ühendus sobib |
|--|------|---------------|
| termistorandurid; [10] | + | + |
| termoelektrilised muundurid (termopaarid); | + | + |
| optilised temperatuuriandurid; | - | - |
| infrapunaandurid (püromeetrid); | - | - |

Antud tabelis kuvatud anduritüüpidest valiti termopaari tüüp. Sellele tüübile sobivad sellised levinud andurid nagu: DS18B20[11] ja DHT22[12], kuna need tagasid vajaliku täpsuse, olid kättesaadavad ja vastupidavad erinevatele temperatuuritingimustele.



Joonis 3.3.1.a DS18B20 andur [13][14]



Joonis 3.3.1.b DHT22 andur [15]

DS18B20 valiti oma digitaalse liidese ja kõrge täpsuse tõttu, samas kui DHT22 pakkus lisaks temperatuurile ka niiskuse mõõtmise võimalust. Need valikud sobisid ideaalselt projekti nõudmistega, tagades samal ajal mõõtmiste täpsuse [13] ja stabiilsuse isegi meditsiinasutuste ekstreemsetes tingimustes.

3.3.2. Andmete töötlus ja analüüs

Järgmisel etapil autor uuris olemasolevaid teoreetilisi meetodeid temperatuuri jälgimissüsteemi andmete töötlemiseks ja analüüsimiseks. Eesmärk oli tagada süsteemi tulemuste usaldusväärsus ja informatiivsus, mis nõudis erinevate meetodite [16] rakendamist statistilisest analüüsist matemaatiliste mudelite ja andmeanalüüsi tehnikateni.

Microsoft SQL Server (MSSQL) ja MySQL on andmebaasisüsteemid, millel on märkimisväärne roll tänapäeva infotehnoloogilises maailmas. Need süsteemid pakuvad mitmekülgset andmebaasi haldust ja tõhusat andmete käitlemist, mis on oluline osa paljude ettevõtete ja organisatsioonide igapäevategevusest.

Microsoft SQL Server on tuntud oma võimsuse, turvalisuse ja integreerituse poolest. See süsteem on Microsofti poolt välja töötatud ja pakub täiustatud andmebaasi halduse võimalusi. MSSQL on laialdaselt kasutusel ettevõtetes, kus on vaja tõhusalt hallata suuri koguseid andmeid, tagades samal ajal andmete turvalisuse ja tervikluse.

MySQL on avatud lähtekoodiga andmebaasisüsteem, mida iseloomustab mitmekülgsus ja kergelt kasutatav liides. See on eriti populaarne veebirakenduste arendamisel, kus kiirus ja lihtsus on võtmetähtsusega. MySQL pakub tõhusat andmebaasi haldust, suudab käsitleda suuri koormusi ja on paindlik erinevate platvormide suhtes.


```

mysql> USE db_name;
Database changed
mysql> CREATE TABLE persons (id INT NOT NULL PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
-> name VARCHAR(20),
-> surname VARCHAR(30),
-> age INT(3),
-> email VARCHAR(30),
-> phone VARCHAR(30));
Query OK, 0 rows affected (0.09 sec)

mysql> describe persons;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field | Type          | Null | Key | Default | Extra          |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| id    | int(11)       | NO   | PRI | NULL    | auto_increment |
| name  | varchar(20)   | YES  |     | NULL    |                |
| surname | varchar(30)  | YES  |     | NULL    |                |
| age   | int(3)        | YES  |     | NULL    |                |
| email | varchar(30)   | YES  |     | NULL    |                |
| phone | varchar(30)   | YES  |     | NULL    |                |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
6 rows in set (0.01 sec)

mysql> |

```

Joonis 3.3.2.a MySQL andmebaas (kasutaja tabeli moodustamine)

Mõlemad andmebaasisüsteemid võimaldavad kasutajatel luua, küsida ja hallata andmeid vastavalt nende vajadustele. Need pakuvad mitmesuguseid funktsioone, sealhulgas transaktsioonide haldamist, päringute optimeerimist, turvalisust ja andmete varundamise võimalusi. Lisaks on mõlemad süsteemid ühilduvad erinevate programmeerimiskeeltega, mis võimaldab arendajatel kergesti integreerida neid oma rakendustesse.

MSSQL ja MySQL on mõlemad tugevad valikud, kuid nende valik sõltub sageli ettevõtte või projekti konkreetsetest vajadustest. Microsoft SQL Server sobib suurepäraselt ettevõtetele, kes vajavad täiustatud funktsioone ja tugevat turvalisust, samas kui MySQL on ideaalne valik veebirakenduste jaoks, kes soovivad kiiret ja lihtsat lahendust.

Kokkuvõttes on nii MSSQL kui ka MySQL lahendused, mis on muutunud lahutamatuks osaks kaasaegsest andmebaasihaldusest, võimaldades ettevõtetel tõhusalt hallata ja kasutada oma andmeid vastavalt tänapäeva kiirelt muutuvatele nõudmistele.

Python on mitmekülgne ja võimas programmeerimiskeel, mille populaarsus on märkimisväärselt kasvanud tänu selle lihtsusele, loetavusele ja suurele kogukonnale. Keele esialgne väljatöötamine algas 1980. aastate lõpus, kuid selle tõeline edu ja populaarsuse kasv algas 2000. aastate alguses.

```

D: > hp > ta.ivkh.ee > orange_DHT22.py > ...
1  import RPi.GPIO as GPIO
2  import time
3
4  # Use the BCM numbering scheme
5  GPIO.setmode(GPIO.BCM)
6
7  # Specify the GPIO pin number
8  pin = 4
9
10 # Set the pin as an input
11 GPIO.setup(pin, GPIO.IN)
12
13 # Wait for the sensor to stabilize
14 time.sleep(2)
15
16 # Send the start signal to the sensor
17 GPIO.setup(pin, GPIO.OUT)
18 GPIO.output(pin, GPIO.LOW)
19 time.sleep(0.02)
20 GPIO.output(pin, GPIO.HIGH)
21
22 # Wait for the sensor to respond
23 GPIO.setup(pin, GPIO.IN)
24
25 # Count the number of loops until the sensor pulls the pin low
26 count = 0
27 while (GPIO.input(pin) == GPIO.HIGH):
28     count += 1
29
30 # Check if the sensor has responded
31 if (count >= 40):
32     print("Sensor timeout")
33
34 # Read the data from the sensor
35 data = []
36 for i in range(40):
37     count = 0
38     while (GPIO.input(pin) == GPIO.LOW):
39         count += 1
40     while (GPIO.input(pin) == GPIO.HIGH):
41         count += 1
42     data.append(count)
43
44 # Process the data
45 humidity = ((data[0] + data[1] + data[2] + data[3]) * 100 / (data[4] + data[5] + data[6] + data[7]))
46 temperature = ((data[8] + data[9] + data[10] + data[11]) * 100 / (data[12] + data[13] + data[14] + data[15]))
47
48 # Print the values
49 print("Humidity: {:.2f}%".format(humidity))
50 print("Temperature: {:.2f}*C".format(temperature))
51
52 # Cleanup the GPIO resources
53 GPIO.cleanup()
54

```

Joonis 3.3.2.b Python-i kood

Üks Pythoni peamisi tugevusi on selle selge ja loetav süntaks, mis muudab selle ideaalseks keeleks nii algajatele kui ka kogenud programmeerijatele. Keele filosoofia, mille kohaselt "loetavus loeb", tähendab, et koodi kirjutamine Pythonis on intuitiivne ja mugav. Selle tulemusena on Pythonist saanud üks esimesi valikuid nii hariduses kui ka tarkvaraarenduses.

Python on tuntud ka oma mitmekülguse poolest. Seda kasutatakse laialdaselt mitmesugustes valdkondades, sealhulgas veebiarenduses, andmeteaduses, tehisintellektis, masinõppes ja paljudes teistes. Keeles on rikkalik standardteek, mis

hõlmab laia valikut mooduleid ja raamatukogusid, muutes arendajate elu lihtsamaks ja kiirendades projekte.

Üks Pythoni olulisi omadusi on platvormist sõltumatus. Pythoni koodi saab käivitada erinevatel operatsioonisüsteemidel, sealhulgas Windows, macOS ja erinevad Linuxi distributsioonid. See muudab selle universaalseks keeleks, mis sobib erinevate projektide jaoks.

Pythoni kogukond on teine oluline aspekt selle keele edus. Tugev kogukond tähendab rikkalikke ressursse, sealhulgas dokumentatsiooni, õpetusi, foorumeid ja kolmandate osapoolte raamatukogusid. Arendajad saavad lihtsasti leida vastuseid küsimustele ja jagada kogemusi teistega, mis soodustab koostööd ja pidevat arengut.

Otsustati kasutada Pythoni programmeerimiskeelt, luues programme temperatuuriandurite küsitlemiseks. Lisaks sellele rakendati andmete filtreerimise ja korrigeerimise protseduure, tagades täpsed mõõtmised isegi keerulistes töötingimustes. Erilist tähelepanu pöörati ka andmete terviklikkusele, integreerides mehhanisme, mis ennetavad võimalikke andmete moonutusi ja välistavad häiretest tingitud juhuslikud väärtused.

```
#sensor access data
ds = glob.glob('/sys/bus/wl/devices/28-*/wl_slave')
#temperature measurement cycle
for d in ds:
    name = d.split("/")[-2]

    temp1 = str(float(open(d).read().split()[-1][2:])/1000)#first temperature measurement
    time.sleep(1)#for test purposes to see shift in values
    temp2 = str(float(open(d).read().split()[-1][2:])/1000)#secpnd temperature measurement
    time.sleep(1)#for test purposes to see shift in values
    temp3 = str(float(open(d).read().split()[-1][2:])/1000)#third temperature measurement
    time.sleep(1)
    tempall = [temp1, temp2, temp3]#a vector of all measurements
    tempsort = sorted(tempall)#sorting them by value

    index = 1#second(=1) out of three is the median index number
    default = 'NA'#if all items are unsortable, default value to be written is 'NA'
    temp = tempsort[1]#for test purposes

    with pymysql.connect(server, user, password, database) as conn:
        with conn.cursor(as dict=True) as cursor:
            cursor.callproc(storedProcedure, (name, temp))
            cursor.nextset()
            results = cursor.fetchall()
#            conn.commit()

    print(name, temp)
```

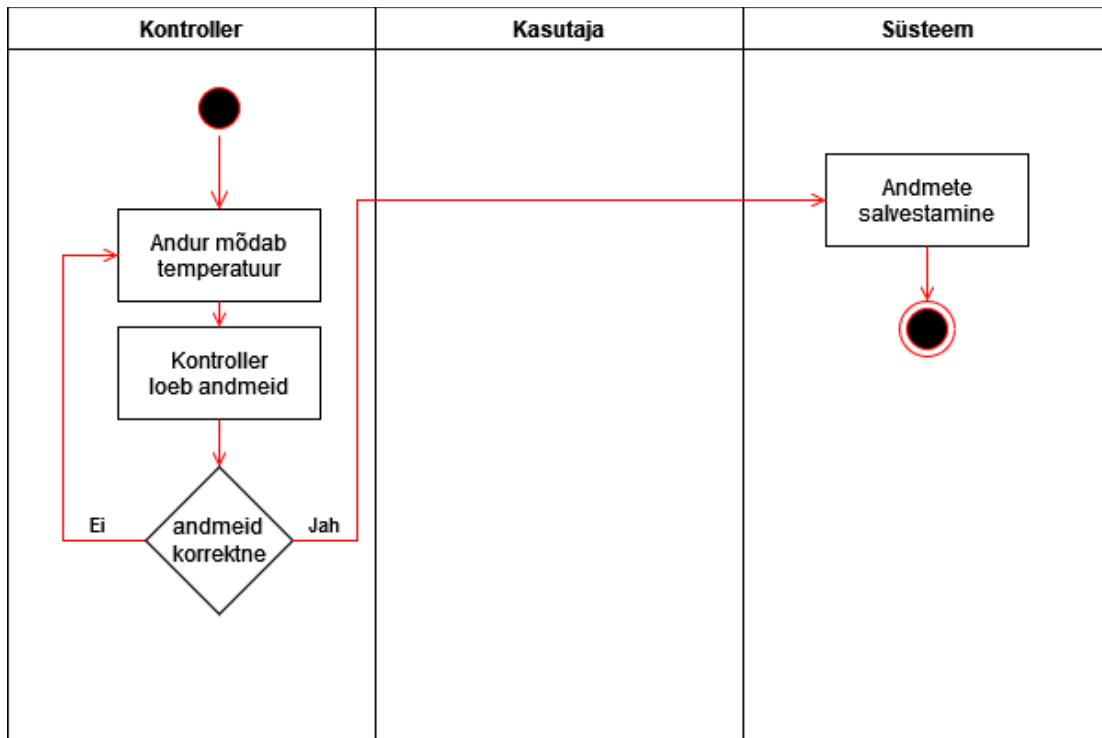
Joonis 3.3.2c Pythoni kood [17]

Süsteem peab regulaarselt salvestama andmeid andmebaasis, kus iga temperatuuri näitaja muudatus on täielikult dokumenteeritud.

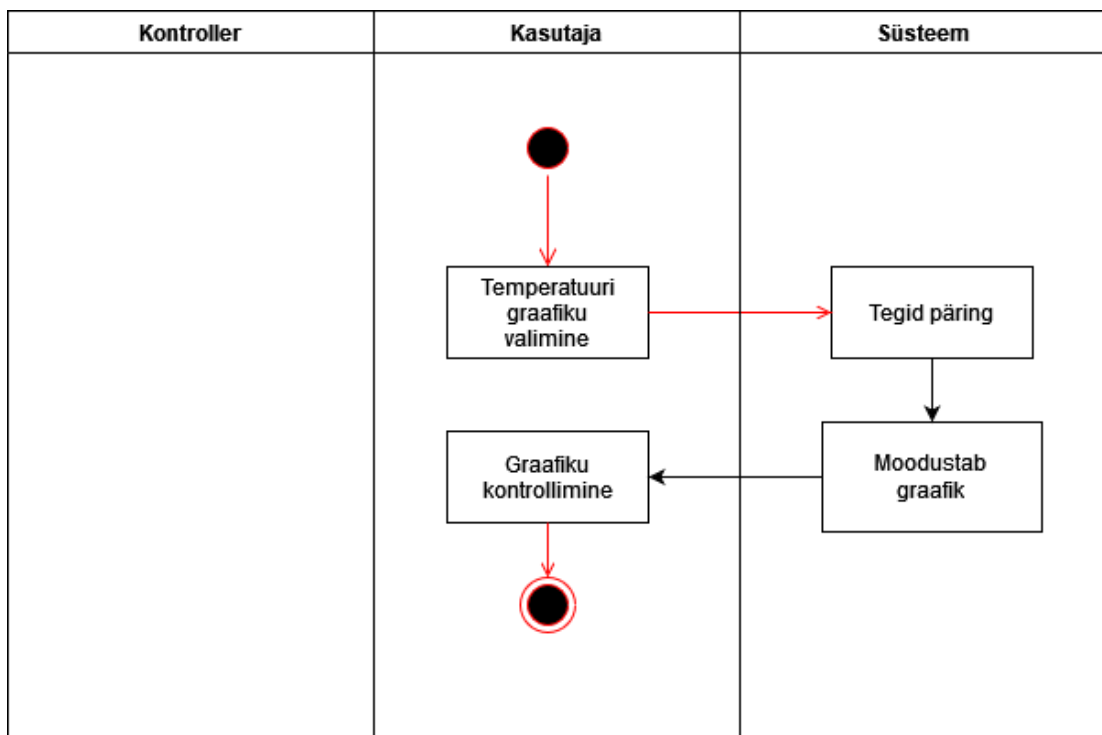
Lisaks tuleb välja töötada operatiivse reageerimise mehhanismid, sealhulgas SMS- ja e-posti teadete saatmine kõrvalekallete või andurite küsitluse rikkumiste korral. Need meetmed tagavad operatiivse reageerimise võimaluse, vähendades võimalike

probleemide mõju meditsiinivahendite säilitamisele.

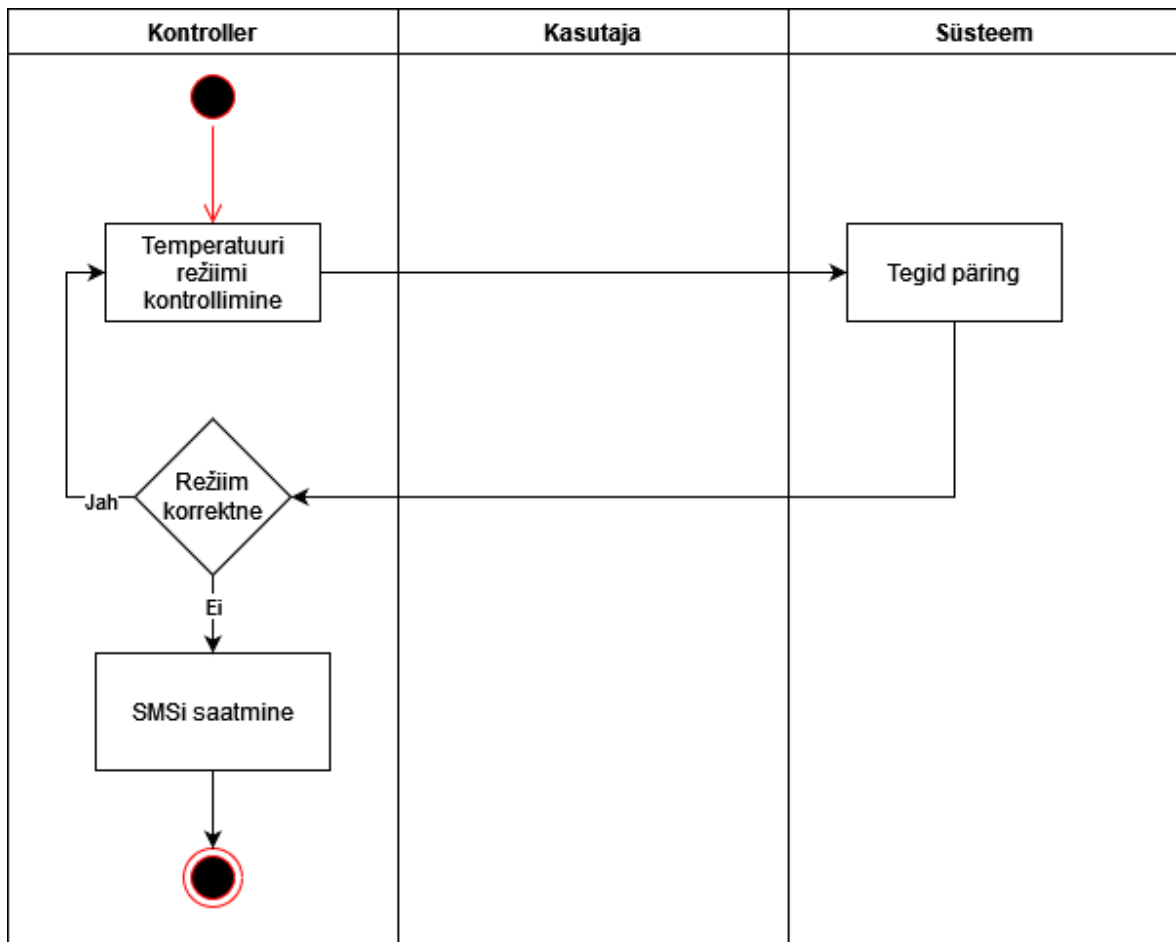
Järgmistel diagrammidel on näidatud temperatuurimonitooringu süsteemi põhitegevused.



Joonis 3.3.2d Temperatuurilugemine, kontroll ja salvestamine tegevusdiagrammi



Joonis 3.3.2e Temperatuurigraafiku kontroll tegevusdiagramm



Joonis 3.3.2f Temperatuuri režiimi kontroll tegevusdiagramm

3.3.3. Temperatuurikõikumiste mõju meditsiinivarudele

Projekti käigus autor uuris ka temperatuurikõikumiste mõju meditsiinilistele objektidele, pöörates erilist tähelepanu ravimitele, verele ja toiduainetele ning nende tundlikkusele temperatuurimuutustele meditsiinasutustes.

Uuriti, missugune temperatuurikõikumised võivad mõjutada meditsiiniliste objektide kvaliteeti, efektiivsust ja üldist ohutust. Selline teoreetiline lähenemine võimaldab süsteemil tagada optimaalsed säilitustingimused, tagades sellega meditsiiniliste objektide ohutu ja efektiivse säilitamise.



Joonis 3.3.3 Apteegi ladu

Autor arvestas ka temperatuurinõuete ja säilitustingimustega, näiteks vahemikus +2 kuni +8 kraadi või -45 kuni -20 kraadi.

Kogutud temperatuurimõõtmiste andmed võimaldavad hinnata seadmete tööd, tuvastada potentsiaalseid probleeme või kõrvalekaldeid enne tõsiste probleemide tekkimist ning võtta ennetavaid meetmeid tehnilise hoolduse või seadmete väljavahetamise näol, kaitstes seeläbi meditsiiniliste objektide säilivust.

Süsteemis on ka täiendav võimalus kohandada režiime vastavalt meditsiinasutuse vajadustele ja eripäradele. See hõlmab täiendavaid kohandusi, et tagada meditsiiniliste objektide nõutud temperatuuritingimused, võttes arvesse nende tundlikkust ja säilitamisnõudeid.

Iga külmikul on oma töötemperatuuri graafik. Millistes miinimum- või maksimumpiirides peab see külmik töötama ja hoidma ravimeid.

Samuti läbib termomeeter esialgse paigaldamise käigus laboratoorseid uuringuid, mille tulemusel arvutatakse välja spetsiaalsed korrigeerivad koefitsiendid, mis suurendavad selle anduri täpsust erinevates temperatuuritsoonides.

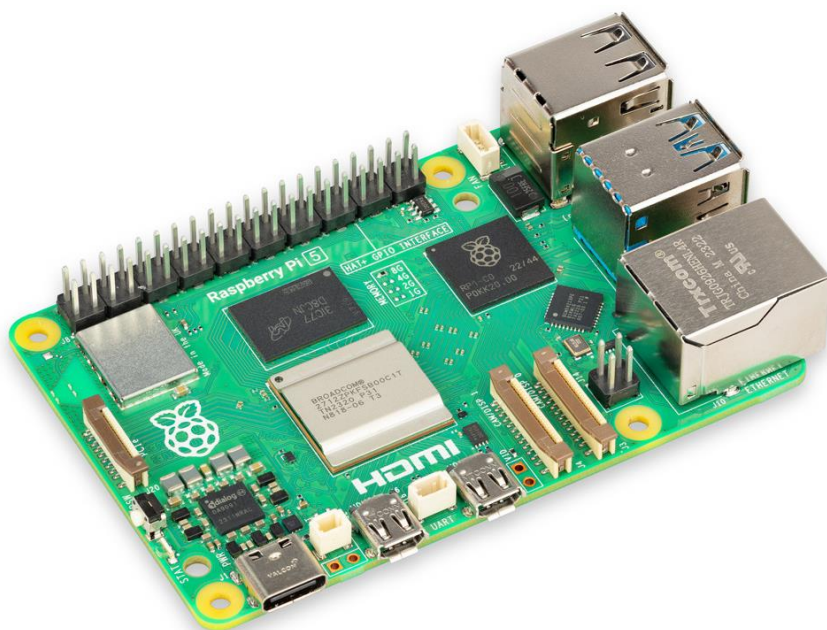
Kõiki neid parameetreid tuleb seadistada individuaalselt.

3.3.4. Seadmete integratsioon olemasolevasse infrastruktuuri

Internetis uuriti andurite ühendamise ja nende kasutamise võimalusi RaspberryPi, OrangePi [18], Arduino ja teiste sarnaste mikrokontrolleritega[19] [20] [21].

Pärast põhjalikku testimist autor valisid Raspberry Pi seadmed, sest need võimaldavad lihtsat ühendamist arvutivõrku, töötavad Linux'i operatsioonisüsteemil ning on

võimelised täitma programme Pythonis.



Joonis 3.3.4 Raspberry Pi[22]

Valiku põhjus oli ka nende võime andmeid edastada MSSQL andmebaasi ja integreeruda haigla veebiportaalidesse. See tagab mitte ainult andmete kvaliteetse salvestamise, vaid ka nende kättesaadavuse ja hõlpsa juurdepääsu meditsiinasutuse olemasolevates süsteemides.

3.3.5. Jätkusuutlikkus ja tulevikuperspektiivid

Autor analüüsis ka temperatuurimonitooringu süsteemi stabiilsust ja tulevikuperspektiive teoreetilisel tasandil, võttes arvesse tehnoloogilisi arenguid ja tulevase vajadusi meditsiinivaldkonnas. Hinnati, kuidas süsteem saab kohaneda muutuvate tehnoloogiliste tingimustega ja milliseid uuendusi võib vaja minna süsteemi pikaajaliseks toimimiseks vastavalt muutuvatele nõuetele.

Projekti käigus testiti erinevaid mikrokontrollereid (Raspberry Pi, Orange Pi, Arduino jne) nende usaldusväärsuse ja jõudluse osas. Uurides erinevate mikrokontrollerite vananemist ja nende käitumist pikaajalisel kasutamisel, võis teha teadliku valiku süsteemi stabiilsuse tagamiseks.

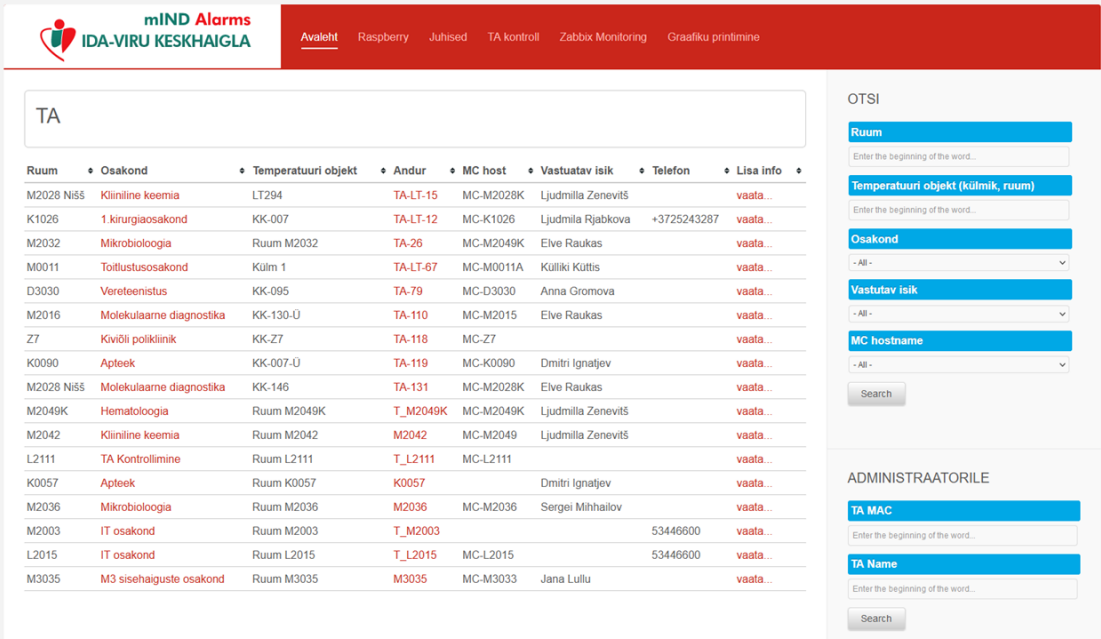
Lisaks laiendas projekt süsteemi kasutamist ka teistes haigla osakondades, tunnustades süsteemi kasulikkust ja tõhusust. Süsteemi enda teenused arenevad pidevalt vastavalt kasutajate tagasisidele ning kohanevad uute nõuetega, lisades innovaatilisi teenuseid ja funktsionaalsusi vastavalt meditsiinasutuse vajadustele. See tagab süsteemi pideva kasutamise ja väärtuse mitte ainult praegu, vaid ka tulevikus.

3.4. Mõisted ja definitsioonid

Antud jaotis keskendub oluliste mõistete ja definitsioonide selgitamisele, et tagada ühtne arusaam terminoloogiast, mida kasutatakse temperatuurimonitooringu süsteemi kontekstis.

3.4.1. Temperatuurimonitooringu süsteem

Temperatuurimonitooringu süsteem hõlmab seadmeid ja tarkvara, mis võimaldavad reaajas jälgida ja salvestada keskkonna temperatuuriandmeid. See süsteem on kavandatud tagamaks optimaalsed tingimused meditsiinivarude, nagu ravimid, veri ja toiduained, säilitamiseks.



The screenshot shows the 'Avaleht' (Dashboard) page of the mIND Alarms system. The page features a navigation bar with links for 'Avaleht', 'Raspberry', 'Juhised', 'TA kontroll', 'Zabbix Monitoring', and 'Graafiku printimine'. The main content area is titled 'TA' and contains a table with columns: Ruum, Osakond, Temperatuuri objekt, Andur, MC host, Vastutav isik, Telefon, and Lisa info. The table lists various monitoring points across different departments like 'Kliiniline keemia', 'Kirurgiaosakond', and 'Mikrobioloogia'. To the right of the table are search filters for 'OTSI' (Search) with dropdown menus for 'Ruum', 'Temperatuuri objekt (külmik, ruum)', 'Osakond', 'Vastutav isik', and 'MC hostname'. Below these is an 'ADMINISTRAATORILE' section with filters for 'TA MAC' and 'TA Name'.

| Ruum | Osakond | Temperatuuri objekt | Andur | MC host | Vastutav isik | Telefon | Lisa info |
|------------|--------------------------|---------------------|----------|-----------|--------------------|-------------|-----------|
| M2028 Ni55 | Kliiniline keemia | LT294 | TA-LT-15 | MC-M2028K | Ljudmilla Zenevitš | | vaata... |
| K1026 | 1 kirurgiaosakond | KK-007 | TA-LT-12 | MC-K1026 | Ljudmilla Rjabkova | +3725243287 | vaata... |
| M2032 | Mikrobioloogia | Ruum M2032 | TA-26 | MC-M2049K | Elve Raukas | | vaata... |
| M0011 | Toitlustusosakond | Külm 1 | TA-LT-67 | MC-M0011A | Külliki Küttis | | vaata... |
| D3030 | Vereteenistus | KK-095 | TA-79 | MC-D3030 | Anna Gromova | | vaata... |
| M2016 | Molekulaarne diagnostika | KK-130-U | TA-110 | MC-M2015 | Elve Raukas | | vaata... |
| Z7 | Kiviõli polikliinik | KK-Z7 | TA-118 | MC-Z7 | | | vaata... |
| K0090 | Apteek | KK-007-U | TA-119 | MC-K0090 | Dmitri Ignatjev | | vaata... |
| M2028 Ni55 | Molekulaarne diagnostika | KK-146 | TA-131 | MC-M2028K | Elve Raukas | | vaata... |
| M2049K | Hematoloogia | Ruum M2049K | T_M2049K | MC-M2049K | Ljudmilla Zenevitš | | vaata... |
| M2042 | Kliiniline keemia | Ruum M2042 | M2042 | MC-M2049 | Ljudmilla Zenevitš | | vaata... |
| L2111 | TA Kontrollimine | Ruum L2111 | T_L2111 | MC-L2111 | | | vaata... |
| K0057 | Apteek | Ruum K0057 | K0057 | | Dmitri Ignatjev | | vaata... |
| M2036 | Mikrobioloogia | Ruum M2036 | M2036 | MC-M2036 | Sergei Mihhailov | | vaata... |
| M2003 | IT osakond | Ruum M2003 | T_M2003 | | | 53446600 | vaata... |
| L2015 | IT osakond | Ruum L2015 | T_L2015 | MC-L2015 | | 53446600 | vaata... |
| M3035 | M3 sisehaiguste osakond | Ruum M3035 | M3035 | MC-M3033 | Jana Lullu | | vaata... |

Joonis 3.4.1 Temperatuurimonitooringu süsteemi avaleht

3.4.2. Temperatuuritundlikud meditsiinivarud

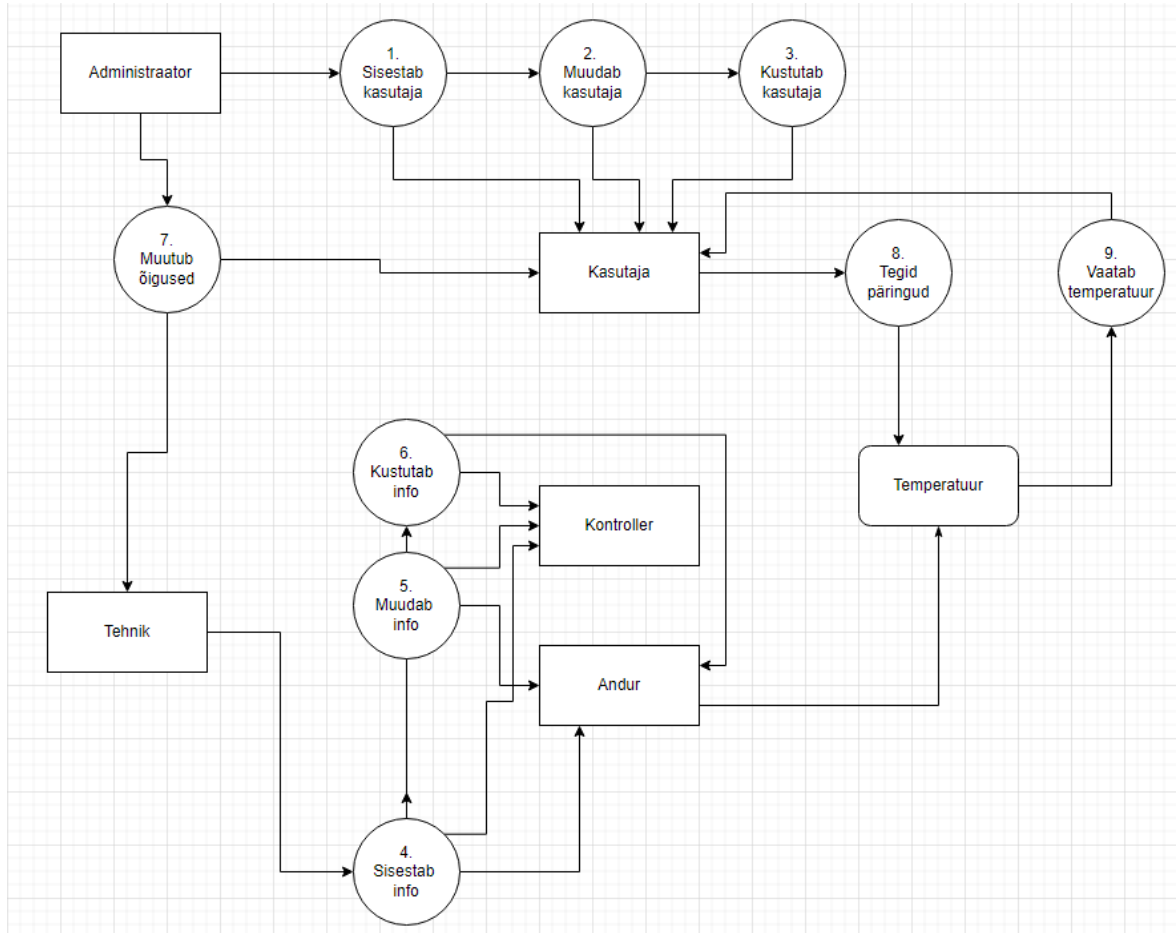
Terminiga "temperatuuritundlikud meditsiinivarud" viidatakse meditsiinilistele materjalidele, mille säilivus ja tõhusus on tugevalt mõjutatud temperatuurimuutustest. Need hõlmavad ravimeid, verekomponente ja erinevaid toiduaineid, mida tuleb hoida kindlates temperatuuritingimustes.

3.4.3. Andurid

Andurid on seadmed, mis mõõdavad ümbritsevat keskkonda, sealhulgas temperatuuri. Temperatuurimonitooringu süsteemis kasutatakse erinevaid anduritüüpe, näiteks termomeetreid ja niiskusandureid, et koguda täpseid temperatuurinäitajaid.

3.4.4. Andmete integreerimine

Andmete integreerimine viitab protsessile, kus kogutud temperatuurandmed ühendatakse ja kombineeritakse ühtseks andmekoguks. See hõlbustab süsteemi üldist toimimist, võimaldades kasutajatel jälgida ja analüüsida temperatuurinäitajaid ühest platvormist.



3.4.4 DFD diagramm

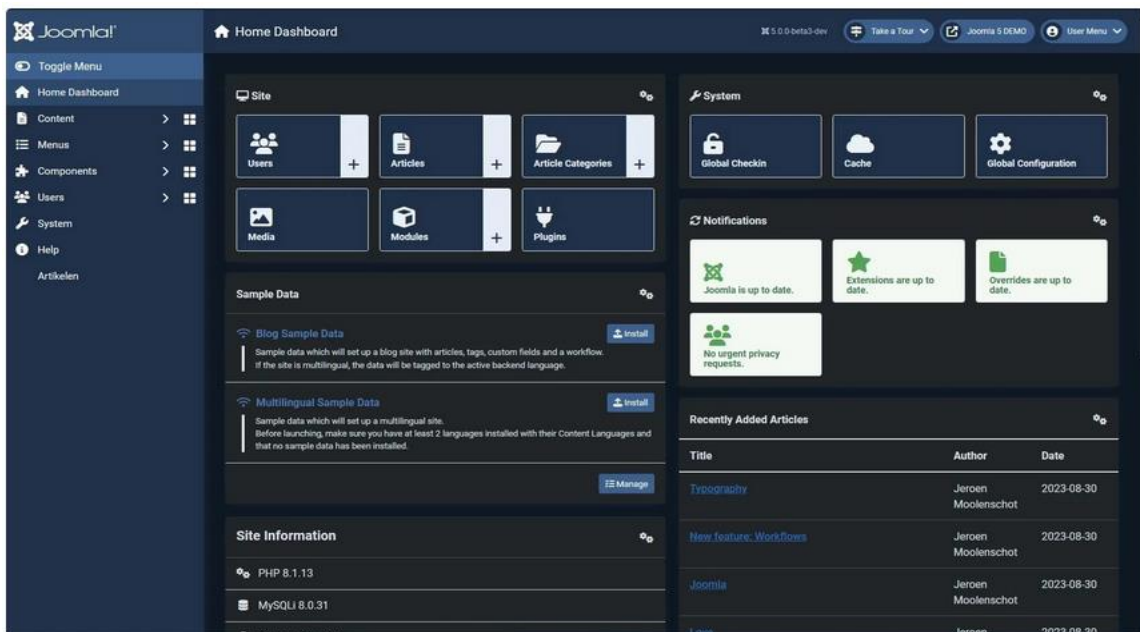
3.4.5. Serveripark

Serveripark tähistab kogumit ühendatud serveritest, mida hoitakse ja hallatakse ühiselt. Selles kontekstis viitab see olemasolevatele serveritele, kuhu kuuluvad andmebaasid ja teised süsteemid, mida kavatakse integreerida uude temperatuurimonitoringu süsteemi.

3.4.6. Veebirakenduste loomiseks vahendid

Joomla on võimas ja paindlik sisuhaldussüsteem (CMS), mida kasutatakse laialdaselt veebilehtede ja veebirakenduste loomiseks ja haldamiseks. Joomla on avatud lähtekoodiga platvorm, mis pakub suurepäraseid võimalusi kodulehtede loomiseks nii algajatele kui ka kogunud arendajatele.

Joomla populaarsus tuleneb selle mitmekülsusest ja lihtsast kasutamisest. Platvormi võimalused hõlmavad dünaamilist sisuhaldust, mitmekeelset tuge, laiendatavust, kasutajasõbralikku kasutajaliidest ja palju muud. Joomla CMS on loodud nii, et see sobiks erinevate veebiprojektide jaoks, alates isiklikest blogidest kuni suurte ettevõtteveebideni.



Joonis 3.4.6 Joomla admin paneel [30]

Üks Joomla võtmetäiustusi on tema laiendatavus läbi mitmete saadaval olevate laienduste. Joomla laienduste kogukond pakub erinevaid mooduleid, pluginaid ja teemasid, mis võimaldavad kasutajatel kohendada oma veebilehte vastavalt oma vajadustele ja soovidele. See tähendab, et Joomla kasutajad saavad luua unikaalse veebikogemuse ilma sügavate tehniliste teadmisteta.

Lisaks on Joomla tuntud oma turvalisuse poolest. Pidevad uuendused ja aktiivne kogukond aitavad tagada, et süsteem oleks kaitstud turvariskide eest. Platvormi turvalisus on eriti oluline ettevõtetele ja organisatsioonidele, kes soovivad tagada oma veebilehtede ja andmete turvalisuse.

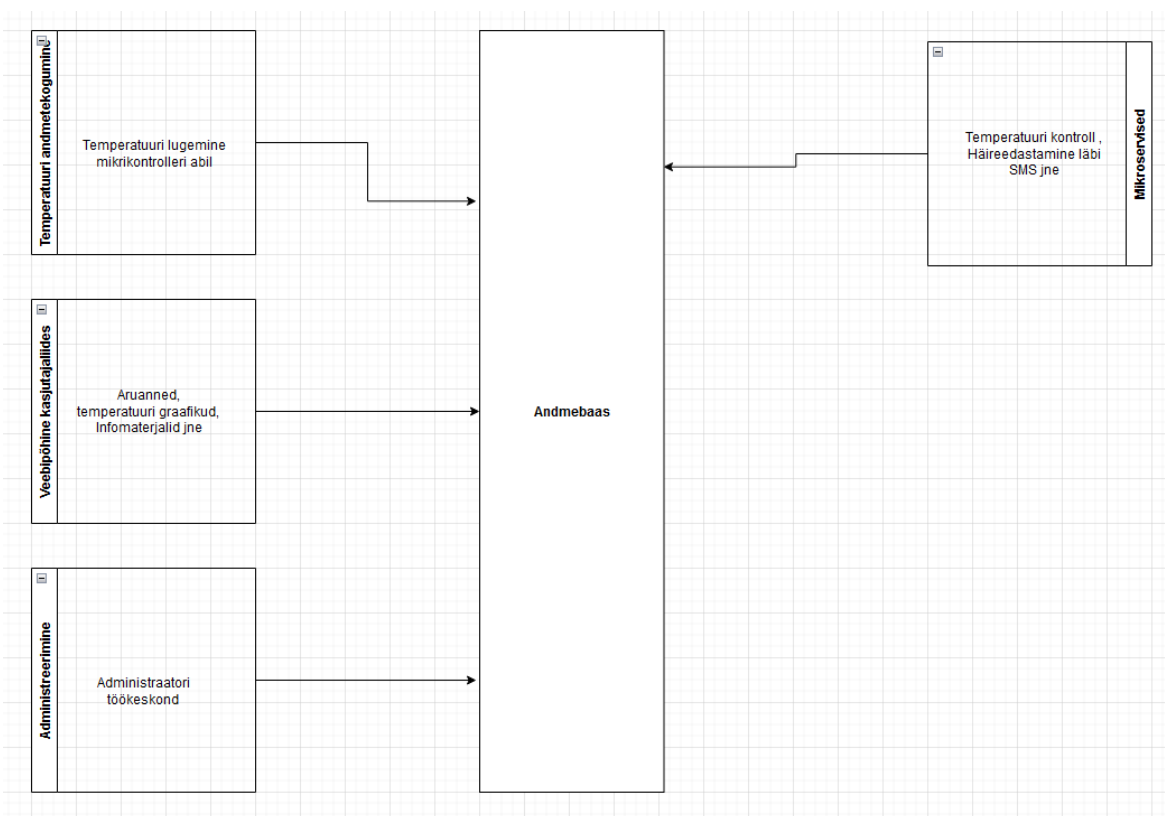
Joomla kasutajaliides on intuitiivne ja lihtne navigeerida, muutes veebilehtede haldamise kiireks ja tõhusaks. See muudab Joomla atraktiivseks valikuks neile, kes soovivad kiiresti luua ja hallata oma veebiprojekte ilma keeruliste tehniliste protsessideta.

Kokkuvõttes on Joomla võimas veebilehtede loomise platvorm, mis ühendab kasutajasõbralikkuse, laiendatavuse ja turvalisuse. Selle avatud lähtekoodiga olemus muudab selle taskukohaseks ja atraktiivseks valikuks nii väikestele ettevõtetele kui ka suurtele organisatsioonidele, kes soovivad dünaamilisi ja atraktiivseid veebilehti.

4. SÜSTEEMI DISAIN JA ARENDUS

4.1. Arhitektuur

Süsteemi arhitektuur ja selle põhilised komponendid on hoolikalt kavandatud, võttes arvesse meditsiinasutuste temperatuurimonitoringu vajadusi. Valitud on hajutatud arhitektuur, kus erinevad komponendid suhtlevad omavahel, tagades süsteemi terviklikkuse ja töökindluse. Põhikomponendid hõlmavad temperatuuriandureid, servereid, andmebaase ja kasutajaliidest.



Joonis 4.1 Komponent Diagramm

Süsteemi arhitektuur on spetsiaalselt jaotatud mitmeks mooduliks, igaüks vastutab oma funktsionaalsuse eest.

Hetkel projektis eksisteerib 4 sõltumatut moodulit.

Esimene moodul loeb andureid temperatuuri jaoks ning salvestab mikrokontrollerite abil teabe andmebaasi.

Teine moodul on lõppkasutajale, kes saab vajalikku teavet andmebaasist temperatuurigraafikute, aruannete ja seadmete teabe vaatamiseks.

Kolmas moodul on süsteemi administraatori jaoks. Seda kasutatakse süsteemi seadistamiseks ja hooldamiseks.

Samuti on olemas mikroteenuste moodul, mis vastutab temperatuuri pideva jälgimise eest ning avastatud vigade korral saadab kasutajatele ja administraatoritele kohe teate e-kirja või SMS-i kaudu.

Selline süsteemi struktuur võimaldab meil teha süsteemi uuendusi osade kaupa, uuendades ühe mooduli versiooni, jätkavad teised kasutajad töötamist sõltumatult, ilma et see katkeks tööprotsess.

Monoliitse arhitektuuri kasutamisel oleks vead võinud kohe mõjutada kogu süsteemi, kuid antud juhul on arhitektuuri toimimine sõltumatu.

4.2. Riistvara ja tarkvara kirjeldus

Iga arhitektuuri komponent omab oma eesmärgi ja neile on omad erinõuded.

4.2.1. Temperatuuriandurid

Valitud temperatuuriandurid, nagu DS18B20, on laialdaselt toodetud mitmete tootjate poolt, tagades süsteemi laiema ühilduvuse ja väldib probleeme, mis võivad tekkida, kui suureneb mõõdetavate punktide arv. Andmed loetakse ja kirjutatakse andmebaasi mikrokontrollerite abil.

Selle anduri populaarsus tuleneb mitmest olulisest omadusest ja funktsioonist, mis muudavad selle ideaalseks valikuks erinevates keskkondades.

DS18B20 on ühilduv digitaalne andur, mis kasutab üht juhet nii toiteallika kui ka andesignaali jaoks. See teeb selle paigaldamise kiireks ja lihtsaks, vähendades juhtmete hulka, mis võivad muul juhul segada süsteemi toimimist. Anduri digitaalne liides muudab selle kasutamise mikrokontrollerite ja arvutisüsteemidega hõlpsaks, võimaldades täpseid mõõtmisi ja tõrgeteta andmete lugemist.

DS18B20 omab laia mõõtepiirkonda ja täpsust, mis võimaldab seda kasutada erinevates rakendustes, alates tööstuslikest protsessidest kuni meditsiiniseadmete jälgimiseni. Andur suudab mõõta temperatuuri vahemikus -55 °C kuni $+125\text{ °C}$, tagades seeläbi täpsed andmed ka äärmuslikes temperatuurioludes.

Selle anduri kasutamine on energiatõhus, mis on oluline aspekt pikaajalise jälgimise korral. DS18B20 säästab energiat, töötades ainult siis, kui mõõtmised on vajalikud, ning seejärel naastes puhke seisundisse, mis pikendab anduri kasutusiga.

DS18B20 on vastupidav ja kompaktne, muutes selle sobivaks erinevatele rakendustele, sealhulgas meditsiinasutuste temperatuuri jälgimisele. Tänu oma usaldusväärsele jõudlusele ja täpsetele mõõtmistele on DS18B20 muutunud oluliseks komponendiks paljudes süsteemides, kus temperatuuri täpne jälgimine on kriitiline.

Enne andurite paigaldamist viiakse läbi hoolikad laboratoorsed testid vastavalt loodud

1002198546

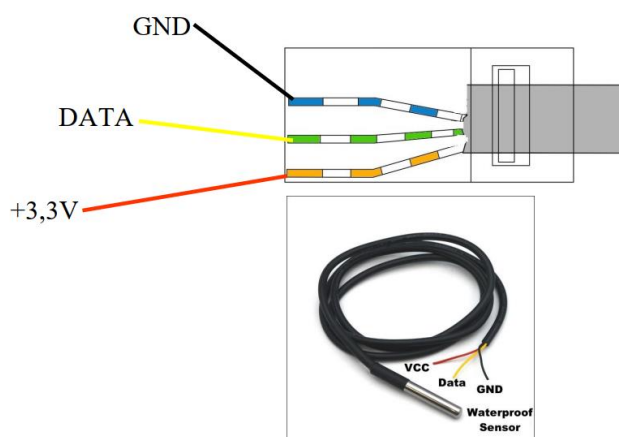
1002198546 (inv nr VT 174) 0767_23_ATLT_Ida-Viru Keskhaigla SA.asice

| Temperatuur kambris, °C | Kalibreeritava mõõtevahendi keskmine näit, °C | näidu parand, °C | Laiendmääramatus, °C |
|----------------------------|--|------------------|-------------------------|
| -40,1 | -39,9 | -0,2 | 0,3 |
| -20,2 | -20,1 | -0,1 | 0,3 |
| 6,0 | 6,6 | -0,6 | 0,3 |

Joonis 4.2.1 Parandustegurid riiklikus laboris kalibreeritud termomeetri

Andmete täpsust hinnatakse võrreldes riiklikus laboris kalibreeritud termomeetriga, vajadusel korrigeeritakse tulemusi vastavalt saadud korrigeerivatele koefitsientidele. See tagab süsteemi täpse ja usaldusväärse toimimise, kuna andurite mõõtmistulemused on kvaliteedikontrolli käigus kontrollitud ja vajadusel kohandatud. Laboratoorsed testid on olulised, et tagada temperatuuriandurite täpsus ja nende võime täita meditsiinivarude nõudeid, tagades seeläbi meditsiinasutuste jaoks sobivad säilitustingimused.

Kuna IT-s on RJ45-kaabliühenduste standard aktsepteeritud, siis selles projektis otsustati jätta see standard temperatuurandurite ja mikrokontrollerite ühendamiseks.



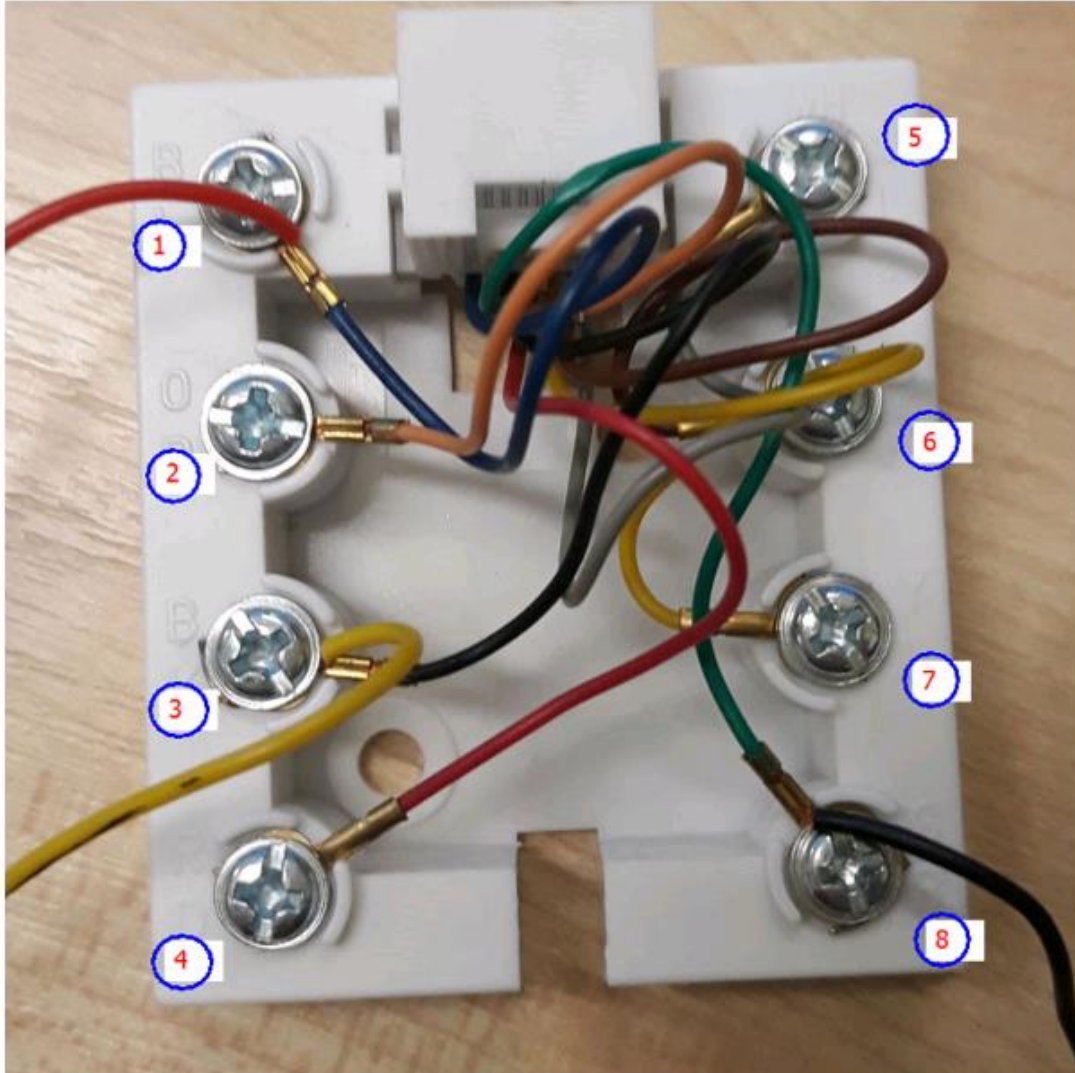
Joonis 4.2.1b Ühendus skeem DS18B20 ja RJ45 standard

Для подключения новой контактной розетки, используем следующие соединения проводов для DS18B20:

красный на контакт 1

желтый на контакт 3

черный на контакт 8



Joonis 4.2.1c Ühendus skeem DS18B20 ja RJ45 Pesa standard

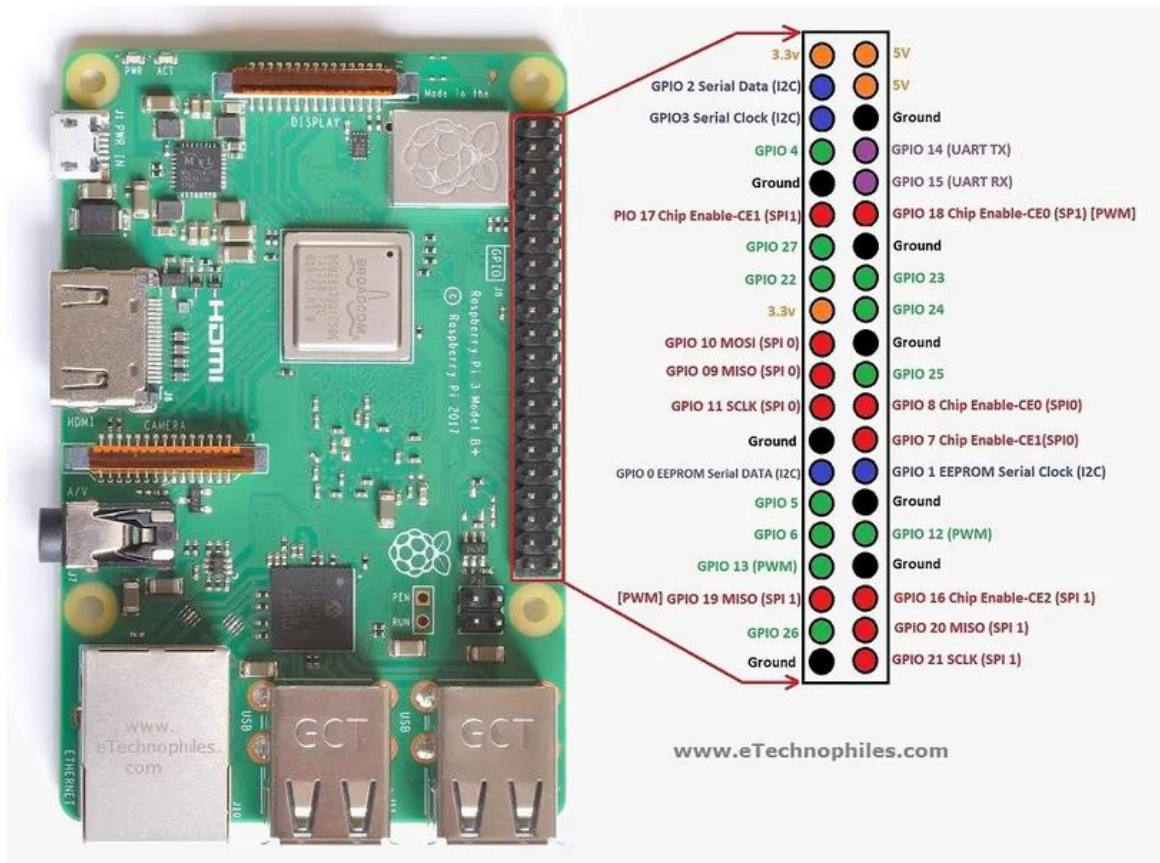
4.2.2. Mikrokontrollerid

Raspberry Pi on kompaktne üheplaadiline arvuti, mis on kujunenud üheks kõige mitmekülgsemaks ja populaarsemaks platvormiks elektroonikahuvilistele, programmeerijatele ja erinevate projektide entusiastidele. See taskukohane ja võimas mikrokontroller on võimeline täitma mitmeid ülesandeid, mis teevad sellest ideaalse valiku erinevatele loomeprojektidele ja arendustegevustele.

Üks Raspberry Pi peamisi eeliseid on selle avatud lähtekoodiga olemus, mis võimaldab kohandada ja kohandada süsteemi vastavalt konkreetsetele vajadustele. See annab

kasutajatele vabaduse eksperimenteerida ja luua mitmesuguseid projekte, alates lihtsatest automatiseerimissüsteemidest kuni keerukamate multimeedialahendusteni.

Raspberry Pi-l on arvukalt I/O-pordid, sealhulgas USB, HDMI ja GPIO, võimaldades sellel ühenduda erinevate seadmete ja anduritega. See muudab Raspberry Pi mitmekülgseks tööriistaks IoT (asjade internet) projektide jaoks, kus seadmed vajavad omavahelist suhtlust ja andmete jagamist.



Joonis 4.2.1c RaspberryPi pordid [23]

Mikrokontrolleril on ka võimas protsessor ja piisavalt mälu, et käivitada täisfunktsionaalseid operatsioonisüsteeme, näiteks Linux. See annab Raspberry Pi-le arvutijõudluse, mis on piisav enamiku kodukasutajate jaoks ning võimaldab tegeleda keerukamate arvutusprotsesside ja projektidega.

Raspberry Pi populaarsus on toonud kaasa ulatusliku kogukonna, kus entusiastid jagavad ideid, projekte ja tarkvara. See avatud suhtluskeskkond muudab Raspberry Pi kasutamise lihtsaks ja toetavaks kõigile, olenemata nende kogemustasemest.

Lõpuks, Raspberry Pi on lihtne ja juurdepääsetav viis õppida programmeerimist ja elektroonikat. Selle kasutamine hariduses on laialdane, aidates õpilastel omandada olulisi oskusi ja arendada loovat mõtlemist.

Kokkuvõttes on Raspberry Pi võimas tööriist, mis on inspireerinud paljusid inimesi looma

uusi ja põnevaid projekte. Selle mitmekülgus, taskukohasus ja kogukonna tugi muudavad selle mikrokontrolleri asendamatuks vahendiks igasuguste elektroonika- ja programmeerimisega seotud ettevõtmiste jaoks.

Kõik Raspberry Pi mikrokontrollerid seadistatakse ette valmistatud Linuxi distributsiooni põhjal [Lisa 1] koos eelnevalt seadistatud skriptidega. Pärast paigaldamist registreeritakse ja aktiveeritakse seade arvutivõrgus ning tehakse kindlaks paigaldamise koht hilisemaks ühendamiseks infosüsteemiga. Lisaks integreeritakse need seadmed seire süsteemi, regulaarselt uuendades end turvalisuse ja süsteemi ajakohasuse tagamiseks. Need sammud tagavad mikrokontrollerite tõhusa toimimise uuenduste raames ja tagavad süsteemi turvalisuse.

Autor otsingule alternatiividele viidi läbi Orange Pi mikrokontrollerite katsetused, et hinnata nende jõudlust ja sobivust süsteemi nõuetele.

Orange Pi mikrokontrollerite testimise käigus tekkis ühilduvusprobleem, kuna olemasolevad Raspberry Pi skriptid ei olnud ühilduvad selle 64-bitise mikrokontrolleri versiooniga.

Autor kirjutas skriptid olemasolevatele mudelitele ja avaldas need GitHubis üldiseks kasutamiseks [24][25].

4.2.3. Serverid

Serverite osas on süsteem kavandatud kasutama virtuaalseid servereid klastri kontekstis, suurendades sellega süsteemi vastupidavust ja tagades selle toimimise ka häireolukordades.

Serveriklaster [26] on keeruline süsteem, mis on loodud Microsoft Hyper-V [27] juhtimissüsteemi standardse platvormi baasil, kasutades HP serverite võimekust. Selline klaster on kujunenud oluliseks elemendiks tänapäeva infotehnoloogilistes lahendustes, tagades tõhusa ressursside jaotuse ning tõstes süsteemi töökindlust.

Microsoft Hyper-V on virtualiseerimisplatvorm, mis võimaldab luua ja hallata virtuaalseid masinaid. Serveriklastri loomisel selle baasil saavutatakse suurem jõudlus, vähenevad talitlushäired ning süsteemi ressursside optimaalne kasutamine. See võimaldab mitmetel virtuaalmasinatel jagada serveri füüsilisi ressursse, saavutades sellega kõrgeima tõhususe ja süsteemi ühtlasema koormuse.

Projektis kasutatud serverite platvorm Hewlett-Packard (HP) [28].

HP serverite platvorm on valitud mitte ainult tuntud kaubamärgi, vaid ka selle tipptasemel tehnoloogia ja usaldusväarsuse tõttu. HP serverid pakuvad suurepäraselt jõudlust, mastaapsust ja võimekust, mis on vajalikud serveriklastri optimaalseks toimimiseks.

Serveriklasterite kasutamine on eriti oluline organisatsioonidele, kus süsteemi kättesaadavus ja töökindlus on esmatähtsad. Kui üks server peaks talitlushäireid näitama, võtab teine selle ülesandeid üle, tagades, et teenused jätkuksid ilma olulise katkestuseta. See süsteem on oluline siin, kus iga hetk võib olla kriitiline.

Kokkuvõttes on serveriklaster Microsoft Hyper-V ja HP serverite platvormi kombinatsioon märkimisväärne edusamm infotehnoloogia valdkonnas. See annab hea võimaluse kasutada kaasaegset virtualiseerimistehnoloogiat, tagades samal ajal parima jõudluse, usaldusväarsuse ja efektiivsuse.



Joonis 4.2.3 Serveriklaster [26]

4.2.4. Andmebaasisüsteem

Andmebaaside jaoks on kasutusel erinevad süsteemid, nagu MSSQL ja MySQL, mis on optimeeritud vastavalt erinevatele ülesannetele. Igapäevaseid andmeid varundatakse regulaarselt, tagades andmete ohutuse ja kättesaadavuse.

MSSQL Studio programmi abil tehti kõik vajalikud andmebaasi seaded, loodi tabelid

SQLQuery1.sql - db-ER (R-logger (564))

```

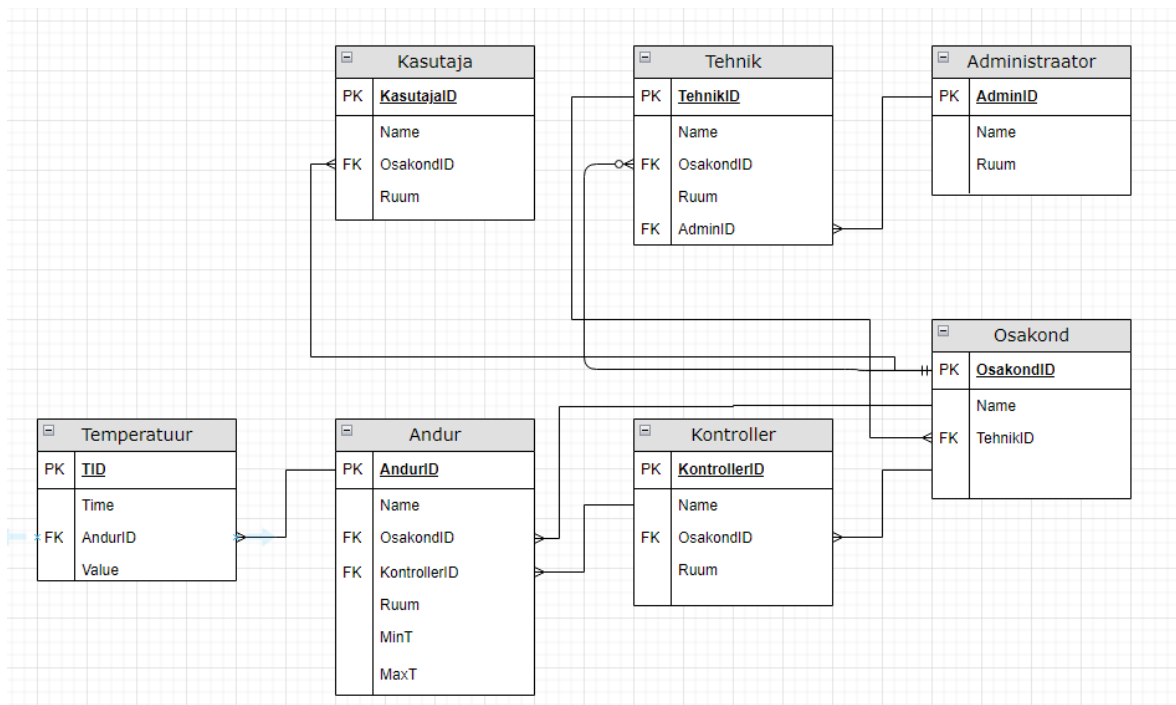
SELECT TOP (1000) [id]
      [MODULE]
      [TAG]
      [DEVICE_ID]
      [TYPE]
      [ARCHIVE]
      [MAX_SK]
      [MIN_SK]
      [PRECISION]
      [TYPE_SK]
      [smesch]
      [CH_NAME]
      [sensorName_ID]
      [archive_flag]
      [konek]
      [ext_tag]
      [target]
      [labor]
      [num]
FROM [dbo].[TABLE]

```

| id | MODULE | TAG | DEVICE_ID | TYPE | ARCHIVE | MAX_SK | MIN_SK | PRECISION | TYPE_SK | smesch | CH_NAME | sensorName_ID | archive_flag | konek | ext_tag | target | labor | num |
|----|--------|---------|----------------|------|---------|--------|--------|-----------|---------|--------|---------|---------------------|--------------|--------|---------|--------|--------------------|-----------|
| 1 | 1 | T_K1 | 28-0115e4077f | 1 | 1 | 125 | -55 | 3 | 1 | 0 | NULL | Temperature Kulek 1 | 1 | 1 | NULL | 1 | TEST | G2040 |
| 2 | 4 | T_K2 | 28-041525606f | 1 | 1 | 125 | -55 | 3 | 1 | 0 | NULL | Temperature Kulek 2 | 1 | 1 | NULL | 1 | TEST | G2040 |
| 3 | 5 | T_K3 | 28-031622454f | 1 | 1 | 90 | 20 | 3 | 1 | 0 | NULL | Temperature Kulek 3 | 1 | 1 | NULL | 1 | TEST | G2040 |
| 4 | 6 | T_K4 | 28-0115c2a9aff | 1 | 1 | 90 | 20 | 3 | 1 | 0 | NULL | Temperature Kulek 4 | 1 | 1 | NULL | 1 | TEST | G2040 |
| 5 | 7 | T_K5 | T_K5 | 3 | 1 | 90 | 20 | 3 | 1 | 0 | NULL | Temperature G1017 | 1 | 1 | NULL | 3 | TEST | G2040 |
| 6 | 8 | H_K5 | H_K5 | 3 | 1 | 90 | 20 | 3 | 1 | 0 | NULL | Humidity G1017 | 1 | 1 | NULL | 4 | TEST | G2040 |
| 7 | 9 | TA00 | 28-041701940f | 1 | 1 | 9 | 2 | 3 | 1 | 0,2 | NULL | KK036 | 1 | 1,0101 | NULL | 1 | Hematoloogia Labor | G1030 |
| 8 | 10 | T_G2002 | T_G2002 | 3 | 1 | 90 | 20 | 3 | 1 | 0 | NULL | Temperature G2002 | 1 | 1 | NULL | 3 | Hematoloogia Labor | G2002 |
| 9 | 11 | H_G2002 | H_G2002 | 3 | 1 | 90 | 20 | 3 | 1 | 0 | NULL | Humidity G2002 | 1 | 1 | NULL | 4 | Hematoloogia Labor | G2002 |
| 10 | 12 | T_K8 | T_FURU | 3 | 1 | 90 | 20 | 3 | 1 | 0 | NULL | Temperature Puru | 1 | 1 | NULL | 3 | Väetemperatuur | G2002 |
| 11 | 13 | H_K8 | H_FURU | 3 | 1 | 90 | 20 | 3 | 1 | 0 | NULL | Humidity Puru | 1 | 1 | NULL | 4 | Väetemperatuur | G2002 |
| 12 | 14 | TALT6 | 28-041663924f | 1 | 1 | 9 | 0 | 3 | 1 | 0 | NULL | Küte 14 | 1 | 1 | NULL | 2 | Hematoloogia Labor | M2011 |
| 13 | 24 | TALT10 | 28-031663846f | 1 | 1 | 8 | 2 | 3 | 1 | 0 | NULL | KK014 | 1 | 1 | NULL | 1 | Hematoloogia Labor | G1017K |
| 14 | 25 | TALT29 | 28-041661358f | 1 | 1 | 8 | 2 | 3 | 1 | 0 | NULL | KK012 | 1 | 1 | NULL | 1 | Hematoloogia Labor | M2040 |
| 15 | 26 | TALT14 | 28-031662939f | 1 | 1 | 8 | 2 | 3 | 1 | 0 | NULL | KK016 | 1 | 1 | NULL | 1 | Hematoloogia Labor | G1017K |
| 16 | 27 | TALT160 | 28-031662065f | 1 | 1 | 8 | 2 | 3 | 1 | 0 | NULL | KK013 | 1 | 1 | NULL | 1 | Hematoloogia Labor | M2045 |
| 17 | 28 | TALT55 | 28-041663e612f | 1 | 1 | 8 | 2 | 3 | 1 | 0 | NULL | KK015 | 1 | 1 | NULL | 1 | Hematoloogia Labor | M2013 |
| 18 | 29 | TALT13 | 28-0416634122f | 1 | 1 | 8 | 2 | 3 | 1 | 0 | NULL | KK022 | 1 | 1 | NULL | 1 | Hematoloogia Labor | G1017K |
| 19 | 30 | TALT7 | 28-0316624ea1f | 1 | 1 | 8 | 2 | 3 | 1 | 0 | NULL | KK021 | 1 | 1 | NULL | 2 | Hematoloogia Labor | M2050K |
| 20 | 31 | TALT15 | 28-031662264f | 1 | 1 | 8 | 2 | 3 | 1 | 0 | NULL | LT294 | 1 | 1 | NULL | 1 | Hematoloogia Labor | M2028 N68 |

Joonis 4.2.4a MSSQL Studio (anduri tabeli kontroll) [29]

Projektis kasutati kahte erinevat tüüpi andmebaase. Esimene põhjus oli ressursside olemasolu - olemasolev MSSQL oli juba kasutusel. Lisaks oli sellel hea ühilduvus Microsofti tarkvaraga, mis aitas analüüsiprotsessis. Teiseks kasutati standardina MySQL-i veebiprojektide puhul, kuna see tagas sujuva toimimise.



Joonis 4.2.4b Andmebaasi ERD diagramm

Otsustati jääda olemasoleva struktuuri juurde, et hõlbustada süsteemi järjepidevat integreerimist. See lähenemine võimaldas optimaalse ressursside kasutamise, säilitades samas süsteemi jõudluse ja tõhususe.

Python

Käesoleva projekti raames kasutati Pythonit. Temperatuuri andmete edastamiseks kasutati skripti, mis luges andmeid andurilt ja saatis need andmebaasiserverisse.

Veel kasutati Pythonit süsteemi jälgimiseks, mis pidevalt kontrollib võrguühenduse kättesaadavust mikrokontrolleri ja andmebaasiserveri vahel.

Samuti toimub Pythoni skripti abil süsteemi uute versioonide uuendamine. Skript käivitub automaatselt iga 15 minuti järel.

4.3. Kasutajaliides

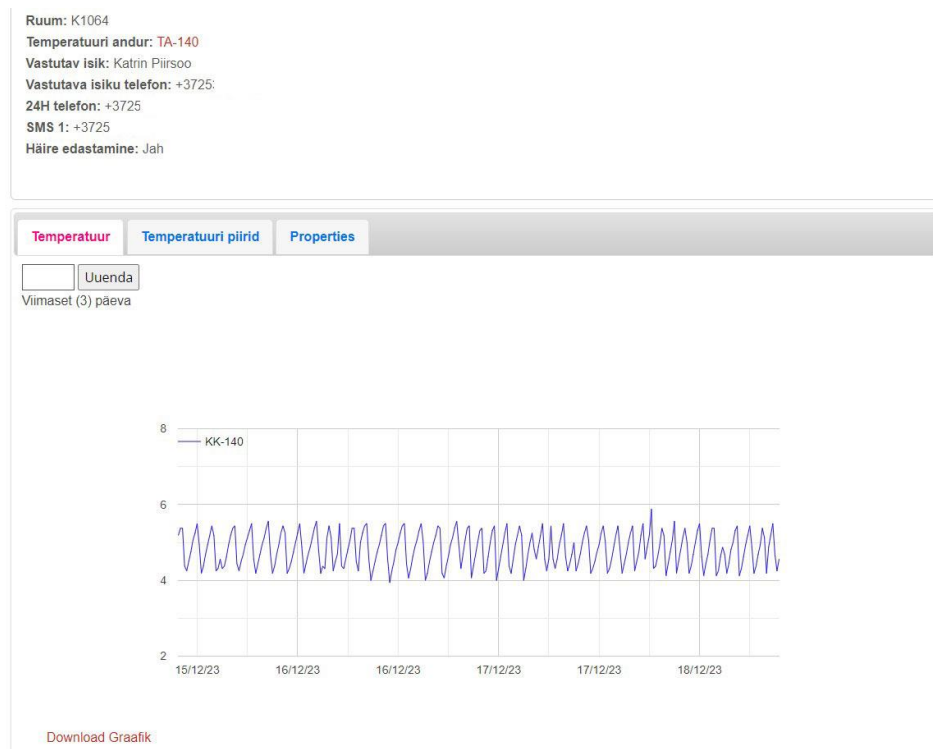
Süsteemi kasutajaliidese kujundamisel kasutati Joomla CMS süsteemi, mille jaoks kirjutati moodulid ja konfigureeriti autoriseerimine läbi Microsofti AD ja SSO.

Lisaks on loodud kasutajaliides veebis, mis lihtsustab süsteemi kasutamist ja konfigureerimist, tagades kasutajatele mugava juurdepääsu ja parema kasutuskogemuse.

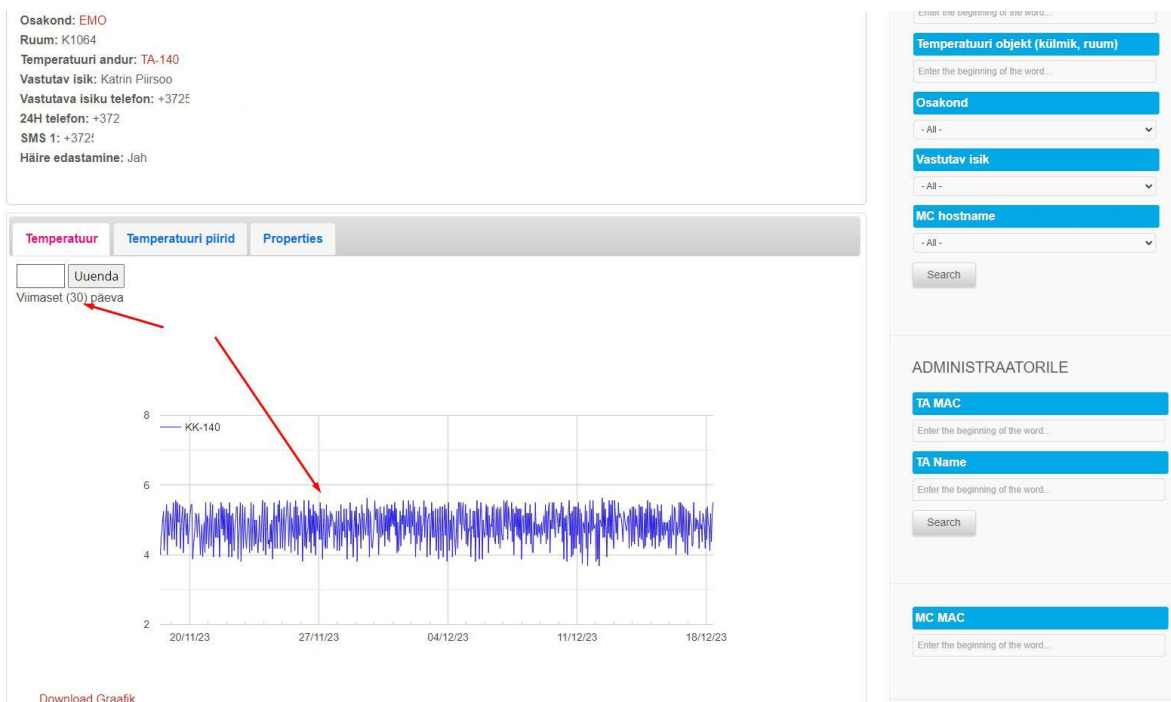
The screenshot shows the 'mIND Alarms' web interface for 'IDA-VIRU KESKHAIGLA'. The main content area displays a table of temperature sensors (TA) with columns for Room, Department, Temperature Object, Sensor, MC host, Responsible Person, Alarm Status, and Additional Info. The table lists various sensors across different departments like surgery, molecular diagnostics, and laboratory. A sidebar on the right contains search filters for 'OTSI' (Room, Temperature Object, Department, Responsible Person, MC hostname) and 'ADMINISTRAATORILE' (TA MAC, TA Name).

| Ruum | Osakond | Temperatuuri objekt | Andur | MC host | Vastutav isik | Häire | Lisa info |
|-----------|--------------------------|---------------------|----------|-----------|--------------------|-------|-----------|
| K1026 | 1 kirurgiaosakond | KK-007 | TA-LT-12 | MC-K1026 | Marjanne Aun | Jah | vaata .. |
| M2032 | Molekulaarne diagnostika | Ruum M2032 | TA-26 | MC-M2049K | Elve Raukas | Jah | vaata .. |
| M0011 | Toitlustusosakond | Külm 1 | TA-LT-67 | MC-M0011A | Külliki Küttis | Ei | vaata .. |
| D3030 | Vereteenistus | KK-095 | TA-79 | MC-D3030 | Anna Gromova | Jah | vaata .. |
| Z7 | Kiviõli polikliinik | KK-Z7 | TA-118 | MC-Z7 | | Ei | vaata .. |
| M2028 N65 | Molekulaarne diagnostika | KK-146 | TA-131 | MC-M2028K | Elve Raukas | Ei | vaata .. |
| K1064 | EMO | KK-140 | TA-140 | MC-K1064 | Katrin Pirsoo | Jah | vaata .. |
| L1010 | Patsienditeenistus | PT MED VV_0693 | TA-184 | MC-L1010 | Tatjana Evve | Ei | vaata .. |
| M2049K | Hematoloogia | Ruum M2049K | T_M2049K | MC-M2049K | Ljudmilla Zenevits | Ei | vaata .. |
| M2042 | Kiitline keemia | Ruum M2042 | M2042 | MC-M2049 | Ljudmilla Zenevits | Ei | vaata .. |
| L2111 | TA Kontrollimine | Ruum L2111 | T_L2111 | MC-L2111 | | Ei | vaata .. |
| K0057 | Apteek | Ruum K0057 | K0057 | | Dmitri Ignatjev | Ei | vaata .. |
| M2036 | Molekulaarne diagnostika | Ruum M2036 | M2036 | MC-M2036 | Sergei Mihhailov | Ei | vaata .. |
| M2003 | IT teenistus | Ruum M2003 | T_M2003 | | | Jah | vaata .. |
| L2015 | IT teenistus | Ruum L2015 | T_L2015 | MC-L2015 | | Jah | vaata .. |
| M3035 | M3 sisehaiguste osakond | Ruum M3035 | M3035 | MC-M3033 | Jana Lullu | Ei | vaata .. |
| H3016 | IT teenistus | Ruum H3016 | T_H3016 | MC-L2015 | | Jah | vaata .. |

Joonis 4.3a Avaleht



Joonis 4.3b Standardne kaart andurite jaoks



Joonis 4.3c Graafiku vaade 30 päeva eest

SEARCH RESULTS

Search results: 3

| Ruum | Osakond | Temperatuuri objekt | Andur | MC host | Vastutav isik | Häire | Lisa info |
|-------|---------|---------------------|--------|----------|----------------|-------|-----------|
| K1066 | EMO | KK-142 | TA-171 | MC-K1066 | Katrin Piirsoo | Jah | vaata... |
| K1064 | EMO | KK-140 | TA-140 | MC-K1064 | Katrin Piirsoo | Jah | vaata... |
| K1095 | EMO | EMO MED VV_1075 | TA-155 | MC-K1095 | Katrin Piirsoo | Jah | vaata... |

Joonis 4.3d Filter osakonna järgi

RUUM M2003

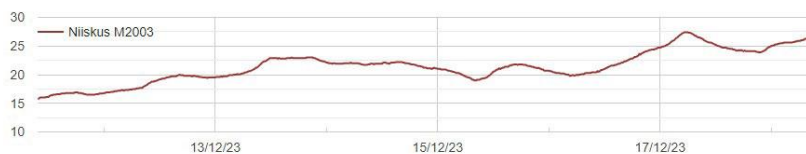
Osakond: IT teenistus
 Ruum: M2003
 Temperatuuri andur: T_M2003
 Vastutava isiku telefon: 534
 SMS 1: 37253
 SMS 2: 372568
 SMS 3: 372568
 Häire edastamine: Jah
 Chan_ID in MSSQL: 1335, 1336

Toatemperatuur

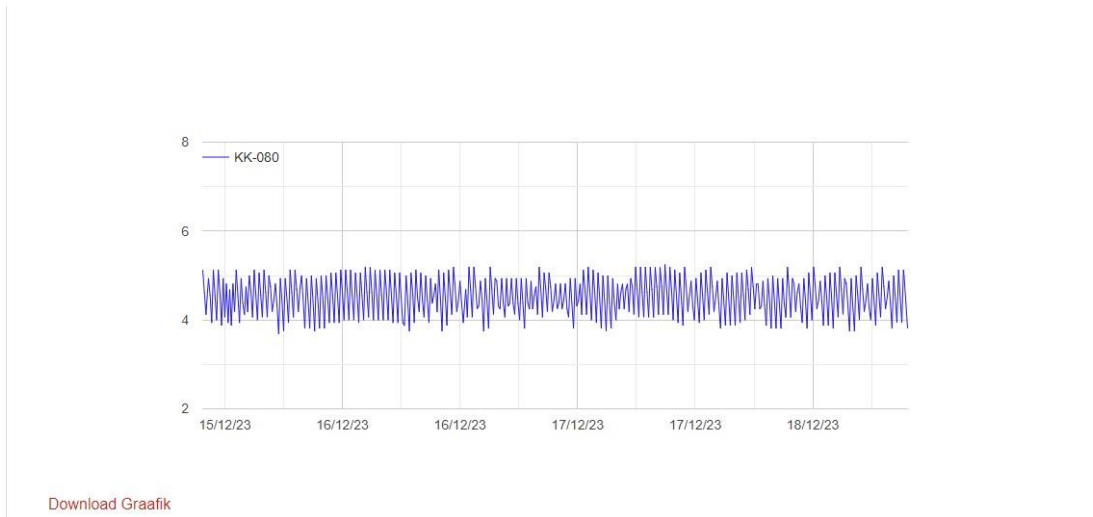
Temperatuuri piirid



Download Graafik



Joonis 4.3e Temperatuur ja niiskuse mõõtmine



COMMENTS (5)

Karina Vladimirova KARINA VLADIMIROVA
 06 Aprill 2019 at 23:52 | #
 06.04.2019a kell 9.00 toimus külmkapi sulatamine.

4.3f Graafiku kommentaarid

[Avaldust](#)
[Raspberry](#)
[Juhised](#)
[TA kontroll](#)
[Zabbix Monitoring](#)
[Graafiku printimine](#)

Pealeht / Juhised / Ühendusskeemid

ПОДКЛЮЧЕНИЕ ДАТЧИКА DS18B20 + РОЗЕТКА RJ45

Для подключения новой контактной розетки, используем следующие соединения проводов для DS18B20:
 красный на контакт **B1** (бело-оранжевый RJ45 B-standart)
 желтый на контакт **B3** (бело-зелёный RJ45 B-standart)
 черный на контакт **B5** (бело-синий RJ45 B-standart)

LOE LÄHEMALT >

Muuda

ПОДКЛЮЧЕНИЕ ДАТЧИКА DHT22 В RASPBERRYPI + РОЗЕТКА RJ45

Все датчики должны подключаться через резистор на 4,7кОм, который подключается к данным и питающим напряжением 3,3 или 5 вольт.
Датчик DHT22 НЕЛЬЗЯ ПОДКЛЮЧАТЬ на одну шину вместе с другими датчиками в отличии от DS18B20

LOE LÄHEMALT >

Muuda

КРАТКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ПО ПОДКЛЮЧЕНИЮ, НАСТРОЙКЕ И МОНТАЖУ ДАТЧИКОВ DHT22 И DS18B20 К RASPBERRYPI 3

OTSI

Ruum

Temperatuuri objekt (külmik, ruum)

Osakond

Vastutav isik

MC hostname

ADMINISTRAATORILE

TA MAC

TA Name

4.3g Juhendid

mIND Alarms
IDA-VIRU KESKHAIGLA

Avaleht Raspberry Juhised **TA kontroll** Zabbix Monitoring Graafiku printimine

Pealeht / TA kontroll / Kontrollimise protokollid

1002198546

1002198546 (inv nr VT 174) 0767_23_ATLT_Ida-Viru Keskhaigla SA.asice

| Temperatuur Kalibreeritava mõõlevahendi kamberis, °C keskmine näit, °C näidu parand, °C | | | Laiendmääratus, °C |
|---|-------|------|--------------------|
| -40,1 | -39,9 | -0,2 | 0,3 |
| -20,2 | -20,1 | -0,1 | 0,3 |
| 6,0 | 6,6 | -0,6 | 0,3 |

Muuda

1002198545

1002198545 (inv nr VT 173) 0766_23_ATLT_Ida-Viru Keskhaigla SA.asice

| Temperatuur Kalibreeritava mõõlevahendi kamberis, °C keskmine näit, °C näidu parand, °C | | | Laiendmääratus, °C |
|---|-------|------|--------------------|
| -40,1 | -39,9 | -0,2 | 0,3 |
| -20,2 | -19,9 | -0,3 | 0,3 |
| 6,0 | 6,8 | -0,8 | 0,3 |

Muuda

OTSI

Ruum
Enter the beginning of the word...

Temperatuuri objekt (külmik, ruum)
Enter the beginning of the word...

Osakond
- All -

Vastutav isik
- All -

MC hostname
- All -

Search

ADMINISTRATORILE

TA MAC
Enter the beginning of the word...

TA Name
Enter the beginning of the word...

4.3i Kontrollimise protokollid

Pealeht / Graafiku printimine

GRAAFIKU PRINTIMINE

(Anduri nimi) (KK nimi)

(Aeg algus 2018-05-4 9:30:00) (Aeg kuni 2018-05-7 8:25:30)

(T min) (T max)

4.3k Graafiku printimine (oli sulatamine vaata joonis 4.3f)

4.4. Teised funktsionaalsused

Süsteemi kasutajaliides on loodud lihtsaks ja kasutajasõbralikuks, võttes arvesse meditsiinitöötajate vajadusi.



[Edit Item](#)

KK-140

Osakond: EMO
Ruum: K1064
Temperatuuri andur: TA-140
Vastutav isik: Katrin Piirsoo
Vastutava isiku telefon: +37253
24H telefon: +372599;
SMS 1: +37256
Häire edastamine: Jah

[Temperatuur](#) [Temperatuuri piirid](#) [Properties](#)

[Uuenda](#)
Viimased (3) päeva

Joonis 4.4a Mõõtmise asukoha andmed

Kaardil on esitatud järgmised andmed:

Osakond: (kus asub andur)

Ruum: (ruumi number)

Temperatuuri andur: (anduri nimetus)

Vastutav isik: (kes on vastutav isik seadmete eest)

Vastutava isiku telefon: (kontakt telefon)

24H telefon: (telefoni number kuhu on võimalik helistada kui probleem on)

SMS 1: (kuhu süsteem saadab SMSid)

Häire edastamine: (Jah või Ei , kui on vaja SMSid saatma)

Ruum, Anduri nimi ja Temperatuuri piirid andmed on dubleeritud ka füüsilisel anduril kohapeal.



Joonis 4.4b Graafiku eri päring

On võimalik vaadata vana andmed, temperatuurid ja selle jaoks on vaja sisesta mitu päeva tagasi on vaja periood vaadata.

Kasutajaliides hõlmab temperatuurimonitooringu graafikuid, alarmide teavitamise

süsteemi ja võimalust üksikasjalikult uurida mineviku temperatuurinäitajaid.

| Temperatuur | Temperatuuri piirid | Properties |
|-------------------|---------------------|------------|
| Temperatuur (min) | | 2 |
| Temperatuur (max) | | 8 |

Joonis 4.4c Temperatuuri piirid

Funktsionaalsused hõlmavad reaajas temperatuurinäitajate jälgimist, automaatseid häireid temperatuuri kõrvalekallete korral ning aruandlust ja analüüsi süsteemi jõudluse kohta.

OTSI

Ruum

Temperatuuri objekt (külmik, ruum)

Osakond

- All -

Joonis 4.4d Otsingu filtrid

Süsteem lubab filtreerida ja valida kasutajale näiteks ainult oma osakond või teine tingimuse.

Kasutajaliides on kujundatud nii, et see oleks intuiitivne ja lihtsalt kasutatav, võimaldades meditsiinipersonalil efektiivselt jälgida ja hallata temperatuuritingimusi meditsiinivarude säilitamisel.

GRAAFIKU PRINTIMINE

| | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|----------------------|------------------------------|
| <input type="text"/> | (Anduri nimi) | <input type="text"/> | (KK nimi) |
| <input type="text"/> | (Aeg algus 2018-05-4 9:30:00) | <input type="text"/> | (Aeg kuni 2018-05-7 8:25:30) |
| <input type="text"/> | (T min) | <input type="text"/> | (T max) |
| <input type="button" value="Uuenda"/> | | | |

Vabandage, ei ole temperatuuri andmeid

4.4e Temperatuuride väljatrükk teatud aja jooksul

Eraldi ka tehtud funktsionaal nagu graafiku printimine kui on vajadus printida graafik täpselt juhtumi ajal.

5. TULEMUSED

5.1. Andmete kogumine ja analüüs

Andmete kogumise ja analüüsi etapil autor jälgis süsteemi reaalsel toimimist meditsiinasutustes.

Kogutakse temperatuuriandmeid mitmest allikast, sealhulgas temperatuurianduritest ja süsteemi logifailidest. Kvantitatiivsete andmete kõrval uuritakse ka kasutajate tagasisidet, kvalitatiivseid hinnanguid ja süsteemi tõrgete juhtumeid.

Andmete analüüs hõlmab statistiliste meetodite rakendamist temperatuurikõikumiste tuvastamiseks, süsteemi stabiilsuse hindamiseks ning kasutajamugavuse analüüsimiseks. Tulemused võimaldavad teha järeldusi süsteemi täpsuse, reageerimiskiiruse ja üldise jõudluse kohta.

Lisaks sellele on kogutud andmeid kasutanud ka meditsiinitehnika osakond seadmete toimimise analüüsimiseks, et prognoosida võimalikke rikkeid ja tagada kiire reageerimine. See lisab veel ühe mõõtme süsteemi andmete kasutamisele, laiendades funktsionaalsust ja võimaldades täpsemaid järeldusi meditsiinivarude ja seadmete kogu süsteemi terviklikkuse kohta. Andmete analüüsimine meditsiinitehnika seisukohast aitab optimeerida hoolduskava, suurendades seeläbi meditsiinivarude ohutust ja pikendades seadmete eluiga. See strateegiline lähenemine tagab süsteemi veelgi parema kohandamise meditsiinasutuste konkreetsete vajadustega.

Andmete kogumise ja analüüsi etapis on neid kasutanud ka labori kvaliteedikontrolli osakond uute külmikute stabiilse toimimise hindamiseks erinevates tingimustes. Andmed võimaldavad neil jälgida külmikute käitumist ekstreemsetes temperatuuritingimustes ning vajadusel teha kvaliteedikontrolli ja tagasilükkamise otsuseid või kutsuda tootja esindajat. See integreeritud lähenemine tagab süsteemi laiemad kasutusvõimalused, suurendades selle väärtust meditsiinasutustele, laboritele ja teistele osapooltele. Samuti võimaldab see tõhusalt reageerida võimalikele probleemidele, tagades meditsiinivarude ohutuse ja süsteemi optimaalse toimimise.

Alates projekti käivitamisest on läbi viidud uuringud ja analüüs, mis võimaldasid avastada varem märkamata probleeme. Need uuringud on aidanud sügavamalt mõista temperatuuri jälgimise süsteemi toimimist meditsiinasutustes. Avastatud probleemid on hoolikalt analüüsitud ja rakendatud on vastavad meetmed nende kõrvaldamiseks või nende mõju süsteemi tööle minimeerimiseks. See pidev analüüsi ja täiustamise protsess on lahutamatu osa meie lähenemisviisist tagamaks temperatuuri jälgimise süsteemi kõrget tõhusust ja usaldusväärsust meditsiinikeskkonnas.

5.2. Süsteemi testimine

Süsteemi testimise etapis viidud läbi erinevaid katseid, et hinnata selle vastupidavust erinevates tingimustes. Testitud süsteemi temperatuurikõikumiste, võrguprobleemide ja andmekorruptsiooni suhtes. Samuti simuleeritud erakorralisi olukordi, et testida süsteemi automaatsete häirete reageerimisvõimet.

Testitulemused aitavad tuvastada võimalikke puudusi ja täiendusi süsteemis ning tagavad selle usaldusväärsuse ja töökindluse meditsiinasutuste igapäevases kasutamises.

Lisaks sellele tuvastatud katsete käigus andmete edastamise traadita ühendusega seotud probleemid. Sellega seoses tehtud otsuse kasuks juhtmega ühenduse, tagades andmete usaldusväärse ja kiire ülekande süsteemi komponentide vahel.

Katsete käigus ilmnisid häired andurite lugemisel, mistõttu loodi spetsiaalsed skriptid, mis arvestavad neid tegureid. Hetkel viiakse läbi andmete lugemise kontroll kontrolleri tasemel, tagades andmete täpse ja takistusteta kogumise süsteemis.

Autor viis läbi katseid, kus kunstlikult ületati temperatuuripiire, et hinnata süsteemi vastupidavust ekstreemsetes tingimustes. Testide käigus kontrollitud ka kui stabiilselt süsteem saadab häireteavitusi e-kirjade ja SMS-i kaudu temperatuurinormide rikkumise korral.

KOKKUVÕTE

Antud lõputöö keskendus süsteemi loomisele ja analüüsile, mille eesmärgiks oli tagada meditsiinasutustes optimaalsed temperatuuritingimused oluliste meditsiiniliste materjalide, sealhulgas ravimite, vere ja toiduainete säilitamiseks. Projekti algusel olid selgelt määratletud eesmärgid, mille raames arendati välja terviklik temperatuurimonitooringu süsteem.

Lõputöö käigus käsitleti süsteemi projekteerimist, arendamist ja testimist. Jälgiti süsteemi reaalset toimimist meditsiinasutustes, kus andmeid koguti mitmesajast allikatest. Andmete analüüs hõlmas statistiliste meetodite rakendamist temperatuurikõikumiste ja süsteemi üldise töökindluse hindamiseks.

Üks oluline aspekt oli süsteemi mitmekülgne testimine erinevates tingimustes. Teostati katsed temperatuurikõikumiste, võrguprobleemide ja andmekorruptsiooni osas. Lisaks simuleeriti erinevaid erakorralisi olukordi, et testida süsteemi automaatset reageerimisvõimet. Testitulemused aitasid tuvastada võimalikke puudusi ja täiendusi süsteemis ning tagada selle usaldusväärsus ja töökindlus meditsiinasutuste igapäevases kasutamises.

Projekti käigus tehtud uurimused ja analüüsid tõid päevavalgele mitmeid varjatud probleeme, millest varem ei olnud teadlikud. Näiteks ilmnisid häired andmete edastamisel, mille lahendamiseks loodi spetsiaalsed skriptid, mis võtavad arvesse neid häireid andurite küsitlustel ja vigaste andmete salvestamisel.

Kokkuvõttes saavutati projekti eesmärgid, kus süsteem osutus usaldusväärseks ja tõhusaks lahenduseks meditsiinasutuste temperatuuri kontrollimiseks. Projekti käigus kogutud kogemus ja saadud tulemused moodustavad kindla aluse edasisteks täiendusteks ja jätkuprojektideks, sealhulgas süsteemi laiem kasutuselevõtt meditsiinasutuste erinevates osakondades.

SUMMARY

Thesis Title: "Temperature Monitoring System", author Andrei Walter

INTRODUCTION

The aim of this thesis is to develop a temperature monitoring system as a crucial technical solution, playing an increasingly important role in the broader context of society and the economy. This introduction highlights the main questions and goals developed in this thesis and provides a rationale for the importance of the chosen topic. It characterizes the relevance, significance, and provides a brief overview of the development field, the development object, and their current status.

Problem and Objective:

The problem addressed in this thesis is the need to develop a precise temperature monitoring system that meets the demands of society and the economy. The objective of this system is to enable temperature monitoring and ensure early detection of disturbances in refrigerators and other devices used for storing medicines, blood, and food in medical institutions.

Importance and Relevance:

The importance of this topic arises from the need to ensure the safe storage of medicines, blood, and food in medical institutions, where temperature stability is critically important. Accurate temperature monitoring helps prevent damage to products and ensures their quality and safety.

The tasks of the thesis are:

1. Analysis of similar systems.
2. Selection of corresponding hardware and software.
3. Development of system design and architecture.
4. Practical experiments with the temperature monitoring system.
5. Analysis of results and evaluation of the system's efficiency.

CONCLUSION

This thesis focused on the creation and analysis of a system aimed at ensuring optimal temperature conditions for essential medical materials, including medicines, blood, and food, in medical institutions. The project was based on clearly defined objectives, within which a comprehensive temperature monitoring system was developed.

The thesis covered the design, development, and testing of the system. The real performance of the system was monitored in medical institutions, where data was

collected from hundreds of sources. Data analysis included the application of statistical methods to assess temperature fluctuations and the overall reliability of the system.

One crucial aspect was the comprehensive testing of the system in different conditions. Tests were conducted for temperature fluctuations, network issues, and data corruption. Additionally, various emergency situations were simulated to test the system's automatic response capability. Test results helped identify possible shortcomings and enhancements in the system, ensuring its reliability and robustness in the daily use of medical institutions.

The research and analysis conducted during the project revealed several hidden problems that were previously unknown. For instance, disruptions occurred during data transmission, leading to the development of special scripts that consider these disruptions in sensor polls and the storage of erroneous data.

In conclusion, the project's objectives were achieved, with the system proving to be a reliable and efficient solution for monitoring temperature in medical institutions. The experience gained during the project and the results obtained form a solid foundation for further enhancements and subsequent projects, including the broader implementation of the system in various departments of medical institutions.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

1. <https://nidogop.livejournal.com/29096.html> [Online] (4.10.2023). (veebilehekülg)
2. Liebherr <https://home.liebherr.com> [Online] (4.10.2023). (veebilehekülg)
3. Fiocchetti <https://www.fiocchetti.it> [Online] (4.10.2023). (veebilehekülg)
4. <https://www.raspberrypi.com/> [Online] (4.10.2023). (veebilehekülg)
5. <https://www.arduino.cc/> [Online] (4.10.2023). (veebilehekülg)
6. <https://www.python.org/> [Online] (4.10.2023). (veebilehekülg)
7. https://www.tutorialspoint.com/ms_sql_server/index.htm (4.10.2023).
(veebilehekülg)
8. <https://www.mysql.com/> [Online] (4.9.2023). (veebilehekülg)
9. Joomla. <https://www.joomla.com> [Online] (5.9.2023). (veebilehekülg)
10. <https://kip.su/info/articles/temperatura/datchiki-temperature-tipy-i-vidy-datchikov-temperature/> [Online] (4.10.2023). (veebilehekülg)
11. <https://www.bkeesti.ee/wp-content/uploads/2017/04/Temperatuurisensor.png>
[Online] (4.10.2023).
12. <https://cityos-air.readme.io/docs/4-dht22-digital-temperature-humidity-sensor>
[Online] (4.10.2023). (veebilehekülg)
13. <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ds18b20.pdf> [Online] (4.10.2023). (online PDF)
14. <https://docs.openenergymonitor.org/electricity-monitoring/temperature/DS18B20-temperature-sensing.html> [Online]
(4.10.2023). (veebilehekülg)
15. <https://5.imimg.com/data5/SELLER/Default/2023/4/301241929/KK/EF/VQ/51371413/dht22-digital-temperature-and-humidity-sensor-500x500.jpg> [Online]
(4.10.2023).
16. IVKH-J-229 TEMPERATUURIANDURI KONTROLLIMINE (IVKH sisene juhend)
17. Joonis 2.2.2 Pythoni kood Andrei Walteri GitHub <https://github.com/koguja>
[Online] (4.12.2023). (veebilehekülg)
18. <http://www.orange-pi.org/> [Online] (4.10.2023). (veebilehekülg)
19. <https://www.instructables.com/Raspberry-Pi-Tutorial-How-to-Use-the-DHT-22/>
[Online] (4.10.2023). (veebilehekülg)
20. <https://www.circuitbasics.com/raspberry-pi-ds18b20-temperature-sensor-tutorial/> [Online] (4.10.2023). (veebilehekülg)
21. <https://f1atb.fr/index.php/2020/10/03/dht22-and-orange-pi-zero/> [Online]
(4.10.2023). (veebilehekülg)
22. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7d/23551-raspberry-pi-5.jpg>
23. <https://www.etechnophiles.com/raspberry-pi-3-b-pinout-with-gpio-functions-schematic-and-specs-in-detail/> [Online] (4.10.2023). (veebilehekülg)

24. <https://github.com/koguja/OrangePi.GPIO> [Online] (4.10.2023). (veebilehekülg)
25. <https://github.com/koguja/DHT22-Python-library-Orange-PI> [Online] (4.10.2023). (veebilehekülg)
26. <https://stekspb.ru/blog/server-cluster/> [Online] (4.10.2023). (veebilehekülg)
27. <https://learn.microsoft.com/en-us/virtualization/hyper-v-on-windows/about/> [Online] (4.10.2023). (veebilehekülg)
28. <https://www.hp.com/> [Online] (4.10.2023). (veebilehekülg)
29. <https://learn.microsoft.com/en-us/sql/ssms/sql-server-management-studio-ssms?view=sql-server-ver16> [Online] (12.10.2023). (veebilehekülg)
30. <https://web-eau.net/en/blog/joomla-5-news> [Online] (4.11.2023). (veebilehekülg)
31. IVKH-J-228 Seadmete ja ruumide temperatuuri jälgimissüsteem. (IVKH sisene juhend)

LISA 1. JUHISED RASPBERRY PI 3 + DS18B20 + DTH22 ETTEVALMISTAMISEKS (VENE KEELES)

1. Используем raspberryPi3 и microSD на 8-16Gb
2. Форматируем карту памяти с помощью SD Formatter
3. Скачиваем с сайта свежую версию NOOBS и распаковываем архив на карту
4. Вставляем карту в устройство и запускаем процесс инсталляции

----- DS18B20 -----

5. Для использования датчиков температуры DS18B20 надо сделать подключения согласно схеме GPIO RaspberryPi3PinLayout.jpg

Датчики DS18B20 можно подключать параллельно на один канал GPIO

6. Подключаемся через шелл с правами администратора, тогда не надо использовать каждый раз команду sudo

7. В файле /boot/config.txt делаем изменения, и добавляем на последней строке файла dtoverlay=w1-gpio

8. После добавление строки делаем рестарт устройства с помощью reboot

9. Повторно подключаемся и делаем настройку и проверку

```
sudo modprobe w1-gpio
```

```
sudo modprobe w1-therm
```

```
cd /sys/bus/w1/devices
```

```
ls
```

```
cd 28-xxxx (change this to match what serial number pops up)
```

```
cat w1_slave
```

----- DTH22 -----

10. Для работы с датчиками DTH22 необходимо зайти в устройство и сделать настройки

11. Скачиваем код с Github

```
git clone https://github.com/adafruit/Adafruit_Python_DHT.git
```

```
cd Adafruit_Python_DHT
```

12. Инсталлируем библиотеки для работы с датчиками

```
sudo apt-get update
```

```
sudo apt-get install build-essential python-dev python-openssl
```

```
sudo apt-get install freetds-dev freetds-bin unixodbc-dev tdsodbc
```

13. Запускаем инсталляцию

```
sudo python setup.py install
```

14. Далее проверяем, как работают библиотеки. Для этого нам надо знать тип сенсора (11, 22, или 2302) и на какой GPIO разъём он подключен.

Важная особенность, что для DHT22 нельзя использовать параллельное подключение, как для DS18B20 и эти датчики используют один канал для одного сенсора

15. Для проверки заходим в каталог `cd examples` и выполняем там команду `sudo ./AdafruitDHT.py 22 4` – где 22 (это модель датчика) , 4 (это GPIO выход)

16. В результате должны получить ответ с данными температуры и влажности

17. Для записи в базу данных надо использовать `python mysql`

устанавливаем `pip install pymysql`

<https://eureka.ykyuen.info/2014/07/24/python-connect-to-mysql-server-using-pymysql-package/>

18. Для записи в базу данных измерений используем Python скрипты `H_G2002.py` и `multytemp.py`

скачать `wget --user=andrei.walter --ask-password http://ta.ivkh.ee/files/ta.zip`

19. Для автоматического запуска скриптов используем CRON (запускаем `crontab -e`) и там выставляем параметры строки для запуска

```
*/15 * * * * python /home/ta/multytemp.py
```

```
*/15 * * * * python /home/ta/H_G2002.py
```

- что означает запускать этот скрипт каждые 15 минут

20. Для мониторинга устанавливаем Zabbix и Watchdog агента

скачать `wget --user=andrei.walter --ask-password http://ta.ivkh.ee/files/zw_install.zip`

21. Успехов