

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Infotehnoloogia teaduskond
Automaatikainstituut
Automaatjuhtimise ja süsteemianalüüsi õppetool

Margus Kukk

ISS70LT

Reoveepumpla automaatika algoritm Unitronics

Vision 230 kontrollerial

Magistriõppe lõputöö

Juhendaja: Andres Rähni
Lektor

Tallinn 2014

Autorideklaratsioon

Olen koostanud antud töö iseseisvalt. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud. Käesolevat tööd ei ole varem esitatud kaitsmisele kusagil mujal.

Kuupäev: 05.06.2014

Autor: Margus Kukk

Allkiri:

Declaration

Herewith I declare that this thesis is based on my own work. All ideas, major views and data from different sources by other authors are used only with a reference to the source. The thesis has not been submitted for any degree or examination in any other university.

Date: 05.06.2014

Author: Margus Kukk

Signature:

Lõputöö ülesanne

Lõputöö teema:

Reoveepumpla automaatika algoritm Unitronics Vision 230 kontrollerial

(eesti keeles)

Sewage pumping station automation algorithm conducted on Unitronics

Vision 230 controller

(inglise keeles)

Teema päritolu: ISS õppetool.

Lõputöö eesmärgid: koostada reoveepumpla automaatika algoritmi näidis Unitronics Vision 230 kontrolleri peal.

Oodatavad tulemused: Toimiv reoveepumpla juhtimise ja programme prototüübi algoritm, mis omab põhilisi funktsionaalsusi. Koostada loodud lahenduse kirjeldus. Omandada kogemus reoveepumpla algoritmi loomisel. Programme prototüüp on samasse kontrollerrisse loodud algoritm, mis simuleerib reoveepumplat ja selle andureid.

Lähtetingimused: Lahenduse loomisel arvestatakse Eestis levinuid tüüpjuhtumeid, kus on vaja paigaldada reoveepumpla ja ei saa reovett isevoolselt ära juhtida.

Lahendatavad küsimused: Magistritöö raames valib reoveepumpla juht algoritm, mis juhib reoveepumpla tööd. Lisaks koostatakse programme prototüüp, mis simuleerib samas kontrollerris reoveepumpla tööd. Algoritme luues analüüsiti erinevaid algoritmi kirjutamise võimalusi. Töös koostatakse valminud lahenduse kirjeldus, et seda oleks kergem jälgida.

Täiendavad nõuded: Reoveepumpla ehitustingimused on võetud AS Põlva Vesi Riigihankest number 141769, kuna antud riigihankes on välja toodud vajalikud reoveepumpla ehitusnõuded.

Kuupäev: 14.01.2014

Üliõpilane: Margus Kukk

Allkiri:

Juhendaja: Andres Rähni

Allkiri:

Kinnitaja: Boris Gordon

Allkiri:

Reoveepumpla automaatika algoritm Unitronics

Vision 230 kontrolleri

Annotatsioon

Magistritöö eesmärk oli koostada reoveepumpla automaatika algoritmi näidis Unitronics Vision 230 kontrolleri.

Magistritöös loodi reoveepumpla juht- ja programse prototüübi algoritm, mis vastab tüüpilisele Eestis ehitatavale reoveepumpla automaatikalahenduste nõuetele. Lisaks on koostatud lahenduse kirjeldus. Juhtalgoritmi funktsionaalsusteks on juhtida kahte reoveepumpa, töödelda andurite poolt edastatavat informatsiooni ja suhelda kasutajaliidesega. Programse prototüübi funktsionaalsused on simuleerida reoveepumpla tööd, simuleerides pumpade ja andurite erinevaid olekuid ning füüsikalisi suuruseid.

Magistritöös veenduti, et Unitronics Vision 230 sobiks antud liiki lahenduste loomiseks. Reoveepumpla juhtalgoritmi luues tuleb põhjalikult tutvuda tellija tingimustega ja seadmetega, mis kasutusele võetakse. Töökindla süsteemi loomiseks on vaja tulevaste kasutajate poolt põhjalikult testida kasutusele võetava pumplaga kõiki funktsionaalsusi, kuna seda ei saa varem testida.

Lõputöö on kirjutatud eesti keeles ning sisaldab teksti 55 leheküljel, 3 peatükki, 4 lisa ja 23 joonist.

Sewage pumping station automation algorithm conducted on Unitronics Vision 230 controller

Abstract

The aim of the Master's thesis was to formulate an example of a sewage pumping station automation algorithm on Unitronics Vision 230 controller.

In this thesis, a lead algorithm and an algorithm for a programmed prototype are created that correspond to the requirements for a typical sewage pumping station built in Estonia. A description of the solution is also provided. The functions of the lead algorithm is to manage of two sewage pumps; to process the information transmitted by the sensors and to communicate with a user interface. The functions of an algorithm of a programmed prototype is to imitate the work of the sewage pumping station and to imitate the different status and the physical parameters of the pumps and the sensors.

The thesis ascertained that Unitronics Vision 230 would be suitable for the creation of this kind of solutions. When creating a lead algorithm for a sewage pumping station, a profound study of the client's requests and the equipment used must be carried out. In order to create a reliable system, all the functions must be thoroughly tested with the used pumping station by the future users.

The thesis is written in Estonian and consists of 55 pages of text, 3 chapters, 4 addition and 23 drawings.

Sisukord

Sissejuhatus.....	9
1. Reoveepumpla näide ja nõuded	10
1.1. Juhtautomaatika ja reoveepumpla näide.....	10
1.2. Reoveepumpla nõuete kirjeldus.....	14
2. Reoveepumpla funktsionaalsuste kirjeldus	17
2.1. Algandmed ja ülesande püstitus	17
2.2. Juhtalgoritmi funktsionaalsused.....	19
2.2.1. Pumpla	19
2.2.2. Õli kvaliteediandur	21
2.2.3. Automaatika ülekuumenemisandur	23
2.2.4. Niiskusandur.....	24
2.2.5. Reoveepumpa elektritoide	25
2.2.6. Pealevoolu ja äravoolu siiber	26
2.3. Programse prototüübi algoritmi funktsionaalsused	28
2.3.1. Pumpla	28
2.3.2. Õli kvaliteedianduri kasutusjuhend	30
2.3.3. Automaatika ülekuumenemise andur	30
2.3.4. Niiskusandur.....	31
3. Juhtalgoritmi komponendid.....	32
3.1. Juhtalgoritm	33
3.1.1. Andurite alam algoritm	33
3.1.2. Info kuvamise alam algoritm	35
3.1.3. Lisafunktsionaalsuste alam algoritm.....	37
3.1.4. Pumpla alam algoritm	40
3.1.5. Programsete prototüüpide alam algoritm.....	42
3.2. Kasutajaliides	45
3.2.1. Peakraan	45
3.2.2. Andurite info 1/3 ekraan	46
3.2.3. Andurite info 2/3 ekraan	47
3.2.4. Andurite info 3/3 ekraan	47
3.2.5. Pumpla tagurpidi töölepaneku ekraan.....	48
Kokkuvõte.....	49

Lisad	50
Lisa 1 Innovative Water Systems ID 20400 Strong pumpla joonis [10].....	50
Lisa 2 Pumpla automaatika juht algoritm.....	51
Lisa 3 Pumpade tagurpidi töölepanek.....	52
Lisa 4 Testjuhtude alam algoritmi osa 2.....	53
Kasutatud kirjandus	54
Jooniste nimekiri	55

Sissejuhatus

Magistritöö eesmärk on koostada reoveepumpla automaatika algoritmi näidis Unitronics Vision V230 kontrolleri peal. Lisaks luuakse loodud lahenduse kirjeldus. Lahenduse loomisel arvestatakse Eestis levinuid tüüpjuhtumeid, kus on vaja paigaldada reoveepumpla ja ei saa reovett isevoolselt ära juhtida. Reoveepumpla ehitustingimused on võetud AS Põlva Vesi Riigihankest number 141769, kuna antud riigihankes on välja toodud tüüpilised reoveepumpla ehitusnõuded.

Autor on ise töötanud vee- ja kanalisatsiooni rajatiste ehituses projektijuhi abina ning on täheldanud, et peatöövõtjal ei pruugi olla piisavalt teadmisi, kuidas täpselt toimib automaatika ja tarkvara arendusprojektide juhtimine ning seetõttu ei oska piisavalt kontrollida alltöövõtja. Puudub ka teadmine, millistele projekti osadele rohkem tähelepanu pöörata. Selleks, et tagada hanke piisavalt töökindel lõpptulemus, on vajalik mõeldukas kontroll, mis omakorda vajab teadmisi automaatika kohta.

Lõputöö raames luuakse algoritm Unitronics Vision V230 kontrolleri jaoks. Autor omab antud kontrolleri kohta kogemust ning antud seadet oli võimalik ülikoolis testimiseks saada.

Autor eesmärk on projekteerida ning visualiseerida kasutajasõbraliku kasutajaliidese, et antud lahendust oleks kasutuselevõtu korral mugav kasutada. Lisaks anda edasi saadud tulemustega teadmisi veemajandus spetsialistidele, millele peaks rohkem rõhku pöörama, kes tegelevad antud liiki projektidega, kuna tegemist ei ole üldjuhul automaatika spetsialistidega.

Lõputöö käsitleb järgnevat teemasid:

- I peatükk räägib üldiselt reoveepumplast ja milliseid seadmeid on kasutatud reoveepumplaid ehitades. Lisaks tuuakse välja ka tüüpilised hankenõuded kui ehitatakse reoveepumplat.
- II peatükis täpsustatakse magistritöö ülesannet ja eesmärki. Toodud on juhtalgoritmi ja programse prototüübi funktsionaalsuste kirjeldus.
- III peatükis tutvustatakse loodud algoritmi komponente ja kasutajaliidest.

1. Reoveepumpla näide ja nõuded

1.1. Juhtautomaatika ja reoveepumpla näide

Eestis, projektides, kus paigaldatakse reoveepumplaid ja selle automaatikat, eelistatakse valmis terviklahendusi, et pumpla maaletooja pakuks ka automaatikat ja paigaldust. Antud juhul vaatame pumplaid, mis on komplekteeritud tootja tehases. Kohapeal paigaldatakse tehases koostatud pumpla, millel ei tohi olla kokku keevitatavaid või sulatatavaid osi, kuna see peab vastu pidama survele ja olema veetihedad. Reovee peale- ja äravoolu mõõdetakse, eriti suuremates asulates, kus tekib rohkem reovett, kui tarbitakse joogivett.

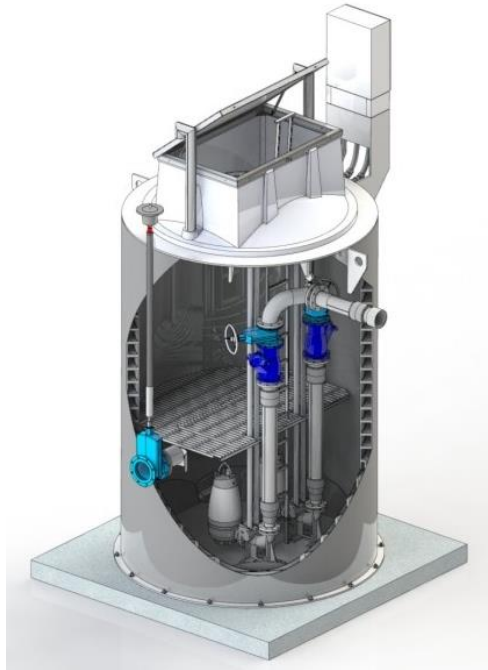
Antud lõputöö raames tuuakse näitena Innovative Water Systems ID 2400 Strong pumpla [pilt 1]. Tegemist on Eesti tingimustesse sobiva pumplaga, mis sobib keskmise suurusega linnadesse. Pumpla on mõeldud reo-, sademe- ja drenaaživee ülepumpamiseks kohtades, kus isevoolse torustiku rajamine ei ole võimalik või otstarbekas. Tegu on komplektse pumplaga, varustatud sisetorustiku ja sobiva pumbaga. ID 2400 pumplasse on võimalik paigaldada ka kaks pumpa, sellisel juhul on sisetorustiku maksimaalseks läbimõõduks DN 200. Pumpla valmistatakse täpselt projekti kohaselt, kõik andmed määratakse vastavalt projektile. Tootest koostatakse tööjoonis, mille alusel saab kõik veelkord üle kontrollida ja kinnitada, seejärel valmistatakse soovitud pumpla. [4]

Strong pumpla komponendid [4]:

- Korpus polüetüleenist (PE) topeltseinaga torust, ringjäikusega 4 kN/m^2
- Monoliitne soojustatud teenindusava (PE)
- Armeeritud põhi, paigaldussügavus 7m, varuteguriga 2 (PE/teras)
- Lukustatav plast (PE) -, alumiinium või malmluuk (40T)
- Libisemiskindlate astmetega redel koos teleskoopse käsipuuga (AISI316)
- Hooldusplatvorm (AISI316)
- Pumpade juhtsiinid (AISI316)
- Survetorud (PE100 või AISI316)
- Kolmik väljundil 120° (AISI316)
- Kummikiilsiber (malm)

- Tagasilöögiklapp (malm)
- Ventilatsioonitorud d110 mm, putukavõrguga (PE)
- Poldid, mutrid, seibid (AISI316)
- Kaablite riputuskonksud (PE)
- Juhtautomaatika kilbi alus, veekindlate kaablikaitsetorudega
- Pumba (1 või 2 tükki)
- Juhtautomaatika
- R/B ankurdusplaat koos kiilankrutega
- Pumplaväline sulgarmatuur (sissevoolule ja välisvoolule)

Innovative Water Systems ID 20400 Strong pumpla täpsem komponentide paigutuse joonis on toodud Lisas 1.



Joonis 1. IWS ID2400 Strong pumpla [4].

Innovative Water Systems kasutab enda kaevude pumplates Siemens-i, Willo ja ABB andureid ning automaatikat. Strong 2000 seeria pumplat kasutades on varasemalt lastud alltöövõtjal paigaldada pumpla Siemens induktsioonkulumõõturi MAG 5100W-ga (ilma automaatikata), Willo Drian Control PL2 juhtseadme ja ABB automaatika kontrolleriiga. ABB automaatika kontrolleri valik on olenenud suuresti sellest, kas ja missuguseid andmeid peab edastama juhtkeskusesse. Edastavate andmete hulk ja signaali tüüp oleneb kasutusel olevast juhtsüsteemist. Eestis on kasutusel palju erinevaid

juhtsüsteeme. Üldjuhul edastatakse juhtkeskusesse: ujukanduri olek, pumpade olek, pumpla temperatuuri anduri info, niiskusanduri info, õli kvaliteedianduri info, reovee peale- ning äravoolu hulk ja häired.

Siemens'i induktsioonkulumõõturid sobivad erinevatele veesüsteemidele, isegi neile, mille vooluhulk on madal. Seega saab neid paigaldada ka süsteemidele, kus vooluhulk on kõikumine. Induktsioonkulumõõturi [Joonis 2] sisemus on tehtud tugevast ja elastsest kummist. Tugev vooder tagab kõrge temperatuuri ja rõhuvahemiku mõõtmise. Mõõturi tugev, kuid elastne sisemus kaotab vajaduse vahetada tihendeid ning see on väga vastupidav erinevatele kemikaalidele. Vastavalt vajadusele saab tihendeid siiski vahetada, ilma terve mõõturi väljavahetamiseta, mida on varasemas praktikas eettetulnud.



Joonis 2. Siemens induktsioonkulumõõturid MAG 5100W. [5]

Kontroller juhivad pumplaid ujuklülite või tasemeanduri abil. Juhtseade juhivad pumpla tööd ja kaitseb pumplate mootoreid ning edastab soovitud teated SMS sõnumi teel hooldaja või omaniku mobiiltelefonile. Joonisel 3 on toodud automaatika kilbist pilt, kus on näha ka Willo Drain Controll PL2.

Juhtseade Willo Drain Controll PL2 funktsionaalsused ja parameetrid [11]:

- Pumpade juhtimine tasemeanduri ja avariijuklüliti abil
- Mitmekeelne vedelkristall näidik

- Pumpade vahetus iga töötükli järel
- Pumba töötunni loendur
- Sisseehitatud sumisti (helisignaali)
- Käivituskordade loendur
- Pumba sund sisselülitus
- Käsitsi ja automaatrežiim
- Pumba viit-väljalülitus
- Mõõdud vastavalt pumpade võimsustele



Joonis 3. Juhtautomaatika kilp 2000 seeria Strong pumplal [11].

Antud näited on toodud ühe kindla pumpla tootja lahendustest, kuna töö autor on ise antud tootja seadmete ja lahendusega kokku puutunud. Magistritöö algoritmi koostades ei arvestata antud näites toodud automaatikaga, andurite ja juhtseadmete parameetrite ning eripäradega.

1.2. Roeveepumpla nõuete kirjeldus

Reoveepumpla nõudeid kokku kogudes on proovitud kõige paremini hallata põhilisi tingimusi, mida on vajalik jälgida kui ehitatakse reoveepumplat. Reoveepumpla ehitusnõuded on võetud AS Põlva Vesi Riigihankest number 141769, kuna antud riigihankes on välja toodud vajalikud reoveepumpla ehitusnõuded Eesti tingimustes. Antud Riigihange oli koostatud FIDIC (*The International Federation of Consulting Engineers*) kollase raamatu järgi, kus on toodud Insener-konsultantide Rahvusvahelise Föderatsiooni väljatöötatud ehitus- ja projekteerimisvaldkonna töövõtulepingute standardtingimused.

FIDIC lepingus on mõistlik tasakaal lepingupoolte õiguste ja kohustuste vahel [8]. Siiski peab silmas pidama, et arusaamatuste ja probleemide vältimiseks peab FIDIC lepingu sisuga enne selle kasutamisele võtmist täielikult tutvuma.

Enamlevinud FIDIC raamatud on:

- **Punane raamat** on klassikaline ehitustöövõtuleping, kus ehitatakse tellija poolt esitatud projekti alusel, ehk projekt on eelnevalt valmis. [9]
- **Kollane raamat** on projekteerimis- ja ehitustöövõtuleping, kus töövõtja teostab nii projekteerimise kui ehitamise, eelprojekti koostatud pole, ette on antud ainult eskiis. [9]
- **Roheline raamat** on ehitustöövõtulepingu lühendatud formaat väiksemate eelarvega objektide jaoks. FIDIC soovib seda raamatut objektidele maksumusega kuni 360 000 €. [9]

Järgnevalt on toodud reoveepumpla tüüp nõuded põhinedes riigihankele nr. 141769 [1]:

- Pumpa peab olema võimalik kasutada ilma puhastuse ja järelevalveta.
- Kaablisissend peab olema täielikult veekindel.
- Pumbad peavad olema varustatud niiskus- ning ülekuumenemisanduritega ja elektri- ning automaatikasüsteem vastavate kaitseseadmetega.
- Pumbad peavad normaalses töörežiimis taluma vähemalt kümmet sisseväljalülitust tunnis.

- Pumbas peab olema pumba õli kvaliteedi määramise andur.
- Pumbad peavad olema ettenähtud reovee pumpamiseks ning võimaldama vähemalt 80 mm suuruste tahkete osakeste pumpamist.
- Pumpasid peab olema võimalik tagurpidi käivitada.
- Pumplat peab olema võimalik lülitada generaatoritoitele.
- Pumplad on üldjuhul varustatud kahe pumbaga, mis töötavad (hüdrostaatilise) nivooanduri abil ja käivituvad vaheldumisi.
- Pumbad töötavad vaheldumisi, tavaolukorras üks pump korraga.
- Pump(pumbad) seiskub tasemel STOP ning käivitub tasemel START I.
- Kui veetase jõuab tasemini START II, käivitub ka teine pump.
- Avariiolekorrast annab märku ujukandur tasemel HÄIRE.
- Pumpla seinale kinnitada avariinivoo ujukandur ning vertikaalselt asetsetud rõngad tagamaks nivooanduri püsivuse.
- Pumpla peab olema varustatud vooluhulga mõõtjaga.
- Pumplast väljuvale survetorule paigaldada kuulkraan ning sellele rõhuandur, mille andmed peavad jooksmas kesk arvutisse.
- Teine pump käivitub 5 sekundilise viibeajaga.
- Pealevoolu siibrit peab olema võimalik sulgeda/avada pumplasse sisenemata.
- Minimaalne pumpla korpuse diameeter on 1 600 mm.
- Pumpla tuleb varustada roostevabaterasest või alumiiniumist lukustatava ja soojutatava luugiga.
- Siibrid ja tagasilöögiklapid peavad olema tempermalmist ning epoksiidkattega. Siibrid peavad olema nugasiibrid ning spindel roostevabast terasest.
- Pumpla elektri-automaatikakilp peab asuma pumpla peal ja olema varustatud valvesignalisatsiooniga.

- Kõik pumpades kasutatavad materjalid peavad vastu pidama happelises keskkonnas. Tuleb kasutada AISI 316 happekindlat materjali.
- Survetorustikus peab olema tagatud piisav voolukiirus, et vältida settimist.
- Pumpla peab olema betoonist vundamendil, et maa-alune veetase ei kergitaks konstruktsiooni.

Antud magistritöö raames koostatakse võimalikult täpne programme prototüüp pumplast ja selle juhtimisalgoritmist. Lahenduse teostamiseks kasutatakse Unitronics Vision V230 kontrolleri. Automaatika ja pumpla valik ei kuulu antud töö raamesse, näidetes tuuakse välja enamlevinud lahendused, millega on töö autoril olnud kokkupuuteid.

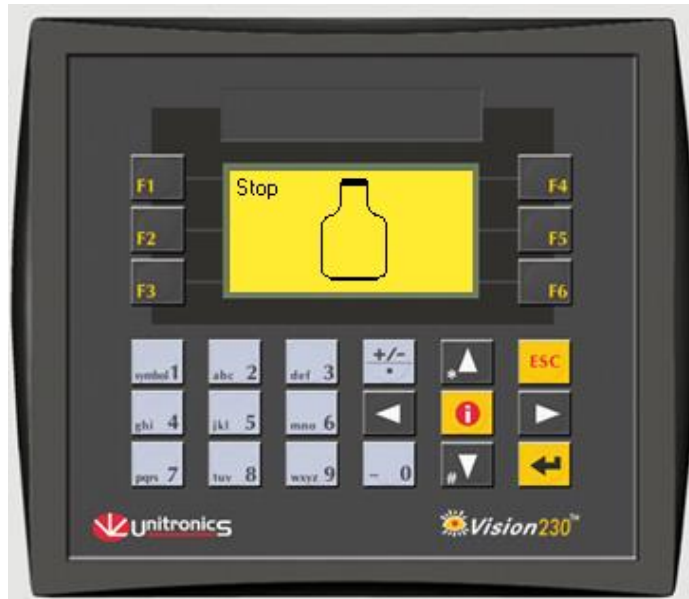
2. Reoveepumpla funktsionaalsuste kirjeldus

2.1. Algandmed ja ülesande püstitus

Vastavalt ülesande püstitusele on magistritöö eesmärk on koostada reoveepumpla automaatika algoritmi näidis Unitronics Vision V230 kontrolleri peal. Reoveepumpla ehitustingimused on võetud AS Põlva Vesi, Riigihankest number 141769. Reoveepumpla juhtalgoritm on loodud Unitronics-i Vision 230 kontrollerrisse. Algoritm koosneb juhtalgoritmist ja programsest prototüübist. Kontrollerial kuvavatavad andmed ja tulemused on selgesti eristatavad. Controllerile kasutatav info ja kasutusjuhend on iga juhtimislahenduse või programse prototüübi lõpus. Programne prototüüp simuleerib reoveepumpla mahutit ja genereerib andurite informatsiooni.

Reoveepumpla prototüübi funktsionaalsused ja omadused:

- pumpla mahutab 500 ühikut reovett;
- pumplal on kaks pumpa;
- pumbad on tagurpidi käivitavad;
- juurdevool toimub ühe sisendi kaudu;
- äravool toimub ühe kanalisatsiooni äravoolu toru kaudu;
- juurdevoolu jaoks on loodud 3 automaatjuhtumit, lisaks saab juhtpaneelist käsitsi kogust suurendada ning vähendada;
- kaevus on ülekuumenemisandur, et kaitsta pumпасid ülekuumenemisest;
- niiskusandur, et kaitsta automaatikasüsteeme;
- õli kvaliteediandur (õli viskoossuse mõõtmine), mille andmeid saab muuta käsitsi;
- väljavooluhulga andur.



Joonis 4. Unitronics Vision230 kontrollor.

Reoveepumpla juhtautomaatika algoritmi funktsionaalsused ja omadused:

- juhib kahte pumpa;
- pumbad käivituvad vastavalt nivooandurile;
- võimaldab pumpasid tagurpidi tööle panna;
- pumbad on käsijuhtimis režiimis peatatavad ja tööle pandavad;
- pumpla lülitub automaatselt ümber generaatori toitele, kui elekter ära läheb;
- kuvatakse kaevu täituvust protsentides;
- kuvatakse info mitu pumpa töötab ja kui suur on äravool;
- häire korral edastatakse info peaarvutisse ja kuvatakse ekraanil teade;
- õli kvaliteedianduri info kuvamine (kas õli viskoossus on töötemperatuuril minimaalne või optimaalne);
- niiskusanduri info kuvamine;
- ülekuumenemise anduri info kuvamine;
- pealevoolu siibri avamine ja sulgemine automaatselt ning käsitsi.

2.2. Juhtalgoritmi funktsionaalsused

2.2.1. Pumpla

Pumpla juhtimiseks on loodud automaatse juhtimise algoritm, kus kontrollerr, vastavalt ujukanduri tasemetele, otsustab, kas tööle panna üks või kaks pumpa. Pumpade juhtimises on täidetud kõik riigihanke nõudeid ja pumpade töö on automatiseeritud.

Pumpla ujukanduri info saadetakse Põlva Vee juhtimiskeskusesse, selle lahenduse väljatöötamine ei kuulu antud lõputöö mahu sisse. Kui ujukandur on tasemes HÄIRE, siis juhtimiskeskus saadab kontakttelefonidele sõnumid. Kui ujukanduri olukord pole normaliseerunud või sellele pole reageeritud, teeb juhtkeskus automaatselt kontaktisikutele 30 minutit peale sõnumite saatmist. Automaatika hooldusspetsialist saab juhtimiskeskuse infole ligi ka mujalt kui füüsilisest seadme asukohast, aga seadistamine peab toimuma kas juhtimiskeskusest või konkreetse kontrolleri juurest.

Pumpasid on võimalik tööle panna ka tagurpidi, ehk muudetakse pumpamissuunda. Selliseks juhuks on reoveepumpla varustatud spetsiaalse kahe pumpamissuunaga pumpadega. See võib olla vajalik pumpla läbipesuks või reovee teise reoveepuhastisse pumpamiseks. Pumpade tagurpidi tööle panekuks peab sisestama spetsiaalse parooli, kuna tegemist on erandjuhuga ja kogemata pumpamissuuna muutmine võib tekitada suuri kahjusid. Näiteks võib reovesi hakata tarbijate liitumiskohtadesse tagasi voolama ja tekitada sellega majanduslikke kahjusid. Antud ülesande püstituses saab pumpasid panna tagurpidi tööle ainult kaks korruga. Pumpasid saab seisma panna käsitsi juhtpaneelist.

Reoveepumpla juhtautomaatika kilp on varustatud automaatika kilbi ukse avamise anduriga. Kui kilbi uks avatakse ja ei sisestata parooli 15 sekundi jooksul saadetakse häire juhtkeskusesse ja kontakttelefonidele. Antud lahenduse väljatöötamine ei kuulu antud töö mahu sisse.

2.2.1.1. Kasutusjuhend

Ujukanduri taseme info on kuvatud peakraanil, selle kuvamiseks tuleb vajutada kontrolleril klahvi F1. Lisaks on visualiseeritud 500 ühikut reovett mahutatav kaev.

Ujukanduri tasemed:

- STOP: kõik pumbad peatatakse, pumbad seisavad
- START I: käivitatakse üks pump, pumbad käivituvad kordamööda
- START II: käivitatakse kaks pumpa, teie pump käivitub 5 sekundilise viiteajaga
- HÄIRE: töötab kaks pumpa ja saadetakse välja reoveemahuti üle täituvuse häireteade

Avakuval (saamiseks vajuta F1) on toodud milline pumpla hetkel töötab:


- P1: tähendab, et hetkel töötab ainult pump 1
- P2: tähendab, et hetkel töötab ainult pump 2
- P1 ja P2: tähendab, et hetkel töötavad mõlemad pumbad

Reoveetase erinevatel anduri olekutel:

- STOP olek on juhul kui reovee tase on vahemikus 0 - 19 ühikut
- START I olek on juhul kui reovee tase on vahemikus 20 - 299 ühikut
- START II olek on juhul kui reovee tase on vahemikus 300 - 470 ühikut
- HÄIRE olek on juhul kui reovee tase on üle 470 ühiku

Pumpla täituvust saab jälgida ka protsentides Andurite info esimesel ekraanil kolmest 1/3. Selle kuvamiseks tuleb vajutada kontrolleril klahvi F2.

Pumpade tagurpidi töölepanek:

- Sisene pumpla tagurpidi töölepaneku menüüsse vajutades F6-te
- Siesta parool
 - Kui parool on valesti sisestatud kuvatakse teade *vale*
 - Parooli uuesti sisestamiseks peate vajutama klahvi 
 - Kui parool on õigesti sisestatud kuvatakse teade *õige*

- Kui parool on õige, käivitatakse pumbad tagurpidi ja kuvatakse selle kohane info ekraanil
- Pumpade tagurpidi töötamise lõpetamine:
 - Kui reovee tase jõuab tasemini HÄIRE lõpetakse nende töö automaatselt
 - Käsitsi lõpetamiseks tuleb vajutada klahvi ESC

Reoveepumpla käsitsi tööle lülitamine:

- Sisene peakraanile vajutades klahvi F1
- Käsitsijuhtimise aktiveerimiseks, vajuta klahvi 3
- Reoveepumpla käsitsi tööle panekuks vajuta klahvi 3
- Reoveepumpla läheb tööle
- Käsitsijuhtimise lõpetamiseks vajuta ESC klahvi

Reoveepumpla käsitsi seiskamine:

- Sisene peakraanile vajutades klahvi F1
- Käsitsijuhtimise aktiveerimiseks, vajuta klahvi 3
- Reoveepumpla käsitsi seiskamiseks vajuta klahvi 4
- Reoveepumpla seiskub
- Käsitsijuhtimise lõpetamiseks vajuta klahvi ESC

2.2.2. Õli kvaliteediandur

Õli kvaliteediandur on oluline selleks, et masinad saaksid töötada pikaajaliselt ilma pideva kontrollita. Anduri viskoossusandmeid töötleb ja kuvab juhtkontroller. Magistritöös käsitletakse õli kvaliteedinäitajana õli viskoosust.

Õli kvaliteedianduri info saadetakse Põlva Vee juhtimiskeskusesse, mille lahenduse väljatöötamine ei kuulu antud lõputöö mahu sisse. Kui õli kvaliteet muutub rohkem kui 20% normaalkvaliteedist, siis juhtimiskeskus saadab kontakttelefonidele sõnumid. Kui õli kvaliteet pole normaliseerunud või sellele pole reageeritud, teeb juhtkeskus automaatkõned kontaktisikutele 30 minutit peale sõnumite saatmist.

Õli viskoossus mõjutab seadme eluiga. Liiga vedel õli põhjustab määrdekihi õhenemisel õlipumba kiire kulumise, liiga kõrge viskoossus aga kulutab pumpa kavitatsiooni kaudu. Kavitatsioon on nähtus, kus vedeliku voolamisel voolu pidevus katkeb ja vedelikku tekivad mullid. See on seotud rõhu langemise ja tõusuga, mis toimub kuni 1000 x sekundis. Metall pinnakihi tekivad pulseerivad pinged, mis põhjustavad metalli väsimist ja kulumist. Pumpade kavitatsiooniohu vähendamiseks pannakse nad võimalikult lähedale paagis oleva vedeliku tasapinnaga või paaki sisse. Määrimise tagamiseks peab õli olema piisavalt vedel käivitustemperatuuril ja piisavalt viskoosne töötemperatuuril. [4]

Kui õli viskoossusandmed ei jää nõutud vahemikku, kuvatakse teade kontrolleriile ning saadetakse õli kvaliteedi mittevastavuse teade peaarvutisse. Peaarvuti infovahetuse loomine ei kuulu antud magistritöö raamesse.

2.2.3.1. Kasutusjuhend

Õli kvaliteediandmete info on kuvatud Andurite Info 1/3 ekraanil, selle kuvamiseks tuleb vajutada kontrolleri klahvi F2. Õli kvaliteedi juures on välja toodud õli viskoossus (mm^2/s) ja selle vastavus seadme õlikvaliteedi parameetri vastavusega.

Lühendite tähendused:

- Kon: tähendab, et õli tuleb kontrollida ja vajadusel välja vahetada
- Min: töötemperatuuril minimaalne viskoossus
- Opt: töötemperatuuril maksimaalne viskoossus

Magistritöös on arvestatud, et õli viskoossusandmed jääksid vahemikku:

- töötemperatuuril optimaalne 30 – 50 mm^2/s
- töötemperatuuril minimaalne 10 – 20 mm^2/s

Õli tuleb lisada vastavalt seadme poolt nõutud kvaliteediklassile.

2.2.3. Automaatika ülekuumenemisandur

Automaatika ülekuumenemise anduri info saadetakse Põlva Vee juhtimiskeskusesse, selle infoedastuse lahenduse väljatöötamine ei kuulu antud lõputöö mahu sisse. Kui temperatuur tõuseb rohkem kui 20% normaaltemperatuurist, siis juhtimiskeskus saadab kontakttelefonidele sõnumid. Kui temperatuuri olukord pole normaliseerunud või sellele pole reageeritud, teeb juhtkeskus automaatkõned kontaktisikutele 30 minutit peale sõnumite saatmist.

Automaatika ülekuumenemise andur mõõdab pumpade temperatuuri. Automaatika temperatuuri jälgimine on väga oluline, kuna pidevate lülituste ja suure töökoormusega võib muutuda temperatuur liiga kõrgeks, mis võib põhjustada töörikked, -seisakuid või halvemal juhul isegi automaatika rikkeid. Lisaks annab see ka ülevaate olemasoleva jahutussüsteemi kohta, temperatuuri tõusmine võib viidata jahutussüsteemi mittetöötamisele.

2.2.3.2. Kasutusjuhend

Automaatika ülekuumenemisanduri info kuvamiseks sisene ekraanile Andurite info 2/3, selleks tuleb vajutada klahv F3-me.

Pumpla temperatuur on kuvatud °C skaalal. Pumpla temperatuur kuvab pumplas hetkel olevat temperatuuri. Normaaltöötemperatuur on 10 - 70 °C ning normaaltemperatuur pumpade seismise ajal on pumpla sisene temperatuur, mis ei tohi langeda talvel alla 5 °C. Selleks on pumpla vastavalt soojustatud. Lisaks annab soojust ka pumbatav reovesi.

2.2.4. Niiskusandur

Relatiivne ehk suhteline niiskus (tähis r). Relatiivse niiskuse all mõistetakse õhus oleva ja õhu temperatuurile vastava küllastava veeauru rõhu suhet, mis on väljendatud protsentides.

$$r = 100e / E \quad \%$$

- e - veeauru rõhk
- E - õhu temperatuurile vastav küllastava veeauru rõhk

Täiesti kuiva õhu relatiivne niiskus on 0 ja veeauruga küllastatud õhul 100%. On võimalikud olukorrad, kus relatiivne niiskus ületab 100%. Selline olukord, mida nimetatakse üle küllastuseks, võib esineda kõrgel õhus pilvede tekkeprotsessis või maapinna lähedal kaste tekkimisel. Tuleb silmas pidada, et relatiivne niiskus ei iseloomusta veeauru hulka õhus vaid näitab mitu protsenti moodustab olemasolev veeauru rõhk küllastuseks vajalikust. [7]

Kui õhuniiskuse tase ületab maksimaalset piiri, käivitatakse ventilaator ning kuvatakse teade kontrolleriile ning saadetakse õhu niiskustaseme mittevastavuse teade peaarvutisse. Peaarvuti infovahetuse loomine ei kuulu antud magistritöö raamesse.

2.2.4.1. Kasutusjuhend

Õhuniiskus anduri info kuvamiseks sisene ekraanile Andurite info 2/3, selleks tuleb vajutada klahvi F3. Õhuniiskust kuvatakse protsentides. Magistritöös on arvestatud, et õhuniiskus maksimaalne väärtus on 55 %, mis mõõdetakse automaatika kilbist. Kui see on kõrgem käivitatakse ventilaator ja õhuniiskust hakatakse alandama. Kui ventilaator töötab kuvatakse järgnev märk



2.2.5. Reoveepumpa elektritoide

Reoveepumpla on varustatud generaatoriga, mis käivitatakse automaatselt peale voolu äraminekut 3 sekundi pärast. Seniks kuni vool ära läheb ja generaator käivitub, on automaatika ja lülitid akutoitel. Generaatorit saab käivitada ka käsitsi kontrollerist. Pumpade tööle panekul kontrollitakse, kas on olemas tavapärase toide või generaatortoide, kui need puuduvad, pumpasid ei käivitata.

Generaatorid paigaldatakse reoveepumplatele, mis on kõrge tähtsusega ja mille mittetöötamist elektri äramineku tõttu ei saa lubada. Lisaks paigaldatakse need ka kohtadesse, kus elektriühendus ei ole usaldusväärne. Paigaldatav generaator on kas diisel või bensiini generaator. Antud magistri töösse ei kuulu generaatori võimsuste ja kütusekulu jälgimine.

2.2.5.1. Kasutusjuhend

Generaatoritoitele lülitamine:

- Sisene Andurite info 2/3 ekraanile vajutades klahvi F3.
- Käsitsijuhtimise aktiveerimiseks, vajuta klahvi 3.
- Generaatori käivitamiseks ja elektritoite väljalülitamiseks vajuta klahvi 2.
- Generaator pannakse tööle ja kuvatakse info käsitsi juhtimise ekraanil.
- Käsitsijuhtimise lõpetamiseks vajuta klahvi ESC.

Tavatoitele tagasi lülitamine:

- Sisene Andurite info 2/3 ekraanile vajutades klahvi F3.
- Käsitsijuhtimise aktiveerimiseks, vajuta klahvi 3.
- Generaatori seiskamine ja elektritoite sisse lülitamiseks vajuta klahvi 1.
- Generaator seisatatakse ja kuvatakse info käsitsi juhtimise ekraanil.
- Käsitsijuhtimise lõpetamiseks vajuta klahvi ESC.

2.2.6. Pealevoolu ja äravoolu siiber

Pealevoolu siiber on mõeldud takistamaks reoveepumplasse reovee pealevoolu, juhul kui reoveemahuti on täis, või teostatakse reoveepumpla remondi- ja hooldustöid. Kui reoveepumpla mahuti ujukandur on tasemel HÄIRE sulgetakse automaatselt pealevoolu siiber, kuniks ujukanduri tase alaneb.

Äravoolu siiber takistab reovee äravoolu ja vastassuunalist pealevoolu, see on vajalik reoveepumpla remondiks ja hooldustööks. Mõlemad siibrid on käsitsi suletavad ning avatavad. Siibrid on toodud ka Lisas 1 oleval reoveepumplal, märgitud numbritega 18 ja 5.



Joonis 5: Kanalisatsiooni automaatne siiber. [14]

2.2.6.1. Kasutusjuhend

Pealevoolu siibri juhtimine:

- Sisene Andurite info 3/3 ekraanile, vajutades klahvi F4
- Käsitsijuhtimise aktiveerimiseks, vajuta klahvi 3
- Siibri avamine ja sulgemine:
 - avamiseks vajuta klahvi 5

- sulgemiseks vajuta klahvi 6
 - siiber avaneb ja sulgub ka automaatselt, vastavalt ujukandurile
- Siibri olekus kuvatakse Andurite info 3/3 ekraanil
- Käsitsijuhtimise lõpetamiseks vajuta klahvi ESC

Äravoolu siibri juhtimine:

- Sisene Andurite info 3/3 ekraanile, vajutades klahvi F4
- Käsitsijuhtimise aktiveerimiseks, vajuta klahvi 3
- Siibri avamine ja sulgemine:
 - avamiseks vajuta klahvi 7
 - sulgemiseks vajuta klahvi 8
- Siibri olekus kuvatakse Andurite info 3/3 ekraanil
- Käsitsijuhtimise lõpetamiseks vajuta klahvi ESC

2.3.Programse prototüübi algoritmi funktsionaalsused

2.3.1. Pumpla

Prototüübis, mis simuleerib pumpla käitumist, on loodud pumpla, mille mahutavus on 500 ühikut reovett. Pumpla on varustatud kahe samaväärselt võimsa pumbaga, mida juhib automaatika kontrolleri. Mõlema pumba maksimaalne pumpamisvõime on 2 reovee ühikut sekundis. Pumbad käivitatakse ujuknivooanduri taseme alusel. Selleks, et testida automaatika lahenduse toimimist on loodud kolm testjuhtu:

- Testjuht 1 – pumpla mahuti täitub korraga 470 ühiku reoveega, mida hakatakse ära pumpama.
- Testjuht 2 – pumpla mahuti täitub korraga 299 ühiku reoveega, mida hakatakse ära pumpama.
- Testjuht 3 – reovee juurdevool on 3 ühikut sekundis, kuni tasemini 300 ühiku reoveega, mida hakatakse ära pumpama.

Lisaks saab kaevu täituvust reguleerida nooleklahvide abil.

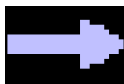
Pumbad on võimalik panna tagurpidi tööle, ehk voolukraanid ning -klapid on võimelised voolu kahepoolselt läbi laskma, näiteks juhul, kui on vajadus suunata reovesi mõnda teisse reovee pumplasse. Lisaks lihtsustab see funktsionaalsus pumpla läbipesu, mida tehakse ca 2 aasta tagant. Pumpad on ehitatud vastavalt, et suudaksid kahesuunaliselt pumbata.

Pumpla elektri-automaatikakilbi uks on varustatud avamise anduriga, mille infot juhib automaatse juhtimise algoritm.

2.3.1.1. Kasutusjuhend

Testjuht 1 või Testjuht 2 aktiveerimine:

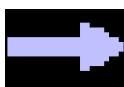
- Aktiveeri testjuhtude valimine, vajuta klahvi 1
 - Kui see on aktiveeritud kuvatakse peakraanil järgnev ikoon:



- Vali testjuht üks (vajuta klahvi 2) või kaks (vajuta klahvi 3)
- Testjuht aktiveeritakse automaatselt
- Testjuht lõpetatakse automaatselt

Testjuht 3 aktiveerimine:

- Aktiveeri testjuhtude valimine, vajuta klahvi 1.
 - Kui see on aktiveeritud kuvatakse peakraanil järgnev ikoon:



- Vali testjuht kolm, vajutades numbriklahvi 3.
- Testjuht aktiveeritakse automaatselt.
- Testjuhu 3 lõpetamiseks vajutage klahvi ESC.

Käsitsi reovee taseme juhtimine:

- Reovee taseme tõstmiseks vajutage noolt üles,
 - reovee tase kasvab 5 ühiku kaupa
- Reovee taseme langetamiseks vajutage noolt alla,
 - reovee tase langeb 5 ühiku kaupa
- Muudatus aktiveeritakse kohe ja automaatselt

2.3.2. Õli kvaliteedianduri kasutusjuhend

Antud magistritöö prototüübis näitab õli kvaliteediandur selle viskoosust ning seda, kas see on töötemperatuuril minimaalne või optimaalne. Info töötlemine ja kuvamine on käsitletud Juhtalgoritmi funktsionaalsuste peatüki all. Viskoossuse simuleeritud taset saab muuta kontrollerial käsitsi, viie ühiku kaupa.

Õli viskoossuse muutmine:

- Vajuta klahvi F2, et ekraanile ilmuks „Andurite info 1/3“.
- Muutmise aktiveerimiseks vajuta numbriklahvi kaks.
- Viskoossuse tõstmiseks vajuta nooleklahvi paremale,
 - viskoossus tase tõuseb 5 ühiku kaupa.
- Viskoossuse vähendamiseks vajuta nooleklahvi paremale,
 - viskoossus tase langeb 5 ühiku kaupa.
- Muudatus aktiveeritakse kohe ja automaatselt.
- Viskoossuse muutmise lõpetamiseks vajuta ESC klahvi.

2.3.3. Automaatika ülekuumenemise andur

Automaatika ülekuumenemise anduri jaoks on loodud programme prototüüp, et kui pumplad töötavad, hakkab temperatuur kasvama 2 °C võrra sekundis ja normaaltingimustes üle 80 °C ei tõuse. Kui pumplad jäävad seisma, langeb temperatuur 2 °C pumpla sisemise temperatuurini, mis on hetkel käsitsi ette antud 21 °C. Programme prototüüp töötab täielikult automaatselt.

2.3.4. Niiskusandur

Antud magistritöö prototüüp näitab õhuniiskusandur selle väärtusi protsentides. Info töötlemine ja kuvamine on käsitletud juhtalgoritmi all. Õhuniiskusanduri simuleeritud taset saab muuta kontrollerial käsitsi, viie ühiku kaupa.

Õhuniiskuse muutmine:

- Vajuta klahvi F3, et ekraanile ilmuks „Andurite info 2/3“
- Muutmise aktiveerimiseks vajuta numbriklahvi kolm
- Õhuniiskuse tõstmiseks vajuta nooleklahvi paremale,
 - õhuniiskuse tase tõuseb 5 ühiku kaupa
- Õhuniiskuse vähendamiseks vajuta nooleklahvi vasakule,
 - õhuniiskuse tase langeb 5 ühiku kaupa
- Muudatus aktiveeritakse kohe ja automaatselt
- Õhuniiskuse muutmise lõpetamiseks vajuta ESC klahvi

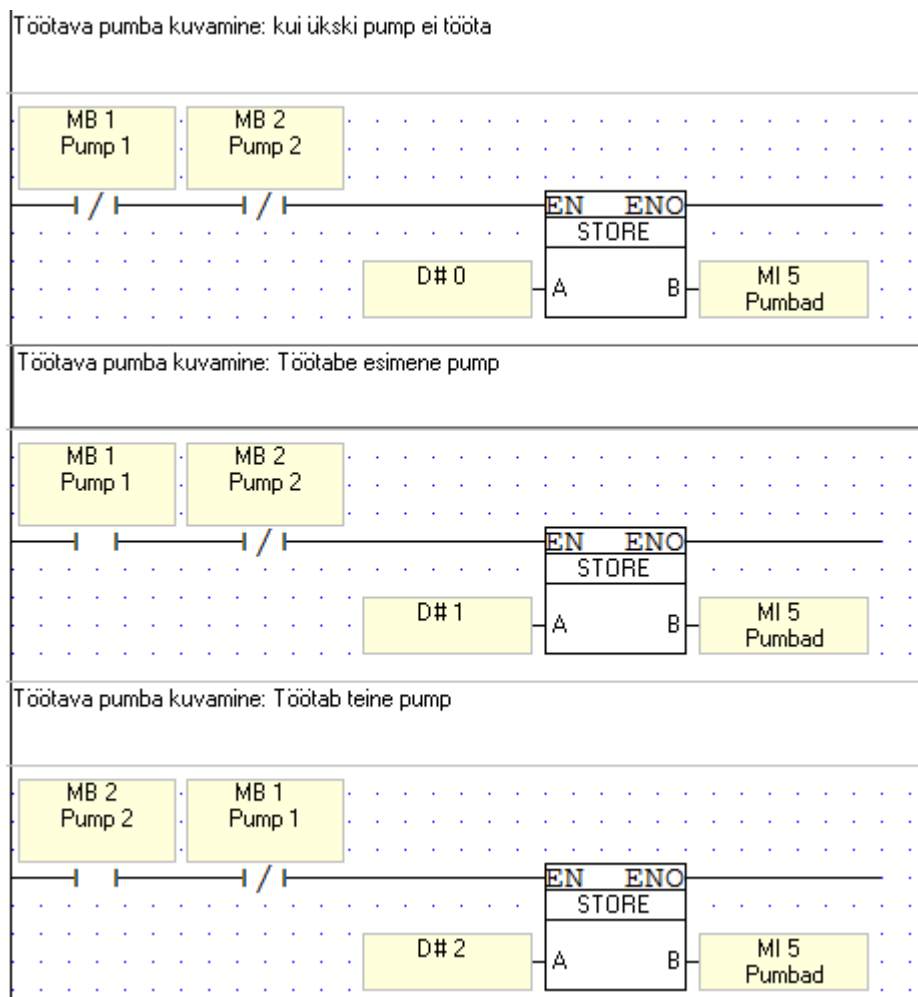
3. Juhtalgoritmi komponendid

Algoritm on kirjutatud Unitronics Vision 230 kontrolleri jaoks. Redeldiagramm koosneb ühest moodulist ja viiest alam algoritmist. Lisaks kasutatakse ühte ekraani moodulit ja viite ekraani. Algoritm on kirjutatud ühte kontrolleri sisse, kus on olemas nii juhtalgoritm, kui ka on reoveepumpla programmeeritud prototüüp. Algoritmi loogika on proovitud üles ehitada nii, et seda oleks võimalikult kerge reaalse reoveepumpla juures kasutusele võtta. Selleks tuleks sisemised signaalid ja muutujad muuta ümber vastavalt sisenditeks ja väljunditeks. Peatükis ei ole ära toodud kogu algoritm, vaid selle funktsionaalsuse põhilised osad. Algoritm on üksikasjalikumalt välja toodud seetõttu, et selle väljatöötamine oli lõputöö üks põhilisi eesmärke.

3.1. Juhtalgoritm

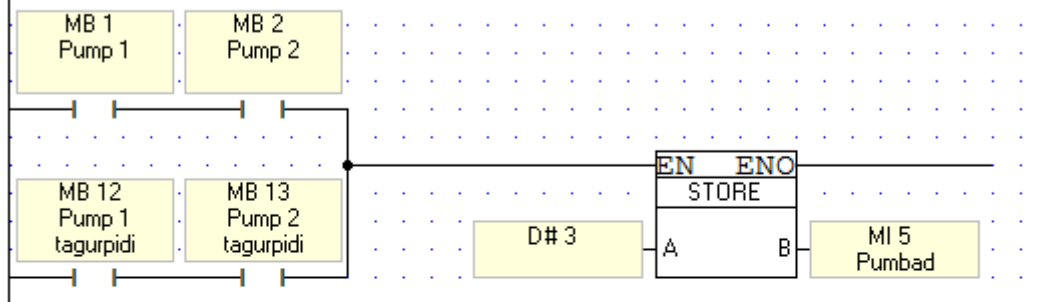
3.1.1. Andurite alam algoritm

Üheks alam algoritmiks on Andurid. Antud redelalgoritmids reguleerivad ja kuvavad, millised pumpad töötavad. Algoritmids määratakse käsitsi ära ujukanduri taseme vahemikud, kui tasemed muutuvad siis tuleb seda muuta algoritmids. Nende tasemete alusel läheb tööle vastavalt, kas üks, või kaks pumpa. Töötav pump kuvatakse kasutaja liidesel vastavalt sellel mitu pumpa töötab ja milline neist töötab.

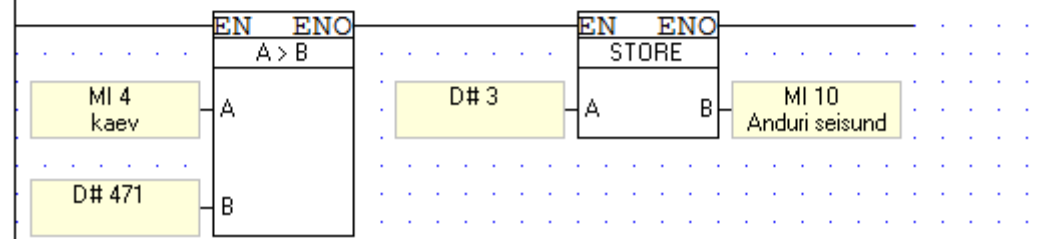
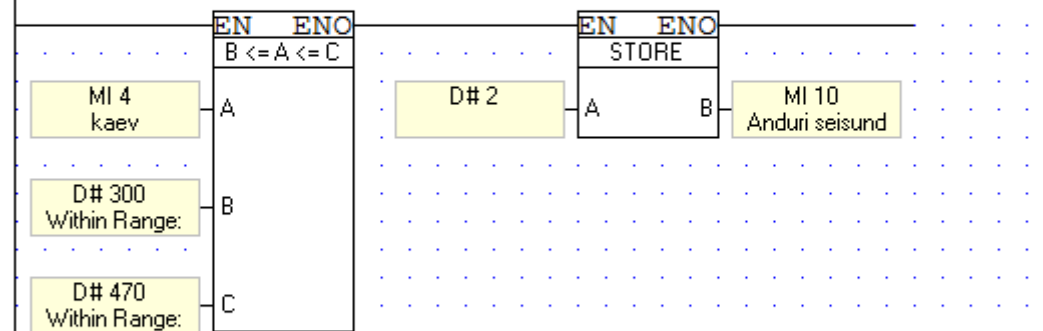
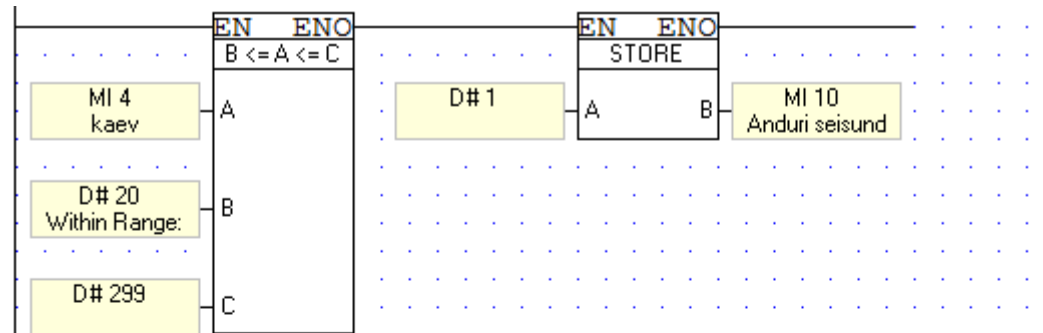
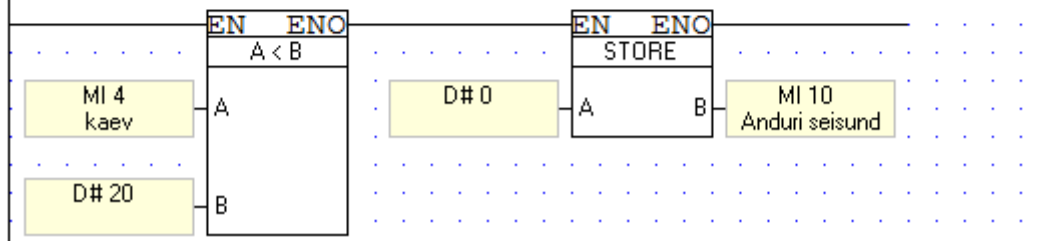


Joonis 6: Andurite alam algoritm 1 osa

Töötava pumba kuvamine: Töötab kaks pumba



Ujukandut
Tasemed: STOP; START I; START II ja HÄIRE



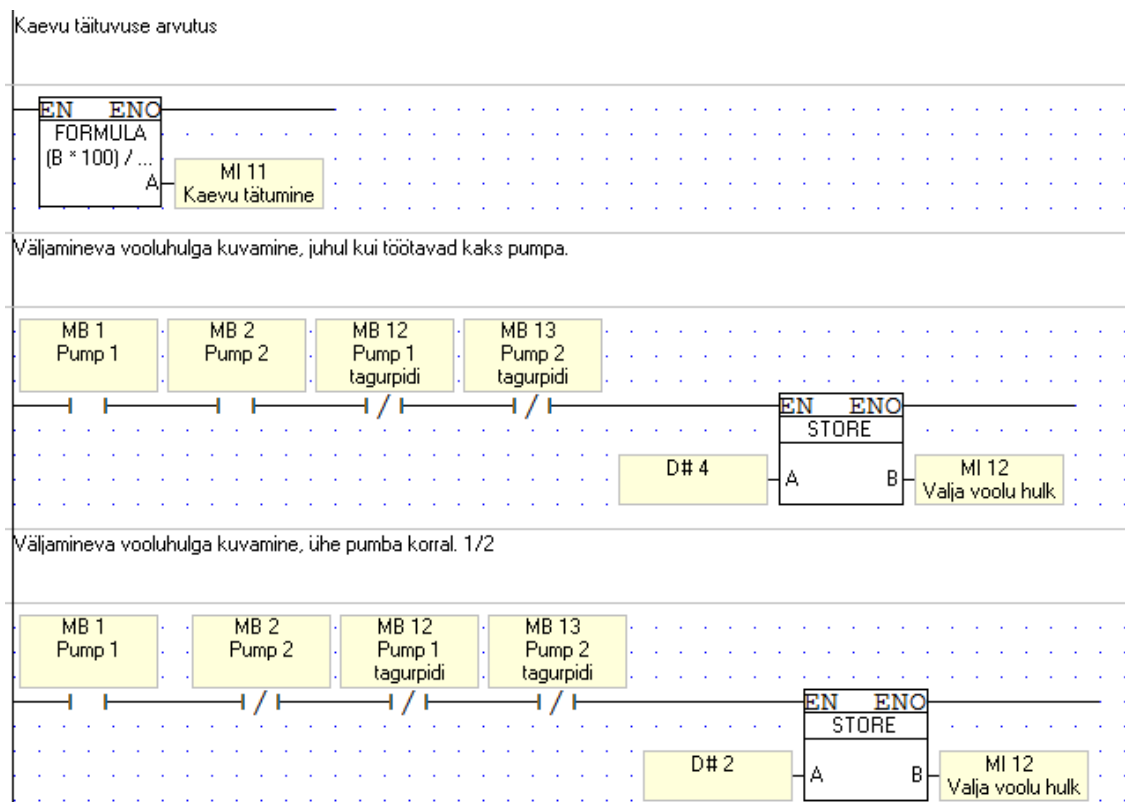
Joonis 7: Andurite alam algoritm 2 osa.

3.1.2. Info kuvamise alam algoritm

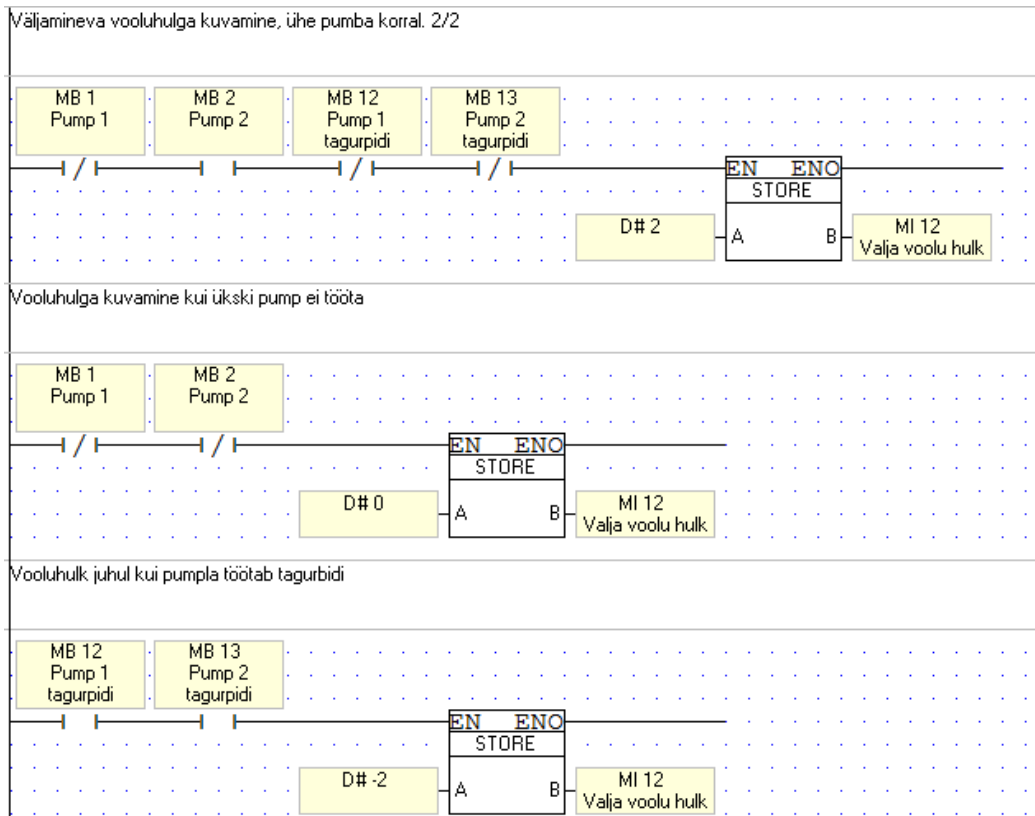
Antud algoritmi osa töötleb informatsiooni, et kuvada andurite ja pumpa info loetavalt kasutajale kasutajaliideses.

Kaevu täituvuse algoritm arvutab välja mitu protsenti on kaev täidetud reoveega, valem on kirjutatud algoritmi. Info kuvatakse pärast kasutajaliidese ekraanil „Andurite Info 1/3“.

Mõlemad pumbad on sama pumpamisvõimsusega, milleks on 2 reoveeühikut sekundis, ehk iga sekundi möödudes visualiseeritakse pumba kohta 2 ühiku reovee äravoolu. Selle alusel arvutatakse väljaminev vooluhulk, vastavalt sellele mitu pumba töötavad. Realse reoveepumpla korral kasutatakse reoveehulga mõõtmiseks vooluhulga andurit, mille mõõtühikuks on l/s. Info kuvatakse pärast kasutajaliidese ekraanil „Andurite Info 1/3“.

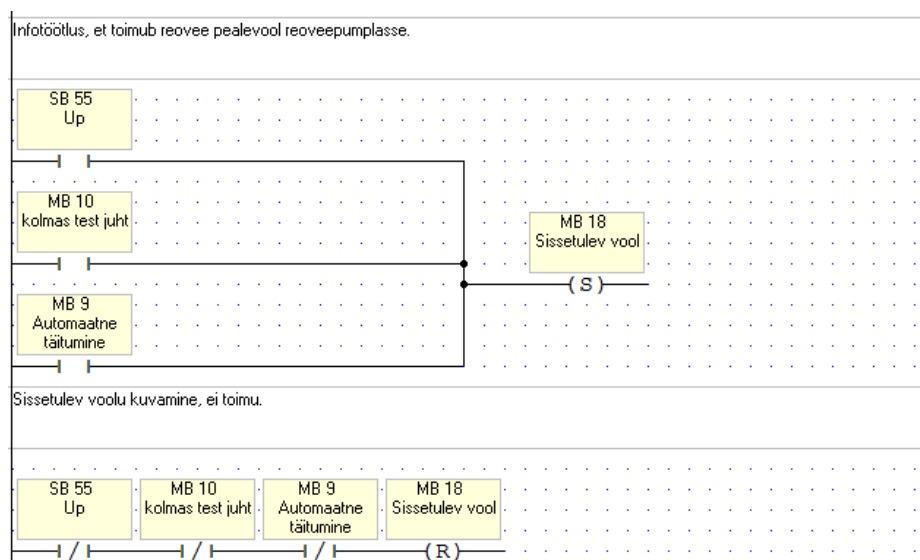


Joonis 8: Info kuvamise alam algoritm 1 osa.



Joonis 9: Info kuvamise alam algoritm 2 osa.

Kontroller töötleb informatsiooni, kas toimub reovee pealevool või mitte. Antud töös ei arvutata reovee pealevoolu hulka, tavaliselt ei ole see ka nõutud. Reovee pealevoolu jälgitakse vooluanduri abil, kui voolu kiirus puudub ei kuvata pealevoolu märki. Antud töös kontrollitakse ja kuvatakse pealevoolu info juhul, kui toimub virtuaalne reovee lisamine, kui see ei toimu siis seda ei kuvata.

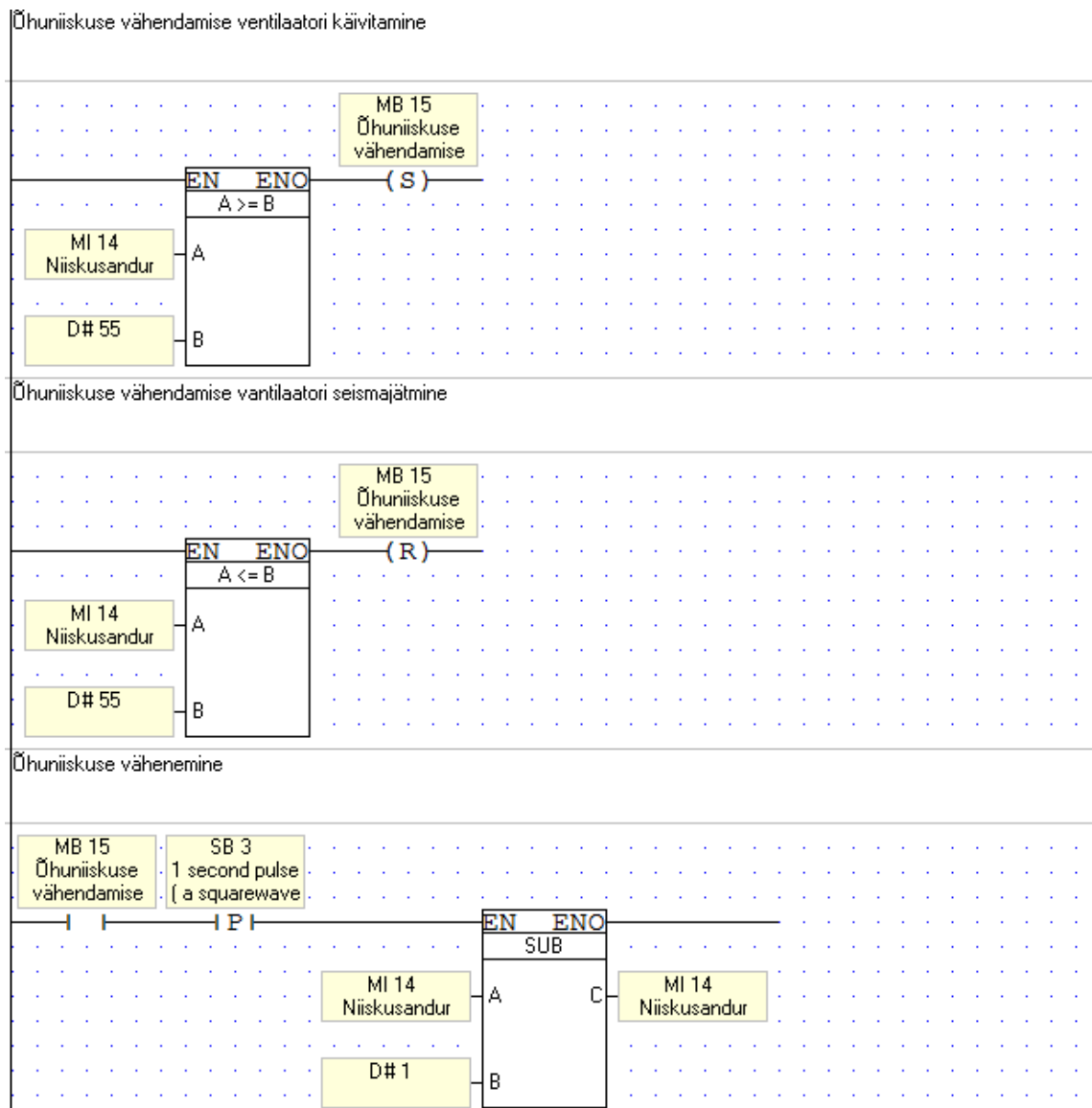


Joonis 10: Info kuvamise alam algoritm 3 osa.

3.1.3. Lisafunktsionaalsuste alam algoritm

Antud algoritmi osa töötleb ja juhib roveepumpla lisafunktsionaalsusi, mis tagavad roveepumpla töötamise, kontrollib erandolukordade tekkimist ja juhib nendele reageerimist.

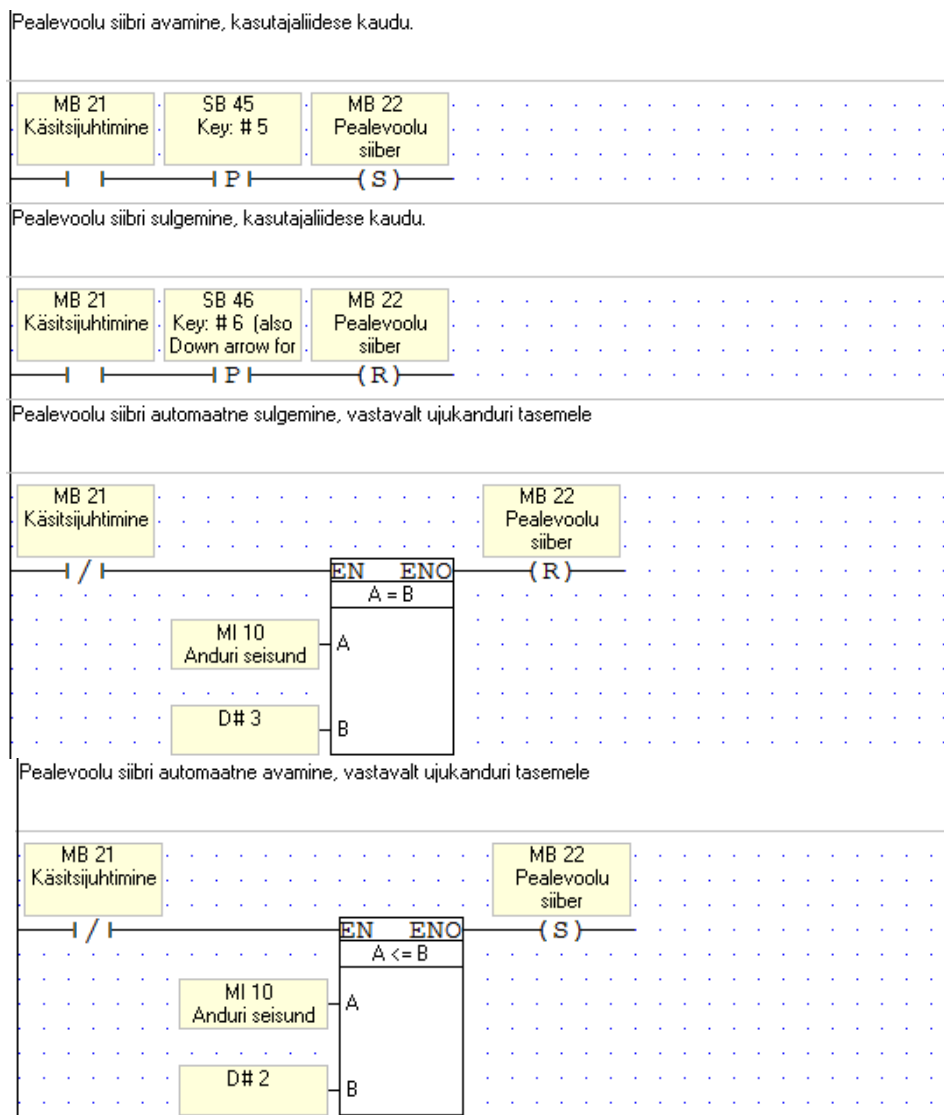
Õhuniiskuse andur kontrollib õhuniiskuse taset õhus. Kui õhuniiskus on suurem kui 55 %, käivitatakse automaatselt ventilaator, mis enda funktsionaalsuse tulemusena vähendab õhuniiskust. Antud töö raames on simulatsiooniga tekitatud õhuniiskuse vähendamine, kui ventilaator käivitub, hakkab igas sekundis õhuniiskus langema 1 %.



Joonis 11: Lisafunktsionaalsuste alam algoritm 1 osa.

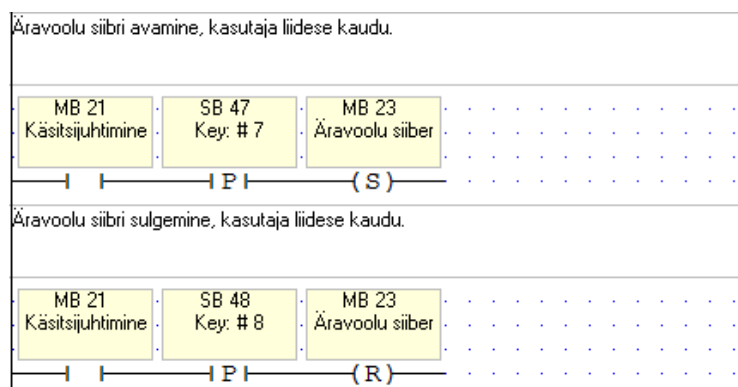
Reoveepumplal on olemas ka generaatoritoite võimalus, mis automaatselt käivitub 3 sekundit peale voolu kadumist. Seniks on automaatika tagavaraakude peal. Akude laadimise ja täituvuse kontroll ei kuulu antud magistritöö raamesse, seda kontrollib tavaliselt generaator ise. Töös on lisatud pumplate käivitamisele kontroll - pumbad käivituvad ainult juhul, kui on olemas elektri või generaatori toide, kuna akutoide seda ei võimalda.

Reoveepumplal on pealevoolu siiber, mida juhib, vastavalt ujukanduri tasemele, automaatse juhtimise algoritm. Kui ujukandur on häireseisundis, sulgetakse automaatselt pealevoolu siiber. Kui häireseisund kaob, avatakse automaatselt pealevoolu siiber. Lisaks saab pealevoolu siibrit sulgeda juhtpaneelist. Tavaliselt jäetakse võimalus siiber sulgeda ka füüsiliselt kraani keerates, mis antud töö raamesse ei kuulu. Selle tegemiseks peab siibri lülitama käsijuhtimisele.



Joonis 12: Lisafunktsionaalsuste alam algoritm 2 osa.

Reoveepumpla äravoolu siibrit saab sulgeda ja avada automaatika liidese kaudu. Tavaliselt jäetakse võimalus siiber sulgeda ka füüsiliselt kraani keerates.



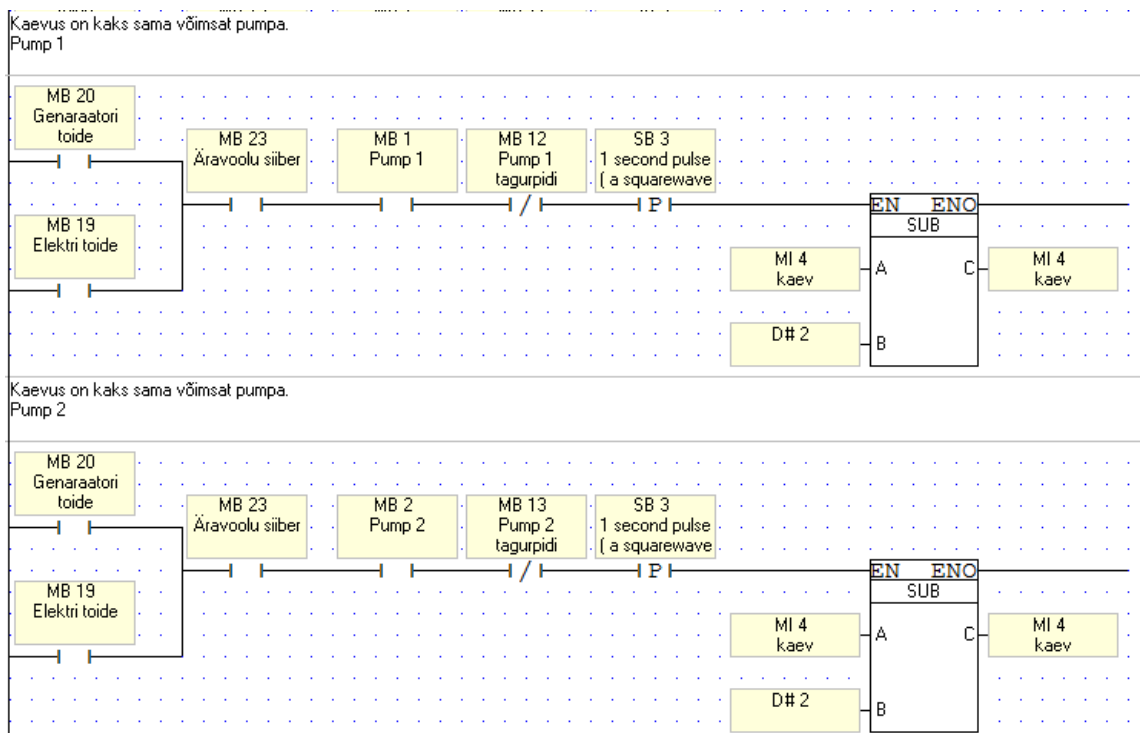
Joonis 13: Lisafunktsionaalsuste alam algoritm 3 osa.

3.1.4. Pumpla alam algoritm

Antud algoritmi osa töötleb ja juhib pumpsid, et need töotaksid vastavalt üldlevinud reoveepumpla ehitamistingimustele.

Enne reoveepumpade töölepanekut kontrollib kontrollier, et pumplal oleks täidetud järgnevad tingimused:

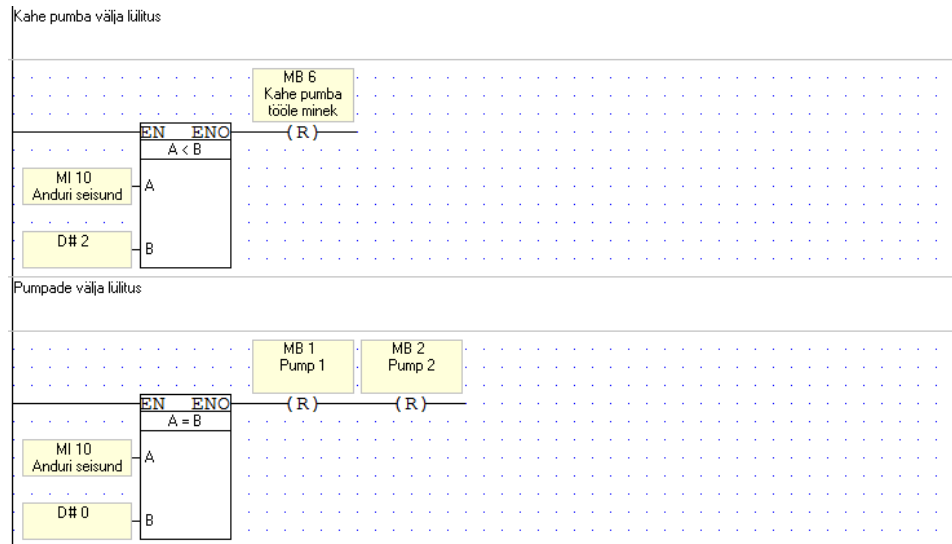
- oleks olemas elektri- või generaatoritoided,
- äravoolu siiber oleks avatud,
- et pump ei töotaks tagurpidi (pumba pumpamissuuna vahetamiseks peab selle vahepeal seiskama).



Joonis 14: Pumpla alam algoritm 1 osa.

Pumplat juhib automaatse juhtimise algoritm, et pumbad töotaksid kordamööda, ehk kord töötab üks pump ja siis kui see seiskub, käivitub järgmisel korral teine pump, mis enne ei töötanud. Selle juhtimiseks kasutatakse Lisas 2 toodud algoritmi.

Kui ujukanduri tase on stabiliseerunud, lülitatakse pumbad automaatselt välja ja jäetakse ooteseisundisse.



Joonis 15: Pumpla alam algoritm 2 osa.

Reoveepumplat on võimalik tööle panna ka tagurpidi. Algoritm on toodud Lisas. Selleks tuleb sisestada parool ja siis hakkavad pumbad tagurpidi tööle. Pumpasid saab peatada kas käsitsi või peatuvad automaatselt.

Enne reoveepumpade tagurpidi tööle panekut kontrollib kontrollier, et pumplal oleks täidetud järgnevad tingimused:

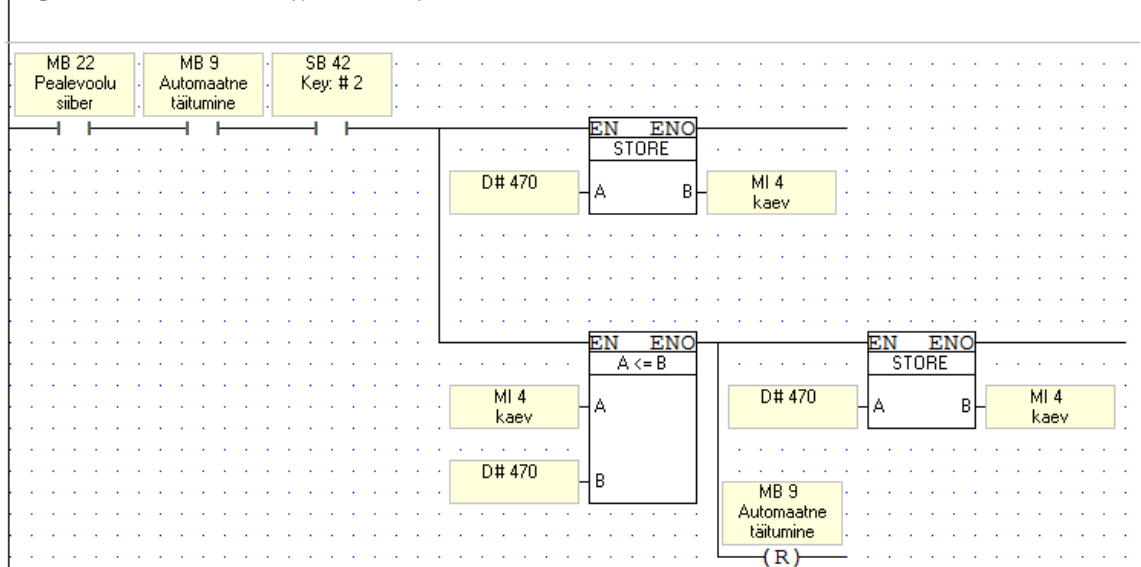
- oleks olemas elektri- või generaatoritoide,
- pealevoolu siiber oleks avatud,
- et pump ei töotaks samal ajahetkel õigetpidi (pumba pumpamissuuna vahetamiseks peab selle vahepeal seiskama),
- et parool oleks õigesti sisestatud.

3.1.5. Programsete prototüüpide alam algoritm

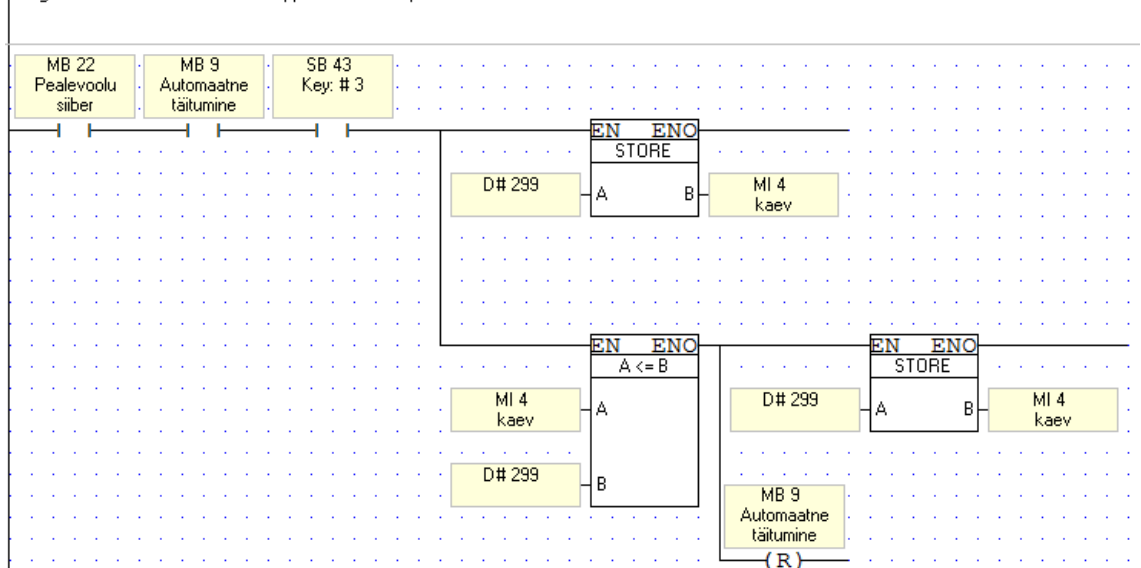
Antud alam algoritmis teostatakse kontrolleri koodi peamised programsed prototüüpid, et saaks lahenduse toimimist testida ja näha juhtalgoritmi toimimist digitaalselt.

Reoveepumpla pumpade töötamise testimiseks vastavalt ujukanduri tasemele on loodud reovee pealevoolamiseks 3 testjuhtu, lisaks saab seda juhtida ka nooleklahvide abil kasutajaliidesest. Käsitsi reoveetaseme muutmisel on ettemääratud maksimaalne ja minimaalne tase.

Paagi täitumine tasemini 470. Tase II lõpp määrani. Test juht 1.



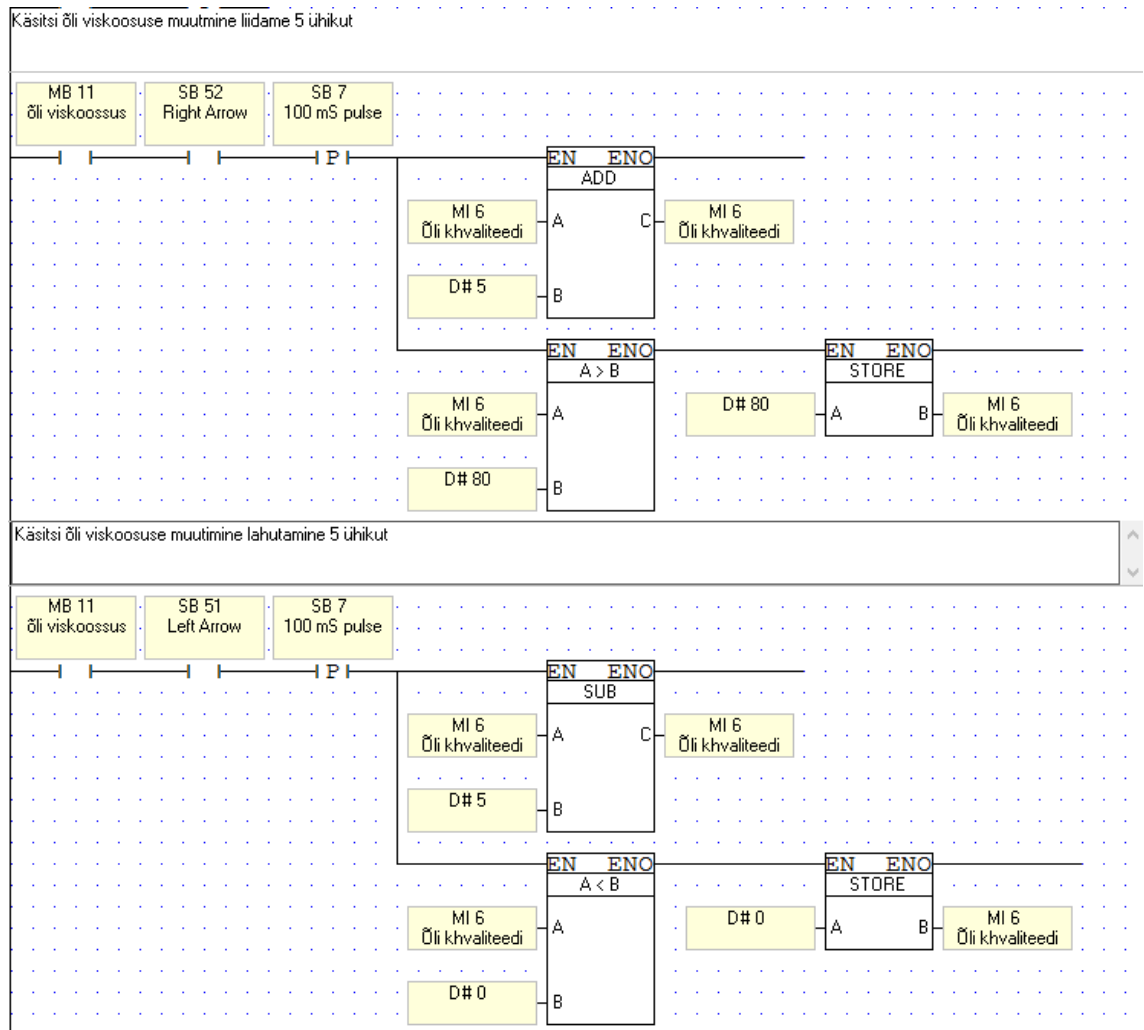
Paagi täitumine tasemini 299. Tase I lõpp määrani. Test juht 2.



Joonis 16: Testjuhtude alam algoritm 1 osa.

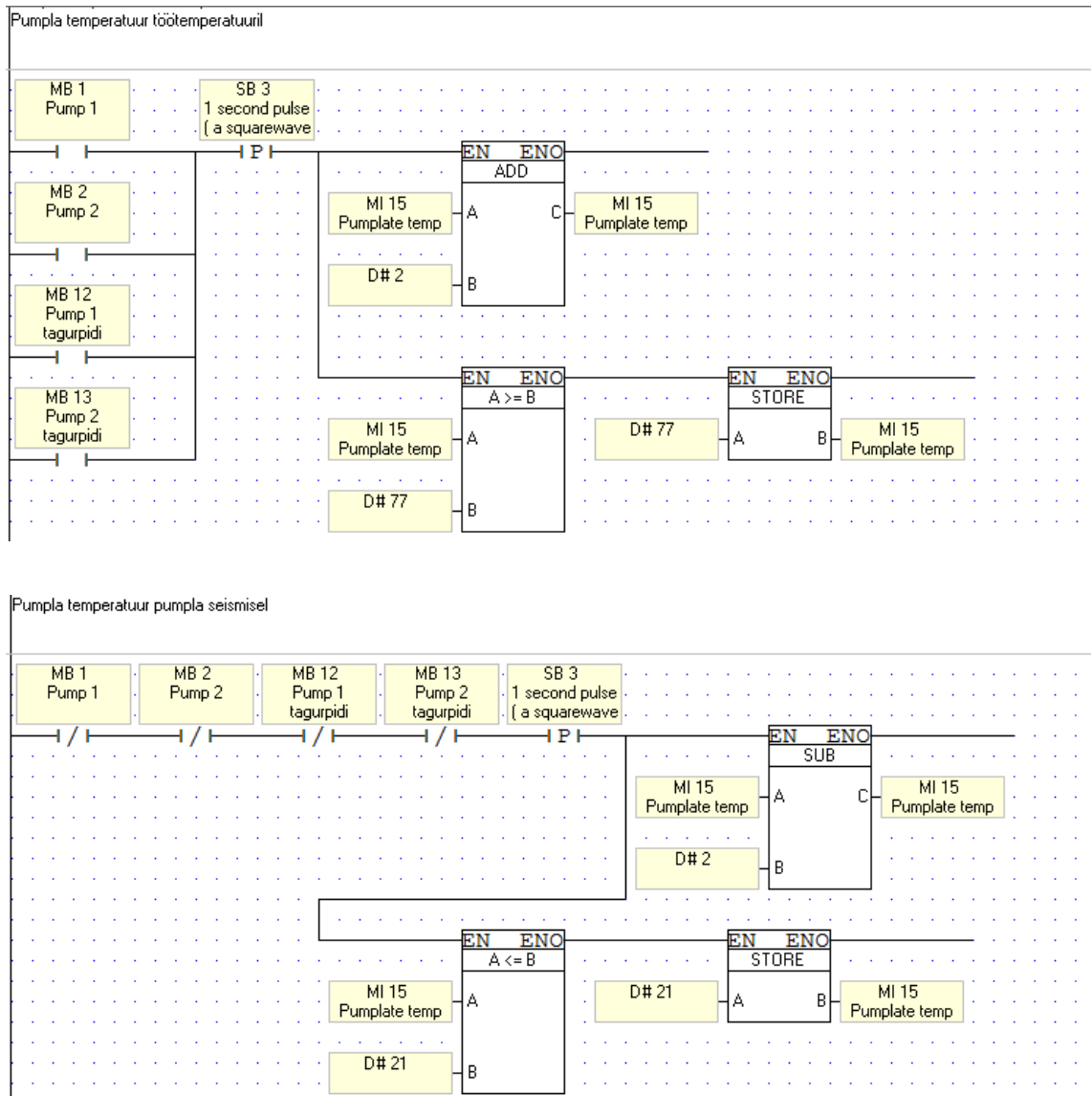
Testjuhtude alam algoritmi osa 2 on toodud lisa 4.

Õli viskoossuse taseme muutmise lahendamiseks on kasutatud sarnaselt reoveetaseme muutmise lahendamisele. Käsitsi õli viskoossuse taseme muutmiseks on ettemääratud maksimaalne ja minimaalne tase. Sarnaselt õli viskoossuse taseme muutmisele on lahendatud ka õhuniiskuse taseme muutmise, seega seetõttu ei ole seda siin välja toodud.



Joonis 17: Testjuhtude alam algoritm 3 osa.

Pumpla temperatuuri anduri andmed kuvatakse vastavalt testjuhule, kui pumbad lähevad tööle, hakkab temperatuur tõusma, kui pumbad seiskuvad, hakkab temperatuur automaatselt langema.



Joonis 18: Testjuhtude alam algoritm 4 osa.

3.2.Kasutajaliides

Kasutajaliides on arendatud kasutajasõbralikuks, aga kuna tegemist on spetsiifilise süsteemiga, siis antud lahendust kasutavad ainult, kas häälestajad või reoveepumpla hooldusspetsialistid. Kasutusjuhend on toodud iga funktsionaalsuse juures.

Informatsiooni kuvamiseks on kasutatud viite erinevat ekraani:

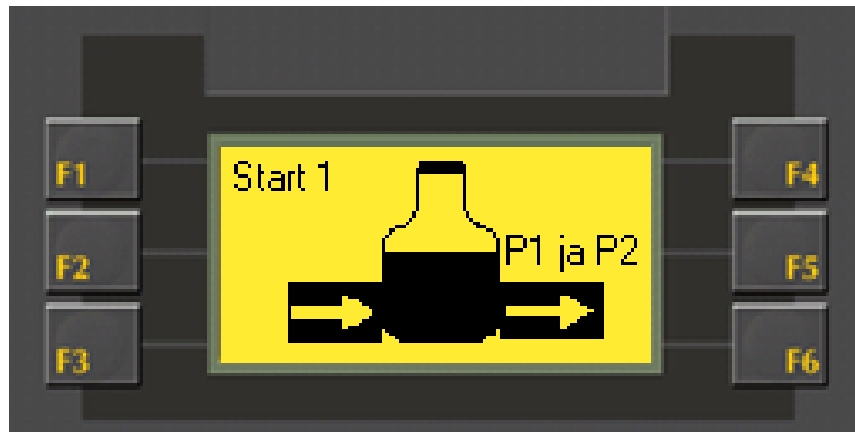
- Peaekraan
- Andurite info 1/3 ekraan
- Andurite info 2/3 ekraan
- Andurite info 3/3 ekraan
- Pumpla tagurpidi tööle paneku ekraan

3.2.1. Peaekraan

Peaekraanil kuvatakse kontrolleril automaatselt peale ligipääsuparooli sisestamist. Peaekraanile pääseb ükskõik milliselt ekraanilt vajutades klahvi F1.

Ekraan on toodud järgnev informatsioon:

- Reoveepumpla kaevu nivoo hetke tase visualisatsioonina.
- Ujukanduri tase: STOP, START 1, START 2 või HAIRE.
- Hetkel töötav pump: kas ei kuvata midagi, P1, P2 või P1 ja P2.
- Pealevoolu korral kuvatakse nool pumplasse.
- Äravoolu korral kuvatakse nool pumplast välja.



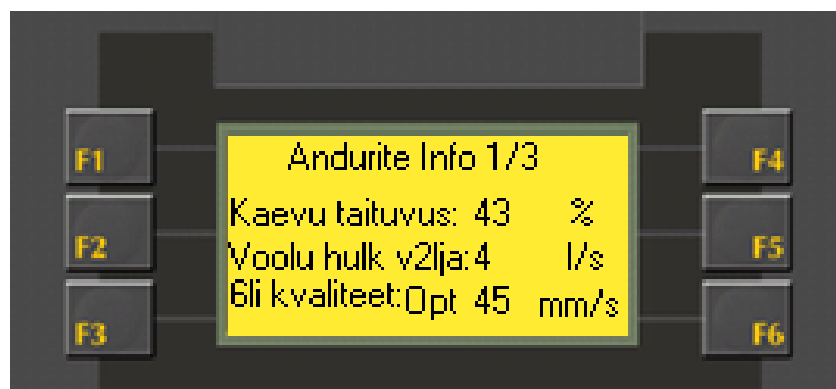
Joonis 19: Peaekraan.

3.2.2. Andurite info 1/3 ekraan

Andurite info 1/3 on üks kolmest informatsiooni kuvamise ekraanist. Andurite info 1/3 ekraanile pääseb ükskõik milliselt ekraanil vajutades klahvi F2.

Ekraanil on toodud järgnev informatsioon:

- Kaevu täituvus protsentuaalselt.
- Väljamineva vooluhulga kiirus, kui kuvatakse vooluhulka „-“ märgiga tähendab, et pumpla on pandud tagurpidi tööle.
- Õli kvaliteedi ja õli viskoossuse näitaja, kas see on töö temperatuuril minimaalne või optimaalne.



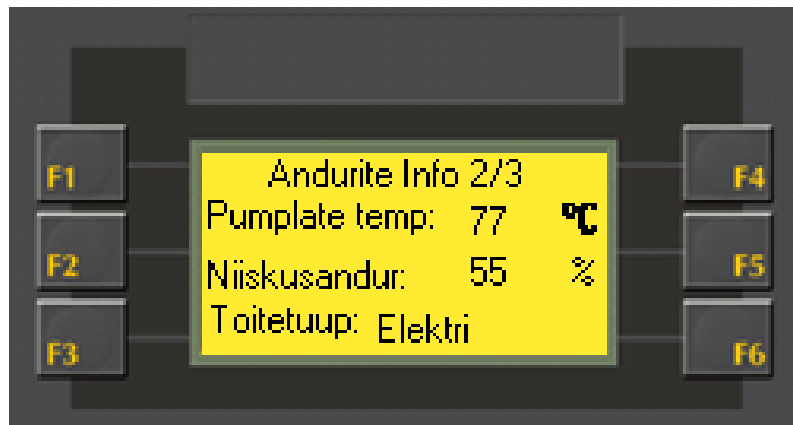
Joonis 20: Andurite info 1/3 ekraan.

3.2.3. Andurite info 2/3 ekraan

Andurite info 2/3 on üks kolmest informatsiooni kuvamise ekraanist. Andurite info 2/3 ekraanile pääseb ükskõik milliselt ekraanilt vajutades klahvi F3.

Ekraanil on toodud järgnev informatsioon:

- Pumplate temperatuur.
- Õhuniiskuse tase.
- Kuvab hetkelist energiatoite tüüpi: elektri-, generaatori- või akutoide.



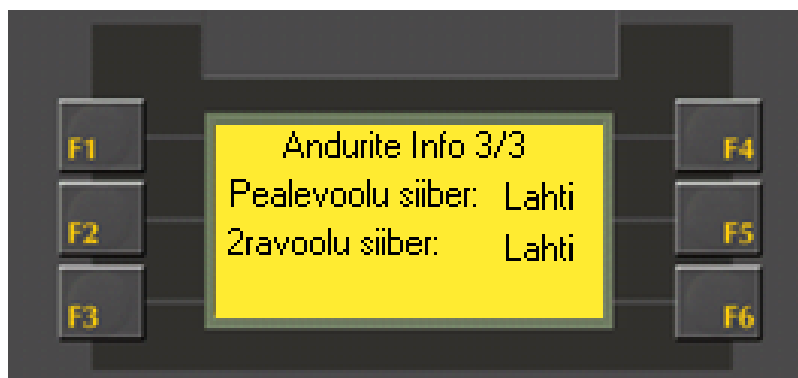
Joonis 21: Andurite info 2/3 ekraan.

3.2.4. Andurite info 3/3 ekraan

Andurite info 3/3 on üks kolmest informatsiooni kuvamise ekraanist. Andurite info 3/3 ekraanile pääseb ükskõik milliselt ekraanilt vajutades klahvi F4.

Ekraanil on toodud järgnev informatsioon:

- Pealevoolu siibri olek, kas lahti või kinni.
- Äravoolu siibri olek, kas lahti või kinni.



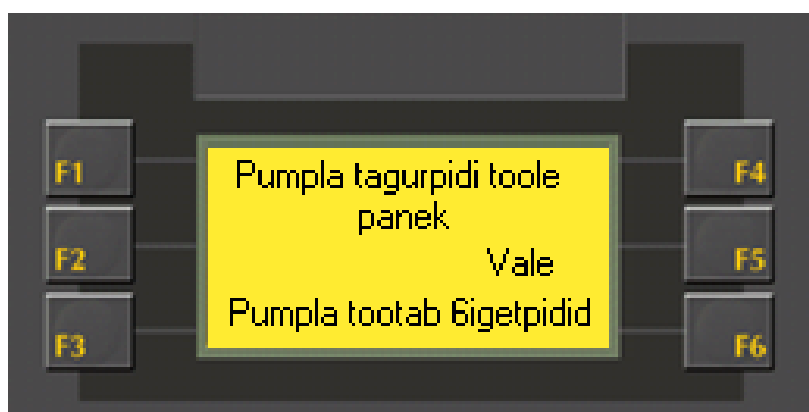
Joonis 22: Andurite info 3/3 ekraan.

3.2.5. Pumpla tagurpidi töölepaneku ekraan

Pumpla tagurpidi töölepaneku ekraan on erijuhtumi ekraan, kuna vajadust pumplat tagurpidi tööle panna tuleb ette harva. Pumpla tagurpidi töölepaneku ekraanile pääseb ükskõik millisel ekraanilt vajutades klahvi F6.

Ekraanil on toodud järgnev informatsioon:

- Parooli sisestus võimalus
- Kuvatakse, kas sisestati õige või vale parool
 - õige: tähendab, et sisestatud parool on korrektne
 - vale: tähendab, et sisestatud parool ei ole korrektne



Joonis 23: Pumpla tagurpidi töölepaneku ekraan.

Kokkuvõte

Magistritöö eesmärk oli koostada reoveepumpla automaatika algoritmi näidis Unitronics Vision V230 kontrolleri peal. Lahenduse loomisel arvestati Eestis levinuid tüüpjuhtumeid, kus on vaja paigaldada reoveepumplat, ega ei saa reovett isevoolselt ära juhtida. Reoveepumpla ehitustingimused on võetud AS Põlva Vesi Riigihankest number 141769, kuna antud riigihankes on välja toodud vajalikud reoveepumpla ehitusnõuded.

Magistritöö käigus koostati reoveepumpla juhtalgoritm ja programse prototüübi algoritm. Juhtalgoritmi funktsionaalsusteks on juhtida kahte reoveepumpa ja reguleerida nende tööd, töödelda andurite poolt edastatavat informatsiooni ning vastavalt võimalikele olukordadele juhtida reoveepumplat. Samuti kuvada pumpade ja andurite info kasutajaliidesel, mis on projekteeritud kasutajasõbralikuks. Programse prototüübi funktsionaalsused on simuleerida reovee juurdevoolu ja äraminekut ning koostada simulatsioone, mida kontrolleri saaks juhtida. Lisaks loodi lahenduse juhised. Magistritööga saab kinnitada, et Unitronics Vision V230 sobib algoritmi realiseerimiseks. Reoveepumpla automaatika juhtalgoritmi luues tuleb ette palju erinevaid funktsionaalsusi, mida saab lahendada erinevat moodi. Algoritmi koostamise käigus kaaluti mitmeid erinevaid lahenduse võimalusi ja valiti autori poolt paremini sobivaimad.

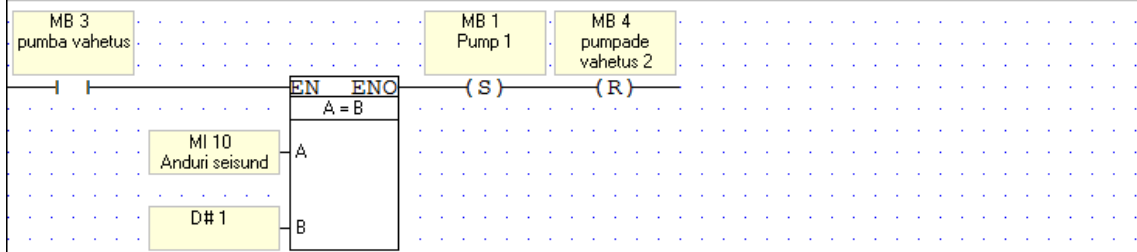
Magistritöö autor soovib veemajanduse projekti ja objektijuhtidel, kes puutuvad kokku reoveepumpla ehitusega, tutvuda täpselt tellija tingimustega ja kirjutada tähtsuse järjekorras välja süsteemi funktsionaalsused. Lisaks alltöövõtjate tööde jälgimisele, peaks peatöövõtja ise proovima läbi kõik erinevad reoveepumpla automaatika funktsionaalsused, kasutades alltöövõtja poolt esitatud dokumentatsiooni. Töövõtja testimise käigus selgub, kas on loodud tellija vajadustele vastav süsteem ja dokumentatsioon. Vajaduse korral saab nõuda lahenduse korrigeerimist.

Antud lahendust saab edasisel analüüsil muuta töökindlamaks ja testida, kas loodud lahendus realselt töötaks reoveepumplal, peale vajalikke pumpade ja andurite seadistamist. Antud algoritmi saaks kasutada projektijuhtidele algtõdede selgitamisel, kuidas töötab automaatika algoritm.

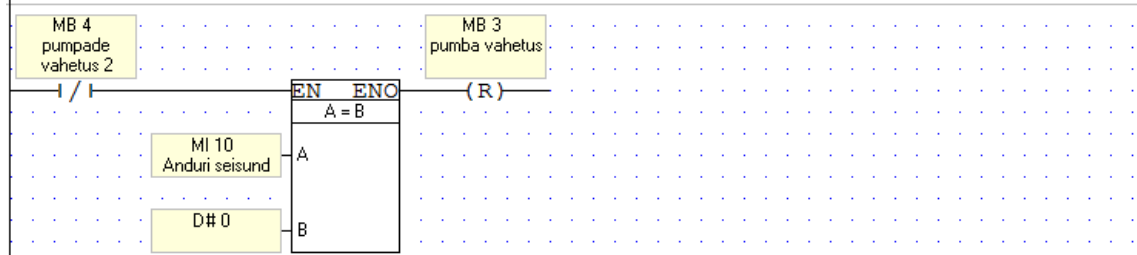
Automaatika on lahendus, mis muudab igapäevase veevahetuse töökindlamaks ja paremini hallatavaks. Reoveepumpla automaatika töökindluse tagab süsteemi paigalduse vastavalt projekti nõuetele ning hilisem põhjalik testimine.

Lisa 2 Pumpla automaatika juht algoritm

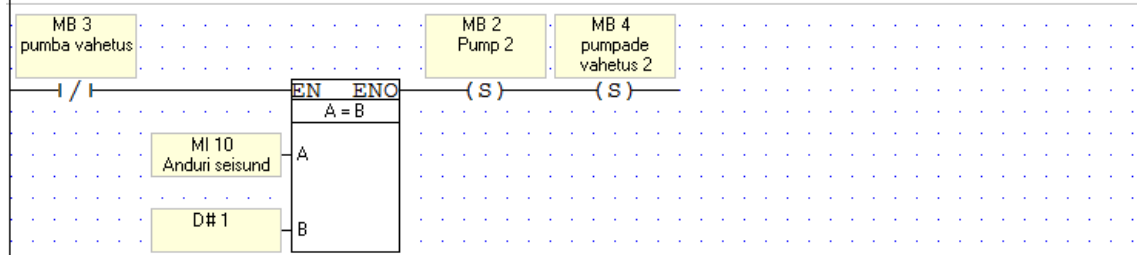
Pumpade automaatika ühe pumba korral. Pumbad töötavad korda mööda.
Pumpla 1 tööle panek



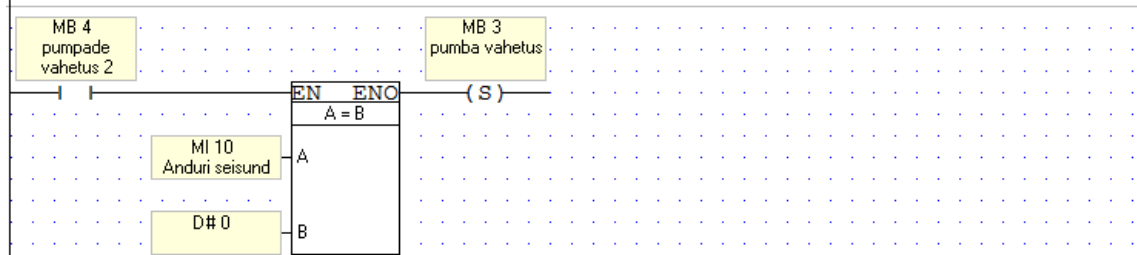
Pumpade automaatika ühe pumpla korral. Pumplad töötavad korda mööda.
Pumpla 1 ümberlülitus Pumpla 2-le.



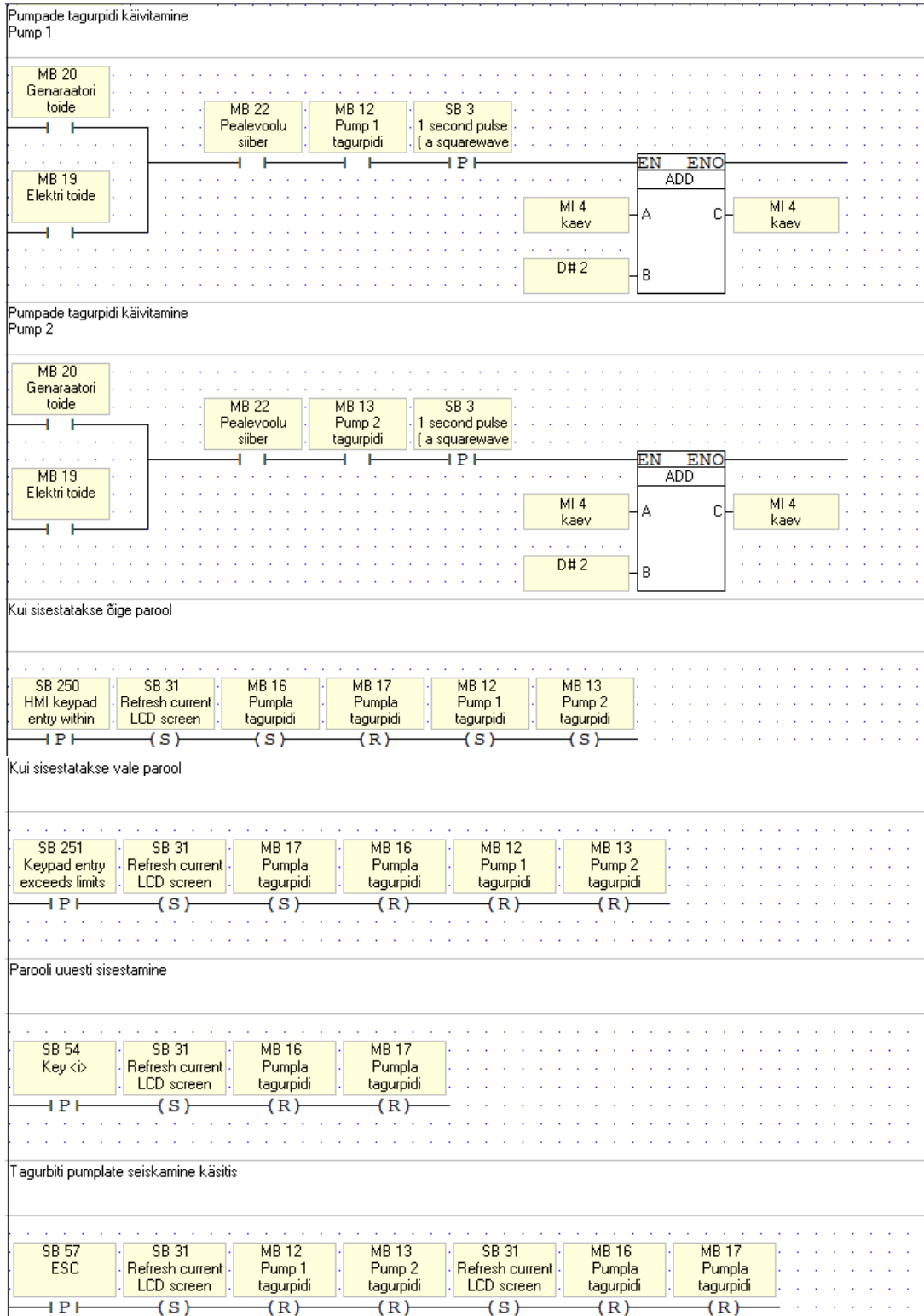
Pumpla automaatika ühe pumpla korral. Pumpla töötavad korda mööda.
Pumpla 2 tööle panek



Pumplate automaatika ühe pumpla korral
Pumpla 2 vahetus pumpla ühele

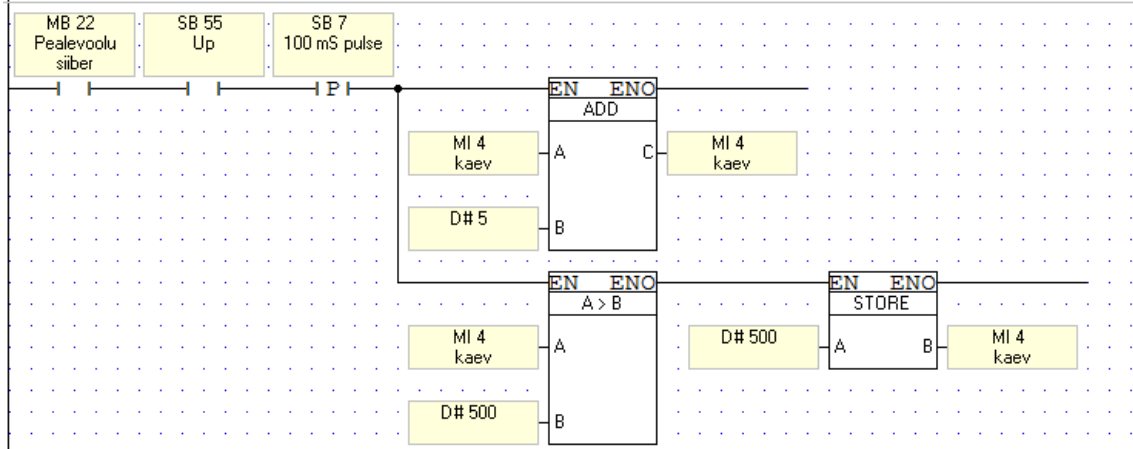


Lisa 3 Pumpade tagurpidi töölepanek

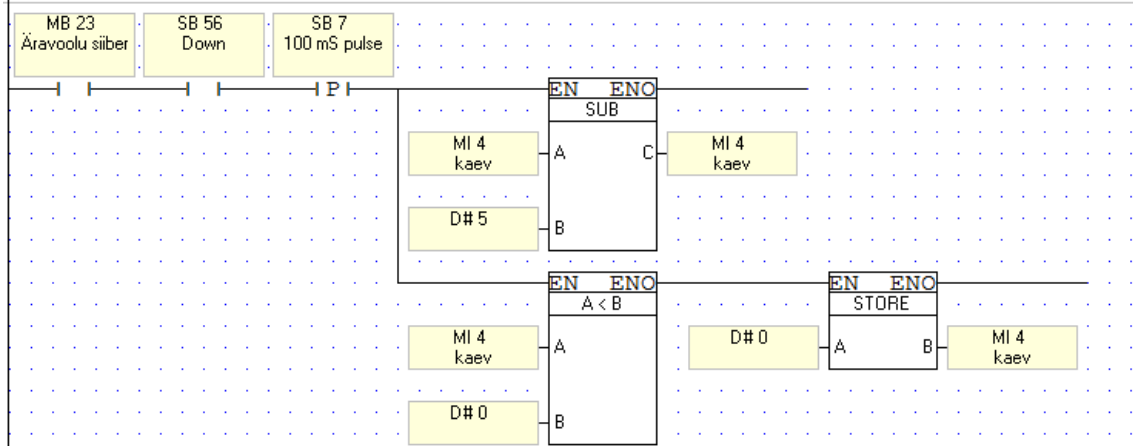


Lisa 4 Testjuhtude alam algoritmi osa 2

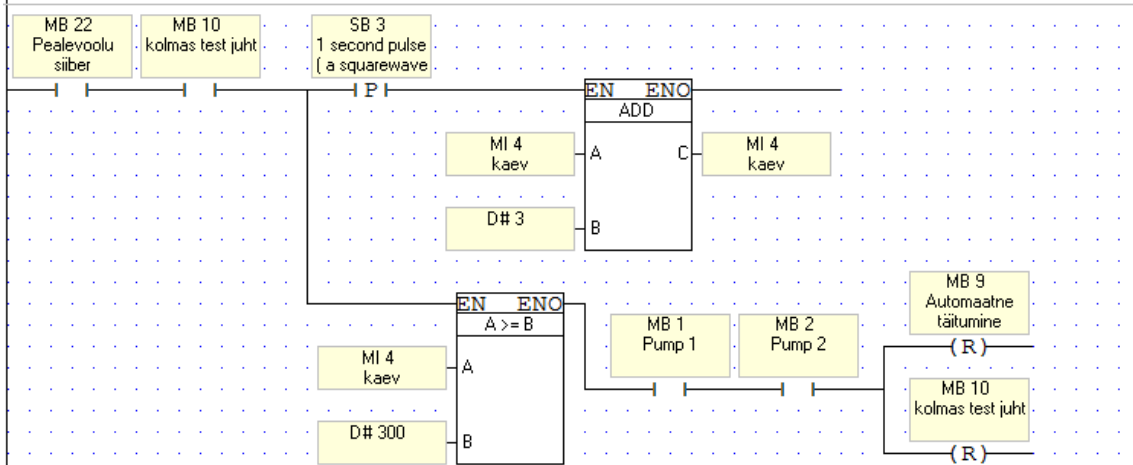
Käsitsi paagi täitmine liidab 5 ühikut.



Käsitsi paagi täitmine lahutab 5 ühikut.



Paagi täitmine 3 ühiku kaupa. Tasemini HÄIRE lõpp märani. Test juht 3. Mahu juurde lisamine.



Kasutatud kirjandus

Raamat:

1. AS Põlva Vesi, Riigihanke number 141769 hankedokumendid Lisa III – Tellija Tingimused, Põlva Vesi 2013.
2. Timberston Ehitus OÜ, Emajõe ja Võhandu Jõe veemajandusprojekti Põlva maakonna projekteerimise- ehitustööd VI etapp Töö nr 13045 tööprojekt, Timberston Ehitus OÜ 2013
3. Siemens, Flow sensor MAG 5100W spetsifikatsioon, Simens AG 2013

Interneti allikas:

4. Innovative Water Systems ID 2400 Strong pumpla toote andmed;
<http://www.iwsgroup.ee/et/products/Pumplad/view-47.html> 08.04.2014
5. Siemens induktsioonkulumõõturid MAG 5100W andmed;
<http://www.rshydro.co.uk/Magflo-MAG-5100W-pr-16320.html> 08.04.2014
6. Hüdraulikaõlide omadused; http://www.eope.ee/download/euni_repository/file/2164/Oil.zip/hdraulikamid.html 08.04.2014
7. Õhuniiskuse määramine; <http://agromet3.weebly.com/relatiivne-niiskus.html>
05.05.2014
8. Eesti projektbüroode Liit FIDIC’u lepingutingimused;
<http://www.ehitudised.ee/blog/2011/5/25/fidic-lepingud-jatkavad-pealetungi>
05.05.2014
9. FIDIC’u rahvusvaheline kodulehekül; <http://fidic.org/> 05.05.2014
10. Innovative Water Systems ID 2400 Strong pumpla joonis;
http://www.iwsgroup.ee/files/catalogue/product/file_blueprint/47.PDF 05.05.2014
11. Innovative Water Systems OÜ tootekataloog;
http://www.iwsgroup.ee/et/products/automaatika_1/view-10.html 05.05.2014
12. Kanalisatsiooni automaatne siiber; <http://www.valtorc.com/actuation/actuated-valve-packages/actuated-butterfly-valve-specs> 12.05.2014

Jooniste nimekiri

Joonis 1. IWS ID2400 Strong pumpla	lk 11.
Joonis 2. Siemens induktsioonkulumõõturid MAG 5100W	lk 12.
Joonis 3. Juhtautomaatika kilp 2000 seeria Strong pumplal [11]	lk 13.
Joonis 4. Unitronics Vision230 kontrollerr	lk 18.
Joonis 5. Kanalisatsiooni automaatne siiber	lk 26.
Joonis 6: Andurite alam algoritm 1 osa	lk 33.
Joonis 7: Andurite alam algoritm 2 osa	lk 34.
Joonis 8: Info kuvamise alam algoritm 1 osa	lk 35.
Joonis 9: Info kuvamise alam algoritm 2 osa	lk 36.
Joonis 10: Info kuvamise alam algoritm 3 osa	lk 36.
Joonis 11: Lisa funktsionaalsuste alam algoritm 1 osa	lk 37.
Joonis 12: Lisa funktsionaalsuste alam algoritm 2 osa	lk 39.
Joonis 13: Lisa funktsionaalsuste alam algoritm 3 osa	lk 39.
Joonis 14: Pumpla alam algoritm 1 osa	lk 40.
Joonis 15: Pumpla alam algoritm 2 osa	lk 41.
Joonis 16: Testjuhtude alam algoritm 1 osa	lk 42.
Joonis 17: Testjuhtude alam algoritm 3 osa	lk 43.
Joonis 18: Testjuhtude alam algoritm 4 osa	lk 44.
Joonis 19: Peaekraan	lk 46.
Joonis 20: Andurite info 1/3 ekraan	lk 46.
Joonis 21: Andurite info 2/3 ekraan	lk 47.
Joonis 22: Andurite info 3/3 ekraan	lk 48.
Joonis 23: Pumpla tagurpidi tööle paneku ekraan	lk 48.