



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO  
INSENERITEADUSKOND  
Virumaa kolledž

## **Elektroodikoksi tehase kondensatsiooniseadme moderniseerimine**

### **Modernization of the condensation unit of the electrode coke plant**

TELEMAATIKA JA ARUKAD SÜSTEEMID ÕPPEKAVA LÕPUTÖÖ

Üliõpilane: Maksim Dmitrijev

Üliõpilaskood: 190862EDTR

Juhendaja: Sergei Pavlov, 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.

"...." ..... 20.....

Autor: .....

/ allkiri /

Töö vastab rakenduskõrgharidusõppe lõputööle/magistritööle esitatud nõuetele

"...." ..... 20.....

Juhendaja: .....

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

"...." ..... 20.....

Kaitsmiskomisjoni esimees .....

/ nimi ja allkiri /

## **LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS JA REPRODUTSEERIMISEKS**

Mina Maksim Dmitrijev (sünnikuupäev: 08.04.1988)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Elektroodikoksi tehase kondensatsiooniseadme moderniseerimine“ mille juhendaja on Sergei Pavlov,
  - 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.

# TalTech Inseneriteaduskond Virumaa kolledž

## LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

**Üliõpilane:** Maksim Dmitrijev, 190862EDTR

Õppekava, peeriala: EDTR17/18 Telemaatika ja arukad süsteemid, Protsesside automatiseerimine

Juhendaja(d): Lektor, Sergei Pavlov, sergei.pavlov@taltech.ee

### Lõputöö teema:

(eesti keeles) Elektrodikoksi tehase kondensatsiooniseadme moderniseerimine

(inglise keeles) Modernization of the condensation unit of the electrode coke plant

### Lõputöö põhieesmärgid:

1. Elektrodikoksi tehase kondensatsiooniseadme automatiseerimine.

### Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Scada joonistamine + loogika programmeerimine	02.09.2021 - 29.09.2021
2.	Lõputöö dokumendi koostamine + OPC programmeerimine ja testimine	01.10.2021 - 31.10.2021
3.	Kogu projekti reguleerimine	01.11.2021 - 28.11.2021
4.	Lõputöö viimased parandused	01.12.2021 - 12.12.2021

**Töö keel:** Eesti keel                      **Lõputöö esitamise tähtaeg:** "....."..... 20.....a

**Üliõpilane:** Maksim Dmitrijev                      "....."..... 20.....a

/allkiri/

**Juhendaja:** Sergei Pavlov

"....."..... 20.....a

/allkiri/

**Programmijuht:** Žanna Gratševa

"....."..... 20.....a

/allkir

# SISUKORD

EESSÖNA .....	8
LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU .....	9
SISSEJUHATUS .....	10
2 PROTSSESI JUHTIMISSÜSTEEM.....	12
2.1 Protsessi juhtimissüsteemi kirjeldus.....	12
2.2 Varasema süsteemi analüüs.....	12
2.3 Tehniline ülesanne.....	13
3 PROJEKTI REALISEERIMINE .....	14
3.1 Varustuse valik .....	14
3.2 Sideprotokollid ja interfeisid.....	14
3.3 Modbus protokoll.....	15
3 JUHTIMISPROGRAMM.....	16
3.1 Programmi plokid .....	16
3.2 Muutjate lisamine .....	17
3.3 Sissetulevate analoogsignaali töötlemine .....	17
3.4 Ventilaatori juhtimise algoritm automaatrežiimis .....	20
3.5 Ventilaatorite algoritm TIA Portaalis.....	21
3.6 Ventilaatori käsitsi töörežiim .....	23
4 UNITRONICSI JA SCADA-SÜSTEEMI VAHEL KOMMUNIKATSIOONI REALISEERIMINE.....	24
4.1 Matrikon OPC Server.....	24
4.2 OPC Serveri ühendamine Simatic Siemens TIA Portaali v 15.1 .....	27
4.3 Muutujate töötlemine ja lisamine HMI-sse .....	28
4.4 Muutujate lisamine SCADA-süsteemi.....	28
5 VISUALISEERIMINE .....	30
5.1 Visualiseerimise süsteem.....	30
5.2 Kasutaja autoriseerimise ja skaleerimise aken.....	31
5.3 Sündmuste ajalugu.....	33
5.4 Parameetrite graafikud.....	35
5.5 Kaabli katkemise näit analoogsignaalidel .....	37
KOKKUVÕTE .....	39
SUMMARY.....	40

KASUTATUD ALLIKAD.....	42
LISAD .....	43
Lisa 1 Tehnoloogiline skeem.....	43
Lisa 2 Ventilaatori töö plokkskeem.....	44

## **EESSÕNA**

Lõputöö teema pakkus välja Viru RMT OÜ, mis on Viru Keemia Grupi tütarettevõte. Töö viidi läbi vastavalt moderniseerimisprojektile Viru Keemia Grupi elektrodikoksi tehase kondensatsiooniseadmes.

Lõputöö valmimisele on kaasa aidanud juhendajana telemaatika ja arukate süsteemide lektor Sergei Pavlov. Lisaks avaldan tänu Viru RMT OÜ juhtkonnale: Aleksandr Stserbina, automaatika osakonna juht; Elena Basalaeva, programmeerimise osakonna juht; Alexey Basalaev, automaatika programmeerija; Kirill Synytsin, elektrodikoksi seade juht. Suur tänu toetavatele isikutele abi ja õpetuste eest.

Võtmesõnad: kontrollid, moderniseerimine, automaatika, Viru Keemia Grupp, diplomitöö.



## LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU

- **SCADA** (Supervisory control and data acquisition). Tarkvara- ja riistvaraelementide süsteem, mis võimaldab tööstusorganisatsioonidel: juhtida tööstusprotsesse kohapeal või kauges kohtades.
- **TIA Portal** (Totally Integrated Automation Portal). Annab teile piiramatut juurdepääsu kõikidele digitaliseeritud automatiseerimisteenustele alates digitaalsest planeerimisest kuni integreeritud projekteerimise ja läbipaistva toimimiseni.
- **WinCC** (Windows Control Center). Tarkvara inimese ja masina liidese loomiseks, mis on osa Siemens AG toodetud automaatikasüsteemide perekonnast Simatic.

## **SISSEJUHATUS**

Automatiseerimine on tänapäeval kõikide tootmiste lahutamatu osa. Automatiseerimise kasutuselevõtmisel tootmises on mitmeid positiivseid perspektiive. Isereguleeruvad tehnilised vahendid ja matemaatilised meetodid inimese vabastamiseks tehnoloogilistes protsessides osalemisest võimaldavad vähendada defektsete toodete arvu, suurendada efektiivsust ja minimiseerida tööõnnetuste arvu.

Arvestades kõiki perspektiive, investeerib ettevõtte Viru Keemia Grupp regulaarselt seadmetesse, mis nõuavad olemasolevate tootmisüksuste osalist või täielikku moderniseerimist.

Lõputöö objektiks on Viru Keemia Grupi territooriumile elektrodikoksi seadme paigaldamine. Seade on ette nähtud generaatorõlide destilleerimisjäägi ja Petroteri tootmisel ringleva õli töötlemiseks, vaigukoksi, isotoopkoksi ja täiustatud struktuuriga vaigukoksi saamiseks kuubikutega koksamise teel.

Pärast auru-gaasisegu saamist eraldatakse vee, bensiini ja gaasi kondensatsiooniseadmes kerge destillaat. Raske toode siseneb mahutitesse ja seejärel kuubikutesse ning kerge toode siseneb järgnevas jahutamiseks õhkkülmikutesse.

Lõputöö raames moderniseeritakse vananenud juhtimissüsteem nii, et see vastab tänapäeva nõuetele, minimaliseerides inimteguri osa protsessis.

Praegu saadakse andmeid Unitronics kontrolleri abil. Õhkjahutite ventilaatorid lülitatakse sisse käsitsi (operaatori paneelilt), ventiilid avatakse samuti käsitsi.

Töö eesmärgiks on kondensatsiooniseadme kaasajastamine. Projekt loob haldus- ja visualiseerimisprogrammi, mis võimaldab hädaolukordadele võimalikult kiiresti reageerida.

Lõputöö ülesandeks on uue kontrolleri lisamine, mõõteriistade osaline asendamine, juhtprogrammi kirjutamine ja juhtimissüsteemi visualiseerimine.

Paigalduse uuendamiseks valiti kontrolleri Siemens S-1200, kuna Siemensi kontrolleritel on lai valik funktsioone ja neid kasutatakse enamikus Viru Keemia Grupi paigaldistes.

Üks peamisi ülesandeid on ka asendada vana arvuti, mis juhib kondensatsiooniseadet.

Siemens AG arenduskeskkonna Tia Portal versiooni 15.1 kasutatakse elektrodikoksi tehase kondensatsiooniseadme uuendamiseks.

Visualiseerimine toimub Tia Portal 15.1 WinCC-s. Programmi väljatöötamine ja visualiseerimine toimub ühes keskkonnas.

# 1 PROTSESSI JUHTIMISSÜSTEEM

## 1.1 Protsessi juhtimissüsteemi kirjeldus

Elektroodikositehase kondensatsiooniseade on ette nähtud Petroteri toodetud destilleerimisjäägi ja tsirkuleeriva õli töötlemiseks, et saada kuubikutes koksamise teel tõrvakoksi, isotoopkoksi, aga ka parendatud struktuuriga tõrvakoksi.

Auru-gaasisegust eraldatakse kondensatsiooniseadmes kerge destillaat veeks, bensiiniks ja gaasiks. Raske toode siseneb konteineritesse ja seejärel kuubikutesse, kerge toode aga järgnevat jahutamiseks õhkjahutisse.

Juhtimissüsteemi ja arvuti vahelise ühendus juhtimispuldil toimus ICP-CON moodulite abil (Joonis 1.1) [1]. Analoo- ja diskreetsed signaalid ühendatakse ICP-CON moodulitega ja väljastatakse seejärel DCON-protokolli kasutades SCADA Trace Modele. (DCON-protokolli kasutatakse ülem-alam võrguarhitektuuril. Võrgus võib olla kuni 255 alamseadet, kuid ainult üks ülemseade, mis välistab konfliktide tekkimise). [2]



Joonis 1.1 ICP-CON I-7017

Viru Keemia Grupi ettevõttes toimub Siemens AG kontrollrite baasil juhtimissüsteemide ühtlustamine, kuid DCON protokollid Simatic Siemensi kontrollid ei toeta. Selles lähtuvalt otsustati kogu automaatikasüsteem üle viia Simatic Siemens AG kontrollritele.

## 1.2 Varasema süsteemi analüüs

Olemasoleva süsteemi analüüsi tulemusena tuvastati järgmised puudused:

1. Õhkjahutite ventilaatorite käivitamine toimub ainult käsitsirežiimis, mis võib rasket monotoonset tööd arvestades operaatori väsimuse korral põhjustada kriitilise olukorra.
2. Analoo- ja digitaalsignaalide edastamise seadmed on vananenud ja vajavad väljavahetamist. Mõned parameetrid näitavad ebausaldusväärseid väärtusi.
3. SCADA-süsteem töötab Windows XP operatsioonisüsteemil. Selle operatsioonisüsteemi toetamine on praegu lõpetatud.

Kõik tuvastatud puudused kõrvaldatakse projekti raames.

### **1.3 Tehniline ülesanne**

Analüüsi käigus koostati tehniline ülesanne, mille raames on vaja täita järgmised ülesanded:

- kondensatsiooniseadme automaatjuhtimissüsteemi vahetamine uue, tänapäevastele nõuetele vastava vastu;
- töötava, võimalikult palju inimefaktorit välistava juhtimissüsteemi loomine tänapäeva operatsioonisüsteemil uue visualiseerimissüsteemiga Siemensi kontrolleriiga tehnoloogilise skeemi abil. Tehnoloogiline skeem on toodud lisas 1.

Projekteerimisel on vaja:

- protsessi täielik visualiseerimine arvutiekraanil;
- tagada mõõteriistade näitude väljastamine nõutavates mahtudes;
- esitada algoritm õhkjahuti ventilaatorite automaatseks juhtimiseks;
- häirete profülaktika vastavalt parameetrite loetelule;
- koostada iga parameetri jaoks töögraafikud;
- realiseerida häireseadete muutmise võimalus parameetrite kaupa erinevates aknades;
- rakendada side uude arvutisse paigaldatava Unironic ja SCADA-süsteemi vahel, samuti kuvada näidud uues SCADA-süsteemis. Side toimub Insat OPC Serveri abil.

## **2 PROJEKTI REALISEERIMINE**

### **2.1 Varustuse valik**

Enne moderniseerimist juhiti elektrodikoksi tehas Unitronicsi kontrolleringa ja parameetrid väljastati SCADA-süsteemi Trace Mode jälgimisrežiimil, kasutades ICP CON-i.

Projekti käigus otsustati jätta olemasolevast Unironics kontrolleringit, mida reguleeritakse põhilist paigaldusprotsessiga. Andmevahetamine realiseerida OPC-Serveri läbi uuele SCADA-süsteemile. Samuti lisada uus Siemens AG kontrollering oma moodulitega.

Siemens on üks maailma suurimaid energiasäästlike ja ressursse säästvate tehnoloogiate tootjaid. SIMATIC Siemens kontrolleringite valik sisaldab põhikontrollereid, täiustatud kontrollereid, välisseadmeid ja laiendatud funktsioonide kontrollereid.

Põhikontrolleritel SIMATIC S7-1200 on lai valik tehnoloogilisi funktsioone integreeritud sisendite ja väljunditidega. Kuna need on modulaarse disainiga, saab süsteemi funktsionaalsust igal ajal laiendada.

Peakontrolleriks valiti SIMATIC S7-1200 1215C DC / DC / DC 6ES7 215-1AG40-0XB0. [3]

Projektis kasutatakse 5 analoogsisendi moodulit AI 8x13-bitine 6ES7 231-4HF32-0XB0. [4]

### **2.2 Sideprotokollid ja interfeisid**

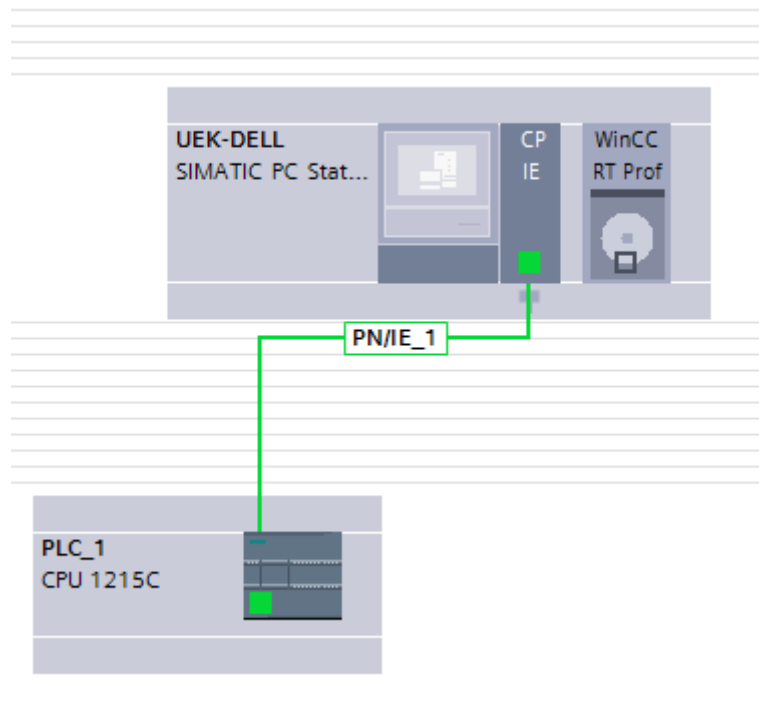
Unitronicsi kontrolleringi ja uue SCADA -süsteemiga arvuti vahel toimub andmevahetus kahejuhtmelise side kaudu, Modbusi protokollil abil, kasutades INSAT OPC SERVER.

Siemens kontrolleringi ja arvuti vaheline side SCADA-süsteemiga toimub Profineti protokollil keerdparkaabli kaudu.

Iga seadme jaoks kasutatakse unikaalne IP-aadressi.

Profinet on Etherneti-loodud PROFIBUS-automaatikastandard, mis määratleb automatiseerimise koostalitlusvõime mudeli. PPROFINET kasutab kiiret ja turvalist andmevahetust. PROFINET sisendid ja väljundid realiseeritakse andmevahetamise tehnoloogiaga, mis võimaldab kõikidel võrkudel igal ajal siseneda. Seejärel saab võrku kasutada palju tõhusamalt andmete samaaegseks edastamiseks mitmest võrgusõlmest. Samaaegne saatmine ja vastuvõtmine toimub täisduplekslülitusega Etherneti kaudu. PROFINET põhineb Etherneti täisdupleksil ja on 100 Mbit/s kiirusega.

Elektrodikoksitehase kondensatsiooniosakonna juhtimine toimub tehasest kaugel, operaatoripuldil otse läbi Scada-süsteemi arvutil. (Joonis 2.1)



Joonis 2.1 Võrk, kus asuvad kontrolleri ja SCADA-süsteemiga arvuti.

## 2.3 Modbus protokoll

Modbus on avatud sideprotokoll, mis põhineb Master-Slave (alam-ülem) arhitektuuril, mille töötas välja Modicon 1979. aastal.

Seda kasutatakse laialdaselt tööstussektoris elektrooniliste seadmete vahelise suhtluse korraldamiseks. Seda on rakendatud diskreetsete ja analoogsete sisend/väljundsignaalide edastamiseks. Seda saab kasutada andmete edastamiseks jadasideliinide RS-485, RS-422, RS-232 ja TCP / IP võrkude (Modbus TCP) kaudu. Modbus RTU paketid on mõeldud ainult andmete saatmiseks; neil ei ole võimalust saata parameetreid nagu punkti nimi, eraldusvõime ja ühikud. RS 232, RS 422, RS 423, RS 485 on arvutite ja seadmete jadasidemeetodid.

Seade tuvastatakse konfigureeritud aadressi järgi. Kõigil mooduli seadmetel peavad olema samad seaded. [5]

## 3 JUHTIMISPROGRAMM

### 3.1 Programmi plokid

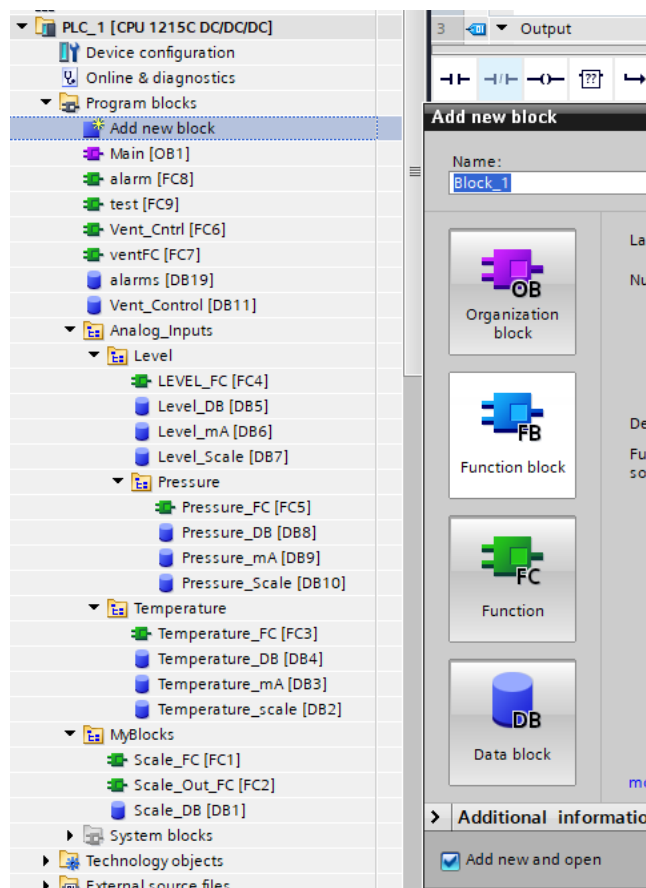
Programmikoodi väljatöötamiseks kasutati programmi Siemens Tia Portal v15.1

Programm on jagatud eraldi plokkideks, mis täidavad oma funktsioone. (Joonis 3.1)

Main - põhiprogrammi plokk, milles käivitatakse kõik selles olevad plokid.

- OB – organisatsiooni plokk. Seda plokki kasutatakse erinevate programmikorralduse ülesannete jaoks.
- FC - funktsionaalne plokk muutjate ühendamiseks ja nendevahelise loogika rakendamiseks. Selles plokkis võib kasutada eraldi kirjutatud funktsioone, mis töötavad erinevate väliste muutumistega.
- DB – andmeplokk. Plokk on mõeldud muutujate salvestamiseks.

Ploki näide - muutuvate analoogsignaalide (tase, rõhk, temperatuur) salvestamine



Joonis 3.1 Programmi plokid



### 3.2 Muutjate lisamine

Kõigepealt tuleb lisada muutjate loend vastavalt muutjate lehele (Tag List). Tehnilise ülesannete järgi koostatakse muutjate leht, kuhu sisestatakse muutjad koos nimedega ja täpsete aadressidega moodulitel või kontrolleriil. (Moodulitel olevad aadressid seatakse automaatselt, olenevalt positsioonist kontrolleri külge kinnitatud järjestikus). Samuti on oluline määrata õige andmetüüp. Sel juhul see on "Int" (Integer, mida tähendab täisarvu) (Joonis 3.2)

AI 8x13BIT_1 [Module]						
General		IO tags	System constants		Texts	
	Name	Type	Address	Tag table	Comment	
	PIR-116	Int	%IW112	Temp	Т вх. Возд Холодильник-1	
	PIR-117	Int	%IW114	Temp	Т вых. Возд Холодильник-1	
	PIR-119	Int	%IW116	Temp	Т вых. Возд Холодильник-2	
	PIR-121	Int	%IW118	Temp	Т вых. Возд Холодильник-3	
	PIR-122	Int	%IW120	Temp	Т вх. Возд Холодильник-4	
	PIR-123	Int	%IW122	Temp	Т вых. Возд Холодильник-4	
	PIR-124	Int	%IW124	Temp	Т вх. Возд Холодильник-5	
	PIR-125	Int	%IW126	Temp	Т вых. Возд Холодильник-5	

Joonis 3.2 Mooduli temperatuuride loend koos kommentaaride, aadresside ja andmetüüpidega.

### 3.3 Sissetulevate analoogsignaali töötlemine

Iga anduri analoogsignaali tuleb inseneri ühikutes. Reaalväärtuse ja väärtuse mA saamiseks tuleb kõiki signaale töödelda valemi järgi.

Luuakse funktsiooniplokk (Scale\_FC [FC1]) ja STL programmeerimiskeeles kirjutatakse funktsioon, mida hakatakse kasutama kõikide signaalide töötlemiseks. (Joonis 3.3)

Näiteks anduri signaal annab 13824 inseneri ühikut, sellest lähtuv matemaatiline valem näeb välja nii:

$$\frac{(13824 - 0)}{(27648 - 0)} * (100\% - 0\%) + 0\% = 50\%$$

Näit on täpselt 50%

Skaala kontroll mA-des:

$$\frac{(13824 - 0)}{(27648 - 0)} * (20 \text{ mA} - 4 \text{ mA}) + 4 \text{ mA} = 12 \text{ mA}$$

Näit on 12 mA, mis on 50% vahemikust 4–20 mA.

Arvutustest selgub, et maksimaalne väärtus inseneri ühikutes, mida andur suudab anda, on 27 648 inseneri ühikut (mis on 100%), katkenduste korral on 32 768 ja

minimaalselt 0 inseneri ühikut (0%), samal ajal mA-s saame 4–20 mA. Mis on samuti 0-100%.

Scale_FC				
Name	Data type	Default value	Comment	
Input				
Value_inp	Word			
Min_Inp	Real			
Max_Inp	Real			
Min_Scale	Real			
Max_scale	Real			
Output				
Value_Out	Real			

```

1 #Value_Out := (((#Value_inp - #Min_Inp) / (#Max_Inp - #Min_Inp)) * (#Max_scale - #Min_Scale)) + #Min_Scale;
2
3 IF (#Value_inp < #Min_Inp) OR (#Value_inp < 0) THEN
4     #Value_Out := #Min_Scale;
5 END_IF;
6
7
8 IF #Value_inp > #Max_Inp THEN
9     #Value_Out := #Max_scale ;
10 END_IF;
11

```

Joonis 3.3 Sissetulevate analoogsignaali töötlemise valem

Järgmiseks on vaja seda funktsiooni kasutada iga analoogsignaali jaoks, mida töötab vahemikus 4–20 mA.

Näiteks on kõikide tasemete signaalide töötlemise võrdlus.

Selleks tuleb luua skaleeriv andmeplokk (Level\_Scale [DB7]), milliampritega andmeplokk (Level\_mA [DB6]), muutujate enda andmeplokk (Level\_DB [DB5]) ja funktsionaalne plokk (LEVEL\_FC [FC4]), kus seda kõike töödeldakse. (Joonis 3.4)

Joonis 3.4 Plokid sissetulevate analoogsignaali töötlemiseks.

Muutjatega andmeplokki on vaja lisada siltide loend, kuhu pärast signaalide töötlemist lisatakse tegelik väärtus. (Joonis 3.5)

UEK\_06082021 > UEK\_Kondens [CPU 1215C DCD/DC] > Program blocks > Analog\_Inputs > Level > Level\_DB [DB5]

Keep actual values Snapshot Copy snapshots to start values Load start values as actual values

**Level\_DB**

Name	Data type	Offset	Start value	Retain	Accessible f...	Writa...	Visible in ...	Setpoint
Static								
LIR-406	Real	0.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LIR-401	Real	4.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LIR-402	Real	8.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LIR-408	Real	12.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LIR-409	Real	16.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LI-403	Real	20.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LIR-410	Real	24.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Joonis 3.5 Muutjate loend, kuhu kirjutatakse neile tegelik väärtus (Level\_DB [DB5])

Andmeplokk mA-le on vaja lisada muutjate loend, kuhu pärast signaalide töötlemist kirjutatakse väärtus mA-des. (Joonis 3.6)

UEK\_06082021 > UEK\_Kondens [CPU 1215C DCD/DC] > Program blocks > Analog\_Inputs > Level > Level\_mA [DB6]

Keep actual values Snapshot Copy snapshots to start values Load start values as actual values

**Level\_mA**

Name	Data type	Offset	Start value	Retain	Accessible f...	Writa...	Visible in ...	Setpoint
Static								
LIR-406_mA	Real	0.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LIR-401_mA	Real	4.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LIR-402_mA	Real	8.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LIR-408_mA	Real	12.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LIR-409_mA	Real	16.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LIR-410_mA	Real	20.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LI-403_mA	Real	24.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Joonis 3.3.4 Muutjate loend tegeliku väärtuse kirjutamiseks (Level\_mA [DB6])

Skaleerimise andmeplokki on vaja lisada muutjate loendi praeguste muutujate maksimaalse ja minimaalse skaalaga. Need väärtused määrab projekti meeskond vastavalt tehnilisele ülesandele. (Joonis 3.7)

UEK\_06082021 > UEK\_Kondens [CPU 1215C DCD/DC] > Program blocks > Analog\_Inputs > Level > Level\_Scale [DB7]

Keep actual values Snapshot Copy snapshots to start values Load start values as actual values

**Level\_Scale**

Name	Data type	Offset	Start value	Retain	Accessible f...	Writa...	Visible in ...	Setpoint
Static								
LIR-406_min	Real	0.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LIR-406_max	Real	4.0	100.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LIR-401_min	Real	8.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LIR-401_max	Real	12.0	100.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LIR-402_min	Real	16.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LIR-402_max	Real	20.0	100.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LIR-408_min	Real	24.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LIR-408_max	Real	28.0	100.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LIR-409_min	Real	32.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LIR-409_max	Real	36.0	100.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LIR-410_min	Real	40.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LIR-410_max	Real	44.0	100.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LI-403_MIN	Real	48.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LI-403_MAX	Real	52.0	100.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

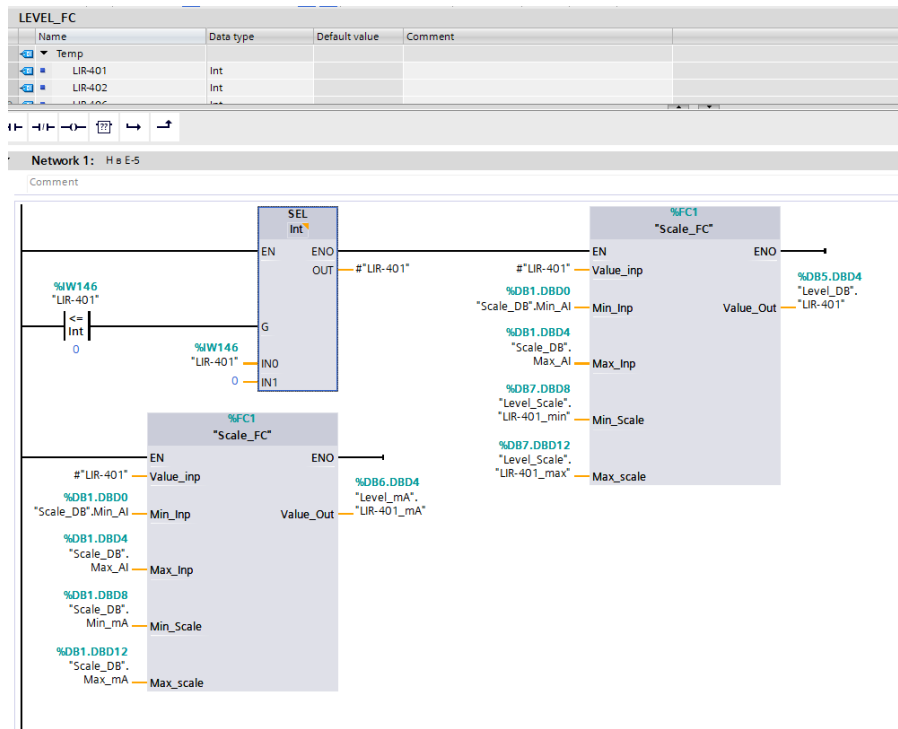
Joonis 3.7 Loend praeguste muutujate skaaladega (Level\_Scale [DB7])

Järgmine samm on kõikide signaalide töötlemine.

Funktsiooniplokis (LEVEL\_FC [FC4]) kutsutakse iga parameetri jaoks välja eelnevalt kirjutatud funktsioon Scale\_FC, asetades esmalt valikuplokki (SEL), kuhu kirjutatakse tingimus, et kui väärtus on väiksem kui "0", siis jäetakse see väärtus alles, vastasel

juhul kirjutatakse see funktsiooniplokk lokaalsesse muutjasse edaspidi kasutamiseks signaali töötlemisel funktsiooni Scale\_FC abil.

Scale\_FC funktsiooni töötlemisel saadakse signaali tegelik väärtus ja väärtus mA-des. (Joonis 3.8)



Joonis 3.8 Analooisendsignaali töötlemine funktsiooniplokis LEVEL\_FC [FC4]

### 3.4 Ventilaatori juhtimise algoritm automaatrežiimis

Projekteerimise käigus oli vaja luua algoritm õhujahutite ventilaatorite automaatseks juhtimiseks. [6]

Algoritm automaatrežiimis:

Automaatrežiimis kontrollitakse algoritmi käivitamisel algselt, kas operaatorikonsoolil on automaatrežiim sisse lülitatud (ka SCADA-süsteemis peaks olema töö näit - auto).

Scada-süsteemis on nupp "Ventilaatori töö", millele klõpsates avaneb aken ventilaatorite ajaintervalli, maksimaalse ja minimaalse temperatuuri häälestusparameetritega. Operaator määrab selles aknas temperatuuri ja aja seaded, mille järgi ventilaatorid automaatselt sisse ja välja lülitatakse.

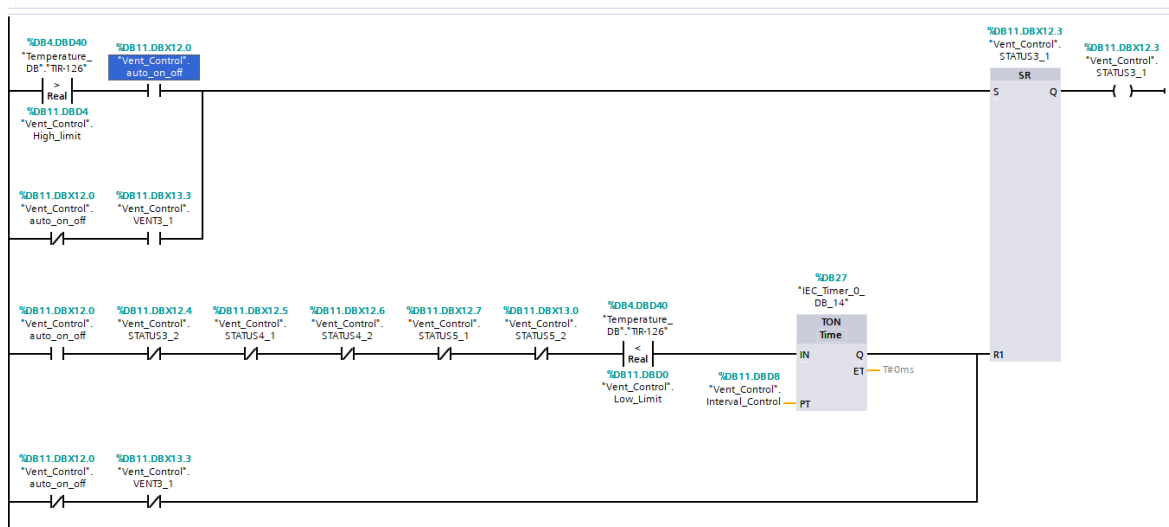
Kui juhtimisrežiim on automaatne, siis algoritm kontrollib temperatuuri, millest sõltub ventilaatorite sisselülitamine. Kui temperatuur on maksimaalsest seadistusest kõrgem, siis esimene ventilaator lülitab sisse, töötab teatud ajavahemiku ja siis kontrollib, kas temperatuur on langenud, kui mitte, siis lülitab järgmine sisse ja nii järjekorras.

Ventilaatorid lülitatakse välja vastupidises järjekorras alates viimasest kuni esimeseni, vastavalt minimaalsele temperatuuri seadeväärtusele. Plokkskeem on toodud lisas 2.

Operaator saab otse SCADA-süsteemist ka käsitsi vahetada manuaalrežiimi, ventilaatoreid sisse ja välja lülitada.

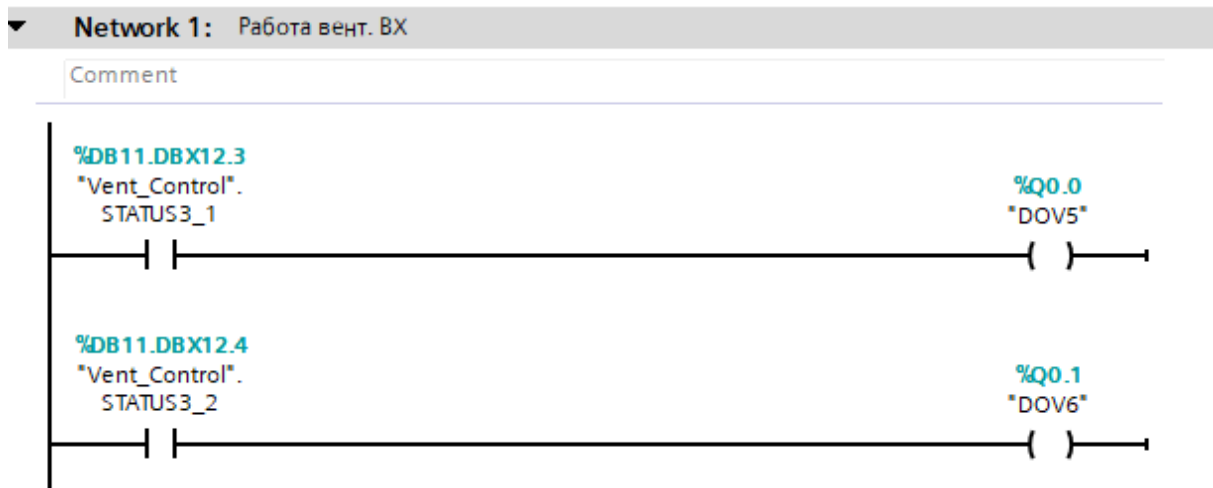
### 3.5 Ventilaatorite algoritm TIA Portaalis

Automaatrežiimis käivitamisel algoritm, se tähendab, kui sees on "auto" režiim, mis aktiveeritakse füüsiliselt operaatoripaneelilt ("Vent\_Control" .auto\_on\_off), kui hetketemperatuur ("Temperature\_DB". "TIR-126") ületab maksimaalse häälestusparameetri ("Vent\_Control" .High\_limit), rakendub seadistatud bitt päästikule ("Vent\_Control" .STATUS3\_1), see tähendab, et ventilaator 3\_1 on sisse lülitatud. (3 õhujahutit, ülemine ventilaator). (Joonis 3.9)



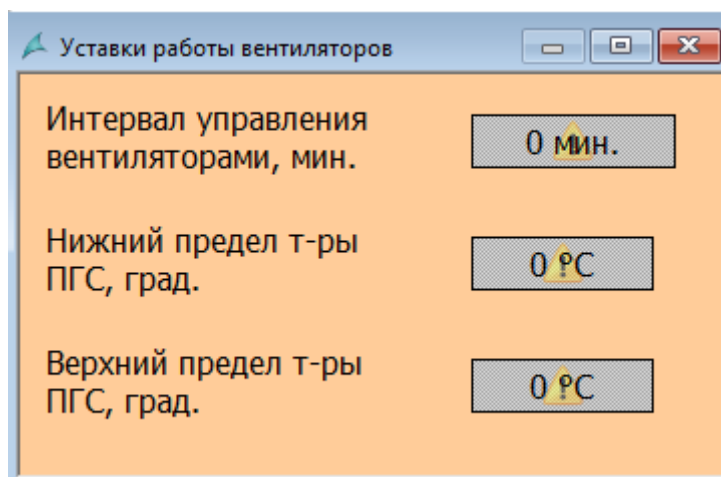
Joonis 3.9 Ventilaatori 3\_1 sisse- ja väljalülitamise loogika Tia portaalis

Muutuja Vent\_Control ".STATUS3\_1, nagu ka teised selle loogika bool-tüüpi muutujad, saadab signaali kontrolleri väljundisse, mis omakorda lülitab sisse ja välja vajaliku ventilaatori. (Joonis 3.10)



Joonis 3.10 Saadab väljundisse signaali edastamine kontrolleriile.

Ventilaator töötab operaatoritele teadaoleva aja jooksul vastavalt kõikidele ventilaatoritele kehtivatele nõuetele. ("Vent\_Control" .Interval\_Control) (joonis 3.11)



Joonis 3.11 Ventilaatori seaded

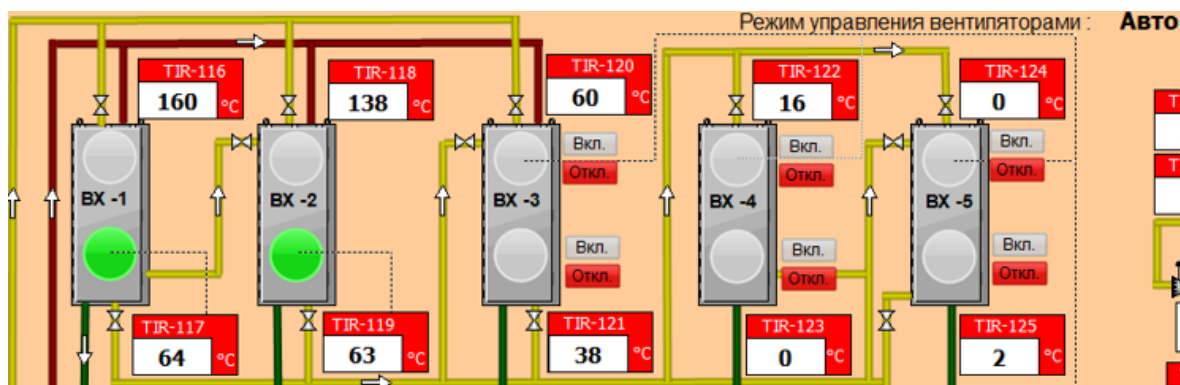
Kui ajavahemik ("IEC\_Timer\_0\_DB\_14") on möödas ja temperatuur ("Temperature\_DB". "TIR-126") on langenud alla minimaalse sättepunkti ("Vent\_Control" .Low\_Limit), on lubatud ka automaatne režiim ("Vent\_Control".auto\_on\_off), ja kõik eelnevad ventilaatorid on välja lülitatud ("Vent\_Control".STATUS3\_2, "Vent\_Control".STATUS4\_1, "Vent\_Control".STATUS4\_2, "Vent\_Control".STATUS5\_1, "Vent\_Control".STATUS5\_2), siis algoritm lülitab välja viimase sisse lülitatud ventilaatori. Loogikas olev ventilaatorite nimekiri on vajalik selleks, et vastavalt tehnilise ülesande tingimustele vastupidises järjekorras õigesti välja lülitada.

### 3.6 Ventilaatori käsitsi töörežiim

Manuaalrežiim lülitatakse sisse füüsiliselt operaatoripaneelil oleva nupuga.

Ventilaatori käsitsijuhtimise režiimi korral saab operaator käsitsi sisse ja välja lülitada mis tahes ventilaatori operaatoripaneelilt füüsiliselt, samuti kasutades SCADA-süsteemi nuppe "Sees" ja "Väljas". Nupud asuvad ventilaatori kõrval, millele need viitavad.

Klõpsates nuppu "Sees", süttib nupp roheliselt ja "Väljas" - hallilt. Töötava ventilaatori näidik süttib samuti roheliselt. (Joonis 3.12)



Joonis 3.12 Nupud õhkkülmikute ventilaatorite sisse- ja väljalülitamiseks käsitsi

## 4 UNITRONICSI JA SCADA-SÜSTEEMI VAHEL KOMMUNIKATSIOONI REALISEERIMINE

### 4.1 Matrikon OPC Server

Seadmetevahelise andmevahetuse rakendamiseks kasutab Viru Keemia Grupp peamiselt OPC Serverit. OPC Server (Open Protocol Communications) on tarkvara- ja sidevärv klient-server arhitektuuril töötavate juhtimissüsteemide integreerimiseks. Lihtsamalt öeldes on see tarkvaratoode, mis installitakse arvutisse ja toimib vahepealne andme salvestusega, mis toetab klient-server arhitektuuri.

Praegune projekt kasutab Insati Matrikon OPC serverit. Matrikon OPC Server on platvormideülene (see võib töötada erinevates süsteemides, sealhulgas Simatic Siemens S-7 1200 toetab OPC serverit). [7]

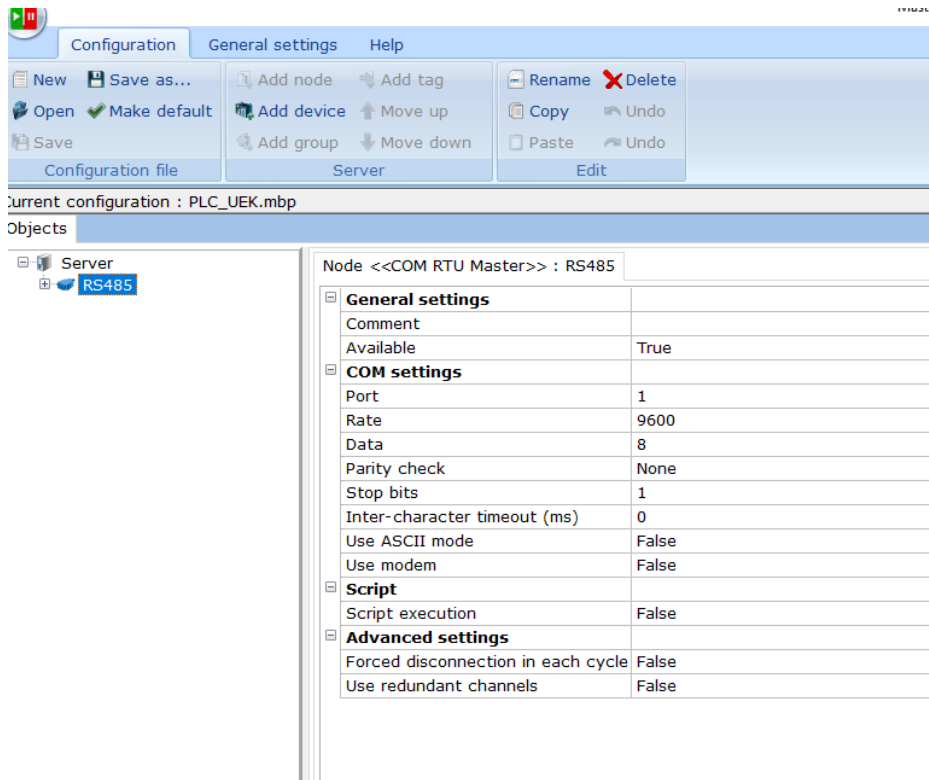
Füüsiliselt toimub side Unitronicsi kontrolleri ja Scada-süsteemile arvuti vahel 2-soonelise kaabli abil, kasutades RS-485 interfeisidega Modbusi protokollit ja konvertoriga ICP CON-7561. ICP CON-7561 on USB / RS-232/422/485 konvertor toetab USB 1.1 / 2.0 / 3.0. (Joonis 4.1) [8],[9],[10].



Joonis 4.1 Unitronics – PC andmevahetuse põhimõte.

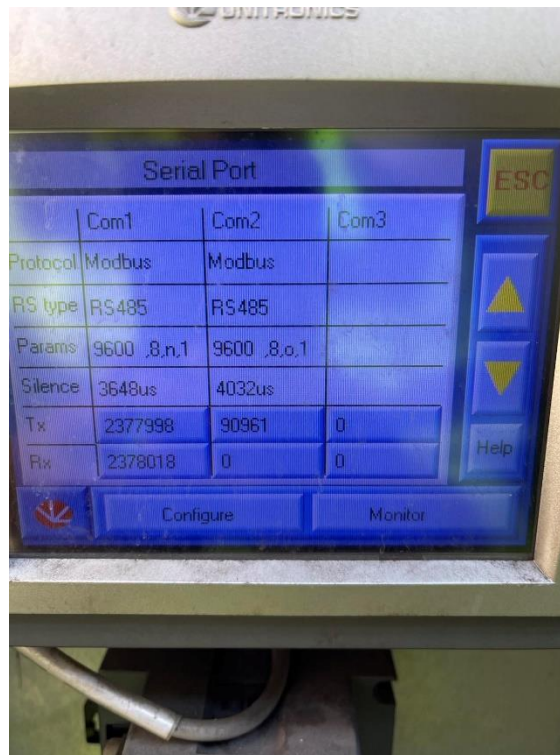
Programmi OPC Server konfigureerimiseks on vaja luua ühendus serveriga. Selles serveris peavad sätted ühtima selle seadme sätetega, millest teavet loetakse. (Joonis 4.2)





Joonis 4.2 Serveri seaded

Seadistused Unitronics kontrolleriil, millest võetakse infot. (Joonis 4.3)

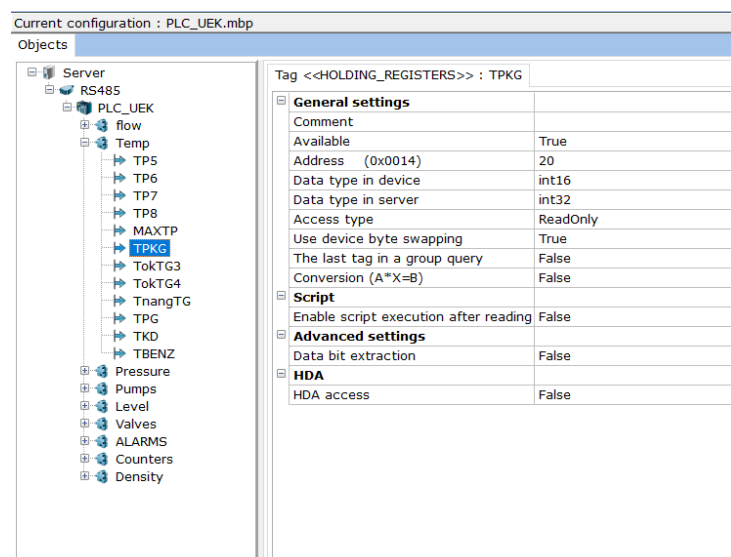


Joonis 4.3 Seadistus Unitronicsi kontrolleriil

Kui kõik seaded on identsed, siis on vaja sisestada muutujate registrid, mis tuleb kirjutada.

Mugavuse huvides sorteeritakse muutjad rühmade kaupa (temperatuur, rõhk, seis, kulu ja muud)

Muutjate lisamiseks tuleb sisestada õige registri aadress, andmetüüp ja juurdepääsu tüüp. (Joonis 4.4)



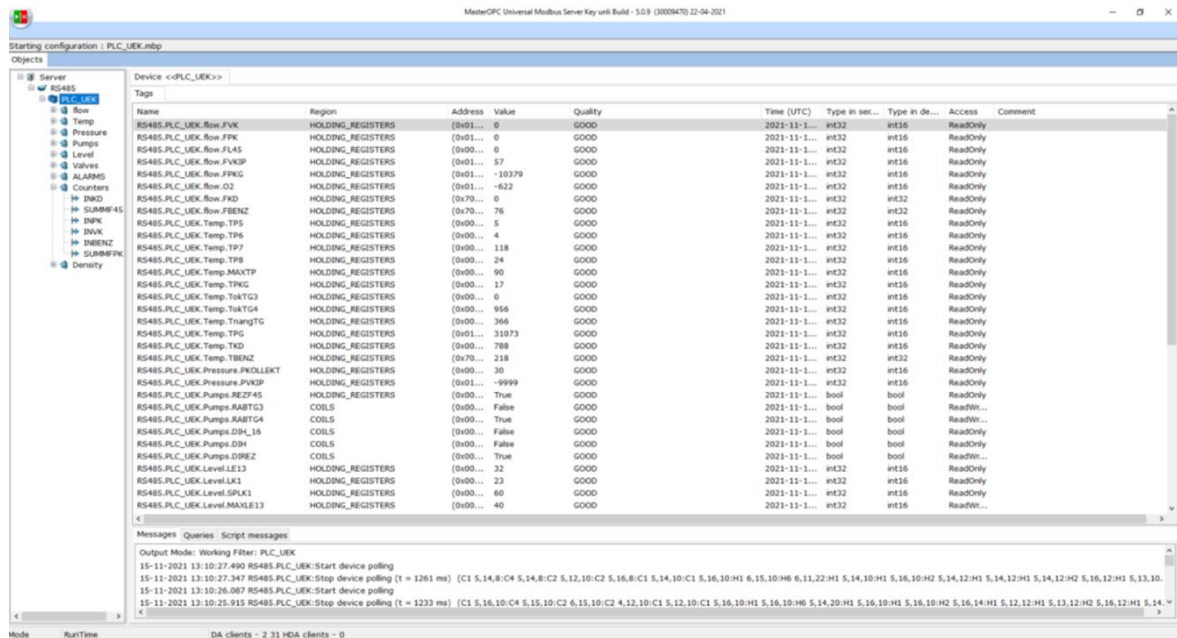
Joonis 4.4 Muutjate lisamine OPC Serverisse.

Praegused registrid asuvad projekti dokumentatsioonis, iga muutja jaoks eraldi registrinumbriga. Registrate korrektseks sisestamiseks OPC serverisse tuleb kasutada Viru RMT sisedokumentatsiooni, kus on märgitud nihe, millega registrid OPC serverisse sisestada. (Joonis 4.5)

Регистры			Номер команды MODBUS	
Значение указателя От:	Тип операнда	Размер регистра	Чтение	Запись
0000	MI	16 бит	# 03 Read Holding Registers	# 16 Preset Holding Registers
4000	SI	16 бит		
5100	ML	32 бита		
6100	SL	32 бита		
6300	MDW	32 бита		
6700	SDW	32 бита		
6900	Timer preset	32 бита		
7300	Timer current	32 бита		
7700	MF	32 бита		
7800	Counter Preset	16 бит		
7900	Counter Current	16 бит		

Joonis 4.5 Viru RMT sisedokumentatsioon, OPC Serveri muutjate lisamiseks.

Vastuvõetud andmete kontrollimiseks on vaja server käivitada. Veerus nimega "Quality" peaks iga muutja kõrval ilmuma olek – "Good". Samuti muutja praegune väärtus veerus "Value". (Joonis 4.6)

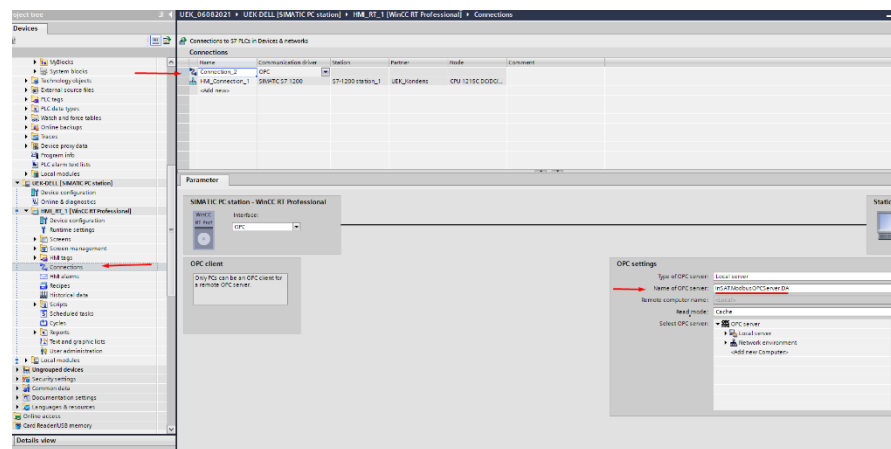


Joonis 4.6 OPC serveri töö staatus.

## 4.2 OPC Serveri ühendamine Simatic Siemens TIA Portaalis v 15.1

OPC-serverist andmete vastuvõtmiseks on vaja luua ühenduse Tia Portaalis.

Tia Portaalis on vaja lisada ühenduse jaotisesse "Connections", lisades "New Connection", valida ripploendist OPC tüüp ja valida OPC-server, millist kasutatakse. (Joonis 4.7)

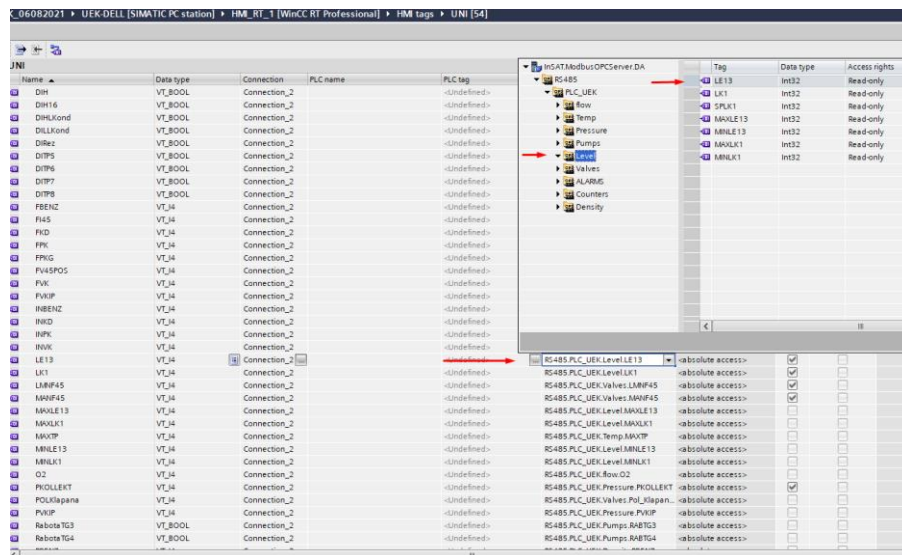


Joonis 4.7 OPC serveri ühendus

### 4.3 Muutujate töötlemine ja lisamine HMI-sse

Scada süsteemi muutujate lisamiseks on vaja kõigepealt kirjutada muutujad "HMI tags" lehele.

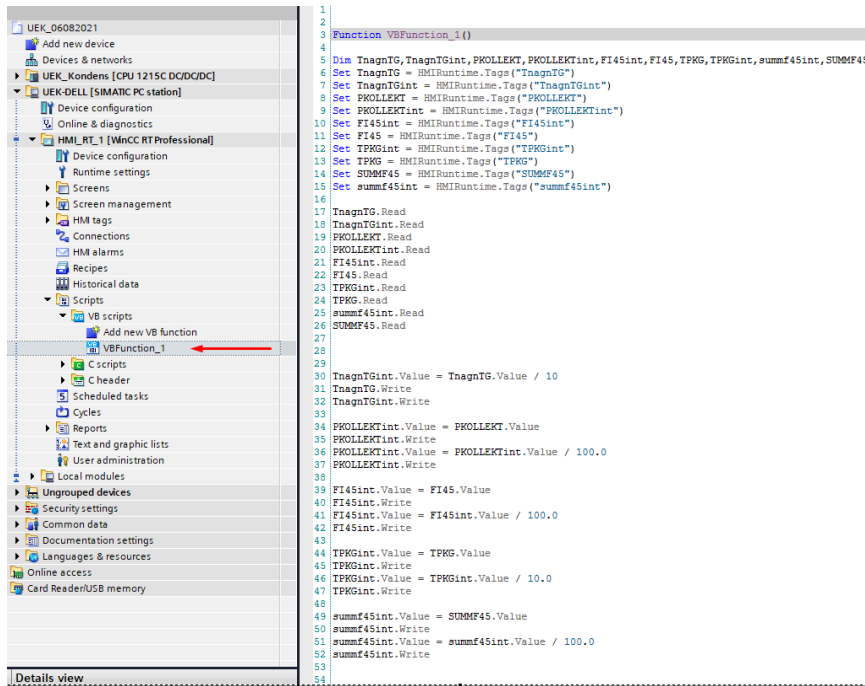
Selleks tuleb luua OPC serveri muutujate jaoks eraldi rühm ja lisada sinna muutujaid, täpsustades jaotises "Connections" loodud ühenduse vastavale muutujatele. (Joonis 4.8)



Joonis 4.8 Muutujate lisamine HMI-sse.

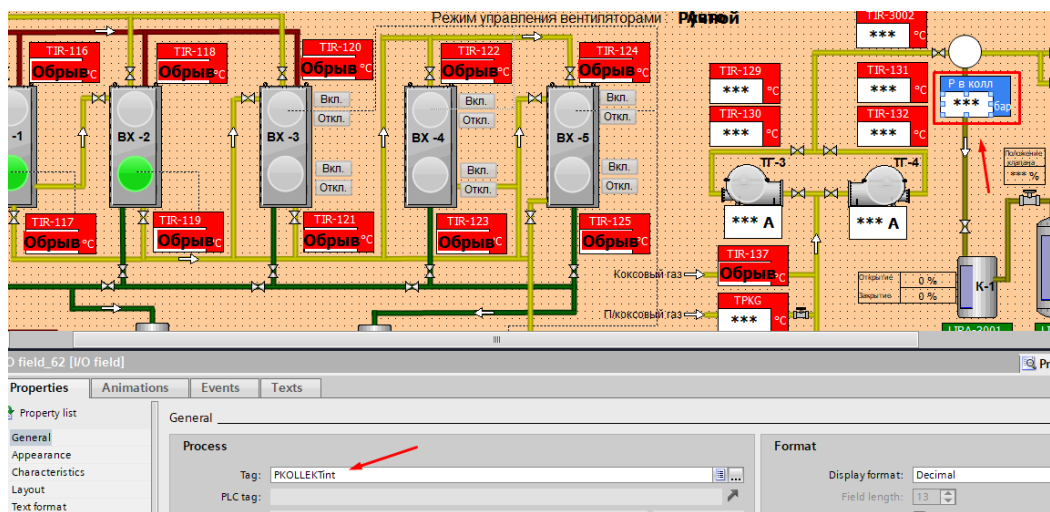
### 4.4 Muutujate lisamine SCADA-süsteemi

Muutujaid, mis tulevad OPC serverist, vajavad töötlemist. Väärtuste ülekandmine registrites Modbusi kaudu on tavaliselt 10 korda ülenenud ning töötlemist vajab ka andurilt analoogmoodulist tulev signaal. Selleks tuleb Siemens Tia Portal v 15.1 muutujate töötlemiseks kirjutada skript. Selleks on vaja signaali töötlemiseks kirjutada funktsioonid. Vajutame "HMI - scripts", luuame "VBFunction". Skriptis peame määrama muutuja, millega töötame, ning uue töödeldud väärtuse lugema ja üle kirjutama teise muutujasse. (Joonis 4.9)



Joonis 4.9 Muutujate töötlemine.

Saadud väärtused saab juba SCADA-süsteemile kirjutada. (Joonis 4.10)



Joonis 4.10 Määrame SCADA-süsteemile uued muutujad.

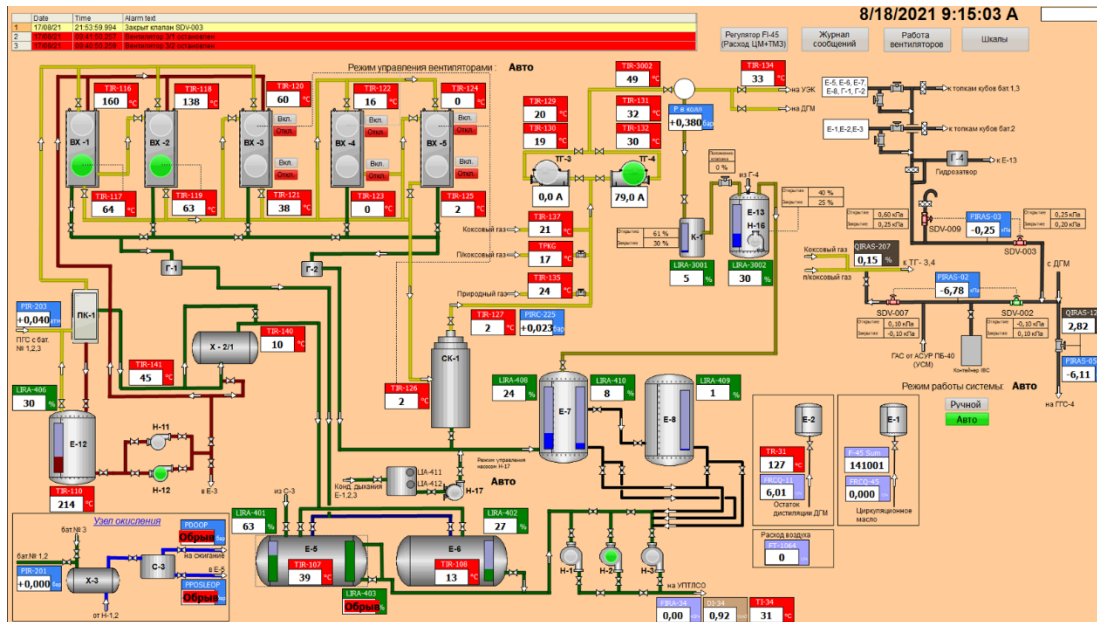
## 5 VISUALISEERIMINE

### 5.1 Visualiseerimise süsteem

Visualiseerimissüsteem töötati välja TIA portaali v 15.1 WinCC keskkonnas.

Protsess kasutab uude arvutisse installitud Siemensi WinCC SCADA-süsteem, mida kuvatakse 27-tollisel ekraanil eraldusvõimega 1920 x 1080 pikslit.

Kui süsteem käivitub, laaditakse käivitusaken (Joonis 5.1)



Joonis 5.1 Projekti käivitusaken Tia portaalis v 15.1 WinCC HMI.

Ekraanil on Viru Keemia Grupi territooriumil asuva elektroodikoksitahase kondensatsioonisõlme tehnoloogiline skeem. Andurite näidud (temperatuur, tase, rõhk ja kulu), gaasipuhurite voolutugevus, seadmete töö näit, automat- ja manuaalrežiimide näit, ventiilide asend, samuti ventilaatorite sisse- ja väljalülitamine käsitsi ja automatrežiimis kuvatakse režiimid, sealhulgas töö näit. [11]

Kõikidel andurite näidudel on oma tähendus.

Tähtede tähistus:

- T – temperatuur;
- P – rõhk;
- L – seis;
- F – kulu;
- Q – arvesti;

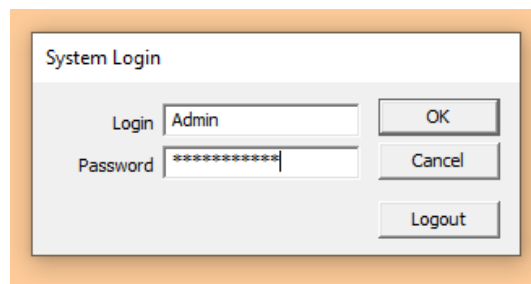
- I – indikatsioon;
- A – signalisatsioon;
- R – graafik;
- S – blokeerimine;
- C – reguleerimine.

## 5.2 Kasutaja autoriseerimise ja skaleerimise aken

Kogu süsteem on jagatud operaatori ja administraatori juhtimiseks.

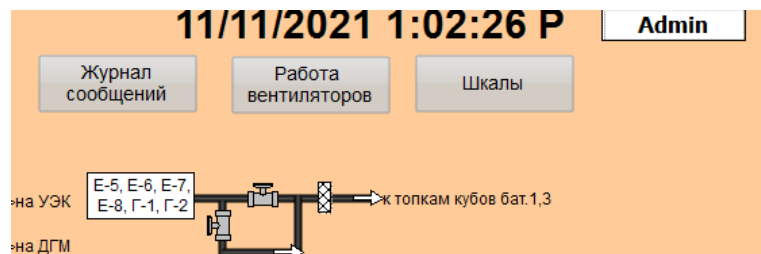
Üldist tehnoloogilist skeemi saab juhtida ilma loata või operaatori režiimis.

Ainult "Skaalad" aken avamiseks on vaja administraatori volitusi. (Joonis 5.2)



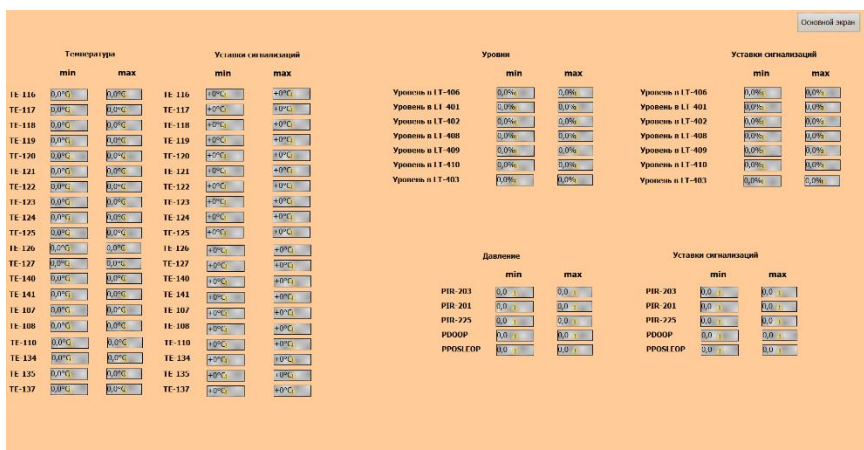
Joonis 5.2 Kasutaja autoriseerimine

Pärast autoriseerimist kuvatakse paremas ülanurgas kasutaja ID. (Joonis 5.3)



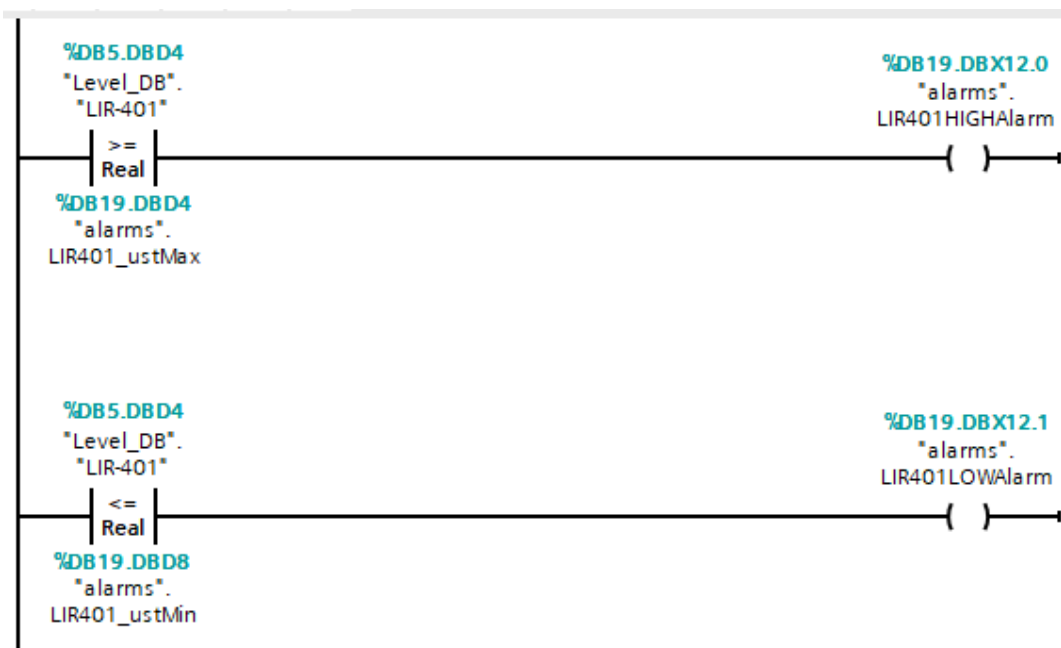
Joonis 5.3 Kasutaja ID

Akna "Skaalad" avamisel saab reguleerida hääreseadeid, samuti muuta andurite maksimaalset ja minimaalset skaalat otse SCADA-süsteemist, mis lihtsustab oluliselt tööd, kui on vaja andurite skaalat muuta. (Joonis 5.4)



Joonis 5.4 Aken "Skaalad"

Häire maksimaalset ja minimaalset seadeväärtust töödeltakse funktsiooniplokis Alarm [FC8]. Siin saame andurite näitude loogilise võrdlemise käigus maksimaalse ja minimaalse võimaliku näitudega loogilise "0" või "1". (True või False). Mida kirjutatakse vastavale muutujale. (Joonis 5.5)



Joonis 5.5 Anduri näitude võrdlus seadega.

Funktsiooniplokist Alarm [FC8] vastuvõetud signaal kirjutatakse andmeplokki Alarms [DB19]. (Joonis 5.6)



Add new device		1	Static		
Devices & networks		2	vent11on	Bool	0.0
UEK_Kondens [CPU 1215C DC/DC/DC]		3	vent11off	Bool	0.1
Device configuration		4	vent12on	Bool	0.2
Online & diagnostics		5	vent12off	Bool	0.3
Program blocks		6	vent21on	Bool	0.4
Add new block		7	vent21off	Bool	0.5
Main [OB1]		8	vent22on	Bool	0.6
alarm [FC8]		9	vent22off	Bool	0.7
analog_inp_errors [FC11]		10	vent31on	Bool	1.0
test [FC9]		11	vent31off	Bool	1.1
Vent_Cntrl [FC6]		12	vent32on	Bool	1.2
vent_on_off_fromTest [FC10]		13	vent32off	Bool	1.3
ventFC [FC7]		14	vent41on	Bool	1.4
LVL_PRESS_alm [FB3]		15	vent41off	Bool	1.5
tmp [FB2]		16	vent42on	Bool	1.6
TmpAlmBlock [FB1]		17	vent42off	Bool	1.7
alarms [DB19]		18	vent51on	Bool	2.0
analog_inp_Errors_output [DB..]		19	vent51off	Bool	2.1

Joonis 5.6 Andmeploki Alarms [DB19] vastuvõetud häirete loend

Järgmiseks sammuks tuleb lisada jooksvad muutujad koos häiretega "HMI alarmidesse", kus saab valida häireandmete tüübi, luua oma klassid koos seadistustega.

### 5.3 Sündmuste ajalugu

Sündmuste ajalugu on protsessiskeemi oluline element. Sündmuste ajalooos kuvatakse kõik seadmes toimuvad olulised sündmused, näiteks: ventilaatorite sisse- ja väljalülitamine, klappide seisundid ja andurite kriitilised tasemed. Samuti on täisloogi avades näha, mida ja millal seades juhtus. Scada-süsteemi põhikraanil kuvatakse väike osa sõnumite ajalooos, nimelt 3 viimast sündmust. (Joonis 5.7)

	Date	Time	Alarm text
1	17/08/21	21:53:59.994	Закрыт клапан SDV-003
2	17/08/21	09:41:50.257	Вентилятор 2/1 остановлен
3	17/08/21	09:40:50.259	Вентилятор 2/2 остановлен

Joonis 5.7 Sündmuste ajalugu Scada süsteemi põhikraanil

Klõpsates nuppu "Sündmuste ajalugu", avaneb täielik sündmuste ajaloo aken. (Joonis 5.8)

See aken näitab kuupäeva, täpset kellaega, signaali kirjeldust, signaali kestust ja klassi.

Оснoвнoй экрaн

Alarm view

Date	Time	Alarm text	Duration	Status	Alarm class
15/11/21	12:18:30.991	Вентилятор 3/1 остановлен	00:00:00.0	I	InStop
15/11/21	12:18:30.993	Вентилятор 3/1 запущен	00:00:00.0	O	InWork
15/11/21	12:17:50.889	Вентилятор 3/2 остановлен	00:00:00.0	I	InStop
15/11/21	12:17:50.891	Вентилятор 3/2 запущен	00:00:00.0	O	InWork
15/11/21	12:16:50.987	Вентилятор 4/1 остановлен	00:00:00.0	I	InStop
15/11/21	12:16:50.987	Вентилятор 4/1 запущен	00:00:00.0	O	InWork
15/11/21	12:15:50.989	Вентилятор 4/2 остановлен	00:00:00.0	I	InStop
15/11/21	12:15:50.984	Вентилятор 4/2 запущен	00:00:00.0	O	InWork
15/11/21	12:14:49.982	Вентилятор 5/1 остановлен	00:00:00.0	I	InStop
15/11/21	12:14:49.982	Вентилятор 5/1 запущен	00:00:00.0	O	InWork
15/11/21	12:13:49.982	Вентилятор 5/2 остановлен	00:00:00.0	I	InStop
15/11/21	12:13:49.982	Вентилятор 5/2 запущен	00:00:00.0	O	InWork
15/11/21	11:38:41.908	Низкий уровень в E-5	01:29:23.00	O	Warnings
15/11/21	11:29:01.908	Вентилятор 5/2 остановлен	01:34:08.00	I	InStop
15/11/21	11:29:01.908	Вентилятор 5/2 запущен	00:00:00.00	O	InWork
15/11/21	11:28:01.889	Вентилятор 4/1 остановлен	00:00:00.00	I	InStop
15/11/21	11:28:01.889	Вентилятор 4/1 запущен	00:00:00.00	O	InWork
15/11/21	11:27:01.889	Вентилятор 4/2 остановлен	01:33:08.00	I	InStop
15/11/21	11:27:01.889	Вентилятор 4/2 запущен	00:00:00.00	O	InWork
15/11/21	11:26:01.885	Вентилятор 4/1 остановлен	00:00:00.00	I	InStop
15/11/21	11:26:01.885	Вентилятор 4/1 запущен	00:00:00.00	O	InWork
15/11/21	11:25:01.881	Вентилятор 3/2 остановлен	00:00:00.00	I	InStop
15/11/21	11:25:01.881	Вентилятор 3/2 запущен	01:28:08.00	O	InWork
15/11/21	11:23:57.829	Вентилятор 3/1 остановлен	00:00:00.00	I	InStop
15/11/21	10:25:53.224	Высокий ток на ТГ-4	00:01:30.00	O	Warnings
15/11/21	10:24:22.927	Высокий ток на ТГ-4	00:00:00.00	I	Warnings
15/11/21	10:19:19.238	Высокий ток на ТГ-4	00:01:27.00	O	Warnings
15/11/21	10:17:51.726	Высокий ток на ТГ-4	00:00:00.00	I	Warnings
15/11/21	10:16:38.748	Низкое давление коксового газа	00:00:01.00	O	Warnings
15/11/21	10:16:37.746	Низкое давление коксового газа	00:00:00.00	I	Warnings
15/11/21	10:13:21.739	Низкое давление коксового газа	00:00:02.00	O	Warnings
15/11/21	10:13:21.738	Низкое давление коксового газа	00:00:00.00	I	Warnings
15/11/21	10:09:18.741	Низкий уровень в E-5	00:00:00.00	I	Warnings
15/11/21	10:09:17.728	Низкий уровень в E-5	00:00:00.00	O	Warnings
15/11/21	10:09:16.733	Низкий уровень в E-5	00:00:00.00	I	Warnings
15/11/21	10:06:58.727	Высокий ток на ТГ-4	00:00:27.00	O	Warnings
15/11/21	10:06:31.230	Высокий ток на ТГ-4	00:00:00.00	I	Warnings
15/11/21	10:06:07.726	Высокий ток на ТГ-4	00:00:30.00	O	Warnings
15/11/21	10:05:36.737	Высокий ток на ТГ-4	00:00:00.00	I	Warnings
15/11/21	10:03:27.226	Высокий ток на ТГ-4	00:00:24.00	O	Warnings
15/11/21	10:03:02.232	Высокий ток на ТГ-4	00:00:00.00	I	Warnings
15/11/21	10:02:57.716	Низкое давление коксового газа	00:00:00.00	O	Warnings
15/11/21	10:02:56.718	Низкое давление коксового газа	00:00:00.00	I	Warnings
15/11/21	10:02:53.937	Высокий ток на ТГ-4	00:00:22.00	O	Warnings

Ready Pending: 12 To acknowledge: 0 Hidden: 0 List: 686 1:09:35 PM

Joonis 5.8 Sündmuste ajalugu aken.

Häirete või hoiatuste signaali lisamiseks, sündmuste ajaloo Alarms [DB19], tuleb saadud häired lisada HMI Alarmisse. Selleks on vaja luua vajalikud häireklassid (Alarm classes) koos sobivate seadistustega, mis vastavad meie nõuetele. (Joonis 5.9)

Discrete alarms Analog alarms Controller alarms User a

Alarm classes

Display name	Name	State machine	Log	Backgro...	Text col...	Backgro...	Text col...	Backgro...	Text col...
Errors	Errors	Alarm with single-mode ...	<input checked="" type="checkbox"/>	...	...	...	...	...	...
Warnings	Warnings	Alarm without acknowle...	<input checked="" type="checkbox"/>	255...	0, 0, ...	255...	0, 0, ...	255...	0, 0, ...
System	System	Alarm without outgoing ...	<input checked="" type="checkbox"/>	255...	0, 0, ...	255...	0, 0, ...	255...	0, 0, ...
Diagnostics	Diagnosis events	Alarm without outgoing ...	<input checked="" type="checkbox"/>	255...	0, 0, ...	255...	0, 0, ...	255...	0, 0, ...
A	Acknowledgement	Alarm with single-mode ...	<input checked="" type="checkbox"/>	255...	0, 0, ...	255...	0, 0, ...	255...	0, 0, ...
NA	No Acknowledgement	Alarm without acknowle...	<input checked="" type="checkbox"/>	255...	0, 0, ...	255...	0, 0, ...	255...	0, 0, ...
inWork	inwork	Alarm without a knowle...	<input checked="" type="checkbox"/>	37, ...	0, 0, ...	255...	0, 0, ...	255...	0, 0, ...
InStop	instop	Alarm without acknowle...	<input checked="" type="checkbox"/>	255...	0, 0, ...	255...	0, 0, ...	255...	0, 0, ...
<Add new>									

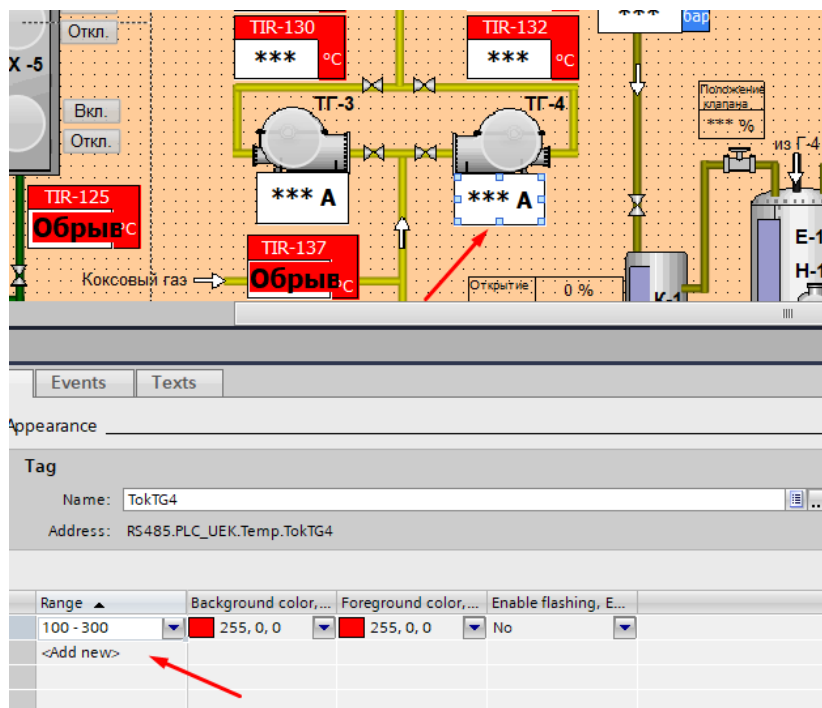
Joonis 5.9 Signaalsiooniklasside loomine.

Järgmiseks tuleb lisada häired säkisse diskreetsete häiretega (Discrete alarms), valida nende sobiv klass koos seadistustega ning sisestada teade, mida operaator sõnumilogis näeb. (Joonis 5.10)

		Discrete alarms		Analog alarms	
ID	Name	Alarm text	Alarm class	Trigger tag	
8	Discrete_alarm_8	Закрыт клапан SDV-009	Warnings	SDV_009_Closed	
9	vent11on	Вентилятор 1/1 запущен	inwork	vent11on	
10	vent11off	Вентилятор 1/1 остановлен	instop	vent11off	
11	vent21on	Вентилятор 2/1 запущен	inwork	vent21on	
12	vent21off	Вентилятор 2/1 остановлен	instop	vent21off	
13	vent31on	Вентилятор 3/1 запущен	inwork	vent31on	
14	vent31off	Вентилятор 3/1 остановлен	instop	vent31off	
15	vent32on	Вентилятор 3/2 запущен	inwork	vent32on	
16	vent32off	Вентилятор 3/2 остановлен	instop	vent32off	
17	vent41on	Вентилятор 4/1 запущен	inwork	vent41on	
18	vent41off	Вентилятор 4/1 остановлен	instop	vent41off	
19	vent42on	Вентилятор 4/2 запущен	inwork	vent42on	
20	vent42off	Вентилятор 4/2 остановлен	instop	vent42off	

Joonis 5.10 Sündmuste ajaloosse andmete sisestamine.

Arenduskeskkonnas Tia-Portal v 15.1 on võimalik visualiseerida häireid analoogmuutjate näidete piirides. Gaasipuhurite TG-3 ja TG-4 elektrivoolu tugevuse mõõtmise parameetri väljundseadetes on veerusesse "Range" vaja määrata kriitilise märgi väärtuse, mille juures väljundaken ise vilgub või lihtsalt muutab värvi. (Joonis 5.11)



Joonis 5.11 Analoozhäirete seaded.

## 5.4 Parameetrite graafikud

Sama oluline element tehnoloogilises skeemis on parameetrite graafikud. Need peegeldavad andurite varasemaid ja praeguseid näite. Ühele diagrammile on võimalik lisada mitu elementi korraga, mis teeb mitme objekti korraga vaatlemise lihtsamaks.

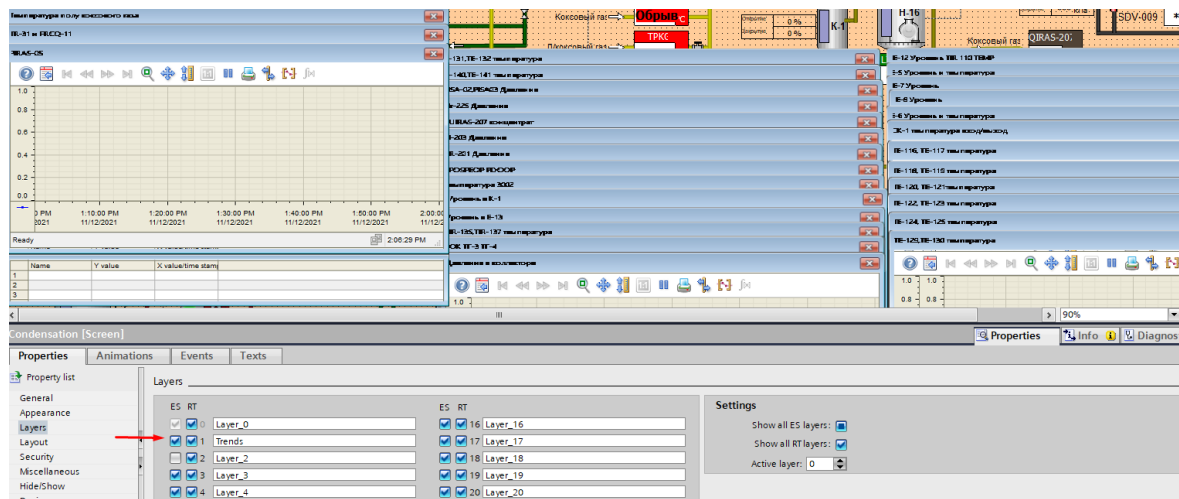
Väga kasulik toote oleku jälgimiseks, kui midagi peaks juhtuma. Graafikut on võimalik avada, klõpsates mistahes parameetril (tase, temperatuur või rõhk). (Joonis 5.12)



Joonis 5.12 Graafikaken

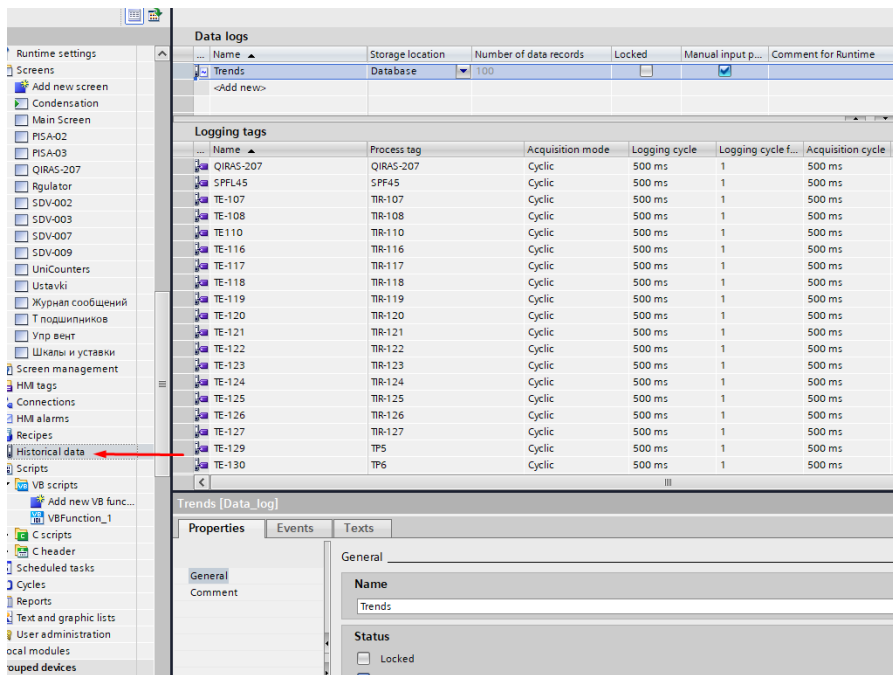
Kuna parameetreid on palju, siis graafiku loomisel oli vaja need eemaldada Tia Portal v 15.1 programmi eraldi kihti (layer). (Joonis 5.13)

Kihid on vajalikud programmiressursside säästmiseks. Kasutamata aknad saab eemaldada, kui neid pole vajadust neid programmeerida, eemaldades need eraldi kihina.



Joonis 5.13 Kihtid

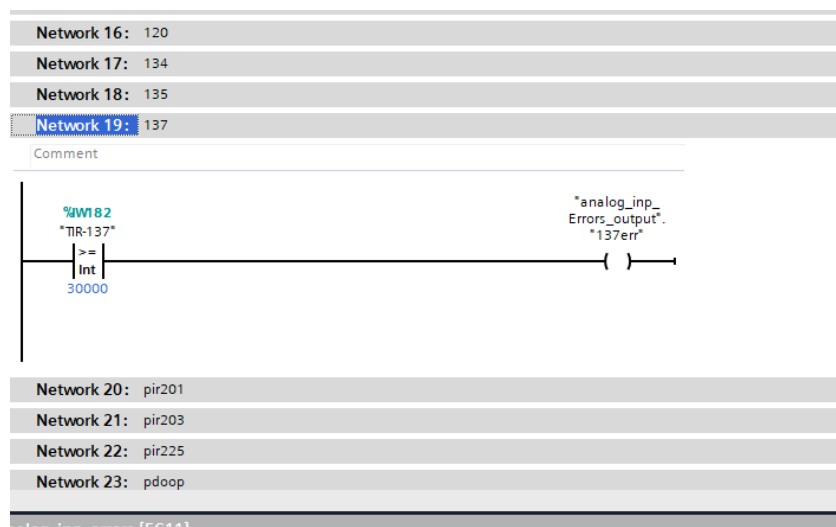
Graafikule parameetri lisamiseks tuleb luua muutujaid HMI-Historical data (see plokk salvestab muutuja mineviku ja hetkeseisu), anda sellele nime ja paigutada graafikusse. Nime võib jätta samaks muutuja nimega. Konflikte ei tule. (Joonis 5.14)



Joonis 5.14 Historical data.

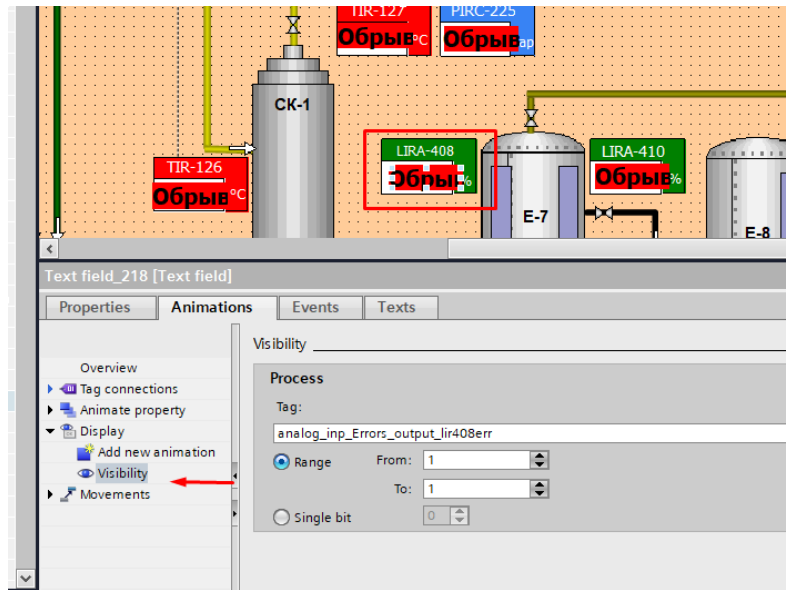
## 5.5 Kaabli katkemise näit analoogsignaalidel

Andurite sisetulevate näitude rikke korral, probleemi lahenduse otsimisel otsustati rakendada algoritmi, mis näitab kaabli "katkestust". Selleks oli vaja simuleerida kaabli katkemist ja pärast 32768 inseneriühikuse anduri näitude saamist konstrueerida muutuja lihtsa võrdluse abil vastav loogika. (Joonis 5.15)



Joonis 5.15 "Katkestuse" signaali algoritm

Lisaks on vaja Scada-süsteemis väärtusele lisada katkestuse märgi ja määrata nähtavuse tsoonis vajalik muutuja, mis käivitub juhul, kui see on tõene. (Joonis 5.16)



Joonis 5.16 Scada-süsteemi katkestussignaali lisamine

## KOKKUVÕTE

Lõputöö teemaks on Viru Keemia Grupi territooriumil asuva elektroodikoksi tehase kondensatsiooniseadme kaasajastamine. Töö autor on Maksim Dmitrijev. Lõputöö juhendaja on Virumaa kolledži lektor Sergei Pavlov. Elektroodikoksitehase kondensatsioonisõlmi moderniseerimise põhjuseks on vananenud seadmed, mis ei vastanud kaasaegsetele nõuetele ja millel puudus võimalus tootmist laiendada, samuti uue kontrolleri Simatic Siemens S-7 1200 lisamine, sealhulgas SCADA-süsteemi arendamine Tia Portal v 15.1 keskkonnas. Vastavalt elektroodikoksi tehase kondensatsioonisõlme kaasajastamise projektile loodi TIA portaal v 15.1 juhtimisprogramm. Automaatjuhtimissüsteemi visualiseerimine loodi WinCC TIA Portaal v 15.1. Juhtimissüsteemi arendus ja visualiseerimine loodi ühes keskkonnas.

Tehase moderniseerimiseks valiti kontrolleri SIMATIC Siemens S-7 1200 1215C DC / DC / DC.

Projekti raames kõrvaldati elektroodikoksitehase kondensatsioonisõlme puudused, mis tehase tööd kriitiliselt mõjutasid. Juhtimispaneelile paigaldati uus arvuti uue operatsioonisüsteemiga. Uude arvutisse installiti arendustarkvara. Tarkvara paigaldati nii, et vajadusel on võimalik reguleerida häireseadeid, samuti muuta andurite maksimaalset ja minimaalset skaalat otse SCADA-süsteemist mis lihtsustab oluliselt tööd, kui on vaja andurite skaalat muuta.

Ventilaatori lülitusalgoritm võimaldas toodet koheselt jahutada ilma operaatoriteta, arvestades nende rasket tööd. Seadmete näit võimaldab rahulikult jälgida Scada-süsteemi välja toodud elementide tööseisundit, parameetrite häired võimaldavad õigeaegselt reageerida ja võtta vajalikke meetmeid kondensatsiooniseadme töö ajal elektroodikoksi paigaldusest. Graafikud, mis luuakse SCADA-süsteemis kuvatava parameetri kohta, võimaldavad jälgida toote olekut seisundit vajalikus ajavahemikus.

Elektroodikoksitehase operaatoritele tehti juhised uue süsteemi käitamiseks. See süsteem on kasutusele võetud ja toimunud juba neli kuud. Eksploatatsiooni käigus lisati operaatorite soovil mõned visualiseerimiselemendid. Tööloogikas vigu ei ole.

## SUMMARY

The aim of the diploma work is modernising the condensation unit on the installation of electrode coke on the territory of Viru Keema Grupp. The purpose of the installation is for processing the remaining distillation of generator oils, the remainder of distillation and circulation oil from the production of Petroter.

In the projects boundaries there will be operation and visualisation programs created. This will allow for maximum quick reaction on the occurrence of emergency situations.

The task of the diploma work is adding a new controller, partial replacement of control-measuring devices, writing the control program and visualisation of the control system.

To modernise the instalment a Simatic Siemens S-1200 controller was chosen, as Siemen's controllers have a wide range of functions and are used on the majority of the installation on the territory of Viru Keemia Grupp.

To modernise the department of condensation unit on the installation of coke a Tia Portal version 15.1 company Siemens AG is used in the development environment.

The visualisation is produced in Tia Portal 15.1 WinCC. Development and visualisation occur in the same environment.

The purpose of this work is the automation of the condensation system unit instalment electrode coke, specifically:

- Full process visualisation of the given unit on computer monitor.
- Implementation of automatic control of the air cooler fans according to the settings.
- Indication of all devices, as well as signalling at their critical points.
- Unification of incoming, as well as outgoing (controlling) signals from previously working controller Unitronics with the help of INSAT OPC SERVER.
- Creation of work charts for each parameter, for tracking the product condition in the past and current time.
- Indication of the valve positioning.

In the modernisation project boundaries, all limitations were eliminated, and system performance improved. The algorithm for switching on the fans provided the opportunity to instantly chill the product, without using the already hard work of the operators. The device indication allows to calmy monitor the work state of elements, transferred to the Scada- system, alarms around the perimeter provide the opportunity to react quickly and take the necessary measure during the work of the



condensation unit of the electrode coke installation. Tracking the product situation during a temporary interval is allowed by charts which are created throughout each parameter, transferred to Scada- system.

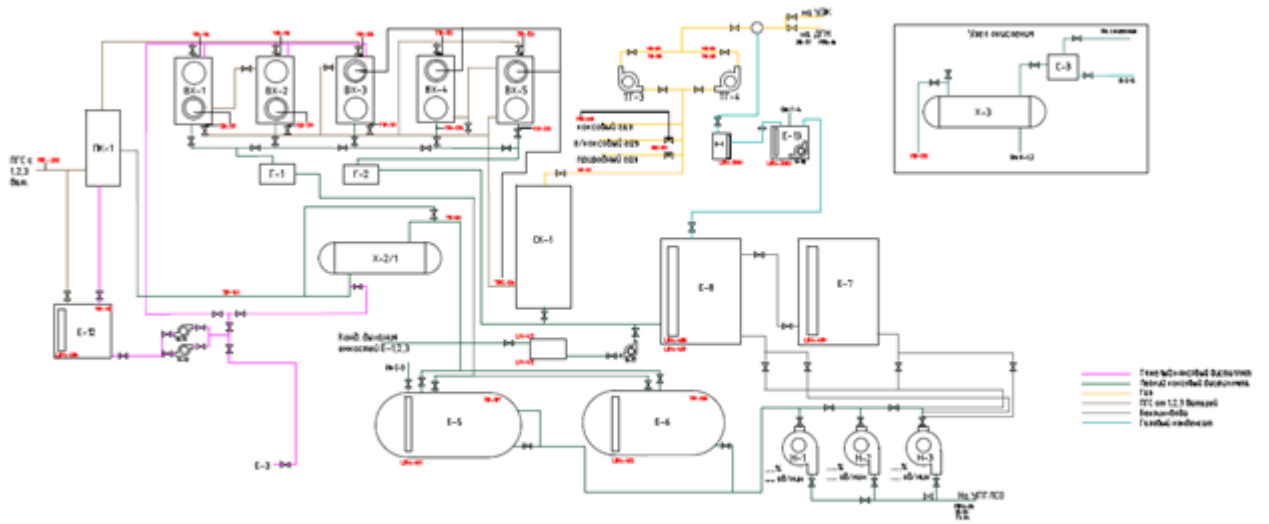
For electrode coke instalment operators there was an instruction created for control of the new SCADA-system. The current system is put into operation and is already working for three months, during the exploitation there were some summed up visualisation elements at the request of the operators. In the logic of work there were no failures.

## KASUTATUD ALLIKAD

1. ICP-DAS, "I-7017", 2020. <http://www.icpdas.com/en/product/I-7017>  
(14.09.2021)
2. ICP-DAS, "I-7017", 12.09.2020. <https://f.icpdas.ru/files/add/doc/906/UserManual7017-18-19.pdf> (14.09.2021)
3. Siemens industry mall, "6ES7215-1AG40-0XB0", 2021. <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/6ES7215-1AG40-0XB0> (16.09.2021)
4. Siemens industry mall, "6ES7231-4HF32-0XB0", 2021. <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ww/catalog/product/6es7231-4hf32-0xb0> (16.09.2021)
5. Vaba entsüklopeedia, "Modbus", 26.03.2021. <https://et.wikipedia.org/wiki/Modbus> (26.09.2021)
6. Tehniline ülesanne moderniseerimiseks. (Sisedokument)
7. OPC Data Hub, "OPC" 1995-2010. <https://www.opcdatahub.com/WhatIsOPC.html> (02.10.2021)
8. ICP-DAS, "I-7561", 2021. <https://icp-das.ru/catalog/i-7561> (12.10.2021)
9. Klinkmann, "Unitronics V 570", 2021. <https://klinkmann.ru/products/unitronics/vision/V570/> (12.10.2021)
10. Flaticon, "PC Icon", 2010-2021. [https://www.flaticon.com/free-icon/pc\\_1694618](https://www.flaticon.com/free-icon/pc_1694618) (12.10.2021)
11. Siemens industry "SIMATIC WinCC SCADA" 05.2018 [https://cache.industry.siemens.com/dl/files/503/62121503/att\\_950826/v1/62121503\\_wincc\\_tia\\_alarms\\_S7-1x00\\_en.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/503/62121503/att_950826/v1/62121503_wincc_tia_alarms_S7-1x00_en.pdf) (02.11.2021)

# LISAD

## Lisa 1 Tehnoloogiline skeem



## Lisa 2 Ventilaatori töö plokskeem

