



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Virumaa kolledž

**Juhtimissüsteemi moderniseerimine poolfabrikaat
lihatoodete mass tootmiseks**
**Control system modernization for semi-finished meat mass
production**

Telemaatika ja arukad süsteemid ÕPPEKAVA LÕPUTÖÖ

Üliõpilane: Mykhailo Shershen

Üliõpilaskood: 182715EDTR

Juhendaja: Sergei Pavlov,
Automaatika 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 Mykhailo Shershen (sünnikuupäev: 19.08.2000)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose Juhtimissüsteemi moderniseerimine poolfabrikaat lihatoodete mass tootmiseks, 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: Mykhailo Shershen, 182715EDTR

Õppekava, peeriala: EDTR17/18 - Telemaatika ja arukad süsteemid

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

Lõputöö teema:

(eesti keeles) Juhtimissüsteemi moderniseerimine poolfabrikaat lihatoodete mass tootmiseks

(inglise keeles) Modernization of semi-finished meat mass production control system

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Tootmisliini juhtimissüsteemi moderniseerimine
2. Uute tehnoloogiate ja arendusmeetodite kasutamine

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Vigade leidmine vana juhtimissüsteemis ja nende analüüs	15.10.2021
2.	Tehnilise ülesanne arendamine	30.10.2021
3.	Automatiseerimisskeemide koostamine	15.11.2021
4.	Juhtimisprogrammi koostamine	30.11.2021
5.	Visualisatsiooni koostamine	05.12.2021
6.	Andurite valimine ja paigaldus	10.12.2021
7.	Süsteemi seadistamis ja käivitamistööd	15.12.2021

Töö keel: Eesti keel

Lõputöö esitamise tähtaeg:

"12" jaanuar 2022a

Üliõpilane:
/allkiri/

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

Juhendaja:
/allkiri/

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

Konsultant:
/allkiri/

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

Programmijuh:
/allkiri/

“.....” 20.....a

SISUKORD

EESSÕNA	8
LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU	9
SISSEJUHATUS	10
1 VANA SÜSTEEMI ANALÜÜS	12
1.1 Võimalikud lahendused probleemmi tõttu	13
2 TEHNILINE ÜLESANNE SÜSTEEMI KOOSTAMISEKS	14
3 SÜSTEEMI ELEMENTIDE VALIK	15
3.1 Turvasüsteemi elementid	15
3.2 Mõõtesüsteemi elementid	18
3.3 Juhtimissüsteemi elementid	19
4 SÜSTEEMI ALGORÜTMI KIRJELDAMINE	21
4.1 Üldinfo	21
4.2 Süsteemi režiimid	21
5 AUTOMAATIKA SKEEMIDE KOOSTAMINE	24
6 PROGRAMMI KIRJUTAMINE	31
6.1 Üldne informatsioon, struktuur	31
6.2 Organiseerimis plokk (Main)	31
6.3 Funktsionaal plokid ja funktsioonid	32
6.4 VineeriSegamisliinFb	32
6.5 OverrideSafety	33
6.6 ModbusUDP	34
6.7 Kasutajana-määratletud andmetüppid	34
6.7.1 VineeriSegamisliin_UDT	34
6.7.2 VaconV20_UDT	39
6.8 Tööstuskontrolleri tagid	40
7 TEHNILISE PROTSESSI VISUALISATSIOON	41
8 INTEGREERIMISE TULEMUSE ANALÜÜS JA EDASIARENDAMINE	47
KOKKUVÕTE	48

SUMMARY	50
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU	52
LISAD	54

EESSÕNA

Juhtimissüsteemi moderniseerimise projekt poolfabrikaat lihatoodete masstootmiseks on HKScan Estonia AS-i intellektuaalomand. Lõputöö koostamise ettepanekud tegid HKScan Estonia AS insenerid. Töö koostati Rakvere Lihakombinaadis ja sinna arhiivide süsteemi koguti kõik vajalikud algandmed. Lõputöö juhendaja Sergei Pavlov aitas andmetega ja konsultatsioonidega. Projekti juhendaja ja automaatikainsener Antti Pelli jagas teoreetilisi näpunäited.

Lõputöö autor avaldab tänu juhendajale ja automaatikainsenerile töö juhendamise eest.

Võtmesõnad: turvasüsteem, programm, visualisatsioon, skeemid, diplomitöö.

LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU

Bool – andmetüpp, mille väärtused on 0 ja 1, Boolean.

USInt – andmetüpp, mis koosneb 8st bitist, väärtused 0st 255ni, Unsigned short integer.

Uint – andmetüpp, mis koosneb 16st bitist, väärtused 0st 65 535ni, Unsigned integer

pör/min – pöörlemiste arv ühe minuti jooksul

Hz – Hertz, signaali sagedus.

SCL – Struktureeritute juhtimise keel

NC – tavaolekus suletud kontakt, (Normally closed contact).

Estop – hädaseiskamis seade.

A – Amper, vool.

V – Volt, pinge.

DC – Alalisvool

mA - 10^{-3} A

IP – Veekindluse klassifikatsioon

C° - Celsius kraadid

Tia Portal – Totally integrated automation portal [1]

SCADA – Supervisory control and data acquisition

SISSEJUHATUS

See projekt töötati välja ettevõttele HKScan Estonia AS ja on seotud lihapooltoodete massi tootmise juhtimissüsteemi moderniseerimise, uute automaatikaskeemide, tööloogika, tarkvara ja visualiseerimise loomisega. Kaasaegses maailmas on väga oluline luua uued süsteemid, mis oleksid töökindlad, turvalised ja kasutajasõbralikud. Pärast moderniseerimist vastab see süsteem neile nõuetele. Tehtud on läbipaistev kasutusjuhend, mille abil on operaatoril lihtne õppida süsteemi käsitsema ja lahendama automaatikaosakonnas tekkivaid probleeme. (vt Lisa 1).

Selline projekt juhtimissüsteemi moderniseerimine poolfabrikaat lihatoodete masstootmiseks on aktuaalne ja vajalik, sest:

- vanas süsteemis tehti mitmeid kriitilisi vigu;
- pärast vana süsteemi pikka taastamist ja moderniseerimist, ei vasta skeemid vanast süsteemist tegelikkusele;
- vana süsteemi elementide tööaeg on peaaegu lõppenud;
- kontrolleri sisend- väljundkaardid põlevad sageli läbi sobimatu riistvara tõttu;
- Vana süsteem loodi Euroopa jaoks, aga USA standardidega.

Sellise modernisatsiooni projekti peamiseks eesmärgideks on projekteerimine uue vastupidava tootmisliini juhtimissüsteemi mõõtesüsteemi ja automaatsüsteemi vahetamisega, süsteemi remondikulude vähendamine tulevikus ja USA standardite väljavahetamine Euroopa Liidu standardite vastu.

Selles projektis kasutatakse uut juhtimisskeemide arendusmeetodit:

- Euroopa arendusstandardid, sest vana süsteem ja selle skeemid tehti USA standardite järgi.

Uue meetodi kasutamine tööstustarkvara arendamiseks:

- Tia Portal V15.1 kasutamine; [1]
- juhtimisprogrammi kirjutamine kaasaegsel projektibüroo meetodil;
- täisprogramm on kirjutatud SCL keeles;
- kõik funktsioonid on *library-conformant*, mis annab võimaluse kiiresti luua samasuguseid või sarnaseid süsteeme;
- kontrolleri juhib otse kõiki animatsioone visualisatsioonis;
- baaspaneelidega veateate täielik ajalugu;
- kiire ühendus ja paranduvõimalus andmeplokkidega;
- programm võib töötada ilma sisendsignaalita.

Käesolev projekt viidi ellu tööstuskontrolleri *Siemens Simatic S7-1200* baasil koos *Vacon V20* sagedusmuunduriga. Turvasüsteem põhineb Pilzi turvareleel. [2]

Programm loodi *Tia Portal Professional V15.1* tarkvaraga, visualiseerimine teostati *WinCC Professional 15.1* abil. Skeemid koostati *PCSchematic Automation 40* tarkvara abil. [1]

1 VANA SÜSTEEMI ANALÜÜS

Vana süsteemi tootis Palmiatek bürooga 2004. aastal ja töötab juba ümbes 17 aastat. Meil on selle aasta projekteerimisfülosoofias palju vigu ja probleeme, mis on seotud süsteemi vanusega.

Sellel süsteemil on pikk puuduste loetelu:

- Palju kasutatavate elementide tootmine on ajale jalgu jäänud, seda ei ole enam võimalik tellida,
- Kahe liini turvasüsteemid on ühendatud ühe mooduliga, siis kui ühe süsteemi turvaahel on häires, siis meie tööstuse kiiruse ja võimsuse tõttu halveneb ka teine süsteem, lahendades samal ajal probleemi kaks korda rohkem kui see peaks olema,
- Juhtimissüsteemi peaelemendid on omavahel ühendatud CAN siiniga, mille kaablid ja pistikud on juba väga vanad, mis põhjustab vanusest tulenevaid probleeme andmeedastusega,
- Originaalskeemid, mis on välja töötatud Palmiateki büroos, on pärast kõiki süsteemiparandusi enam kui 60% valed ja vajavad ülevaatamist,
- Kõikide originaalskeemide andmed on some keeles,
- Kontrolleri sisend-/väljundkaardid tihti ära-põlevad ebaõige riistvara tõttu umbes kuhe kuu jooksul pärast vahetamist,
- Alalisekondensatsioonise ja vananemise tõttu koguneb vesi vaheühenduskiilpidesse ja on ajutiselt põhjustatud vigaste signaalide, lühiste ja signaaljuhtmiste korrosiooni tõttu, [3]
- Vana süsteemi visualisatsioon on uue operaatori vaistlikuse arusaadavuse jaoks keeruline,
- Vanas süsteemis ei ole võimalik näha pumba temperatuuriandurite väärtusi ja kõik temperatuurialarmid signaalid on diskreetsed, [4]
- Turvasüsteemi häired peatavad ka vannitõstuki, mis on operaatoritele palju ebamugavust, mistõttu tuleb süsteemid eraldada,
- Juhtimissüsteem on hajutatud mitme suure kilpi peale, mis on ebamõistlik, sest ühte kilpi võimalik koguda kogu juhtimissüsteemi 60% kasutamiseks, [3]
- Süsteemi hajumine raskendab probleemide otsimist ja nende lahendamist,
- Ühenduskiilpide tihendid on liiga vanad, mis vähendab nende veepidavust, [3]
- Vanas süsteemis puuduvad kasutaja-administraatori parameetrid, mis võimaldab juurdepääsu kõigile funktsioonidele, kes seda ei vaja,
- HMI-paneelilt pole võimalik kontrolleri sissendeid ja väljundeid vaadata, mistõttu on süsteemi parandamine keeruline,

- Visualisatsioonisel puudub vene keel, mis on probleem, sest tööstuses on palju vene keelt kõnelevaid inimesi,
- Sissend-Väljund kaardid on vibratsiooni ebakindlad, juhtmed lahkuvad pistikutest.
- Soojenduse ja riingkäigu süsteemi kilpi sees ei olnud õhku, [3]
- Puuduvad veateadete arusaadavad kirjeldused.

1.1 Võimalikud lahendused probleemmi tõttu

Selle projekti jaoks oli ainult kaks võimalikku mõistlikku lahendust:

- Juhtimissüsteemi uurimine, osaline vahetamine ja skeemide ümberkirjutamine,
- Juhtimissüsteemi täisvahetamine, uute skeemide ja programmide koostamine.

Valitud oli teine variant, see on põhjustatud süsteemi analüüsiga ja sellega, et esimene variant võtab saama aega, aga tulemus ei ole parem, kui teisel variantil.

Realiseerimiseks oli ka kaks meetodit:

- Hajutatud juhtimine, milles kasutusel vana süsteemi filosoofia hajutatutega kilpidega ja kaug -sissend/väljund moodulid. [3]
- Juhtimine ühe kontrolleriiga, kus kõik süsteemi elementid oleval ühes kilpis. [3]

Valiti teine variant, sest selline süsteem peseval igal õhtul, mis põhjustab kondenseerumist ja korrosiooni kaugkilpidest. Kasutati kõige parima veekindlusega suurt kilpi. [3]

Elementide valimiseks oli võrdlustatud erineval kontrollereid, aga valik langes *Siemens S7-1200*, sest temal on madala hinnaga piisavalt mälu ja kiirust, ning neid on laos alati piisavalt. Valimisel on kõige tähtsam oma kogemus, kus selline controller annab häid tulemusi. [5]

HMI paneel valiti piisava suurusega samalt tootjalt kui controller.

Sagedusmuundurite firma oli valitud Vacon, kuna nad veedaval palju aega tööstuse erinevates kohtades ja elaval kauem madalate hinnaga. Sagedusmuundurite parameetrid valiti sõltuvalt motorist (võimsus, tüüp, jne).

2 TEHNILINE ÜLESANNE SÜSTEEMI KOOSTAMISEKS

Tehniline ülesanne

Projekti valmistamise teenuse andmiseks

“Juhtimissüsteemi moderniseerimine poolfabrikaat lihatoodete mass tootmiseks”

1. Nimetus, ettemääratus ja objekti asukoht

Lihapooltoodete masstootmissüsteem on mõeldud ebaühtlaste loomse päritoluga toorainete segamiseks segistiabil, selle edastamiseks silotornisse, et koguda vahevaru, millele järgneb edastamiseks tükeldajasse, kus segatud mass muudetakse täiesti ühtlikutele ja edastatakse konveieri abil järgmise liini dosaatorisse

Masstootmise süsteem asub territoriumil.

2. Tööde kirjeldus, eesmärk ja spetsifikatsioon

2.1. Töötada välja tehniline dokumentatsioon, mis koosneb elektriskeemidest, automaatika skeemidest ja riistvara spetsifikatsioonidest. Seletuskirjas on vaja põhjendada riistvarade valimine ja põhjendada kõik aktsepteeritud projektiliseid otsuseid seotud paigaldamisega.

2.2. Süsteemi kavandamisel võtta arvesse järgmist:

- Seadmete ja automaatikasüsteemide sidumine olemasoleva konstruktsiooni ja tehnoloogiliste seadmetega.
- Vanade seadmete demonteerimine.
- Uute seadmete paigaldamine.
- Ettearvestada mõõteriistade vahetust ja paigaldamist. Mõõteriistad peaksid võimaldama kontrollida tehnoloogilisi parameetreid, sujuvalt käivitada ja reguleerida segisti ja konveieri elektrimootoreid.

3. Tööde turvalisuse nõuded

3.1. Kõik objektidel tehtavad tööd peavad olema kooskõlas ohutus- ja töökaitsenõuetega. [6]

3.2. Süsteem peab kõigis töörežiimides korrektselt funktsioneerima.

4. Tööde kvaliteetsuse nõuded

Kõik tööd tuleb teostada vastavalt Eesti Vabariigis kehtivatele õigustele ja reeglitele.

3 SÜSTEEMI ELEMENTIDE VALIK

Kõik elemendid valiti vastavalt selle süsteemi paigutusest tulenevatele nõuetele, samuti vastavalt nõutavatele elementidele enim kasutatavale tüübile, mis on selles tootmises kõige tavalisem, et tagada elementide pidev olemasolu laos. See muudab remondi kiiremaks ja odavamaks. Turvasüsteem on realiseeritud iga turvaanduri ühe kontakti abil, kuid see ei vähenda selle töökindlust. [5]

3.1 Turvasüsteemi elementid

- Kaks hädaseiskamisnuppu Schneider Electric fikatsioonidega ja 1NC E-stop kontaktiga ZBE-102 dc 24V 0.5A soovitatava koormusega, millel on modulaarne struktuur, mis võimaldab kiiresti vahetada kontakte ilma korpust vahetamata. (vt joonis 3.1)

Electrical durability	1000000 cycles, AC-15, 2 A at 230 V, operating rate <3600 cyc/h, load factor: 0.5 conforming to EN/ IEC 60947-5-1 appendix C 1000000 cycles, AC-15, 3 A at 120 V, operating rate <3600 cyc/h, load factor: 0.5 conforming to EN/ IEC 60947-5-1 appendix C 1000000 cycles, AC-15, 4 A at 24 V, operating rate <3600 cyc/h, load factor: 0.5 conforming to EN/IEC 60947-5-1 appendix C 1000000 cycles, DC-13, 0.2 A at 110 V, operating rate <3600 cyc/h, load factor: 0.5 conforming to EN/ IEC 60947-5-1 appendix C 1000000 cycles, DC-13, 0.5 A at 24 V, operating rate <3600 cyc/h, load factor: 0.5 conforming to EN/ IEC 60947-5-1 appendix C
------------------------------	---

Joonis 3.1. Hädaseisude kontaktide elektrilised andmed. [7]

- Omron Sti ER6022-021MEL 3NC trossi ohutusandur valiti, kuna sellel on käsitsi lähtestamisega väljalülituslukustus, relee kontaktide töövool 24V DC juures on 2,5A, maksimaalne lülitusvool süsteemis on 250mA, mis tagab kontaktide pikk kasutusiga. Samuti on väga oluline parameeter kaitse tolmu ja niiskuse eest, sellel anduril on IP67 spetsifikatsioon, mis on süsteemi igapäevase puhastamise tingimustes väga oluline. Sobiv on ka temperatuurivahemik, ruumis on tavaline temperatuur +15 kraadi, selle anduri vahemik on 25-80 kraadi Celsiuse järgi, mis on eriti oluline, kuna pesemine toimub 40 kraadini kuumutatud veega. Turvasüsteemides kasutamiseks on olemas Euroopa standard EN418. (vt joonis 3.2)

Specifications

Electrical	All Models
Contact Configurations:	2 N/C + 1 N/O, 3 N/C + 1 N/O, 2 N/C + 2 N/O
Safety Contacts:	2 N/C, 3 N/C
Switching Ability	AC: 240 V–3 A, 120 V–6 A, Inductive, DC: 24 V–2.5 A, Inductive
Auxiliary Contacts:	1 N/O, 2 N/O
Max Switching Current/Volt/Amp:	240 V/720 VA
Minimum Current:	5 V 5 mA DC
Electrical Life:	1 x 10 ⁶ minimum
Mechanical	
LED Indicator Beacon:	24 VDC, 120 VAC
Mechanical	1 million minimum
Mounting:	Any position
Mounting Hardware:	4 x M5 screws
Max Rope Span:	80 m (262 ft.)
Operation Force:	< 125 N (28 lb.)
Tensioning Force to Run Position:	130 N (23 lb.) typical
Case Material:	Die-cast aluminum alloy
Eye Nut Material:	Stainless Steel
Stainless Accessory Items:	304 Stainless Steel
Wiring Entry:	3 x M20 or 3 x 0.5 in. NPT
Weight:	880 g (31 oz.)
Color:	Yellow
Mechanical Life:	1 x 10 ⁶ minimum
Environmental	
Protection:	IP67 (NEMA 6)
Operating Temperature:	-25 to 80°C (-13 to 176°F)
Cleaning:	Water washdown
Compliance	
Standards:	IEC947-5-1, IEC947-5-5, EN418, UL508, BS5304
Approvals/Listings:	CE marked for all applicable directives, UL and C-UL, TUV

Joonis 3.2. Turva trosslüliti elektrilised andmed. [8]

- Pilz psen ma1.1p-10 magnetohutusanduril on ka IP67 standard ja sobiv temperatuurivahemik -25 kuni 70 kraadi Celsiuse järgi. Anduri ja magneti vaheline 5 mm nominaalne lülituskaugus on parim valik, kuna värava süsteemil on seda tüüpi andurite kinnitused sellise kogukaugusega. Maksimaalne lülitusvool võib olla kuni 0,7A, samas kui süsteemis on lülitusvool 250mA. Seda andurit vastavalt standardile EN 60947-5-3 saab kasutada Pilzi ohutusreleega ohutusahelates. (vt joonis 3.3)

Technical details

General	
Approvals	CE, EAC (Eurasian), TÜV, cULus Listed
Sensor's mode of operation	Magnetic
Coding level in accordance with EN ISO 14119	Low
Design in accordance with EN ISO 14119	4
Classification in accordance with EN 60947-5-3	PDDB
Electrical data	
Supply voltage	
Voltage	24 V
Kind	DC
Voltage tolerance	-20 %/+20 %
Supply voltage	
Max. current	140 mA
Max. switching frequency	10 Hz
Lowest operating current (I _m)	1 mA
Switching voltage	24 V
Internal resistance	10 Ohm
Max. switching current, safety contacts	0,7 A
Times	
Reaction time (actuator removed)	2 ms
Environmental data	
Ambient temperature	
Temperature range	-25 - 70 °C
Climatic suitability	
In accordance with the standard	IEC 60068-2-30
Humidity	93 % r. h. at 40 °C
Max. operating height above sea level	2000 m
EMC	EN 60947-5-3

Joonis 3.3. Turva magnetanduri elektrilised andmed. [9]

- Ohutusrelee Pilz Pnoz X7 tüüp 774059, mis on projekteeritud vastavalt ohutusstandarditele EN 954-1. Selle relee kontaktide töövool on kuni 6A, mis on täiesti piisav vahelduvvoolu peamise väljalülitamise starteri K101 ohutussüsteemiga lülitamiseks. Sellel on 24 V alalisvoolu toide ja see tarbib voolu 210 mA, mille jaoks on valitud ülejäänud ohutusahela elemendid. Sellel on käsitsi lähtestamine, mis on selle süsteemi jaoks vajalik. (vt joonis 3.4) [10]

General	774058	774059
Approvals	CCC, CE, EAC (Eurasian), KOSHA, TÜV, cULus Listed	CCC, CE, EAC (Eurasian), KOSHA, TÜV, cULus Listed
Electrical data	774058	774059
Supply voltage		
Voltage	42 V	24 V
Kind	AC	AC/DC
Voltage tolerance	-15 %/+10 %	-15 %/+10 %
Output of external power supply (AC)	2 VA	3 VA
Output of external power supply (DC)	–	1,5 W
Frequency range AC	50 - 60 Hz	50 - 60 Hz
Residual ripple DC	–	160 %
Duty cycle	100 %	100 %
Max. inrush current impulse		
Current pulse, A1	–	1,7 A
Pulse duration, A1	–	8 ms
Inputs	774058	774059
Number	1	1
Voltage at		
Input circuit DC	42 V	24 V
Start circuit DC	24 V	24 V
Feedback loop DC	24 V	24 V
Current at		
Input circuit DC	49 mA	50 mA
Start circuit DC	40 mA	210 mA
Feedback loop DC	40 mA	210 mA
Max. overall cable resistance R _{Lmax}		
Single-channel at UB DC	–	15 Ohm
Single-channel at UB AC	–	15 Ohm
Max. overall line capacitance C _{lmax}	37 nF	–
Relay outputs	774058	774059
Number of output contacts		
Safety contacts (N/O), instantaneous	2	2
Max. short circuit current I _K	1 kA	1 kA
Utilisation category		
In accordance with the standard	EN 60947-4-1	EN 60947-4-1

Joonis 3.4. Turvarelee elektrilised andmed. [11]

3.2 Mõõtesüsteemi elementid

- Kuttri ultraheli tasemeanduril mic+130/DD/TC/E mõõteulatus on 1300mm ja pimeala 200 mm. Selline diapasoone sobib ideaalselt veskile, mille lehtri sügavus on 1500 mm, kuna veski alumine ja ülemine piir langevad ideaalselt selles vahemikus, mis on parameetrid anduril Teach-In meetodil, on ka konfigureeritav hüsterees ja kaks konfigureeritavat diskreetset väljundit, samas kui andur saab toite 24 V alalisvoolust. Sellel on IP67 kaitseklass ja töötemperatuuri vahemik -25 - +70 kraadi Celsiuse järgi. (vt joonis 3.5)

ultrasonic-specific	
means of measurement	echo propagation time measurement
transducer frequency	200 kHz
blind zone	200 mm
operating range	1,300 mm
maximum range	2,000 mm
resolution	0.18 mm
reproducibility	± 0.15 %
accuracy	± 1 % (temperature drift internally compensated)
outputs	
output 1	switching output pnp: $I_{max} = 200 \text{ mA}$ ($U_B - 2V$) NOC/NCC adjustable, short-circuit-proof
output 2	switching output pnp: $I_{max} = 200 \text{ mA}$ ($U_B - 2V$) NOC/NCC adjustable, short-circuit-proof
class of protection to EN 60529	IP 67
operating temperature	-25°C to +70°C

Joonis 3.5. Ultraheli taseme anduri elektrilised andmed. [12]

- Temperatuurimõõteandur Pt100 on mitmekülgne lahendus temperatuuri mõõtmiseks.

3.3 Juhtimissüsteemi elementid

Kõik juhtimissüsteemi elemendid asuvad kilp IP68 veekindluse spetsifikatsiioniga ja pideva temperatuuri reguleerimisega paneelis. [3]

- Sagedusmuundurid Vacon V20 on usaldusväärsed ja end tõestanud liikumisjuhtimine. Selles süsteemis kasutatakse sagedusmuundurit VACON0020-3L-0038-4, mille maksimaalne võimsus on 18.5 kW ja maksimaalne vool 38A pingel 380V. Sagedusmuundur valiti ja parameetrid määrati vastavalt ajami nimi parameetritele.
- Mootori starterid ja kaitsmed sobitati originaal skeemidel näidatud parameetritega, kuna seal on originaalsed elektrimootorid.
- Sagedusmuundurite kaitse valis välja elektriosakond.
- Valituks sai tööstuskontroller Siemens Simatic S7-1200, 6ES7 214-1AG40-0XB0, kuna automaatikaosakond teeb peamiselt koostööd siemensiga, siis valiti just see kontroller, kuna selle kiirus ja mälu maht aitavad tagada, et protsessori koormus jääb alla 20 %, mis pikendab kontrolleri tööaeg ja vähendab soojendus. Selles kontrolleris on palju 14 sisendit ja 10 transistori väljundit, mis võimaldab

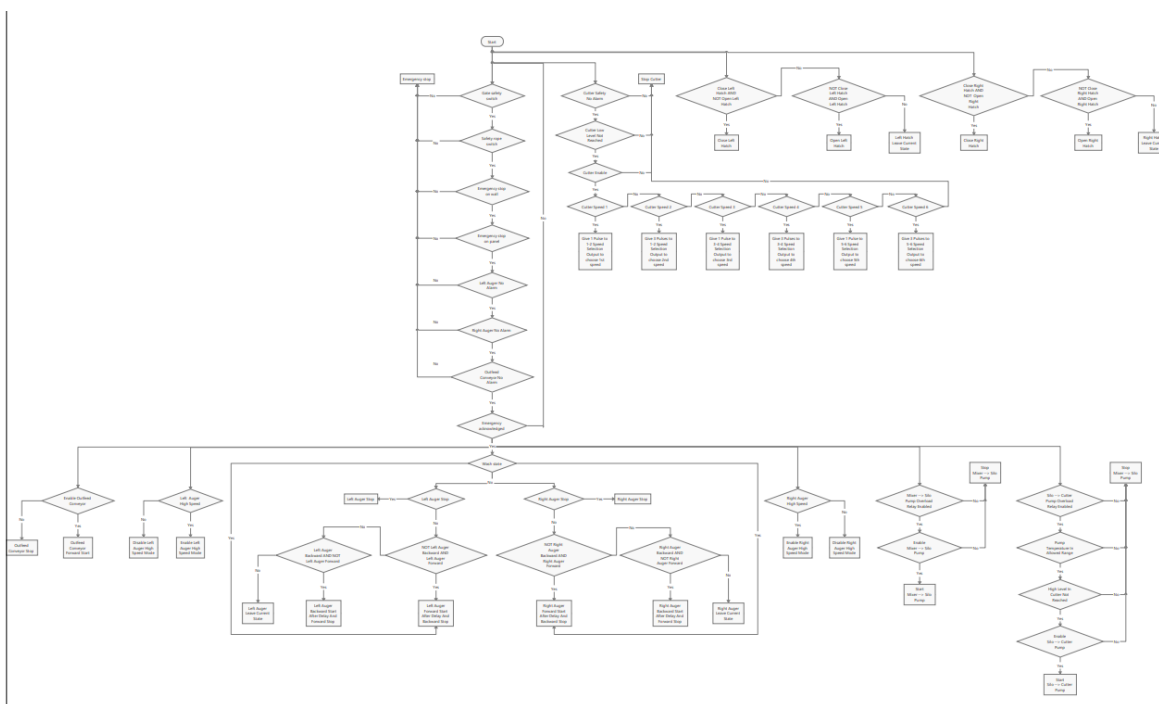
minimeerida laiendusseadmete maksumust. Toide 24V DC.

- Selle tööstuskontrolleri jaoks valiti laiendusseade Siemens SM1223 DI16/DQ 16 x 24VDC, 6ES7 223-1BL32-0XB0, kuna see ühildub selle kontrolleriga ja vajab nii täiendavaid sisendeid kui ka väljundeid, nimelt 7 lisaväljundit ja 2 lisisendit, kasutades plokki 8/8, jääb reservi ainult 1 väljund, mis on ebapiisav reserv, seetõttu langes valik 16/16 moodulile.
- Juhimata Switch Moxa EDS 205A on vajalik seadmete ühendamiseks Etherneti side kaudu ning ka kiire süsteemiga ühenduse loomiseks ja silumisprobleemide jaoks. Selline switch annab kiirühenduse ja kiirparanduse võimalus.
- 4x 24VDC 1No Omron releed.
- 2x 24VDC 2No Omron releed.

4 SÜSTEEMI ALGORÜTMI KIRJELDAMINE

4.1 Üldinfo

See süsteem on ette nähtud heterogeense tahke massi segamiseks vedelasse olekusse järgnevaks doseerimiseks ja ahjudesse söötmiseks. Süsteem koosneb segistist, kahest edastuspumbadest, silost mahutist ja kuttrist. (vt joonis 4.1)



Joonis 4.1. Süsteemi loogika plokk-skeem.

4.2 Süsteemi režiimid

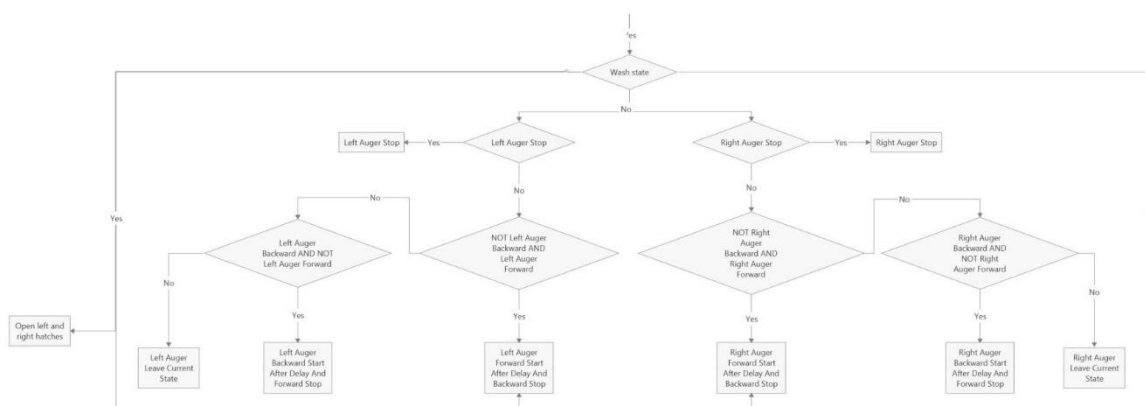
Süsteemi töörežiim

Segaja abisüsteemiga töstuk, mis eraldatud süsteemist, segajasse etteannavad erinevaid ingrediendid suure vanniga. Kaks suurt segamistigu segavad kogu koostise peaaegu ühtlaseks massiks, seejärel lastakse see segu läbi luukide väikesesse lehrisse, misjärel see pumbatakse silopaaki. Sellest paagist pumbatakse segu kuttrisse, kus kus see viiakse homogeense konsistentsini. Tegusid on võimalik juhtida mõlemas suunas, mis võimaldab saavutada parimat segunemist. Süsteem saab töötada ainult siis, kui töötab turvaahel, mis sisaldab 2 hädaseiskamist, kaabli andurit, mis katab mikseri servad, puudutamisel süsteem peatub ja luukide ees asuval väraval magnetandur, mis kaitseb värava avamisest ja käte luugidesse sattumisest. Sellest turvaahelast sõltub ka

konveieri käivitamine väljapääsu juures. See turvaahelas mõjuta purustaja ohutust. Kutter saab käivitada ainult siis, kui selle enda turvaahel on heas töökorras. Kuttri käivitatakse soovitud kiiruse ja käivituskäskluse valimisega. [13]

Süsteemi pesurežiim

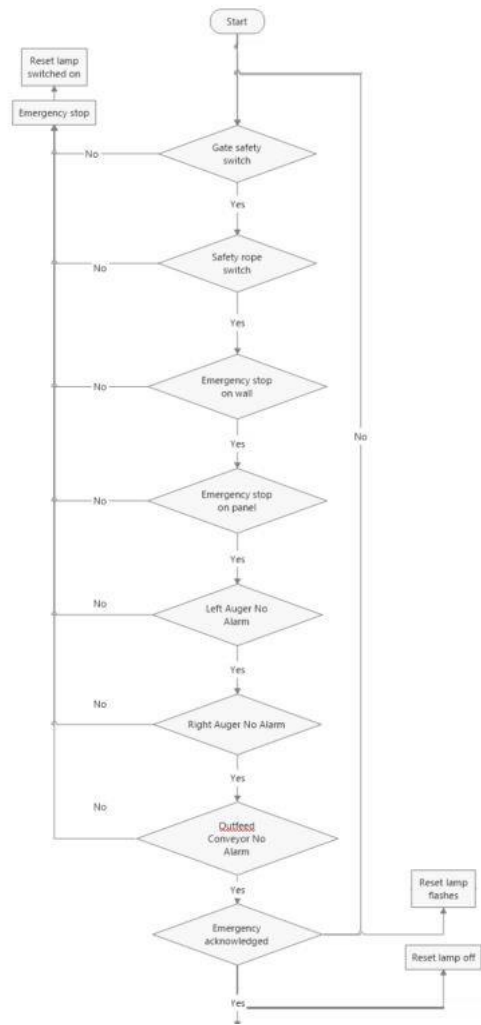
Pesurežiimis töötab süsteem ka ainult siis, kui turvaahel töötab korralikult. Selles režiimis pöörlevad segisti kaks tigu madalal kiirusel pidevalt ettepoole, mis võimaldab töödelda kogu tigude pinda puhastuskemikaalidega, pestes ja desinfitseerides selle täielikult. Samuti on pesurežiimil luugid alati avatud, mis võimaldab vedelikul segistist vabalt voolata, võimalik juhtida pumпасid. (vt joonis 4.2)



Joonis 4.2. Süsteemi loogika plokk-skeem.

Süsteemi hädaseiskamine

Süsteemi hädaseiskamisrežiimis vabastab peakäiviti vooluahela toitesektsiooni, tagades sellega kõigi juhitavate seadmete seiskumise. Ülejäänud 24 V DC toitesüsteem jääb aktiivseks. Süsteemi saab taaskäivitada alles pärast turvaahela kõrvaldamist ja tõe lähtestamist lähtestamisnupu vajutamisega. Kui hädaseiskamist ei saa lähtestada, põleb sinine lamp, kui hädaseiskamist saab lähtestada, vilgub sinine lamp. Kui turvaahela on korras ja hädaseiskamine lähtestatud, sinine lamp ei süüti. (vt joonis 4.3)

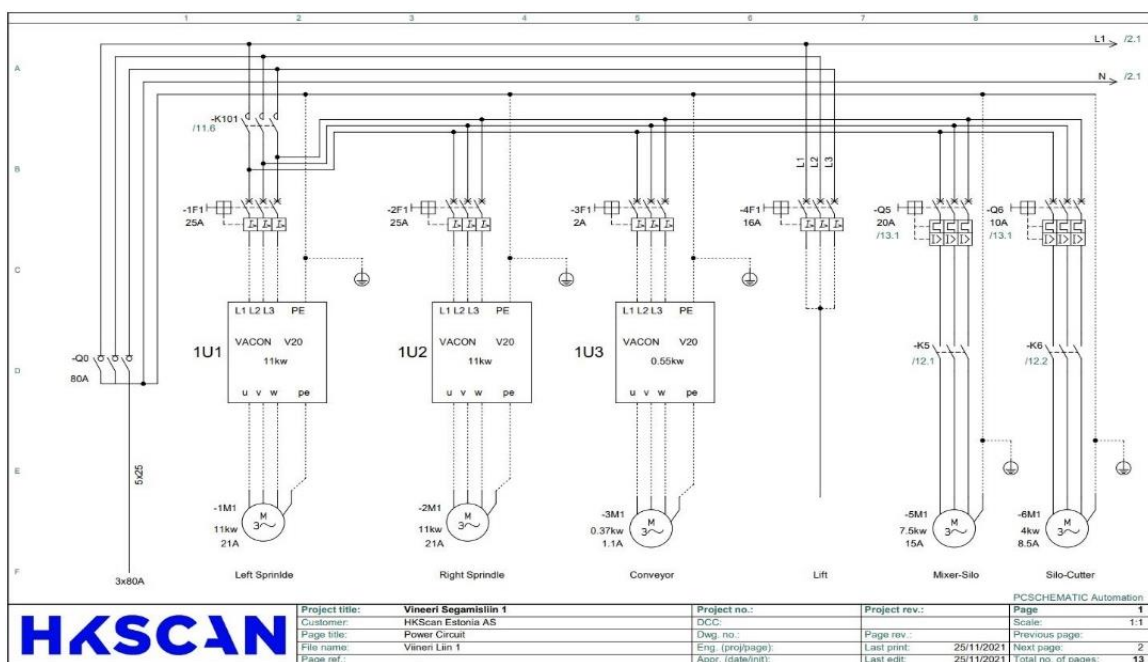


Joonis 4.3. Süsteemi loogika plokk-skeem.

5 AUTOMAATIKA SKEEMIDE KOOSTAMINE

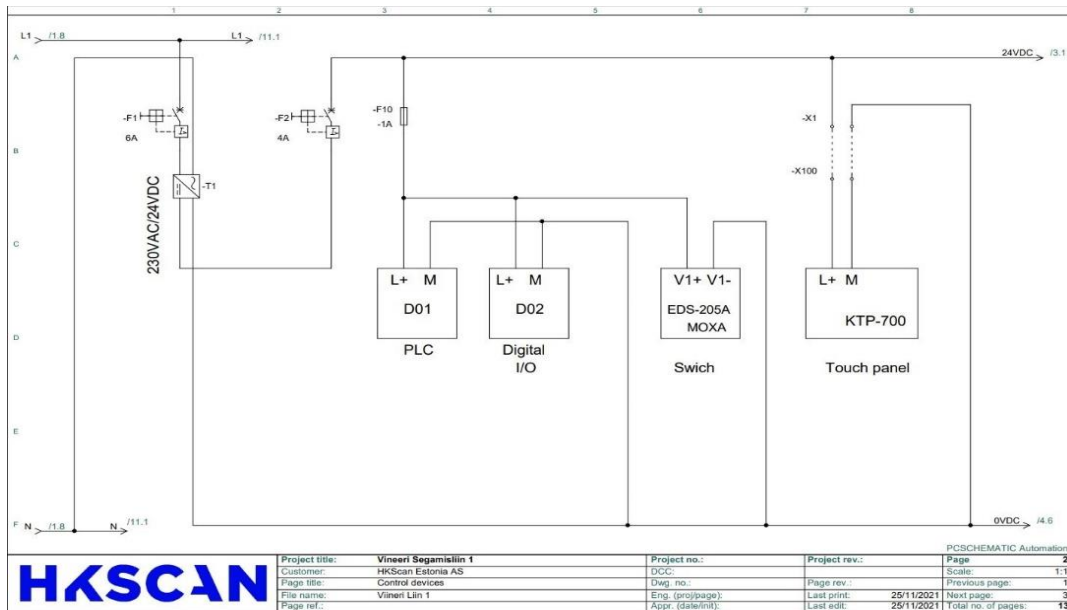
Automaatika skeemide koostamiseks kasutati programmi PCSchematic Automation 40 V22.0. See programm sisaldab laia funktsionaalsust erinevate automatiseerimisskeemide loomiseks vastavalt erinevatele standarditele. Skeemide loomisel asutati minevikus omandatud teadmisi ja kogemusi. Skeemid on koostatud vastavalt Euroopa ISO standarditele. Skeemides on 13 lehtekülge:

1. Jõuahela, mis näitab kõiki peamisi toiteseadmeid, nagu mootorid, inverterid, kaitselülitid ja starteri kontaktid (nt hädaseiskamiskäiviti) (vt joonis 5.1)



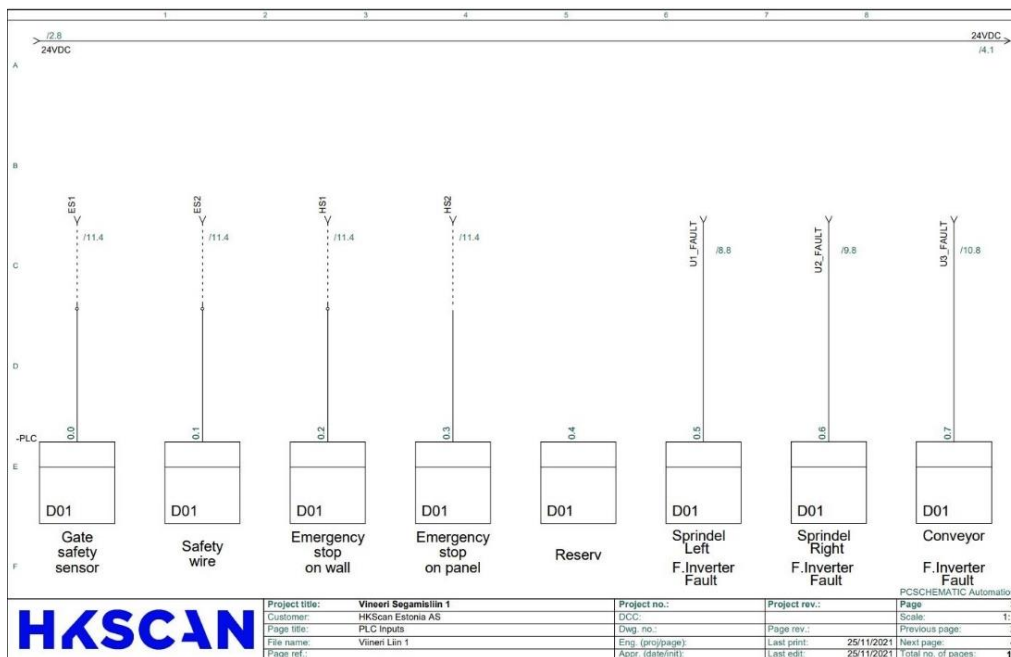
Joonis 5.1. Juhitava seade juhtimine

2. Juhtimisahela, kus on joonistatud juhtsüsteemi põhielementide toiteskeem, õigemini tööstuskontroller, HMI paneel ja Etherneti lüliti. (vt joonis 5.2)



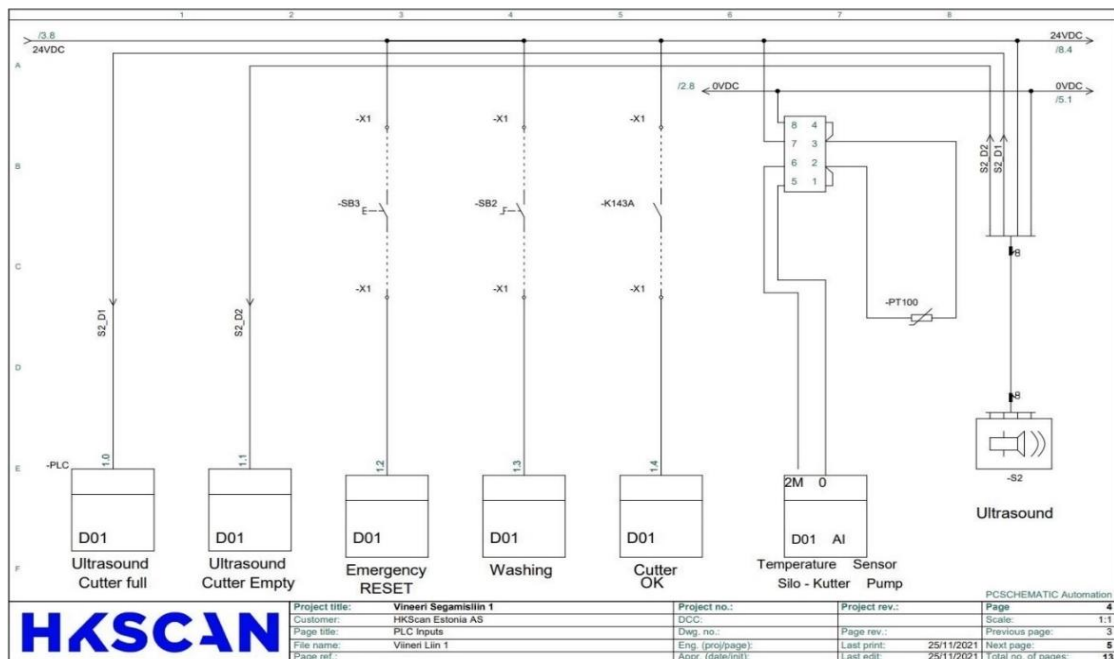
Joonis 5.2. Juhtimiselementide toide

3. Tööstuskontrolleri sissendid, kus on joonistatud seotud turvaahela sisendid. (vt joonis 5.3)



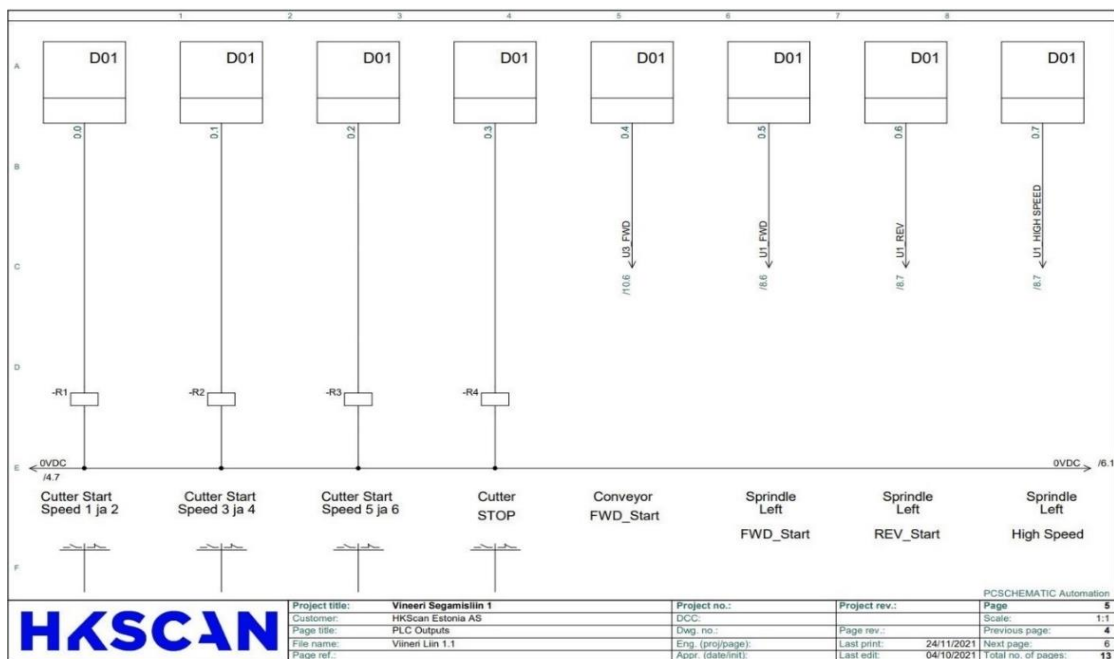
Joonis 5.3. Tööstuskontrolleri digitaalsissendid

4. Tööstuskontrolleri sissendid, mis on seotud kuttriga, hädaseiskamise lähtestamise, pesurežiimi ja Silo->Kutter pumba temperatuuri mõõtmise ahelaga. (vt joonis 5.4)



Joonis 5.4. Tööstuskontrolleri digitaalsissendid ja analogsissendid

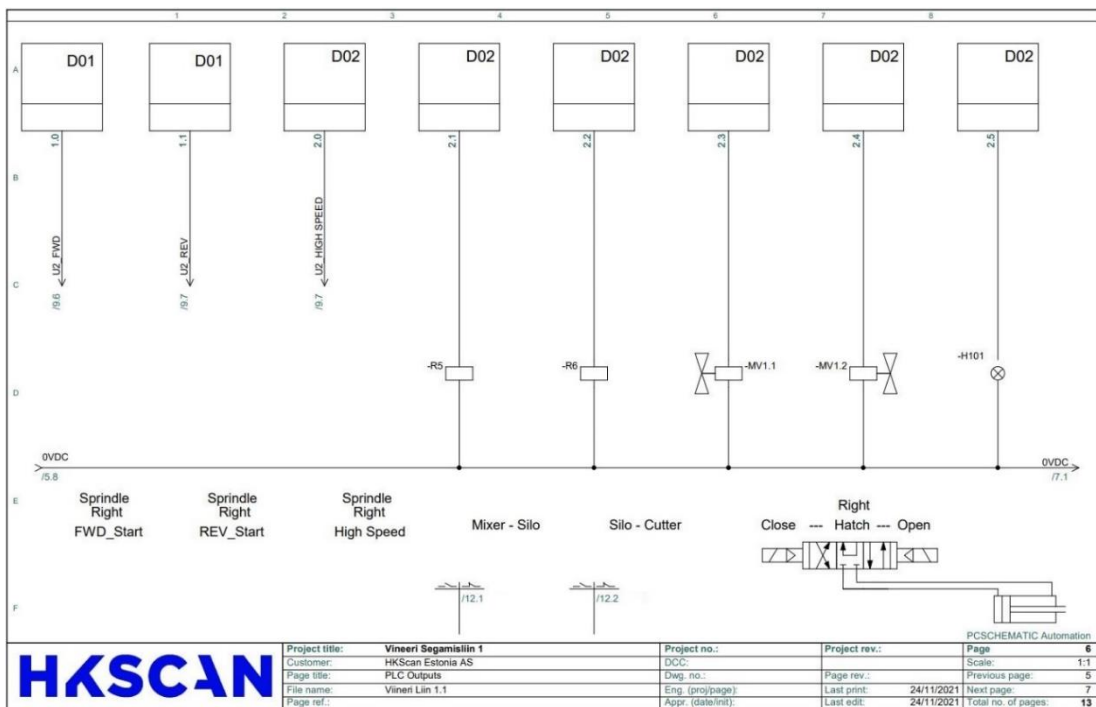
5. Tööstuskontrolleri väljundid ja releed, seotud kuttri juhtimisega, väljastuse konveieriga ja vasakpoolse segamistiguga. (vt joonis 5.5)



Joonis 5.5. Tööstuskontrolleri digitaalväljundid

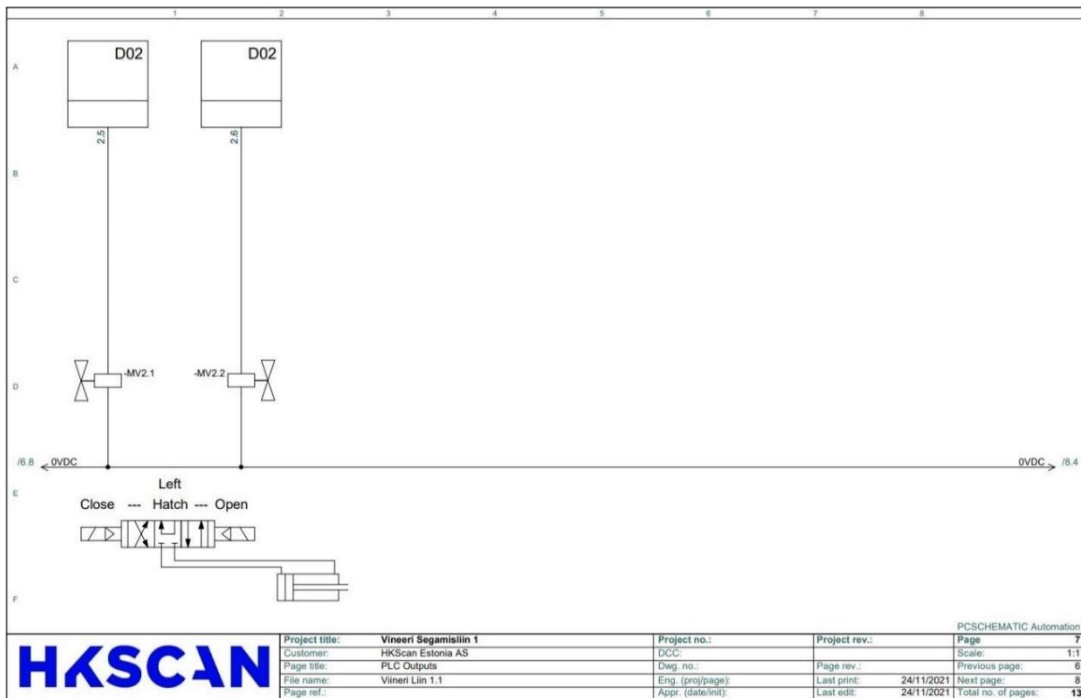
6. Tööstuskontrolleri, releede ja klapipoolide väljundid, mis on seotud parempoolse segamistiku juhtimisega, kahe pumbaga ja parempoolse

luukiga. (vt joonis 5.6)



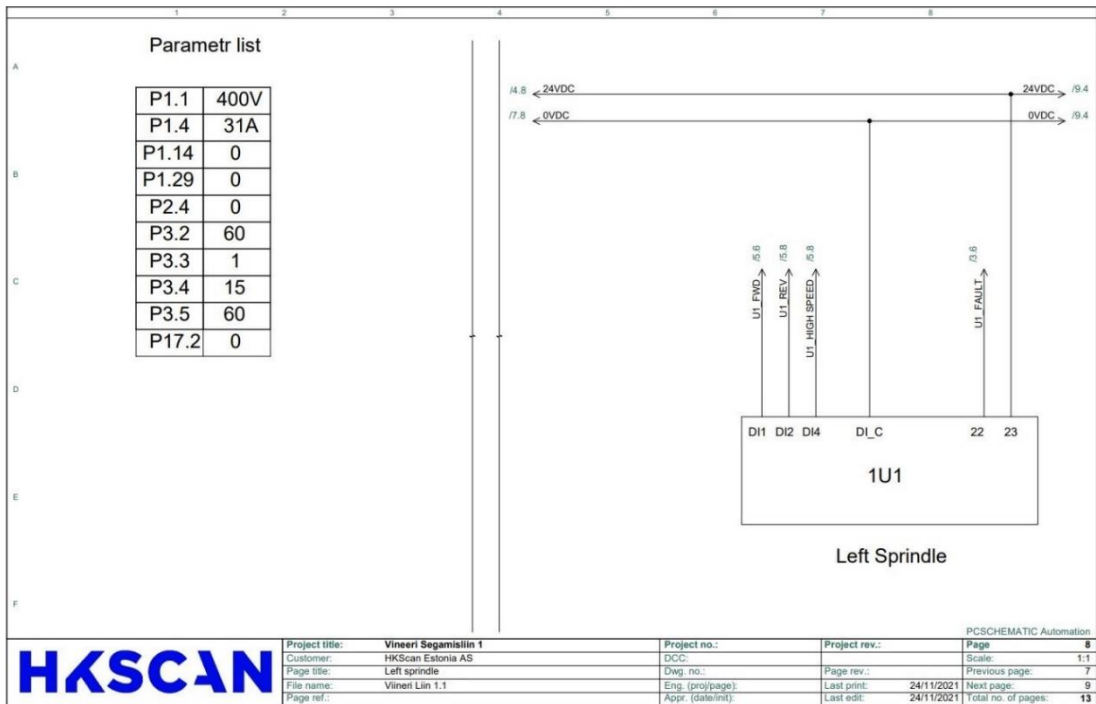
Joonis 5.6. Tööstuskontrolleri digitaalväljundid

7. Tööstusliku kontrolleri ja klapi poolide väljundid on ühendatud vasakpoolse luugiga. (vt joonis 5.7)



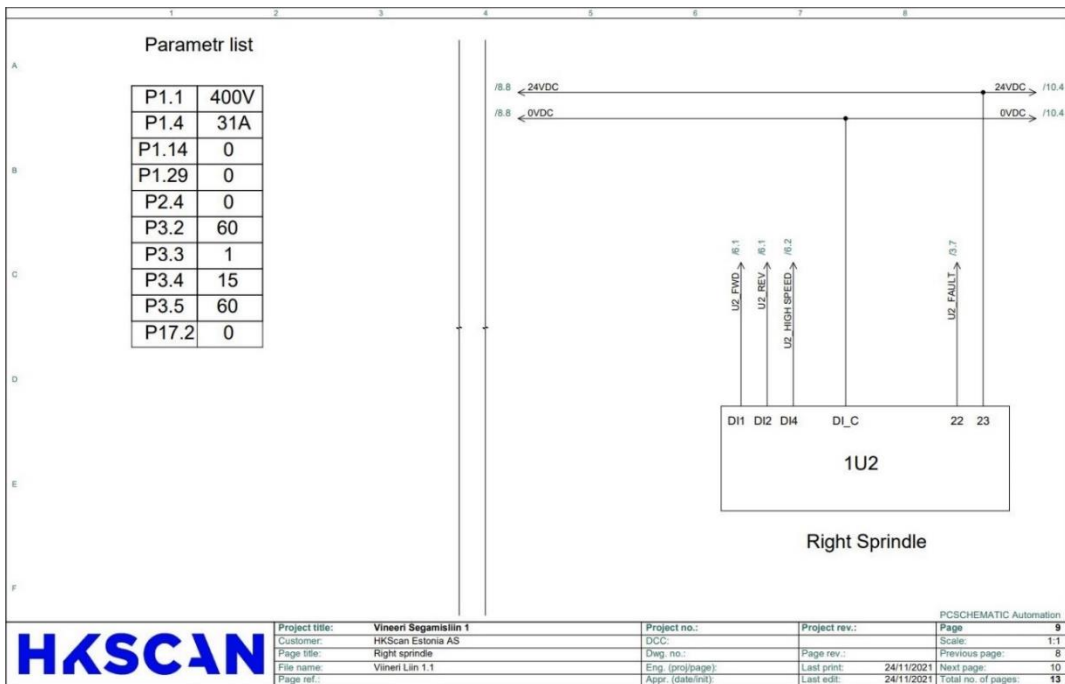
Joonis 5.7. Tööstuskontrolleri digitaalväljundid

8. Vasakpoolne segamistigu, selle sagedusanduri sisendite ja väljundite täpsem ühendamine ja kõik parameetrid. (vt joonis 5.8)



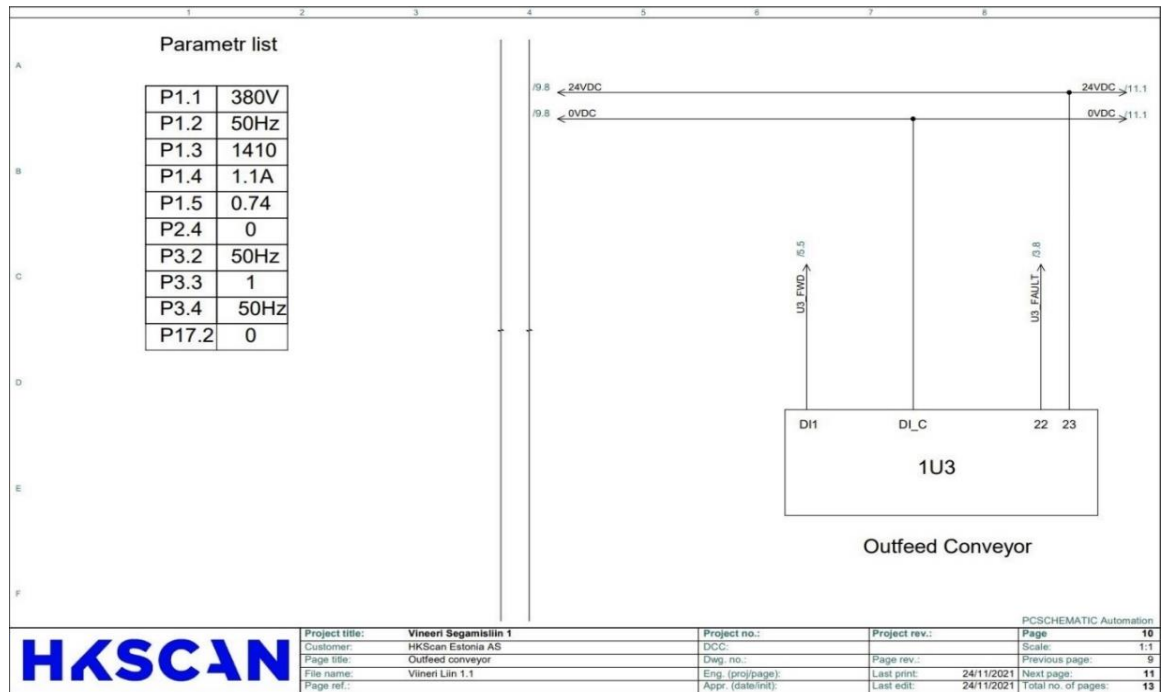
Joonis 5.8. Vasakpoolse segamistigu inverteri juhtimine

9. Parempoolne segamistigu, selle sagedusmünduri sissendite ja väljundite täpsem ühendamine ja kõik parameetrid. (vt joonis 5.9)



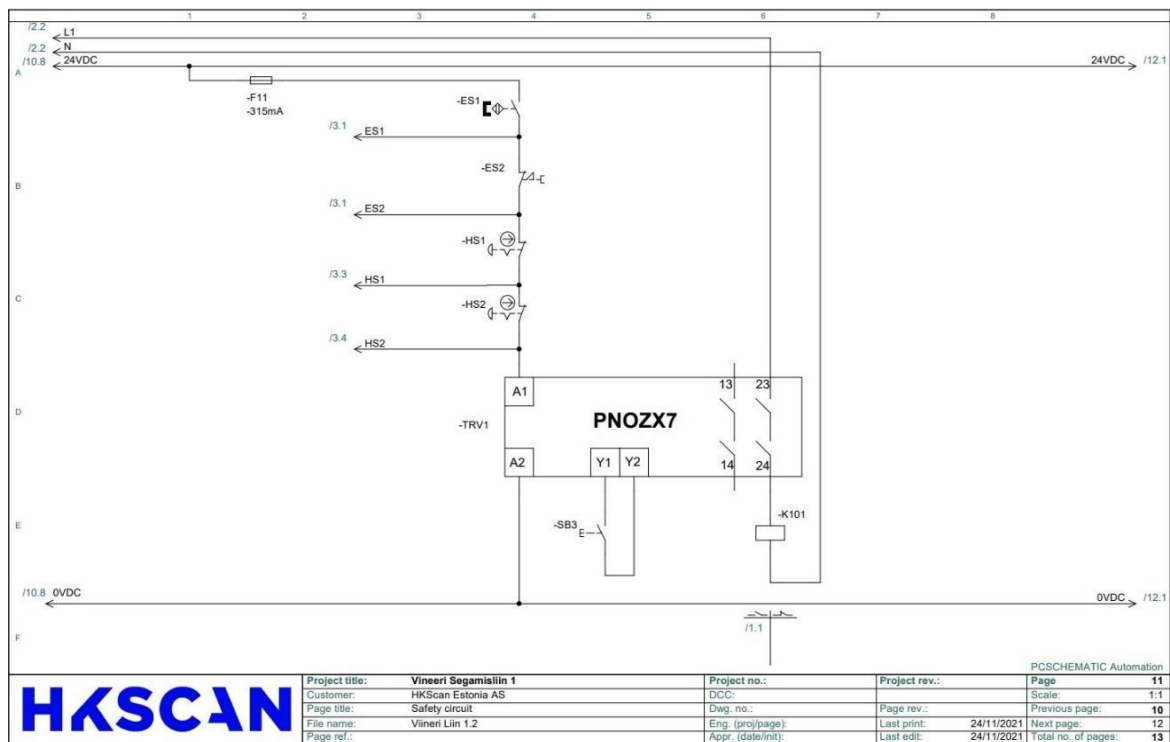
Joonis 5.9. Parempoolse segamistigu inverteri juhtimine

10. Väljastuse konveier, mis kannab massi kuttrist dosatorisse. (vt joonis 5.10)



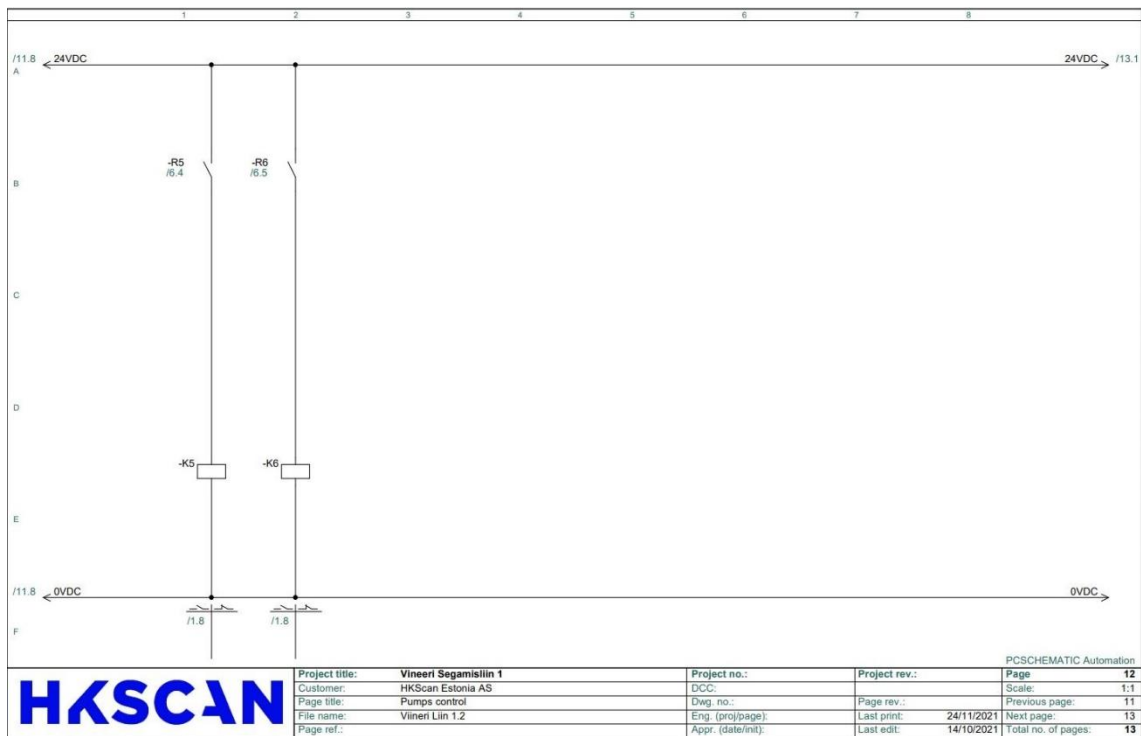
Joonis 5.10. Väljastusekonveieri segamistigu inverteri juhtimine

11. Turvaahela, täpsem turvarelee, selle sisse lülitamistingimused ja lähtestamise ja hädaseiskamisei pääristu toide. (vt joonis 5.11)



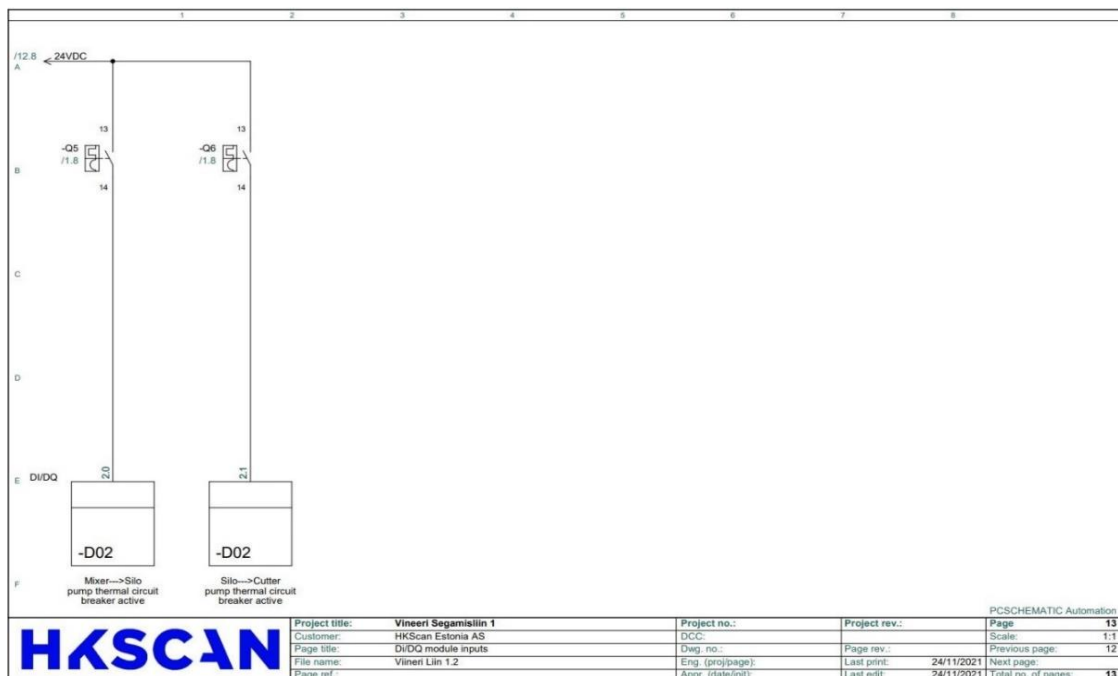
Joonis 5.11. Turvaahela, turvaandurid, turvaplokk ja peatoide käiviti

12. Pumba käivitide juhtimine. (vt joonis 5.12)



Joonis 5.12. Pumbade juhtimine

13. Tööstuskontrolleri sissendid, seotud pumbade termo ja voolu kaitsega, signaliseeritavad nende olukorradest. (vt joonis 5.13)



Joonis 5.13. Tööstuskontrolleri digitaalsissendid

Kõik skeemid loodi selle programmi tasuta versioonis.

6 PROGRAMMI KIRJUTAMINE

6.1 Üldne informatsioon, struktuur

Sellise automaatika süsteemi programmi töötas välja Siemens Totally Integrated Automation Portal V15.1 arenduskeskonnas. See programm tugineb teiste projektide kogemustele.

- Programm koosneb peamisest organisatsioonilisest plokist Main, mis sisaldab vastava teegi sees funktsiooniplokki ViineriSegamisliinFb, mille nimi säilitab projekti olemuse.
- Selle mooduli raamatukogu ühilduvus on hõlpsasti integreeritav teistesse projektidesse, näiteks teise masstootmissüsteemi, mis täiendab seda, et teist süsteemi saab värskendada lühema aja jooksul.
- Selline funktsiooniplokk on realiseeritud Siemens programmeerimiskeeles nimetusega SCL (Structured control language). Selles plokis on palju erinevaid funktsiooniplokke ja funktsionaalplokke, mis on kirjutatud saama programmeerimiskeeleks. Iga funktsioon või funktsiooniplokk teostab sõlme kontrollimiseks oma funktsionaalset protsessi.
- Kõik protsessiga seotud sissend- ja väljundparameetrid on ViineriSegamisliinUDT andmetüübis. See andmetüüp on kasutaja määratud. See andmetüüp hoiatab kõik süsteemi parameetrite eest, nagu ohutusahela parameetrid, segaja, pumbad, luukidparameetrid jne. Kõik need parameetrid on vajalikud süsteemi toimimiseks.
- Kõik programmiandmed hoiatatakse ühes globaalses andmeplokis.
- Seda plokki kasutades saab program töötada täiesti autonoomselt, näiteks saab vajadusel süsteemi seadistada ilma füüsilise sisendita.
- Funktsioon pakub sidet tööstusliku kontrolleri sissendi/väljundi ja globaalse andmeploki vahel.

6.2 Organiseerimis plokk (Main)

Peamine organisatsiooniploki "Main" koosneb funktsiooniplokist ViineriSegamisliinFb ja funktsioonist InputDistribution. Need kaks funktsiooni rakendavad programmi peamist funktsionaalsust, nimelt kogu tehnoloogilise protsessi juhtimist ning ühendus sissendi/väljundi ja vajaliku andmetüübiga ViineriSegamisliin_UDT vahel.

6.3 Funktsionaal plokkid ja funktsioonid

InputDistribution

See funktsioon saab sisendandmeid parameetritena vastavalt ühendatud kontrolleri juhtivatest seadmetest ja kontrolseadmetest. Üks selle funktsiooni parameetritest on andmetüübi SCADA objekt ViineriSegamisliin_UDT, milles kõik väärtused salvestatakse tehnoloogilise protsessi edasiseks juhtimiseks.

6.4 VineeriSegamisliinFb

Selline funktsionaalne plokk toetab tehnoloogilise objekti juhtimiseks vajalikke funktsionaalseid andmeid, ühiste funktsioonide ja funktsioonplokkide süsteemide ühiseid tehnoloogilisi sõlme. Need funktsioonid on: PumpsProcessing, ConveyorControl, MotorTemperatureScaling, HatchesControl, ja funktsionaal plokkid SafetyAndAlarming, SafetyAlarmCounter, AnimateMovements, CutterControl, MixerControl. Kõik need raamatukoguga ühilduvad, selle plokki sees on kirjeldus, kuidas seda õigesti kasutada, ja kasutustingimused. Need plokid juhtivad turvaahela, kahe segamisti, kahe pumba, kuttri, väljastuse konveieri ja animatsioonide visualisatsiooni abil.

PumpsProcessing

See funktsioon on vajalik pumba juhtimiseks saagi edastatada mass segistist silosse ja silost kutrisesse. Kui turvaahel ei ole häires ja pumba termokaitse on sisse lülitatud, saab segaja – silo pumba sisse lülitada. Silo – kutteri pumba sisselülitamiseks on vaja veel paar tingimust korrutada, temperatuur peab olema piirides ja kutris ei ole ületanud taset.

SafetyAndAlarming

Selline funktsionaalne plokk vastutab turvaahela elementide rikete küsitluse ja veaanalüüsimise eest. Süsteemi saab käivitada ainult siis, kui turvaahelas ei esine veod ja tõrkeid ning kõik turvaahela element on töökorras. Selles plokis täidetakse AlarmWord veateadete struktuur vastava vea ja teate olekuga, mis edastatakse HMI paneelile. See plokk on süsteemis kõige olulisem. (vt lisa 6.1)

SafetyAlarmCounter

Selline plokk vastab muutes elementide signaale nende lugemiseks ja korrutamiseks, sest sageli tekivad probleemid turvaahela elementide kontaktidega. See funktsioon muudab ohutusahelas probleemi asukoha ja põhjuse leidmise lihtsaks. Tööstusvõrgu abil saame ühendada ja vaadata nutitelefoniga väärtusi, mis lihtsustab piraatluse probleemi.

AnimateMovements

Selline funktsionaalne plokk on vajalik süsteemi maksumuse vähendamiseks, Comfort HMI funktsionaalsusse täpsemaks kasutamiseks koos Basic paneliga. Nende kahe hinnavahe jääb 1000 euro kanti. Selles plokis suurendatakse väärtusi ühest kolmeni või nullist sajani, et juhtida paneeli üksuste nähtavust. Sellega meil toimub liikumisanimatsioon.

CutterControl

See plokk on vajalik kuttrina juhtimiseks. Seda juhtakse kiiruse valimisega ja piisava signaali saatmisega õigesse väljundisse. Paaritu kiiruse jaoks piisab 1 impulsi saatmisest vastavasse väljundisse, paariikiiruse jaoks on vaja 3 impulssi. Seejärel on vaja saata üks impulss vastavale esimesele väljundile ja kolm impulssi teistele kiirustele. Järgmise kahe kiiruse, 3 ja 4 puhul kasutati järgmist väljundit. Kuttri käivitamine on võimalik ainult siis, kui kuttri enda turvakett pole katki ja kaalutaset ei ületata.

ConveyorControl

See funktsioon on vajalik välikonveierina töötamiseks. Kui turvaahel ebaõnnestub, sagedusmuundur on valmis ja käivitussignaali sees, saame käivitada.

MixerControl

Sellist funktsionaalset plokki on vaja selle juhtimiseks segajana. Käivitamine on võimalik ainult siis, kui turvaahel on terve. On võimalik valida väikese ja suure kiiruse ja pöörlemise vahel. Segamise katkestamise võimaluse välistamiseks on segamistigude käivitamine võimalik alles pärast hoidmist. Pesemisasendis pöörlevad segamisteed alati samas suunas.

MotorTemperatureScaling

See funktsioon on vajalik PT100 signaali töötlemiseks 0-10Vni muunduriks. Tehnilistes ühikutes vastuvõetud digiteeritud signaal teisendatakse temperatuuriks Celsiuse kraadides.

Hatches Control

See funktsioon on vajalik luukide juhtimiseks. Avamis- või sulgemissignaali andmisel võtab luuk võimu. Luugid on pesurežiimil alati avatud, et vesi segaja sisse ei koguneks.

6.5 OverrideSafety

Funktsioon, mis võimaldab vajaduse korral silumisfaasis süsteemist turvalisuse sunniviisiliselt välistada. See funktsioon pole ilma programmita saadaval, seda saab kasutada ainult enne selle kasutamist Tia portaalis luues. [1]

6.6 ModbusUDP

Valikuline funktsionaalplokk, mis võimaldab kliendi soovil edastada Vacon V20 tüüpi sagedusmuunduritele Modbus UDP kaudu pooldupleksrežiimis RS485 tüüpi siini kaudu lugemis- ja kirjutamisandmeid, mis on ühtlasi ka raamatukogu moodul ja lai kasutusperspektiiv tulevastes projektides.

DataScada

See on funktsioon, mis rakendab andmevahetust SCADA andmetüübi ja sagedusmuunduri lugemis-/kirjutusmassiivi vahel.

AddressesToArray

See on funktsioon, mis teisendab sagedusmuunduri üksikute parameetrite aadressid funktsiooniplokis kasutamiseks sobivaks andmetüübiks.

6.7 Kasutajana-määratletud andmetüüpid

6.7.1 VineeriSegamisliin_UDT

Mixer

See struktuur salvestab segisti juhtimisparameetrid. (vt tabel 6.1)

Tabel 6.1. Kasutaja-määratud andmetüpis segaja juhtimisstruktuur.

Nimi	Andmetüüp	Algväärtus	Seletus
AugerLeftForward	Bool	False	Käivitussignaal vasakpoolse segamistigu edasiliikumiseks.
AugerLeftBack	Bool	False	Käivitussignaal vasakpoolse segamistigu tagurpidi liikumiseks.
AugerLeftHighSpeed	Bool	False	Suure kiirusega käivitussignaal vasakpoolsele segamistigule.
AugerRightForward	Bool	False	Käivitussignaal parempoolse segamistigu edasiliikumiseks.
AugerRightBack	Bool	False	Käivitussignaal parempoolse segamistigu tagurpidi liikumiseks.

AugerRightHighSpeed	Bool	False	Suure kiirusega käivitussignaali parempoolsele segamistigule.
AugerLeftOk	Bool	False	Korras signaal vasakpoolsest segamistikust sagedusmuundurist.
AugerRightOk	Bool	False	Korras signaal parempoolsest segamistikust sagedusmuundurist.
AugerLeftMove	USInt	0	Muutuja, mis on vajalik vasakpoolse segamistigu liikumise animeerimiseks
AugerRightMove	USInt	0	Muutuja, mis on vajalik parempoolse segamistigu liikumise animeerimiseks
MainMixerMove	USInt	0	Muutuja, mis on vajalik peakraanil peasegamistigu liikumise animeerimiseks

Safety

See struktuur salvestab turvasüsteemi parameetrid. (vt tabel 6.2)

Tabel 6.2. Kasutaja-määratud andmetüüp turva juhtimisstruktuur.

Nimi	Andmetüüp	Algväärus	Seletus
HS1	Bool	False	Seina hädaseiskamine on aktiveeritud
HS2	Bool	False	Paneeli hädaseiskamine on aktiveeritud
Tross	Bool	False	Hädaseiskamise käivitab trossi ohutusandur
Gate	Bool	False	Hädaseiskamine, mille käivitab värava turvaandur

Reset	Bool	False	Hädaseiskamise lähtestamise signaal	oleku
-------	------	-------	--	-------

Pumps

See struktuur salvestab pumba juhtimisparameetrid. (vt tabel 6.3)

Tabel 6.3. Kasutaja-määratud andmetüpis pumbade juhtimisstruktuur.

Nimi	Andmetüpp	Algväärtus	Seletus
MixerEmptyingEnable	Bool	False	Segaja→Silo pumba käivitussignaali
SiloEmptyingEnable	Bool	False	Silo→Kutter pumba käivitussignaali
MixerPumpEnabled	Bool	False	Pumba töö tagasiside signaal Segaja→Silo
SiloPumpEnabled	Bool	False	Pumba töö tagasiside signaal Silo→Kutter
MixerPumpOk	Bool	False	Segaja→Silo Pumba ülekoormuskaitse korras
SiloPumpOk	Bool	False	Silo→Kutter Pumba ülekoormuskaitse korras
SiloPumpTemperatureError	Bool	False	Silo→Kutter pumba temperatuur piirte väljas
SiloPumpTemperature	UInt	0	Silo→Kutter pumba aktuaalne temperatuur
MixerPumpMove	USInt	0	Muutuja Segaja→Silo pumba liikumise animatsiooni jaoks
SiloPumpMove	USInt	0	Muutuja Silo→Kutter pumba liikumise animatsiooni jaoks

Cutter

See struktuur salvestab veski juhtimise parameetrid. (vt tabel 6.4)

Tabel 6.4. Kasutaja-määratud andmetüpis kuttri juhtimisstruktuur.

Nimi	Andmetüüp	Algväärtus	Seletus
HighLevel	Bool	False	Massi tase kutris ületanud
LowLevel	Bool	False	Massi tase kutris on ebapiisav
Ok	Bool	False	Signaal oma turvasüsteemi heast tervisest
Start	Bool	False	Käivitamise signaal
Speed	USInt	0	Kiiruse valimise parameter. (0 - stop, 1 - 1000, 6 - 6000 pör/min).
Move	USInt	0	Kuttri animatsioonidele vajalik muutuja

Conveyor

See struktuur hoiab kõik vajalikud parameetrid, et juhtida väljastuse konveierina. (vt tabel 6.5)

Tabel 6.5. Kasutaja-määratud andmetüpis konveieri juhtimisstruktuur.

Nimi	Andmetüüp	Algväärtus	Seletus
Ok	Bool	False	Konveieri korras seisundi signaal
Start	Bool	False	Käivitamise signaal

Movement	USInt	0	Konveieri animatsioonidele vajalik muutuja
----------	-------	---	--

Hatches

See struktuur hoiab kõik vajalikud parameetrid, et juhtida luukidena. (vt tabel 6.6)

Tabel 6.6. Kasutaja-määratud andmetüpis lukkide juhtimisstruktuur.

Nimi	Andmetüüp	Algväärtus	Seletus
Hatch1Open	Bool	False	Vasakpoolse luugi avamise ssignaal (1 – avama, 0 – sulgema)
Hatch2Open	Bool	False	Parempoolse luugi avamise ssignaal (1 – avama, 0 – sulgema)
WashState	Bool	False	Pesurežimi käivitamise signaal

Alarms

See struktuur hoiab kõik vajalikud parameetrid, et edastada veateated visualisatsioonile. (vt tabel 6.7)

Tabel 6.7. Kasutaja-määratud andmetüpis veateate säätete juhtimisstruktuur.

Nimi	Andmetüüp	Algväärtus	Seletus
AlarmWord	UInt	0	16-bitine struktuur 16 veasignaali edastamiseks paneelile või SCADA-le.
Acknowledgement	UInt	0	Valikuline võimalus vigade lähtestamiseks SCADA või vanema paneeli rakendamisel
SiloPumpAlarmHighSetpoint	UInt	80	Pumba temperatuuriblokeeringu

			sekkumise hulk Silo→Kutter ülemisel piiril
SiloPumpAlarmLowSetpoint	UInt	10	Pumba temperatuuriblokeeringu sekkumise hulk Silo→Kutter alemisel piiril

SafetyHistory

See struktuur hoiab kõik vajalikud loenduri parameetrid, et lugeda turvaahela elementide rakendamise arv ja mõned säated. (vt tabel 6.8)

Tabel 6.8. Kasutaja-määratud andmetüpis veateade ajalugu juhtimisstruktuur.

Nimi	Andmetüüp	Algväärtus	Seletus
GateCounter	UInt	0	Värava turvaanduri aktiveerimise loendur
TrossCounter	UInt	0	Turvakaabli anduri tööloendur
HS1Counter	UInt	0	Hädaseiskamisnupu loendur seinal
HS2Counter	UInt	0	Hädaseiskamisnupu tööloendur paneelil
ResetValues	Bool		Turvasüsteemi elementide kõigi käivitusloendurite loenduse lähtestamine

6.7.2 VaconV20_UDT

Control

Tabel 6.9. Kasutaja-määratud modbus laiendus andmetüpis juhtimisstruktuur.=

Nimi	Andmetüüp	Algväärtus	Seletus
WriteSetpoints	bool	False	Alustab andmete kirjutamist sagedusmuundurisse

Settings - DataAddresses – Read

Tabel 6.10. Kasutaja-määratud modbus laiendus andmetüpis andmete lugemisstruktuur.

Nimi	Andmetüüp	Algväärtus	Seletus
Frequency	UInt	40110	Inverteri voolusageduse parameetri aadress.
Current	UInt	40003	Voolumuunduri voolu parameetri aadress.

Settings - DataAddresses – Write

Tabel 6.11. Kasutaja-määratud modbus laiendus andmetüpis andmete kirjutamisstruktuur.

Nimi	Andmetüüp	Algväärtus	Seletus
SpeedSetpoint	UInt	40180	Kiiruse sättepunkti parameetri aadress Hz-des

Settings – Data

Tabel 6.12. Kasutaja-määratud modbus laiendus andmetüpis kirjutamis/lugemis parameetrite struktuur

Nimi	Andmetüüp	Algväärtus	Seletus
Frequency	UInt	0	Mootori praegune kiirus hertsides
Current	UInt	0	Aktuaalne mootori vool
SpeedSetpoint	UInt	0	Salvestuskiiruse seadistus

6.8 Tööstuskontrolleri tagid

Kõik kontrolleri sildid vastavad diagrammidel olevatele aadressidele.

7 TEHNILISE PROTSESSI VISUALISATSIOON

Selle protsessi visualiseerimine koosneb mitmest põhiekraanist:

- Põhiekraan, mis kuvab süsteemi üldvaadet ja olekut, samuti pumba ja chopperi juhtimist ning veaandmeid ja vealogi
- Segaja juhtimisekraan, kus saab juhtida segamistigude pöörlemist ja nende kiirust ning luuke
- Pumba temperatuuri parameetri ajaloo kuva Silo→Kutter.
- Seadepunktide ekraan, kus saate muuta pumba termilise blokeerimise ülemise ja alumise häirepiiri seadeväärtusi Silo→Kutter, samuti vaadata ohutussüsteemi elementide loendureid ja lähtestada nende väärtused.
- Süsteemiekraan, mis näitab võrgus olevaid seadmeid ja nende aadresse, kust saate väljuda, et vaadata sisend-/väljundekraane
- • Kontrolleri sisendite/väljundite ekraan, kus saab vaadata selle sisendite ja väljundite olekut.
- • Kontrolleri laiendusploki sisendite/väljundite ekraan, kus saate vaadata selle sisendite ja väljundite olekut.

Sellel visualiseerimisel on võimalus lülituda kolme keele vahel: eesti, inglise ja vene.

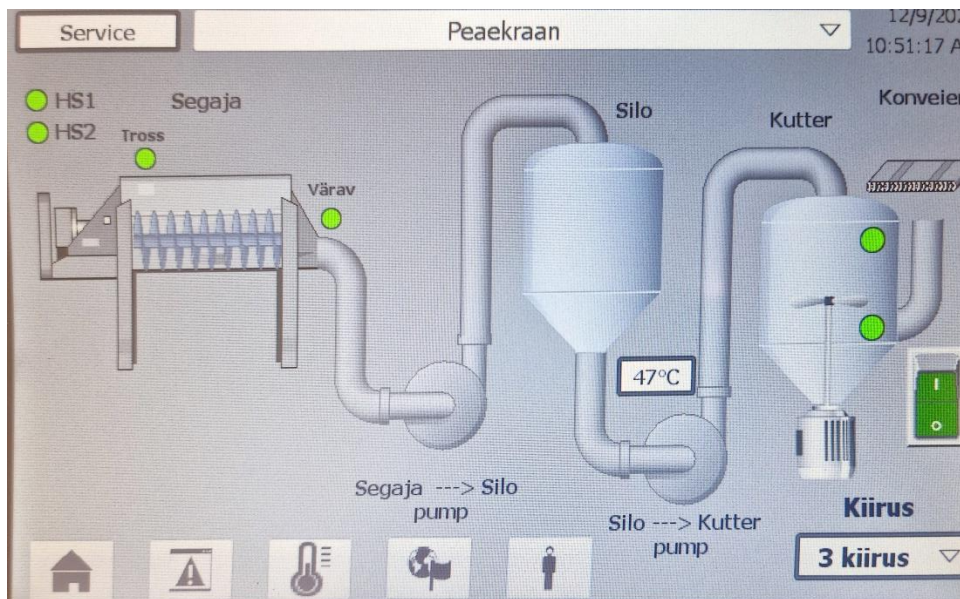
1) Peaekraan

Põhiekraan koosneb mitmest osast:

- Turvasüsteemi ja mikseri olek
- Pump segistist silohoidlasse ja selle seisukord ning pump silost veskisse ning selle temperatuur ja seisukord
- Segaja ja väljalaskekonveieri olek ja juhtimine

Nagu ka sellel ja enamikel ekraanidel, on saadaval tavalised kodunupud, veaajalugu, temperatuuri juhtimine, keele ja kasutajanime muutmine ning ekraanidel navigeerimine.

HS1 HS2 Tross ja Värav lambid näitavad ohutussüsteemi elementide seisukorda. Nende all on segisti üldvaade sektsioonis, millel klõpsates jõuame selle juhtekraanile, kui mikser töötab visualiseerimisega, kruvid pöörlevad. Järgmisena tuleb pumba juhtimine Segaja→Silo ja Silo→Kutter, töövigade puudumisel süttivad need roheliselt ja pöörlevad, töö ajal ja hallid välja lülitatud. Lisaks on Silo→Kutter pumbal temperatuurinäidik ja temperatuurivea ikoon. Edasi tuleb chopper, millel on toitenupp, kiiruse valija, kõrge ja madala taseme andur. Mikseri töö ajal nuga pöörleb. Konveierit juhitakse nagu pumpasid, klõpsates selle ikoonil ja sellel on massi liikumise animatsioon. (vt joonis 7.1)



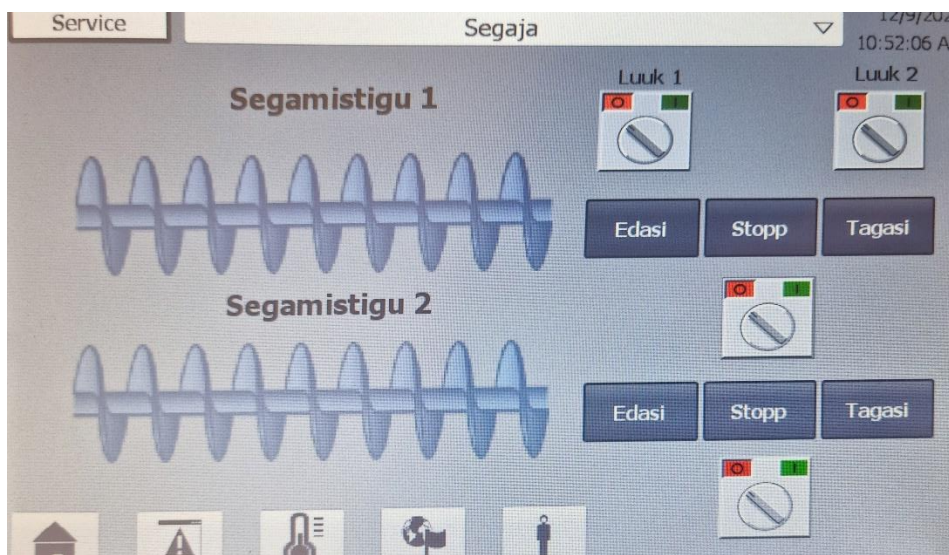
Joonis 7.1. Peakraani pilt.

2) Segaja

See ekraan koosneb:

- Segisti kruvid ja nende juhtnupud
- Luukide haldamine
- Punktis 8.1 kirjeldatud ühised nupud

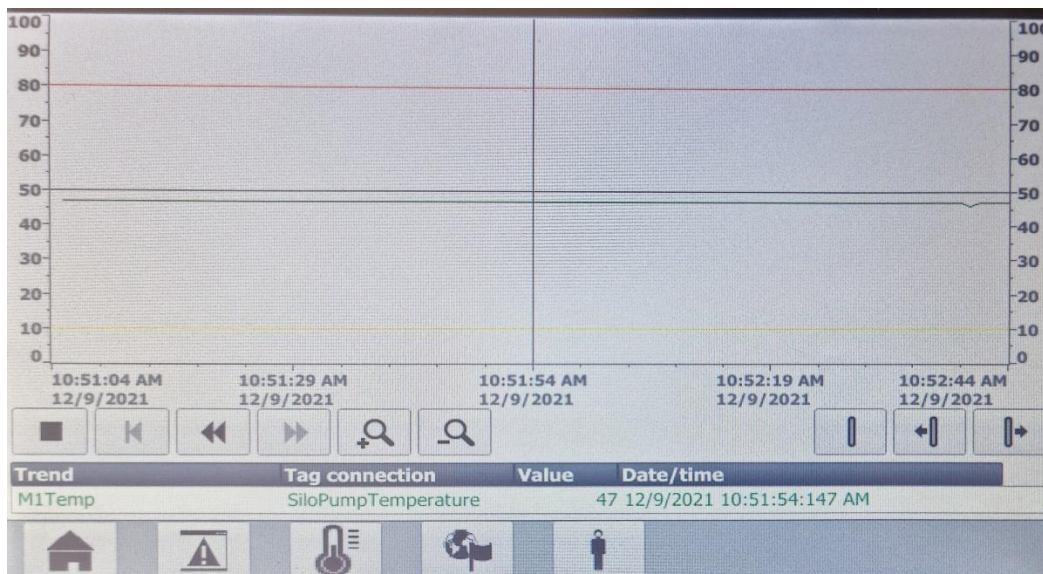
Töötamisel pöörlevad teod reaalse liikumise suunas, luuke saab avada või sulgeda lukustusnuppude abil. Tigukonveierid juhitakse nuppude Edasi Stopp Tagasi ja ka kiiruse valijaga kõrge madal. (vt joonis 7.2)



Joonis 7.2. Segaja juhtimise ekraani pilt.

3) Temperatuuri ajalugu

Selle ekraani põhielement on graafik Silo → Kutteri pumba temperatuuri ajaloo, mis näitab selle muutumist ajas. (vt joonis 7.3)



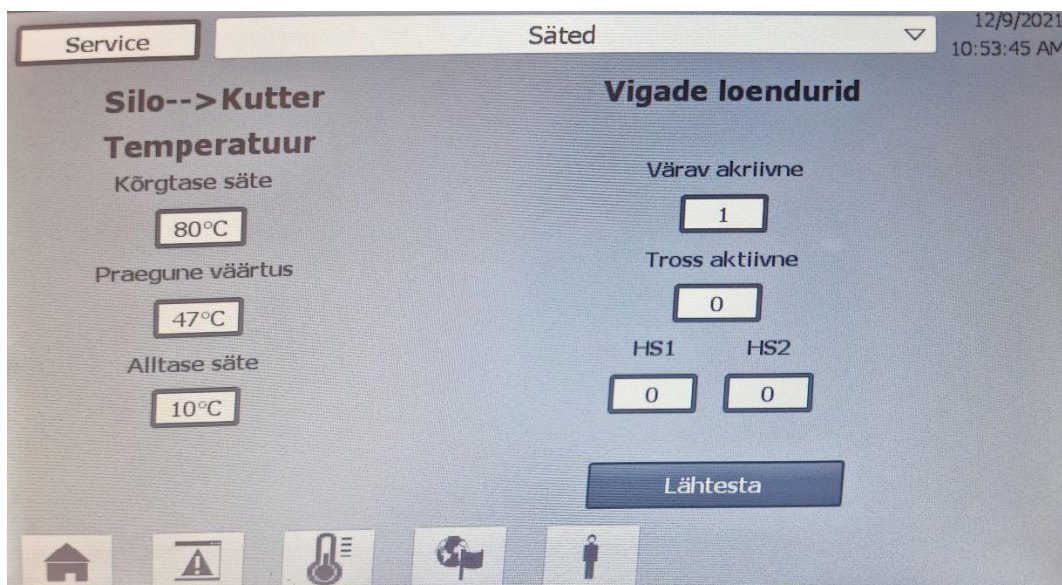
Joonis 7.3. Pumba temperatuuri ajalugu pilt.

4) Säted

See ekraan koosneb 3 peamiselt elementide rühmast:

- Temperatuurianduri seadepunktid
- Ohutuselementide aktiveerimise loendurid
- Punktis 8.1 kirjeldatud ühised nupud

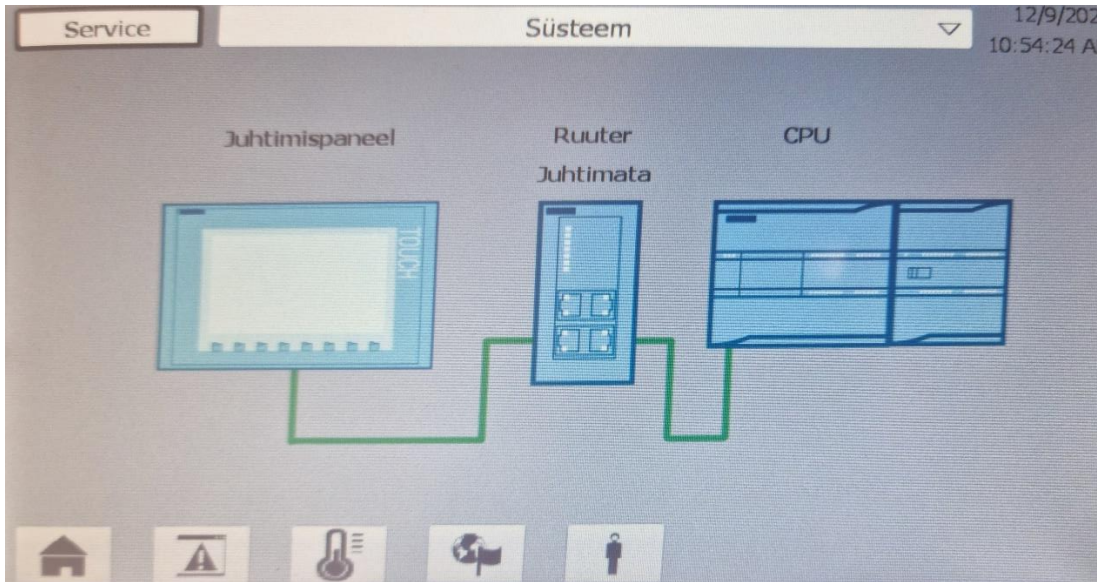
Sellel ekraanil on 2 temperatuurianduri seadepunkti, ülemine ja alumine piir, samuti tegelik väärtus. Samuti on olemas loendurid kõigi turvasüsteemi saadaolevate elementide jaoks ja nende väärtuste lähtestamine vaatlusteks. (vt joonis 7.4)



Joonis 7.4. Säate ekraani pilt.

5) Süsteem

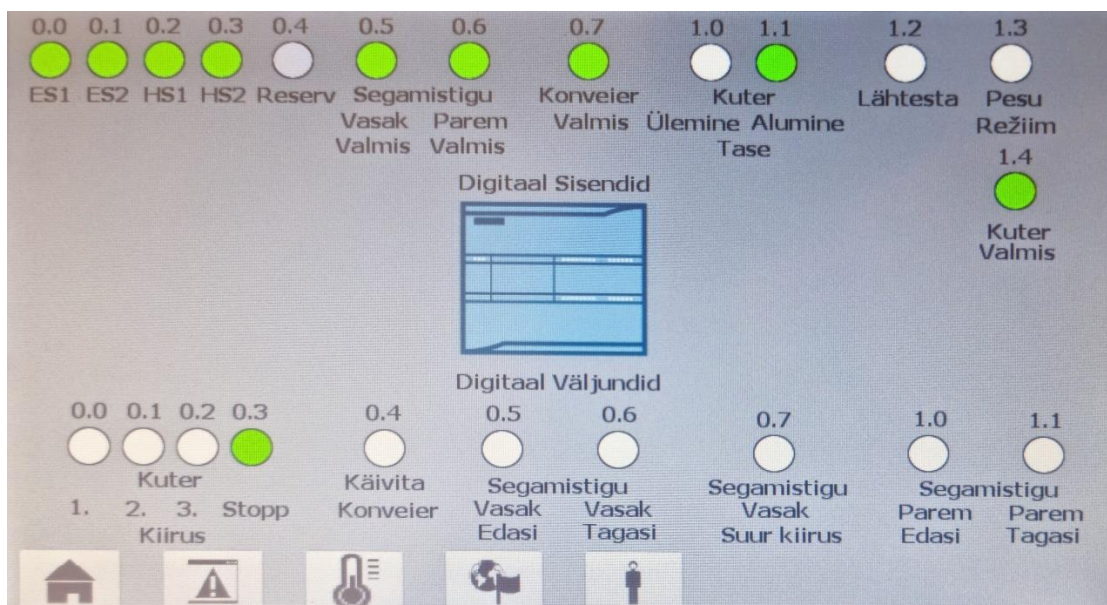
Ekraan on saadaval, kui on juurdepääs Service või üleval. Sellel ekraanil kuvatakse Profibus-seadmete võrgukaart, ja ka kontrolleri või laiendusüksusel klõpsates avaneb vastav sisendite/väljunditega ekraan. (vt joonis 7.5)



Joonis 7.5. Süsteemi ekraani pilt.

6) Tööstuskontrolleri sissendid ja väljundid

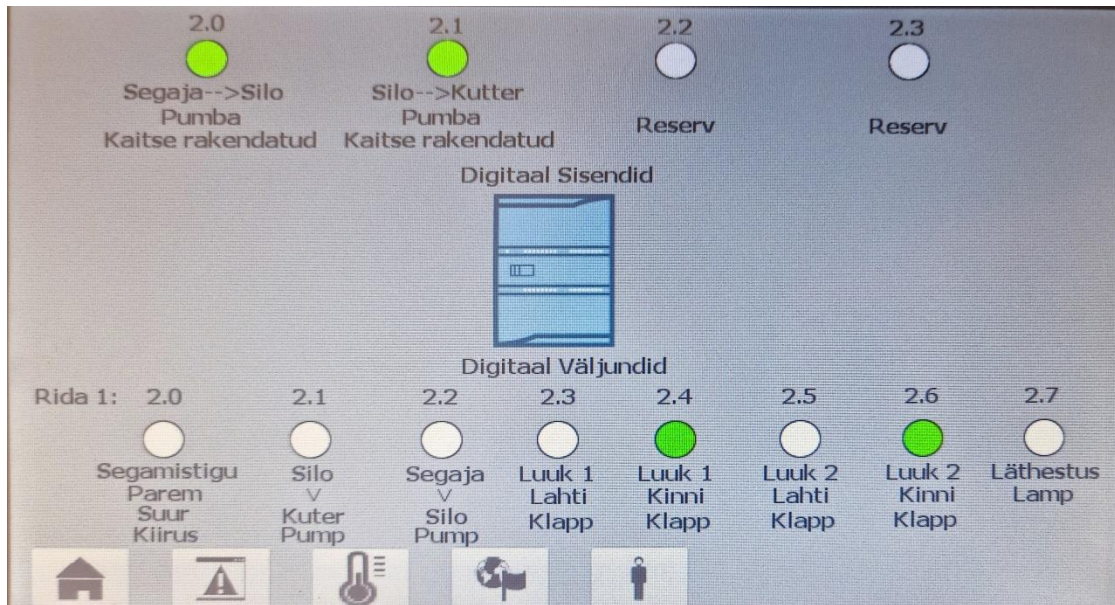
See ekraan koosneb kontrolleri sisenditest ja väljunditest, roheline värv näitab anduri signaali olemasolu kontrolleri sisendis, hall näitab puudumist. Kõik sissepääsud asuvad ülaosas. Roheline signaal väljundis tähendab, et see on aktiivne, hall - mitteaktiivne. (vt joonis 7.6)



Joonis 7.6. Tööstuskontrolleri sissendite ja väljundite ekraani pilt.

7) Laiendus kaardi sisendid ja väljundid

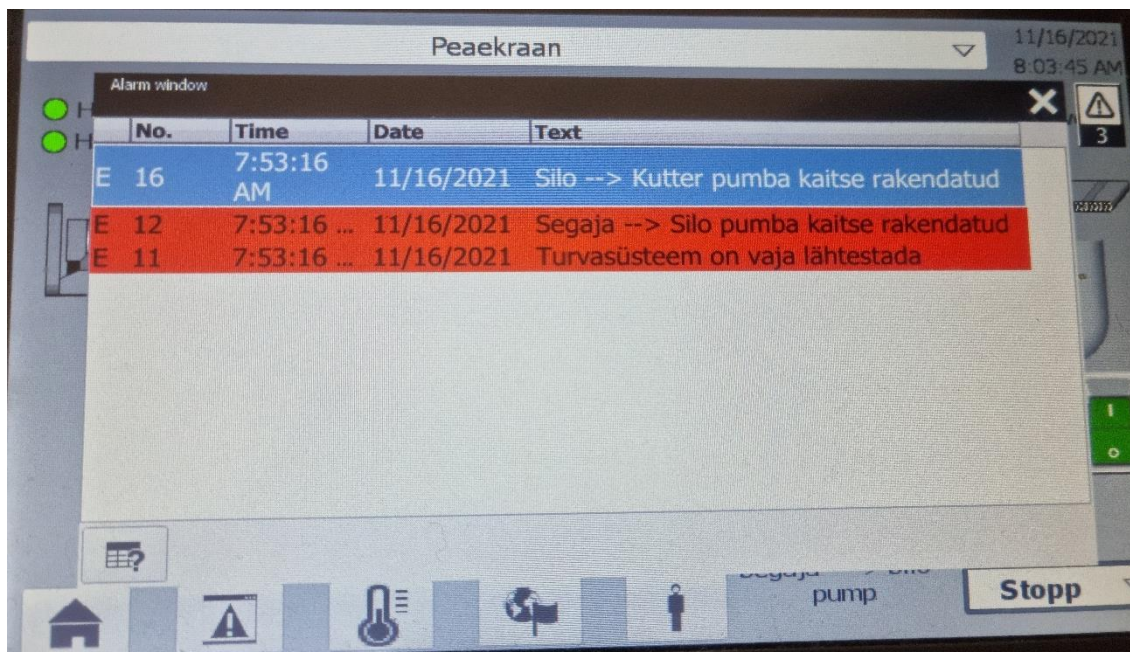
See ekraan koosneb laienduskaardi sisenditest ja väljunditest, roheline värv näitab anduri signaali olemasolu kontrolleri sisendis, hall näitab puudumist. Kõik sissepääsud asuvad ülaosas. Roheline signaal väljundis tähendab, et see on aktiivne, hall - mitteaktiivne. (vt joonis 7.7)



Joonis 7.7. Tööstuskontrolleri laiendusmoduli sisendite ja väljundite ekraani pilt.

8) Aktiivsed veateaded

Selles visualiseerimises on võimalik aktiivsete vigade aknaga suhelda, mis tahes visualiseerimisaknast, see on aktiivne ainult siis, kui neid on. See avaneb hüpikaknana ja sisaldab vea tüüpi, kuupäeva ja kellaega ning selgitavat teksti. (vt joonis 7.8)



Joonis 7.8. Aktiivse veateade ekraani pilt.

9) Veateade ajalugu

Veaajalugu on saadaval põhiekraanil ja sisaldab vea tüüpi, kuupäeva ja kellaaega ning selgitavat teksti. Punased pealdised selles tähendavad vea ilmumist, rohelised lähtestatakse. Logi salvestatakse usb-mälukaardile ja seda saab vajadusel lugeda. (vt joonis 7.9)

No.	Time	Date	Stat..	Text
E 16	7:53:1...	11/16/2...	I	Silo --> Kutter pumba kaitse rakendatud
E 12	7:53:1...	11/16/2...	I	Segaja --> Silo pumba kaitse rakendat...
E 11	7:53:1...	11/16/2...	I	Turvasüsteem on vaja lähtestada
E 16	7:52:1...	11/16/2...	I	Silo --> Kutter pumba kaitse rakendatud
E 12	7:52:1...	11/16/2...	I	Segaja --> Silo pumba kaitse rakendat...
E 11	7:52:1...	11/16/2...	I	Turvasüsteem on vaja lähtestada
E 16	7:52:0...	11/16/2...	I	Silo --> Kutter pumba kaitse rakendatud
E 12	7:52:0...	11/16/2...	I	Segaja --> Silo pumba kaitse rakendat...
E 11	7:52:0...	11/16/2...	I	Turvasüsteem on vaja lähtestada
E 14	8:37:4...	11/8/20...	I	Ületase kutris

Joonis 7.9. Veateade ajalugu ekraani pilt.

8 INTEGRERIMISE TULEMUSE ANALÜÜS JA EDASIARENDAMINE

Selle projekti edasiarendamine näeb ette lihapooltoodete töötlemise teise liini kaasajastamist, millele järgneb nende kahe liini andmehaldussüsteemi väljastamine mobiilsele platvormile, samuti visualiseerimise viimistlemine, kui töötajatel on süsteemi kasutamise käigus soove. Paigaldusprotsess oli järgmine: kõigepealt tehti kõik ühendused põhiautomaatika paneeli ja juhtpaneeli paneeli skeemide järgi, siis pandi põhisignaali kaablid, seejärel andurite signaalikaablid ja sidekaablid, seejärel paigaldati ja ühendati andurid ise, magistraalkaablid toodi kilbi sisse ja ka ühendati. Järgmise sammuna kontrolliti kõigi ühenduste õigsust. Siis pandi vool peale ja eellaaditud programm hakkas tööle. Vacon V20 sageduskonverterid on eelnevalt seadistatud parameetrite kohaselt diagrammidel kujutatud. Jõuagregaatide nagu segistite, pumpade ja purustaja kontrollimisel probleeme ei leitud. Kõik juhitavad seadmed töötasid vastavalt eelseadistatud tööloogikale. Lisaks testiti pärast põhitöörežiimi ka pesurežiimi ja hädaseiskamisrežiimi. Kõik režiimid töötasid korralikult, ilma tõrgeteta. Operatsiooni käigus saadud andmeid analüüsides võib öelda, et süsteem on muutunud töökindlamaks, turvalisemaks ja lihtsamini parandatavaks, eriti just turvasüsteemis oleva probleemi leidmisel. Selle projekti edasiarendamine näeb ette lihapooltoodete töötlemise teise liini kaasajastamist, millele järgneb nende kahe liini andmehaldussüsteemi väljastamine mobiilsele platvormile, samuti viimistlemist visualiseerimine, kui on soove küljelt töötajate protsessi kasutades süsteemi. [13]

KOKKUVÕTE

Lõputöö teema on „Juhtimissüsteemi moderniseerimine poolfabrikaat lihatoodete mass tootmiseks”.

Moderniseeritav objekt asub HKScan Estonia AS Rakvere tööstuses. Käsolevat lõputööd ajendas kirjutama peamine põhjus, mis seisneb selles, et süsteem on vana ja läheb seetõttu tihti rikki ning turvasüsteem oli halvasti tehtud. Lõputöö juhendaja on Sergei Pavlov. Lõputöö autor on Mykhailo Shershen.

Lõputöö koosneb üheksast osast. Esimeses peatükis toimub vana süsteemi analüüs, on antud kõik süsteemi vead, nende põhjused ja kogus. Teises peatükis tutvustatakse süsteemi koostamise tehnilist ülesannet, mis on selles punktis täielikult olemas. Kolmandas peatükis kirjeldatakse põhjustatud elementide valikut ja masina keskkonda. Neljandas peatükis kirjeldatakse süsteemi algorütmide kõikidele töörežiimidele. Viiendas peatükis kirjeldatakse selle süsteemi automaatikaskeemide struktuuri ja koostamist. Kuuendas peatükis kirjeldatakse programmi kirjutamist ja kasutatud programmeerimisviise, programmi struktuuri ja funktsioonide põhimõtet. Seitsmendas peatükis kirjeldatakse visualisatsiooni struktuur, koostamist ja peamiseid erilaade. Kaheksandas peatükis kirjeldatakse süsteemi integreerimist, integreerimise tulemusi, probleeme ja edasiarendust.

Käesoleva rakenduskõrgharidusõppe lõputöö eesmärk oli moderniseerida HKScan Estonia AS vana masstootmise automaatikasüsteemi, teha seda usaldusväärsemaks ja arusaadavamaks. [2]

Autori eesmärk on moderniseerida vana süsteem algusest lõpuni, mis tähendab, et peavad olema loodud: uus juhtimistarkvara Siemens Tia Portal arendamiskeskonna kasutamiseks, ümber tehtud automaatikaskeemid PCSchematic Automation V40 kasutamiseks, ümber ehitatud turvaahel Pilz elementide baasil, süsteemi tööloogika peab olema ümber ehitatud, uued visualisatsioonid peab olema joonistatud ja tehnoloogiate kasutamiseks koostatud uus riistvara. Üheks peaesmärgiks oli koostada lihtsalt arusaadav süsteemi kasutusjuhend ja parandamisjuhend. [1]

Selline automaatikasüsteem oli paigaldatud ja tööle pandud. Kõik funktsionaalsused ja nõuded turvalisuse, süsteemi töökiiruse ja töökindluse osas on täidetud. Selline süsteem töötab rikketa. Süsteemi loomiseks oli rahuldatud kõik töötajate soovitusel. Praeguses süsteemis on lihtne ja arusaadav visualisatsioon ja selle süsteemi töötajad on täielikult rahul. Edasiarendamiseks küsime töötajate soovitusi ja automaatikaosakonna kogemust, et teha süsteem veelgi kasutajasõbralikumaks ja arusaadavaks. Probleemi lahendamise jooksul täienesid autori programmeerimisoskused, lisaks arenes

automaatikaskeemide koostamise, tööprotsessi loomise ja automaatikakilpide koostamise oskus. [3]

SUMMARY

The topic of this thesis is "Control system modernization for semi-finished meat mass production".

The system is located on the territory of HKScan Estonia AS Rakvere manufacture. Thesis advisor is lecturer Sergei Pavlov. Autor is Mykhailo Shershen.

In modern world is very important to create a reliable, safe and user-friendly automation systems. After modernization current system corresponds to current requirements.

Current project is relevant and necessary, because in old system were made some critical mistakes, after all old system restorations and modernizations old circuit diagrams are not corresponding to reality, old system main elements life time has almost expired, input/output cards of programmable logic controllers often burns out due to its improper selection, old system was done due to Europe standards of equipment, but schematics were done due to USA standarts.

Main targets of current modernization project are projecting of new reliable automation system with replacement of old measuring and control system with a new one, improving system safety, creating of a user-friendly process visualization interface and replacement of existing USA standards with European Union standards.

Main tasks of current modernization project are new control system software creation with Siemens Tia Portal development environment, new circuit diagrams drawing with European Union standards, new safety system projecting based on Pilz safety elements, new work logic creation, new user-friendly visualization interface drawing, assembled with new hardware and software technologies. One of main tasks was to create an user-friendly user guide and troubleshooting. [1]

Current modernization project was assembled and commissioned successfully without troubles. All functionality and requirements for safety, work efficiency and reliability were met. Current system works without malfunctions. During the projecting process were met all company wishes. In current system is user-friendly visualization interface and company members were fully satisfied. In further modernization would be improved company members new wishes. In the process of problems solution author strongly improved own skills in programming, automation circuits assembling, work process analytics and automation panels assembling.

All modules of current automation program are library-conformant, that allows to create new systems, which has similar components much faster and cheaper. In that case also increases system reliability.'

In attachments is attached user guide and troubleshooting (Lisa 1).

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

1. Industry Online Support. Simatic Step 7 and wincc V15.1 trial download, 26.10.2018. [**Online**]<https://support.industry.siemens.com/cs/document/109761045/simatic-step-7-and-wincc-v15-1-trial-download?dti=0&lc=en-US> (20.10.2021).
2. Eestikeele Instituut. Käesolev, Sõnaveeb. [**Online**]. <https://www.eki.ee/dict/evs/index.cgi?Q=käesolev&F=M&C06=ru> (05.11.2021).
3. Eestikeele Instituut. kilp, Sõnaveeb. [**Online**]. <https://www.eki.ee/dict/evs/index.cgi?Q=kilp&F=M&C06=ru> (02.11.2021).
4. Eestikeele Instituut. diskreetsed, Sõnaveeb. [**Online**]. <https://www.eki.ee/dict/evs/index.cgi?Q=diskreetsed&F=M&C06=ru> (02.11.2021).
5. Eestikeele Instituut. laos, Sõnaveeb. [**Online**]. <https://www.eki.ee/dict/evs/index.cgi?Q=laos&F=M&C06=ru> (02.11.2021).
6. Eestikeele Instituut. kooskõlas, Sõnaveeb. [**Online**]. <https://www.eki.ee/dict/evs/index.cgi?Q=kooskõlas&F=M&C06=ru> (02.11.2021).
7. Schneider. Harmony XB4_ZBE102, 08.05.2020. [**PDF**]. <https://www.se.com/ww/en/product/download-pdf/ZBE102> (12.10.2021).
8. OMRON. ER6022 Rope Pull Emergency Stop Switches Datasheet, 15.04.2014. [**PDF**]. https://assets.omron.com/m/17a4264c4e50e666/original/ER6022_data_sheet_en_201404_C57I-E-01-pdf (14.10.2021).
9. PILZ. PSEN ma1.1p-10/PSEN1.1-10/3mm/1unit, 07.04.2021. [**PDF**]. <https://www.pilz.com/en-INT/eshop/Sensor-technology/Safety-switches/PSENmag-non-contact-magnetic-safety-switches/PSENmag-for-electronic-electromechanic-relays/PSEN-ma1-1p-10-PSEN1-1-10-3mm-1unit/p/506411/pdf> (14.10.2021).
10. Eestikeele Instituut. tarbima, Sõnaveeb. [**Online**]. <https://www.eki.ee/dict/evs/index.cgi?Q=tarbima&F=M&C06=ru> (02.11.2021).
11. PILZ. PNOZ_X7_Operat_Manual_19692-EN-05, 09.05.2016. [**PDF**]. https://www.distrelec.ro/Web/Downloads/ m/an/PNOZ_X7_eng_man.pdf (21.10.2021).
12. MICROSONIC. Extract from our online catalogue: mic+130/DD/TC, 23.07.2021. [**PDF**]. https://www.microsonic.de/DWD/111327/pdf/1033/microsonic_mic+130_DD_TC.pdf (21.10.2021).
13. Eestikeele Instituut. purustama, Sõnaveeb. [**Online**].

<https://www.eki.ee/dict/evs/index.cgi?Q=purustama&F=M&C06=ru>
(03.11.2021, 13:10).

LISAD

Lisa 1 Süsteemi kasutamise ja parandamise juhend

HKSCAN

HKScan Estonia AS
Rakvere lihakombinaat
Automaatika osakond

Kasutusjuhend Viineri Liin 1 Massivalmistamise osakond

Rakvere, 2021

SISUKORD

1	VISUALISATSIOONI ÜLEVAADE.....	3
1.1	Peaekraan	3
1.2	Segaja juhtimine	4
1.3	Temperatuurialalugu	5
1.4	Sätted.....	5
1.5	Süsteem.....	6
1.6	Tööstuskontrolleri sisendid ja väljundid.....	6
1.7	Laiendusmoduli sisendid ja väljundid	7
1.8	Aktiivsed veateated.....	7
1.9	Veateate ajalugu	8
2	VEAPARANDUSE JUHEND OPERAATORILE.....	8
3	HOOLDUS SISSELOGIMINE	9
4	VEATEATED JA NENDE LAHENDAMISE JUHEND	9
5	SPARE PARTS.....	12

1 VISUALISATSIOONI ÜLEVAADE

1.1 Peaekraan



- HS1 – hädaseis HMI paneeli peal
- HS2 – hädaseis seina peal kutri juures
- Trosslüliti – trosslüliti andur segaja servade peal
- Väravad – turvamagnetandur väraval.

Normaalrežiimil on rohelised.

Kui süsteem on häires, on vastav andur punane -

On vaja kontrollida:

- kas trosslüliti on lülitatud. Trosslüliti lähtestamiseks vajutage nuppu korpuse peal.
- Kas väravad on suletud ja kas hädaseisud vabastatud.

Pärast seda on vaja lähtestada hädaseiskamine sinise nupuga, vastav teade paneeli peal. Sinine lamp annab teada, et turvaahel ei ole häires, süsteemi saab sisse lülitada.

Segaja vajutamisel avaneb segaja juhtekraan.

Normaalrežiimil on pump hall.

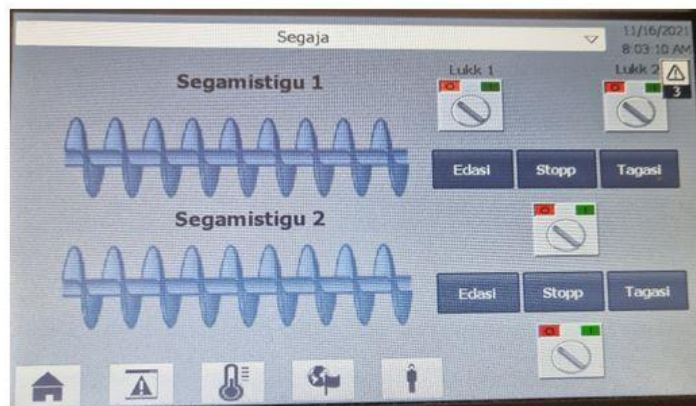
Kui pump on häires, on punane.

Veeteade alati nähtav alarmide all.

Silo pumb omab temperatuurikontrolli, sellel ka temperatuuri veateade. Sisse lülitamiseks on vaja vajutada pumbale ekraanil. Töörežiimil pump pöörleb ja on roheline. Kui pump seisab, siis ta on hall. Pumba seiskamiseks on vaja vajutada pumbal. Silo -> Kutter pumpa saab sisse lülitada ainult sellisel juhul, kui kutri segutase ei ole ületatud.

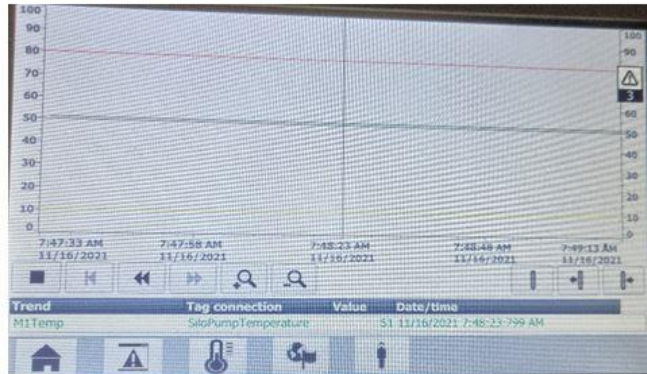
- Kutri peal on miinimum ja maksimum taseme andur, ekraani peal üleval ja all vastaval positsioonil. Kutri sisse lülitamiseks peab olema turvaahela korras, millest signaliseerib spetsifiline pilt. Kui selline pilt puudub, siis saab lülitada sisse. Sisse lülitamiseks on vaja valida kiirus ja vajutada start nupp. Kutri noad hakkavad pöörlema.
- Väljastus konveieril vajutades saab konveierit sisse ja välja lülitada. Sisse saab lülitada ainult siis, kui turvaahela on korras.
- Ekraani alumises osas on 5 nuppu - esileht, veateate ajalugu, temperatuuri ajalugu, keelevalik ja sisselogimine.
- Ekraani ülemises osas asuva selektoriga saab minna teistele ekraanidele.
- Süsteemis on 3 keelt: Eesti, Inglise ja Vene.

1.2 Segaja juhtimine



- Segajat saab juhtida edasi, tagasi ja stopp nuppudega. Nende all on kiiruse valimise selektor (aeglane või kiire).
- Nende üleval on luukide juhtimisselektorid, nendega saab luugid avada või sulgeda.
0 – luuk kinni
1 – luuk lahti

1.3 Temperatuuriajalugu



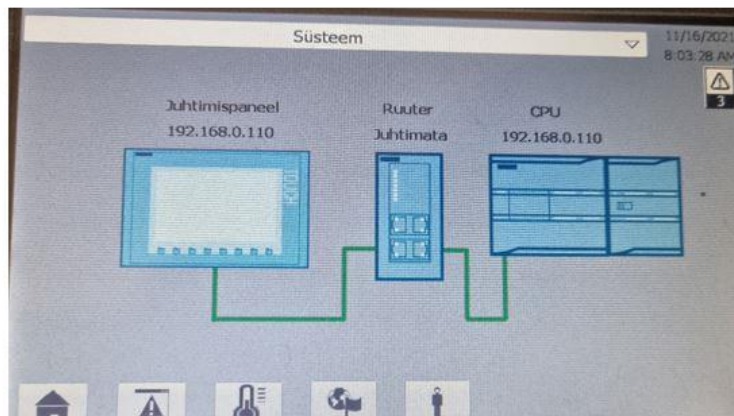
- Selles graafikus saab vaadata Silo->Kutter pumba temperatuuri muutumist aja jooksul.

1.4 Sätted



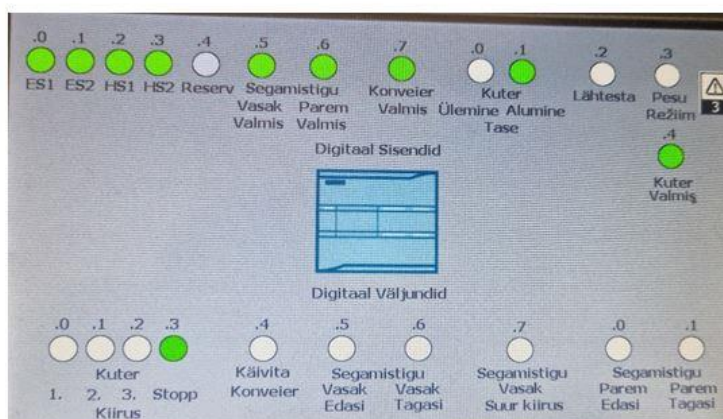
- Sellel ekraanil on pumba miinimum ja maksimum temperatuurid ja vigade loendurid.
- Sisselogimisel saab muuta temperatuurisätteid.

1.5 Süsteem



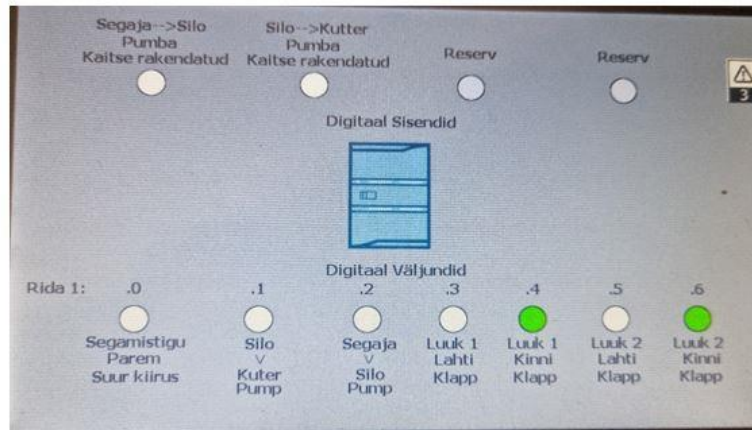
- Sisse logimisel saab näha võrguseadmete IP aadresse ja minna ekraanidele, kust saab näha kontrolleri ja laiendusplokkide sisendeid/väljundeid. Selle jaoks on vaja vajutada vastava elemendi pildil.

1.6 Tööstuskontrolleri sisendid ja väljundid



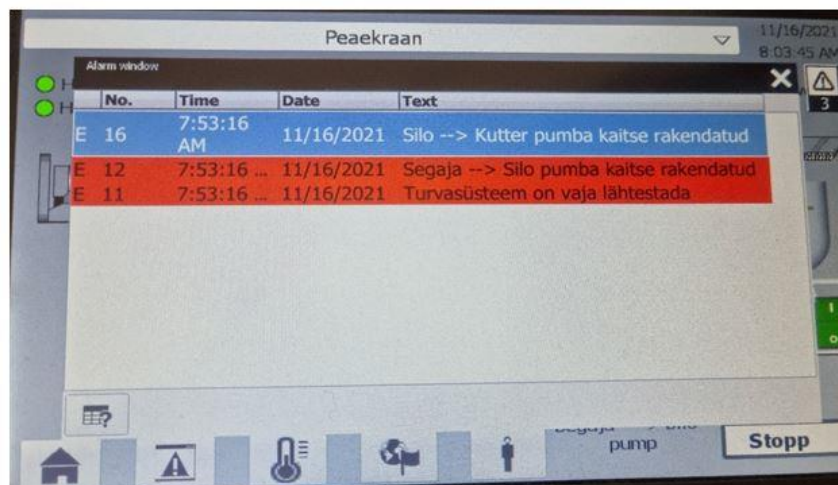
- Selle ekraani abil on võimalik vaadata sisendeid ja väljundeid kontrolleri. Roheline värv tähendab, et signaal on olemas (1), hall – signaal puudub (0).
- Et tagasi minna süsteemi ekraanile on vaja vajutada kontrolleri pildil.

1.7 Laiendusmoduli sisendid ja väljundid



- Selle ekraani abil on võimalik vaadata sisendeid ja väljundeid laiendusmoodulis. Roheline värv täiendab, et signaal olemas (1), hall – signaal puudub (0).
- Et tagasi minna süsteemi ekraanile on vaja vajutada laiendusmoodulil.

1.8 Aktiivsed veateated



- Selline aken avab vastava pildi abil. Selline pilt asub parempoolses ülespoolses nurgas. See aken hoiab kõik aktiivsed veateated.

1.9 Veateate ajalugu



- Aken on saadaval kõigilt ekraanilt. Sellele aknale saab sisse vastava nupuga vasakpoolses allpoolses nurgas.

2 VEAPARANDUSE JUHEND

OPERAATORILE

ID	Nimetus	Põhjus	Võimalikud lahendused
1	ES1	Turvavärav on avatud	Kontrolli, kas turvaväravad on suletud
2	ES2	Trossi vajutati	Trossiandur on vaja oma nupuga lähtestada
3	HS1	Hädaseis seina juures vajutatud	Kontrolli, kas hädaseis seina juures on vabastatud
4	HS2	Hädaseis paneeli peal vajutatud	Kontrolli, kas hädaseis paneeli juures on vabastatud
11	Safety	Turvasüsteem ei ole häires, lähtestus on vajalik, lähtestuslamp vilgub.	Vajutada lähtestusnupp, kui hädaseiskamine on lähtestatud lähtestuslambi tuli kustub
13	C_S	Kutri hädaseis vajutatud või kolu avatud	Kontrolli, kas kutri hädaseis on vabastatud ja kolu õiges asendis
14	C_H	Kutris liiga palju massi	Kontrolli ega kutris ei ole liiga palju massi, Silo -> Kutter pumpa ei saa käivitada
15	C_L	Kutris liiga vähe massi	Kontrolli, kas kutris on piisavalt massi, vajadusel lisa juurde

3 HOOLDUS SISSELOGIMINE

- Vajuta kasutaja vahetuse nupp ja kirjuta sisse vastav kasutajatunnus ja parool:

Kasutajatunnus	Parool
Service	2021
Programmer	Prg2021

- Service konto abil on võimalik muuta temperatuuri sätteid.
- Programmer konto abil on võimalik teada Profinet võrguseadmete IP aadressid "Sätted" lehel.

4 VEATEATED JA NENDE LAHENDAMISE JUHEND

ID	Nimetus	Põhjus	Võimalikud lahendused
1	ES1	Signaali puudus turvavärava andurist	Kontrollida andur, magnet ja kaabel. Kontrollida ühendused kilbi sees.
2	ES2	Signaali puudus trossi turvaandurist	Anduril on oma lähtestusnupp, kui vajutamine ei aita, siis on vaja kontrollida trossi pingsust. Kontrollida anduri kaabel ja ühendused kilbi sees.
3	HS1	Seinapoolsest hädaseisust signaal puudub	Kontrollida, kas seinapoolne hädaseis on vabastatud ja nupu kontaktid. Kui viga jääb alles, siis on vaja kontrollida kaabel ja ühendused kilbi sees.
4	HS2	Paneelipoolsest hädaseisust signaal puudub	Kontrollida, kas paneelipoolne hädaseis on vabastatud ja nupu kontaktid. Kui viga jääb alles, siis on vaja kontrollida kaabel ja ühendused kilbi sees.
5	M6.0	Temperatuuri kõrgsätte ületamine Silo -> Kutter pumbas (Anduri viga, mootori ülekuumenemine)	Kontrolli temperatuurianduri korrasolekut ja pumba temperatuuri.

6	M6.1	Liiga madal temperatuuriväärtus Silo -> Kutter	Kontrollida andur ja konverter (PT100 -> 0-10V). Kui tulemus puudub on vaja kontrollida konverterist väljuvad juhtmed ja klemmid.
7	1U1	Valmis signaali puudus vasakpoolse segamistigu sagedusmuundurist	Kontrollida, kas sagedusmuundur on veateateid. Kui veateated puuduvad, kontrolli sagedusmuunduri vastav väljund ja ühendused kilbi sees.
8	2U1	Valmis signaali puudus parempoolse segamistigu sagedusmuundurist	Kontrollida, kas sagedusmuundur on veateateid. Kui veateated puuduvad, kontrolli sagedusmuunduri vastav väljund ja ühendused kilbi sees.
9	3U1	Valmis signaali puudus väljastuskonveieri sagedusmuundurist	Kontrollida, kas sagedusmuundur on veateateid. Kui veateated puuduvad, kontrolli sagedusmuunduri vastav väljund ja ühendused kilbi sees.
10	M1.2	Töörežiimi võimalike väärtuste piiride ületamine.	Kontrollida temperatuuriandur, anduri juhe või konverter. (Kui konverteril puudub ühendus anduriga ta annab maksimaalväärtuse väljundist)
11	Safety	Turvasüsteem ei ole häires, lähtestus on vajalik	Vajutada lähtestusnupp, kui tulemus puudub, kontrollida turvakontaktide lugejad, lähtestama nende väärtused ja kontrollida veelkord. Kui turvakontaktid korras, siis on vaja kontrollida lähtestusnupu kontaktid, kaabel ja ühendused kilbi sees.
12	M5.0	Segaja-> Silo mootori temperatuuri kaitse rakendatud, vool ületatud	Kontrollida mootori temperatuuri, mehaanilist korrasolekut ja mootori kaablit. Kui kaitse füüsiliselt ei ole rakendatud, siis kontrolli kontaktide ühendus kontrolleri klemmidega.

13	C_S	Kutri turvaahela on vigane	Vaadata kutri manuaalist turvaahelat
14	C_H	Massi tase ületamine kutris	Kontrollima taseme ületamine, anduri puhtus ja kontaktide korrasolek. Vajadusel vahetada.
15	C_L	Kutri alltase signaali puudus	Alltase signaal peab alati olema peal. On vaja kontrollida kas segu on piisavalt, anduri puhtus, kontaktide korrasolek ja kaabel. Vajadusel kontrolli ühendused kilbi sees.
16	M6.2	Silo-> Kutter mootori temperatuuri kaitse rakendatud, vool ületatud	Kontrollida mootori temperatuuri, mehaanilist korrasolekut ja mootori kaablit. Kui kaitse füüsiliselt ei ole rakendatud, siis kontrolli kontaktide ühendus kontrolleri klemmidega.

5 SPARE PARTS

Label	Article.no	Function	Link
D01	6ES7 214-1AG40-0XB0	Main PLC Siemens S7-1200	S7-1200
D02	6ES7 223-1BL32-0XB0	Signal board for Siemens S7-1200	Signal Board
EDS-205A	EDS-205A	Ethernet switch for profinet	Ethernet Switch
KTP700	6AV2 123-2GB03-0AX0	KTP700 7inch Siemens HMI	HMI Panel
T1	S8VK-C24024	230VAC/24VDC power supply	24VDC Supply
TRV1	774059	Safety relay PNOZ X7 24VACDC 2n/o	Pilz PNOZ X7
ES1	506409	2n/o magnetic safety switch	PSEN 1.1P
ES2	44506-5410 ER6022-021MEL	Tross safety switch	Tross Estop
HS1	ZBE102	N/C Estop contact for Estop switch	N/C Contacts
HS2	ZBE102	N/C Estop contact for Estop switch	N/C Contacts
SB2	ZBE101	N/O contact	N/O contacts
SB3	ZBE101	N/O contact	N/O contacts
H101	ZBVB6	Blue led light	Reset Lamp
S2	mic+130/DD/TC/E	Ultrasound level sensor	
TC1	K109PT	Temperature converter from	Converter

		PT100 to 0-10V	
R1-R4	G2R-1-SNI 24VDC (S)	1 Contact 24VDC Relay Coil	1 Contact Relay
R1-R4	P2RFZ-05-E	1 Contact Relay Socket	1 Contact Relay Socket
R5-R6	MY2IN 24VDC (S)	2 Contacts 24VDC Relay Coil	2 Contacts Relay
R5-R6	PYF08A-E	2 Contacts Relay Socket	2 Contacts Relay Socket
1U1	VACON0020-3L-0023-4+EMC2	Vacon V20 frequency inverter	Vacon V20 11kW
1U2	VACON0020-3L-0023-4+EMC2	Vacon V20 frequency inverter	Vacon V20 11kW
1U3	VACON0020-3L-0003-4+EMC2	Vacon V20 frequency inverter	Vacon V20 0.75kW

Lisa 6.1 SafetyAndAlarming funktsionaalplokki koodi näide

Andmed

SafetyAndAlarming									
	Name	Data type	Default value	Retain	Accessible f...	Writa...	Visible in ...	Setpoint	Comment
1	▼ Input				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	Clock1Hz	Bool	false	Non-retain	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Clock with frequency in 1Hz
3	▼ Output				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	Lamp	Bool	false	Non-retain	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lamp for safety alarm state additional indication
5	▼ InOut				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	SafetyOk	Bool	false	Non-ret...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Safety circuit is not interrupted
7	EmergencyActive	Bool	false	Non-retain	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Emergency is active memory bit
8	▶ SCADA	"vineeriSegamisliin_UDT"			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Data type with all system control functionality inside
9	▼ Static				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	▶ Ftrig_Reset	F_TRNG			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Falling edge detection for reset button

Kood

```

1 REGION FAQ
2 //Current function controls all safety-related functionality
3 END_REGION
4
5 #Ftrig_Reset (CLK:= #SCADA.Safety.Reset);
6
7 IF #SCADA.Safety.HS1 AND #SCADA.Safety.HS2 AND #SCADA.Safety.Gate AND
8 #SCADA.Safety.Tross AND #SCADA.Mixer.AugerLeftOk AND #SCADA.Mixer.AugerRightOk // If all elements of safety circuit are not interrupted it can be reseted
9 AND #SCADA.Conveyor.Ok AND (NOT #EmergencyActive OR #Ftrig_Reset.Q) THEN
10 #SafetyOk := TRUE;
11 #EmergencyActive := false;
12 ELSE
13 #SafetyOk := false;
14 #EmergencyActive := true;
15 END_IF;

16 // Alarm word connected to SCADA fill up with alarm bits
17 #SCADA.Alarms.AlarmWord.%X0 := NOT #SCADA.Safety.Gate; // Gate sensor alarm
18 #SCADA.Alarms.AlarmWord.%X1 := #SCADA.Safety.Gate AND NOT #SCADA.Safety.Tross; // Tross sensor alarm
19 #SCADA.Alarms.AlarmWord.%X2 := #SCADA.Safety.Gate AND #SCADA.Safety.Tross AND NOT #SCADA.Safety.HS1; // Emergency stop 1 alarm
20 #SCADA.Alarms.AlarmWord.%X3 := #SCADA.Safety.Gate AND #SCADA.Safety.Tross AND #SCADA.Safety.HS1 AND NOT #SCADA.Safety.HS2; // Emergency stop 2 alarm
21 #SCADA.Alarms.AlarmWord.%X4 := #SCADA.Pumps.SiloPumpTemperature >= #SCADA.Alarms.SiloPumpAlarmHighSetpoint; // Silo -> Cutter pump temperature exceeds high limit
22 #SCADA.Alarms.AlarmWord.%X5 := #SCADA.Pumps.SiloPumpTemperature < #SCADA.Alarms.SiloPumpAlarmLowSetpoint; // // Silo -> Cutter pump temperature below low limit
23 #SCADA.Alarms.AlarmWord.%X6 := NOT #SCADA.Mixer.AugerLeftOk; // Left auger inverter ready signal is not available
24 #SCADA.Alarms.AlarmWord.%X7 := NOT #SCADA.Mixer.AugerRightOk; // Right auger inverter ready signal is not available
25 #SCADA.Alarms.AlarmWord.%X8 := NOT #SCADA.Conveyor.Ok; // Outlet auger inverter ready signal is not available
26 #SCADA.Alarms.AlarmWord.%X9 := #SCADA.Pumps.SiloPumpTemperature > 100 AND #SCADA.Alarms.SiloPumpAlarmHighSetpoint < 100; // Silo -> Cutterump converter is faulty
27 #SCADA.Alarms.AlarmWord.%X10 := NOT #SafetyOk AND #SCADA.Safety.HS1 AND #SCADA.Safety.HS2 AND #SCADA.Safety.Gate AND // Safety system needs to be reset
28 #SCADA.Safety.Tross AND #SCADA.Mixer.AugerLeftOk AND #SCADA.Mixer.AugerRightOk

29 AND #SCADA.Pumps.SiloPumpTemperature < #SCADA.Alarms.SiloPumpAlarmHighSetpoint
30 AND #SCADA.Pumps.SiloPumpTemperature > #SCADA.Alarms.SiloPumpAlarmLowSetpoint
31 AND #SCADA.Conveyor.Ok;
32 #SCADA.Alarms.AlarmWord.%X11 := NOT #SCADA.Pumps.MixerPumpOk; // Mixer -> Silo pump ready signal is not available
33 #SCADA.Alarms.AlarmWord.%X12 := NOT #SCADA.Cutter.Ok; // Cutter safety system faulty
34 #SCADA.Pumps.SiloPumpTemperatureError := #SCADA.Alarms.AlarmWord.%X4 OR #SCADA.Alarms.AlarmWord.%X5 OR #SCADA.Alarms.AlarmWord.%X9 OR #SCADA.Alarms.AlarmWord.%X15; // General temperature error bit for visualisation
35 #SCADA.Alarms.AlarmWord.%X13 := #SCADA.Cutter.HighLevel; // Mass level in cutter exceeds high limit
36 #SCADA.Alarms.AlarmWord.%X14 := NOT #SCADA.Cutter.LowLevel; // Mass level in cutter below low limit
37 #SCADA.Alarms.AlarmWord.%X15 := NOT #SCADA.Pumps.SiloPumpOk; // Silo -> Cutter pump ready signal is NOT available
38

39 // Emergency stop state indication lamp
40 // In normal work mode lamp is off
41 // When emergency is not resettable lamp is active
42 // When system in emergency state and it is resettable light flashes
43 IF #Clock1Hz AND #SCADA.Alarms.AlarmWord.%X10 THEN
44 #Lamp:= true;
45 ELSIF #EmergencyActive AND NOT #SCADA.Alarms.AlarmWord.%X10 THEN
46 #Lamp := TRUE;
47 ELSIF NOT #Clock1Hz AND #SCADA.Alarms.AlarmWord.%X10 OR NOT #EmergencyActive THEN
48 #Lamp := false;
49 END_IF;

```