



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Jani Viitanen

Moottorikoeajon turvajärjestelmän kehittäminen

Tekniikka
2018

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Jani Viitanen
Opinnäytetyön nimi	Moottorikoeajon turvajärjestelmien kehittäminen
Vuosi	2018
Kieli	suomi
Sivumäärä	49
Ohjaaja	Tapani Esala

Tämä opinnäytetyö on tehty Wärtsilä Finland Oy:n Vaasassa sijaitsevaan kaasumoottorikoeajoon selleihin 11 ja 12. Opinnäytetyön aiheena oli kehittää nykyistä hätä-seis-järjestelmää.

Työn tarkoituksena oli tutkia ja selvittää hätä-seis-järjestelmän nykytilanne sekä ongelmakohdat. Työssä selvitettiin hätä-seis-järjestelmän mahdollisesta muuttamisesta PLC-järjestelmään.

Työ aloitettiin suorittamalla taustatutkimusta, jossa käytiin läpi hätä-seis-painikkeiden nykyhetkiset sijainnit, sekä hätä-seis-piirien sijainnit ja kytkennät ryhmäkeskuksissa. Menetelmänä käytettiin vanhoja kuvia ja muutamia palavereita sekä haastatteluja asiaan liittyen.

Työssä suunniteltiin hätä-seis-piirin mahdollinen rakentaminen PLC:llä, sekä mitä vanhan piirin päivittäminen vaatisi. Näiden suunnitelmien pohjalta tehtiin päätös mitä nykyisille hätä-seis-piireille kannattaisi ja olisi järkevä tehdä.

Työn päätöksenä päätimme pysyä vanhassa järjestelmässä ja tehdä siihen sen tarvitsemat korjaukset sekä dokumentoinnit.

ABSTRACT

Author	Jani Viitanen
Title	Development of Security System for Test Run
Year	2018
Language	Finnish
Pages	49
Name of Supervisor	Tapani Esala

This thesis was performed at Wärtsilä Finland Oy gas engine test run, cells 11 and 12. The subject of the thesis was to improve the emergency stop systems.

The task was to examine the current state and its faults of the emergency stop system, and to consider changing it to the PLC system.

The work began with a background check, which included locating the current emergency stop buttons, emergency circuit locations and the connections to the nexus. The method used was investigating old pictures, interviews and by holding meetings.

The designing included the emergency stop circuit to be built with a PLC, and the requirements for updating the old circuit. The decision was made based on these plans on what to do with current emergency stop circuit, and what would be reasonable.

In the end, a decision was made to remain with the old system and do the needed repairs and documentation for it.

Keywords Emergency stop, W3X test run, PLC and modernity

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVALUETTELO

LIITELUETTELO

KÄYTETYT LYHENTEET

1	JOHDANTO	10
2	YRITYSESITTELY	11
	2.1 Wärtsilä Oyj Abp	11
	2.2 Marine solutions.....	12
	2.3 Energy solutions.....	13
	2.4 Service	13
3	NYKYTILAN KUVAUS	15
	3.1 Kaasukoeajo.....	15
	3.2 Koeajoselli 11	16
	3.3 Koeajoselli 12	18
	3.4 Kellariryhmäkeskukset 0.2 ja 0.3.....	20
4	HÄTÄ-SEIS SUUNNITELMA	23
	4.1 Hätä-seis määräykset.....	23
	4.2 Hätä-seis-piirien erinlaisia ratkaisuja	24
	4.2.1 Reletekniikka.....	24
	4.2.2 Turvareletekniikka	25
	4.2.3 Turvalogiikka	27
	4.3 Turvajärjestelmän vertailu	29
	4.4 Reletekniikan päivitys	29
	4.4.1 Selli 11	29
	4.4.2 Selli 12	29
	4.4.3 Kellarin RK0.2 ja RK0.3.....	30
	4.5 Logiikkaturvajärjestelmän suunnittelu	30
	4.5.1 SIMATEC ET 200SP.....	31

4.5.2	SIMATECin käyttäminen turvamekanismijärjestelmänä (fail-safe).	32
4.5.3	Koeajosellit 11 ja 12 PLC	33
4.5.4	Kellarin turvakeskus PLC	41
5	KAASU HÄTÄ-SEIS-PIIRI	46
6	RATKAISU	47
7	YHTEENVETO	48
	LÄHTEET	49

KUVALUETTELO

Kuva 1. Wärtsilän tuoteportfolio.	s.10
Kuva 2. Wärtsilän yksiköt, joissa henkilöstön määrä ylittää 50.	s.12
Kuva 3. Marine Solutions, laajin tarjonta merenkululle maailmassa.	s.12
Kuva 4. Wärtsilän laaja osaaminen ja monipuoliset palvelut.	s.14
Kuva 5. Wärtsilä 34 DF.	s.15
Kuva 6. RK1.1 Häätä-seis releet, riviliittimet ja häätä-seis-painike sekä kuittaus vipu.	s.17
Kuva 7. RK1.2 Häätä-seis releet, riviliittimet ja häätä-seis-painike sekä kuittaus vipu.	s.18
Kuva 8. Ryhmäkeskus RK0.2.	s.20
Kuva 9. RK0.2-häätä-seis-painikkeet sekä releet.	s.21
Kuva 10. RK0.2-riviliittimet.	s.21
Kuva 11. Häätä-seis kaappi RK0.3.	s.22
Kuva 12. RK0.3-riviliittimet.	s.22
Kuva 13. Häätä-seis-piirin periaatekytkentä, selli 11.	s.25
Kuva 14. Häätä-seis-piirin periaatekytkentä turvareleellä.	s.26
Kuva 15. Turvareleen kytkentäperiaate kahdennettuna.	s.27
Kuva 16. Siemens tulo- ja lähtökortti.	s.28
Kuva 17. SIMATEC ET200 SP I/O yleisjärjestelmä.	s.31
Kuva 18. F-turvajärjestelmän rakenne.	s.32
Kuva 19. Esimerkkinä osa Rittal AE-kaappien tuotevalikoimasta.	s.33
Kuva 20. Rittal lisävarusteet.	s.34
Kuva 21. Keskuksen ensimmäisen rivin komponentit.	s.35
Kuva 22. Sellin 11 logiikoiden kokoonpanokuva TIA Selection ohjelmalla tehtynä. /12/	s.36
Kuva 23. Esimerkki häätä-seis-painikkeen kytkennästä.	s.37
Kuva 24. Kytkentäkuva F-RQ- sekä F-DQ-ohjaus.	s.38
Kuva 25. Sellin 12 logiikoiden kokoonpano kuva TIA Selection tool-ohjelmalla tehtynä. /12/	s.39
Kuva 26. Wago-riviliittimiä.	s.40

Kuva 27. RK0.2-logiikoiden kokoonpano kuva TIA selection tool-ohjelmalla tehtynä. /12/ s.43

Kuva 28. RK0.3-logiikoiden kokoonpano kuva TIA selection tool-ohjelmalla tehtynä. /12/ s.44

LIITELUETTELO

LIITE 1. Tuoteluettelo, sellit 11 ja 12

LIITE 2. Sellien turvakeskuksen layoutkuva

LIITE 3. Tuoteluettelo RK0.2 ja RK0.3

LIITE 4. Kellarin turvakeskuksen layoutkuva

LIITE 5. Tarjoukset komponenteista

KÄYTETYT LYHENTEET

PLC	Ohjelmoitava logiikka
CFC	Moottorikohtainen ohjauspaneeli
CFE	Moottorikohtainen ohjauspaneeli
PV	Fotosähköinen
LNG	Nesteytetty maakaasu
HS	Hätäseispainike
RK	Ryhmäkeskus
VÖC	Voiteluöljypumppu
PRC	Polttoainepumppu
LFO	Kevyt polttoöljy
HFO	Raskas polttoöljy
CPU	Suoritin
DF	Monipolttoainemoottori

1 JOHDANTO

Päättötyön tarkoituksena oli selvittää vanhan hätä-seis-piirin toimintaa sekä tehdä suunnitelma Wärtsilän kaasumoottorikoeajon hätä-seis-järjestelmän mahdollisesta uudistamisesta PLC-järjestelmään. Työ tehdään Vaasan Wärtsilässä sijaitsevaan moottoreiden kaasukoeajon hätä-seis-järjestelmään.

Nykyisessä tilassa oleva Wärtsilän kaasukoeajon hätä-seis-järjestelmät halutaan nykyaikaisemmiksi ja selkeämmäksi, sillä ollaan törmätty ongelma, jossa kaksi eri hätä-seis-piiriä on sekoittunut toisiinsa. Työssä selvitetään, olisiko hätä-seis-piirien mahdollisesta muuttamisesta PLC-järjestelmäksi järkevää sekä kannattavaa, sekä nykyisen järjestelmän mahdollisista parannuksissa mitä voisi tehdä.

2 YRITYSESITTELY

2.1 Wärtsilä Oyj Abp

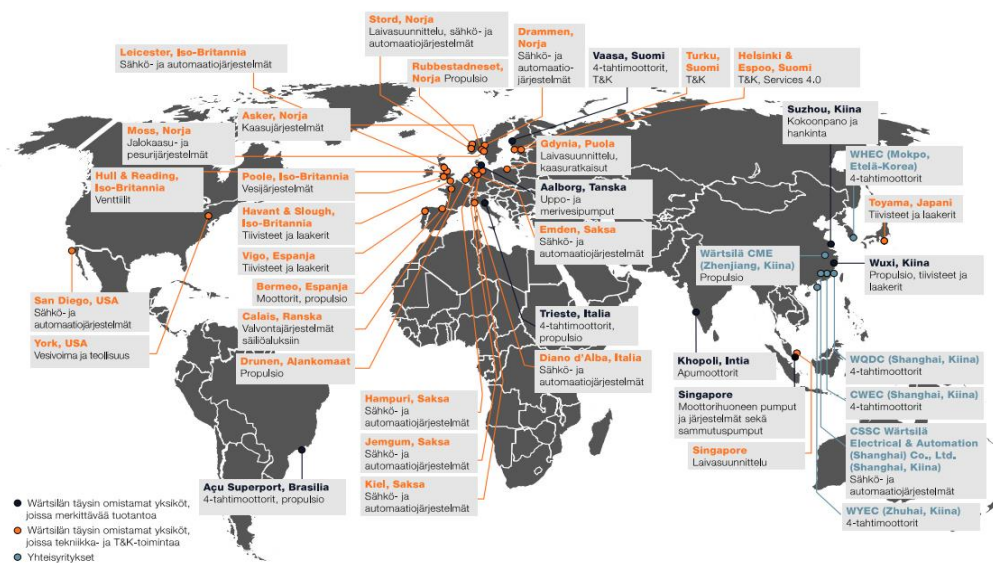
Wärtsilä Oyj Abp on maailmanlaajuisesti johtava älykkään teknologian ja kokonaisratkaisujen toimittaja merenkulku- ja energiamarkkinoilla. Wärtsilän moottorituotepereeseen kuuluu erilaisia diesel-, öljy-, kaasu- ja monipolttoainemoottoreita, sekä erilaisia koneistoja ja laitteistoja, kuten potkuri- ja voimansiirtojärjestelmiä. Wärtsilän liiketoiminta-alueisiin kuuluu Marine solutions (meriratkaisut), Energy solutions (voimalat) sekä Service (huolto ja palvelut). Wärtsilä tarjoaa myös ratkaisuja öljyn ja kaasun etsinnän, tuotannon, kuljetuksen, varastoinnin ja jalostuksen kaikkiin vaiheisiin. Kuvassa 1 esitetty Wärtsilän kattava tuoteportfolio.



Kuva 1. Wärtsilän tuoteportfolio /1/.

Wärtsilän henkilöstö vuonna 2017 oli 18 065 työntekijää, joista 10 463 työskenteli Euroopassa, Aasiassa 4890 Amerikassa 1960 ja Afrikassa työskenteli 665 työntekijää /2/. Wärtsilän henkilöstö Suomessa 31.12.2017 oli 3537 henkilöä, joista 2822 työskenteli Vaasassa, Turussa 373, Helsingissä 337 ja Espoossa 5 henkilöä /3/.

Kuvassa 2 on esitetty Wärtsilän yksiköt maailmanlaajuisesti, joissa henkilöstöä toimii yli 50.



Kuva 2. Wärtsilän yksiköt, joissa henkilöstön määrä ylittää 50 /4/.

2.2 Marine solutions

Wärtsilällä on maailmassa laajin tarjonta merenkululle. Tarjontaan kuuluu muunmuassa laivojen suunnittelu, pakokaasujen puhdistusjärjestelmät ja moottorit sekä aggregaatit. Kuvassa 3 esitetään Wärtsilän tarjonta merenkulkuun.



Kuva 3. Marine Solutions, laajin tarjonta merenkululle maailmassa /1/.

Wärtsilä Marine solutionsilla on vahva asema meri-, öljy- ja kaasuteollisuudessa. Wärtsilän merenkulkuasiakkaita ovat sekä telakat että varustamot. Wärtsilä Marine solutions tarjoaa laajaa tuote-, palvelu- ja ratkaisuvaihtoehtoja kaikkiin merkittäviin alustyyppeihin. Wärtsilän pääsegmentit Marine solutions puolella ovat kauppalaivat, kaasutankkerit, matkustajalaivat sekä merivoimat ja erikoisalukset. Öljy- ja kaasuteollisuudessa Wärtsilä keskittyy offshore-laitoksiin ja -aluksiin sekä maalla toimiviin kaasuteollisuuden laitoksiin. Marine solutionsin osuus Wärtsilän liikevaihdosta vuonna 2017 oli 27 % /2/. Vuonna 2017 henkilöstöä Marine solutions puolella työskenteli 5845 henkilöä /2/, joista Suomessa työskenteli 1399 henkilöä /3/. Tiukkenevat ympäristömääräykset loivat uudenlaista kilpailua laivapuolella, Wärtsilä toi ensimmäisenä markkinoille laivakäyttöön soveltuvia monipolttoainemoottoreita, minkä johdosta nesteytettyä maakaasua (LNG) pystyttiin käyttämään merenkulun polttoaineena. Wärtsilällä on myös vahva asema pakokaasujen puhdistusjärjestelmissä /4/.

2.3 Energy solutions

Wärtsilä Energy solutions on johtava kansainvälinen järjestelmäintegraattori, jonka tarjonta sisältää erittäin monipuolisia polttomoottorikäyttöisiä voimalaitoksia, energian varastointijärjestelmiä ja laitosmittakaavan aurinkovoimaloita (PV) sekä nesteytetyn maakaasun (LNG) terminaali- ja jakelujärjestelmiä. Wärtsilän kolme tärkeintä pääsegmenttiä ovat sähkölaitokset, itsenäiset voimantuottajat ja teollisuusasiakkaat. Energy solutionsin osuus Wärtsilän liikevaihdosta vuonna 2017 oli 28 % /2/. Vuoden 2017 lopussa Wärtsilän maailmanlaajuisesti 177 maahan toimittamien voimalaitosten asennettu kapasiteetti on 65 gigawattia. Henkilöstöä Energy solutionsin puolella vuonna 2017 oli 1038 henkilöä /2/, joista Suomessa työskenteli 618 henkilöä /3/.

2.4 Service

Wärtsilä service tukee asiakkaidensa liiketoimintaa sekä elinkaaripalveluita aina ja kaikkialla. Wärtsilä tarjoaa toimialan laajimman palveluvaihtoehtojen sekä merenkulku- että voimantuotantoalan yrityksille. Ratkaisut kattavat kaiken varaosista ja teknisestä huollosta asiakkaiden laitteiden ja laitosten elinkaaren

maksimointiin, hyötysuhteen kasvattamiseen ja suorituskyvyn takaamiseen turvallisesti, luotettavasti ja ympäristöystävällisesti. Servicellä on Wärtsilän liiketoiminta alueista suurin liikevaihto joka on 45 % Wärtsilän koko liikevaihdosta. /2/ Wärtsilän servicellä on laaja osaaminen sekä monipuoliset palvelut, kuvassa 4 esitettynä Wärtsilä servicen tarjoamat palvelut.



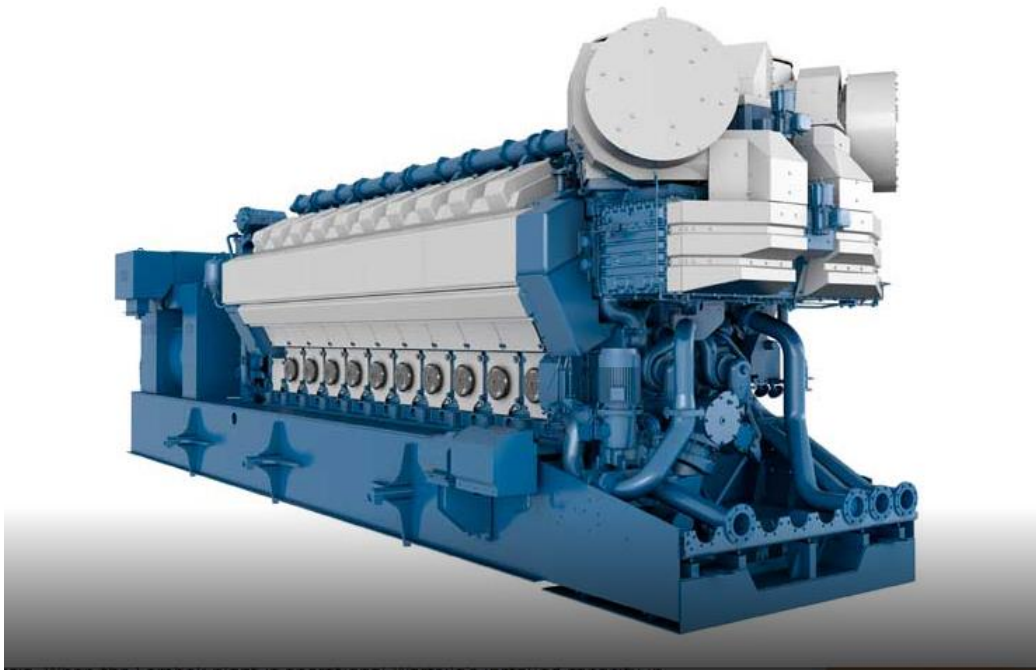
Kuva 4. Wärtsilän laaja osaaminen ja monipuoliset palvelut /1/.

Wärtsilä servicen strategiset painopistealueet ovat asiakas ensin, digitalisoituminen, laitteiden ja elinkaaren hallinta /1/. Wärtsilä servicen huoltotarjontaan kuuluvat kattavat kunnossapidon ja suorituskyvyn seurannat, mukaan lukien varaosat ja huollot, asiakkaiden liiketoiminnan optimointi analytiikan, ennakoivien suositusten sekä tehostamistoimenpiteiden (esim. polttoainekustannusten säästö) avulla, asiakkaille myönnettävät laitteistojen luotettavuus-, suorituskyky- ja käytettävyytakuut sekä laitteiden varaosat, painopisteenä ja laaja saatavissa oleva osavaliokoima /4/. Henkilöstöä Service puolella vuonna 2017 oli 10 624 henkilöä /2/, joista Suomessa työskenteli 1102 henkilöä /3/.

3 NYKYTILAN KUVAUS

3.1 Kaasukoeajo

Luovutussolu rakentuu kahdesta erillisestä koeajohallista, valvomosta sekä viimeistelyhallista. Koeajohallit ovat nimetty selleiksi 11 ja 12. Kaasukoeajon selleissä ajetaan moottoreita kolmella eri polttoaineella, LNG, LFO sekä HFO. Koeajot kaasukoeajossa on aloitettu vuonna 1996. Kaasukoeajossa ajetaan pääsääntöisesti kaasu- ja DF-moottoreita, mutta myös dieselmoottoreiden ajoja suoritetaan. DF-moottorit ovat moottoreita, joiden polttoaineena voidaan käyttää joko HFO- tai LFO-polttoöljyä, DF-moottoria voidaan myös ajaa pelkästään kaasulla. Kuvassa 5 esitettynä Wärtsilän 34DF moottori generaattorilla varustettuna.



Kuva 5. Wärtsilä 34DF.

Kaasukoeajossa ajetaan myös uuden sukupolven Wärtsilä 31-moottoreita, jotka ovat kaikkien aikojen polttoainetehokkaimpia, helppokäyttöisimpiä ja monipuolisimpia moottoreita maailmassa. Moottoreiden koeajo suoritetaan kaasukoeajovalvomosta, joka sijaitsee sellien päässä, valvomo on ylemmässä

kerroksessa kuin itse sellit. Valvomosta on näköyhteys koeajoselleihin. Koeajon jälkeen moottorit nostetaan viimeistelyhalliin, jossa moottoreille tehdään niille kuuluvat toimenpiteet sekä maalaus.

Suurimpana syynä miksi tähän työhön lähdettiin, oli koeajon sekä kaasuhätä-seispiirin sekoittuminen toisiinsa. Tarkoittaen sitä, kun kaasukoeajossa painetaan hätä-seis-painiketta, tämä katkaisee myös kaasulinjan venttiilin, josta aiheutuu se, että kaasu katkeaa myös laboratorion sekä W20-koeajoista. Sekä myös lisäykset joita oli tehty mutta ei dokumentoitu kunnolla kuviin.

3.2 Koeajoselli 11

Koeajosellissä 11 hätä-seis-painikkeita on viisi kappaletta, joista yksi sijaitsee koeajosellin alla sijaitsevassa välitilassa, koeajovalvomosta löytyy yksi hätä-seis-painike, sekä sellin 12 sisäänkäynnin ovipielessä on yksi hätä-seis-painike. Sellissä 11 sijaitsee myös sininen pyörivä majakka, joka ilmoittaa hätä-seis-painikkeen painamisesta. Sellin 11 hätä-seis-painikkeiden sijainneista ei löytynyt kuvia, ainoastaan löytyi kaapelointikaavio, jossa esitettynä myös sellin 12 kaapelointikaavio. Kaapelointikaaviossa oli esitettynä hätä-seis-painikkeiden määrät koeajoselleissa sekä valvomossa. Hätä-seis-painikkeiden johdotuksista sekä kytkennöistä ei ole piirretty minkäänlaisia kuvia tai ovat ajan saatossa hävinneet.

Sellin 11 hätä-seis-piirit on rakennettu 3:lla 230V jänniteellä olevalla telemeccanique CA2 DN40 releellä, HS1, HS2 ja HS3. Releet sijaitsevat ryhmäkeskuksessa RK 1.1, joka sijaitsee koeajosellissä 11. Releiden koskettimet olivat johdotettu riviliittimille, jotka sijaitsivat relekeskuksen alapuolella **kuva 6**, joista ne jatkuivat niille piirrettyihin ryhmiin. Hätä-seis-painalluksen jälkeen kuitaus suoritettiin RK1.1 hätä-seis-painikkeen alla sijaitsevasta kytkimestä S11.



Kuva 6. RK1.1 Häätä-seis releet, riviliittimet ja häätä-seis-painike sekä kuittaus vipu.

Rele HS1 katkaisi ohjausjännitteet seuraaviista laitteista:

- generaattorin G1 lämmitys
- G1 jäähdytyspuhallin, D-pää
- G1 jäähdytyspuhallin, D-pää
- G1 jäähdytyspuhallin, D-pää
- vilkku.

Rele HS2 katkaisi ohjausjännitteet seuraavista laitteista:

- G1 jäähdytyspuhallin, N-pää
- G1 jäähdytyspuhallin, N-pää
- G1 jäähdytyspuhallin, N-pää

- CFC011 kaappi.

Releen HS3 kosketinpari toimii sellin 11 hätä-seis-piirin releiden pitopiirinä, sekä HS3:lta lähti yksi kosketinpari kellarissa sijaitsevaan ryhmäkeskukseen RK 0.2 **kuva 8**, jossa rele HS3 ohjasi releitä HS6 ja HS7. Releiden HS6 ja HS7 koskettimet oli johdotettu RK 0.2 sijaitseville riiviliittimille.

Rele HS6 katkaisi ohjausjännitteet seuraavista laitteista:

- | | |
|-----------------------------|---------|
| - voitelun esivoitelupumppu | VÖC 003 |
| - polttoainepumppu | PRC 004 |
| - voiteluöljypumppu | VÖC 002 |
| - voiteluöljypumppu | VÖC004. |

Rele HS7 oli asennettu varalle.

3.3 Koeajoselli 12

Koeajosellissä 12 hätä-seis-painikkeita on seitsemän kappaletta, joista kaksi sijaitsee koeajosellin alla sijaitsevissa välitiloissa, yksi painike sijaitsee koeajovalvomosta. Sellissä 12 sijaitsee myös sininen pyörivä majakka, joka ilmoittaa hätä-seis-painikkeen painamisesta. Sellin 12 hätä-seis-painikkeiden sijainneista löytyy kuulakärkikynällä piirretty kuva, joka oli piirretty kaapelointikaavion taakse, kuvassa oli esitettynä myös sellin 12 hätä-seis-painikkeiden kytkennät. Kaapelointikaavion mukaan sellissä 12 olisi kuusi hätä-seis-painiketta, joten kuva oli virheellinen. Sellistä 12 löytyi myös yksi hätä-seis-painike josta lähti johto sellin alapuolella olevaan välitilaan, jossa se oli katkaistu.

Sellin 12 hätä-seis-piirit on rakennettu 3:lla 230V jänniteellä olevalla telemecanique CA2 DN40-releellä, HS1, HS2 ja HS3. Releet sijaitsevat ryhmäkeskuksessa RK 1.2, joka sijaitsee koeajosellissä 12. Releiden koskettimet olivat johdotettu riviliittimille, jotka sijaitsivat relekeskuksen alapuolella **kuva 7**, josta ne jatkuivat niille piirrettyihin ryhmiin. Hätä-seis painalluksen jälkeen kuittaus suoritettiin RK1.2 hätä-seis-painikkeen alla sijaitsevasta kytkimestä S11.

Rele HS1 katkaisi ohjauksen jännitteet seuraavista laitteista:

- generaattorin G2 lämmitys
- G2 jäähdytyspuhallin, D-pää
- G2 jäähdytyspuhallin, D-pää
- G2 jäähdytyspuhallin, N-pää
- vilkku
- CFE-kaappi.



Kuva 7. RK1.2 Häätä-seis releet, riviliittimet ja häätä-seis-painike sekä kuittausvipu.

Rele HS2 katkaisi ohjauksen jännitteet seuraavista laitteista:

- G2 jäähdytyspuhallin, N-pää

- CFC012-kaappi.

Releen HS3 kosketi pari toimii sellin 12 hätä-seis-piirin releiden pitopiirinä, sekä HS3:lta lähti yksi kosketinpari kellarissa sijaitsevaan ryhmäkeskukseen RK 0.2 **kuva 8**, jossa rele HS3 ohjasi releitä HS8 ja HS9. Releiden HS8 ja HS9 koskettimet oli johdotettu RK 0.2 sijaitseville riiviliittimille.

Rele HS8 katkaisi ohjausjännitteet seuraavista laitteista:

- voitelun esivoitelupumppu VÖC 006
- voiteluöljypumppu VÖC 001
- voiteluöljypumppu VÖC 004.

Rele HS9 katkaisi ohjausjännitteet seuraavista laitteista:

- voiteluöljypumppu VÖC 005.

3.4 Kellariryhmäkeskukset 0.2 ja 0.3

Kellarissa sijaitsevat ryhmäkeskukset RK0.2 ja RK0.3. Kuvassa esitettynä RK0.2.



Kuva 8. Ryhmäkeskus RK0.2.

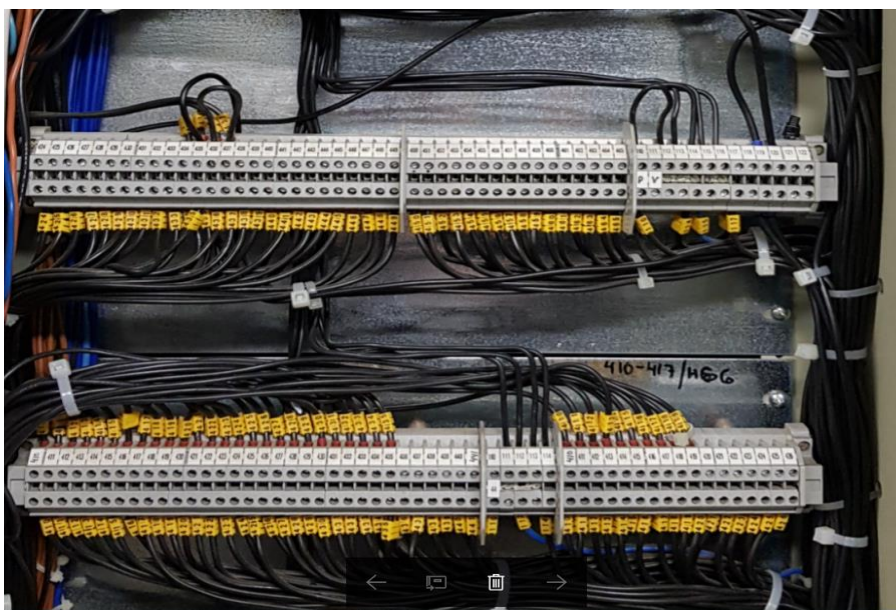
RK0.2:ssa sijaitsee releet HS1-HS9. Kuvassa 9 esitettynä RK0.2-hätä-seis-painikkeet sekä releet HS1-HS9. HS12-Hätä-seis-painike, ja sen alla olevat kytkimet sekä kaapin sisällä sijaitseva rele HS5 on asennettu varalle. Releitä HS1-

HS4 ohjattiin RK0.2:sen ovessa olevasta hätä-seis-painikkeesta HS11. Keskuksessa sijaitsi myös 3 palovesipumppujen ohjausrelettä.



Kuva 9. RK0.2-hätä-seis-painikkeet sekä releet.

Rele HS1 katkaisi ohjauksen HFO-buusterilta, jonka tehtävä on auttaa moottorin omaa polttoainepumppua pumppaamaan HFO-polttoainetta siten, että sitä tulisi tasaisesti jokaiselle sylinterille. Rele HS4 toimii HS1-HS4-releiden pitopiirinä sekä ohjasi pumppuryhmien pääkontaktoria, joka katkaisi syötön kaikilta pumpuilta, sekä sammutti myös jännite ohjaukset selleistä 11 ja 12. Releet HS2, HS3 olivat varalla. Kaikkien releiden koskettimet oli johdotettu RK0.2 sijaitseville riviliittimille **kuva 10**.



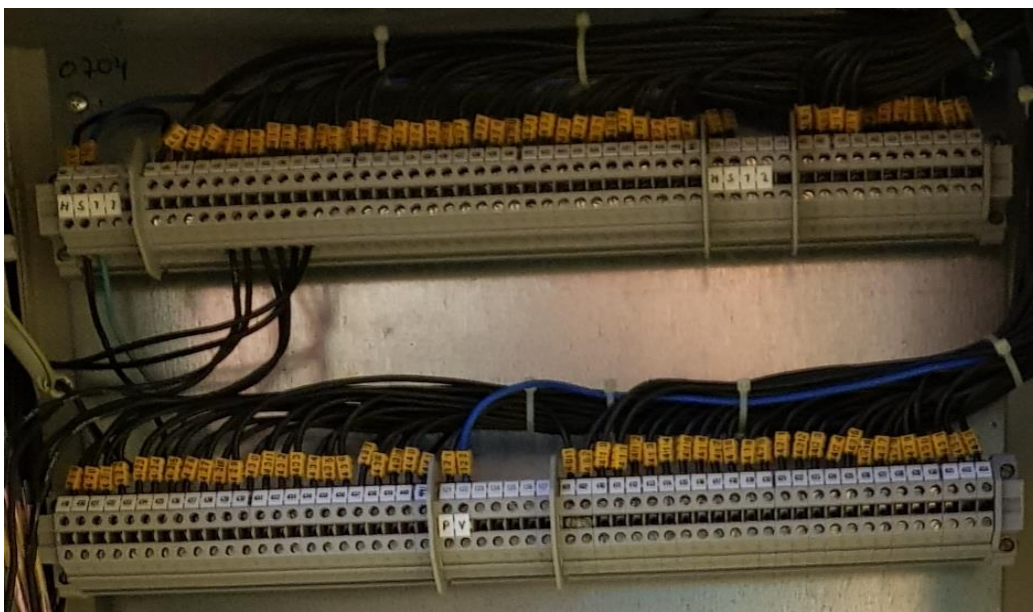
Kuva 10. RK0.2-riviliittimet.

RK0.3 sijaitsi samassa tilassa kuin RK0.2. RK0.3 oli tehty myös kahdella hätä-seis-painikkeella **kuva 11**, neljällä kytkimellä, sekä kuudella releellä, jotka olivat nimetty HS1-HS6. Keskuksessa sijaitsi myös 2 palovesipumppujen ohjaus-relettä.



Kuva 11. Hätä-seis-kaappi RK0.3.

RK0.3:sen hätä-seis-painikkeet, kytkimet sekä releet olivat kaikki merkattu varalle. Kaikki releet oli johdotettu keskuksen alla olevaan riviliitinkaappiin **kuva 12**.



Kuva 12. RK0.3-riviliittimet.

4 HÄTÄ-SEIS SUUNNITELMA

4.1 Häätä-seis määräykset

Konedirektiivi 2006/42/EY määrittelee hätäpysäytyksen asennusvaatimukset koneille seuraavasti: *”Koneessa on oltava yksi tai useampia hätäpysäytyslaitteita, joiden avulla todellinen tai uhkaava vaara voidaan torjua.”/5/*

Lisäyksenä seuraavat poikkeukset:

- *”Koneissa, joissa hätäpysäytyslaite ei vähentäisi riskiä joko siksi, että se ei lyhentäisi pysäytysaikaa, tai siksi, että se ei mahdollistaisi niitä erityistoimenpiteitä, joita riskin hallitsemiseksi tarvitaan,*
- *Käsinkannateltavissaja/tai -ohjattavissa koneissa.”/5/*

Kuvaus mitä hätä-seis laitteen on:

- *”oltava varustettu selvästi tunnistettavilla ja näkyvillä ohjaimilla, jotka ovat nopeasti käytettävissä,*
- *Pysäytettävä vaarallinen prosessi mahdollisimman nopeasti aiheuttamatta muita riskejä,*
- *Tarvittaessa käynnistettävä tiettyjä suojausliikkeitä tai sallittava niiden käynnistäminen.*

Kun hätäpysäytyslaitteen aktiivinen käyttäminen, josta pysäytyskäsky seuraa, on lakannut, tämän käskyn on jäätävä voimaan hätäpysäytyslaitteen lukkiutumisen avulla kunnes tämä lukitus vapautetaan erityisellä toimenpiteellä; hätäpysäytyslaitteen lukkiutuminen ei saa olla mahdollista ilman, että aiheutuu pysäytyskäsky; hätäpysäytyslaitteen vapautuminen pysäytysasennon lukituksesta saa olla mahdollista vain tarkoituksellisella toimenpiteellä, eikä vapautuminen saa käynnistää konetta uudelleen vaan ainoastaan tehdä uudelleenkäynnistäminen mahdolliseksi.”/5/

Kaasukoeajosellien hätä-seis-piirin pysäytysluokitus määräytyy standardin SFS 13850 kohdan 4.1.4 mukaisesti luokkaan 0, joka määritellään seuraavasti: *”Välitön tehonsyötön katkaisu toimilaitteelle (-laitteille)”./6/*

4.2 Hätä-seis-piirien erillaisia ratkaisuja

Yleisimpiä teollisuudessa käytettyjä hätä-seis-ratkaisuja on kolme erilaista, ne ovat: 1. Reletekniikka 2. Turvareletekniikka sekä 3. Turvalogiikkaratkaisu. Seuraavaksi pieni esittely jokaisesta kolmesta ratkaisusta.

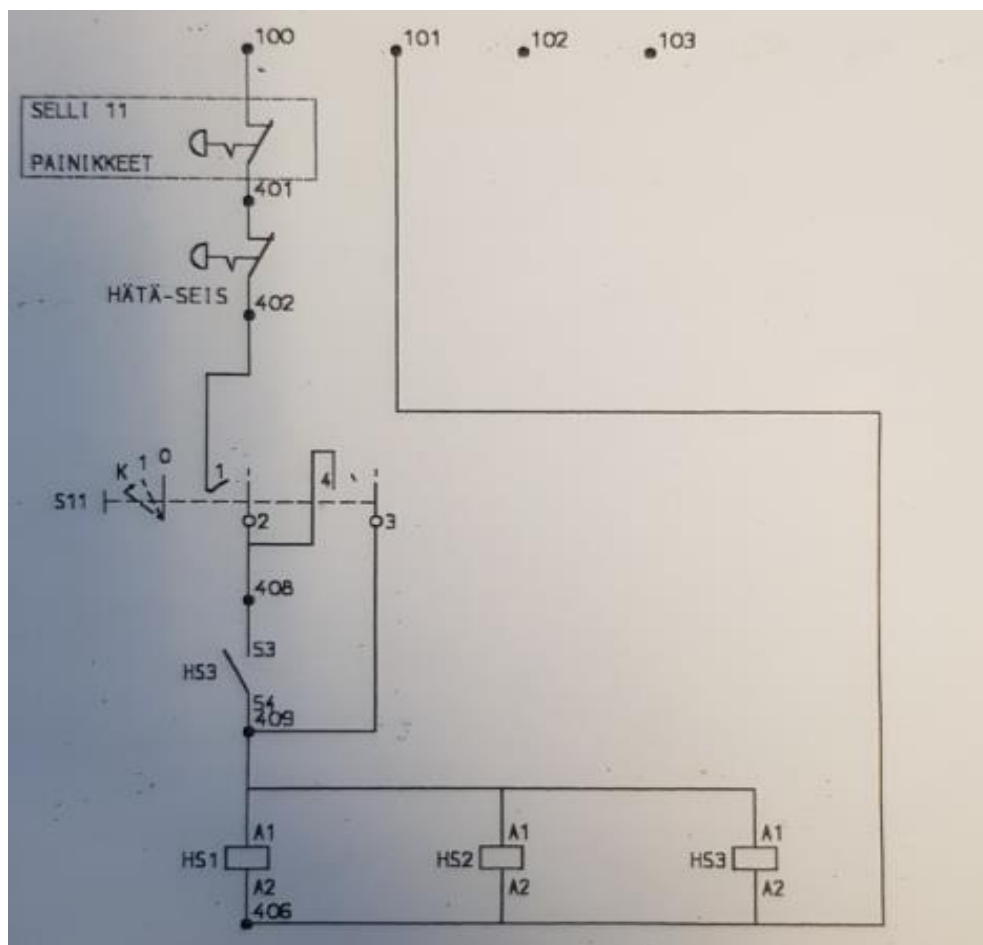
4.2.1 Reletekniikka

Tyypillisin teollisuuden hätä-seis ratkaisu on releillä rakennettu, joita ohjataan painikkeilla. Myös vajereita käytetään tilanteissa, joissa painikkeiden asentaminen ei ole mahdollista tai jää liian kauaksi tarvittavasta pisteestä. Kuvassa 13 esitetty esimerkkinä koeajosellin 11 hätä-seis-piirin kytkentä ja toiminta. Reletekniikan muutamia etuja:

- edullinen ratkaisu
- yksinkertainen toteuttaa
- helppo huoltaa ja korjata.

Vaikka reletekniikassa on merkittäviä etuja, siinä on myös heikkouksia:

- oikosulku; ohjauspainike ohitetaan
- ohjauspainike viallinen; mekaaninen vika tai koskettimien hitsaantumisen
- kontaktorivika; mekaaninen vika tai koskettimien hitsaaminen.



Kuva 13. Hätä-seis-piirin periaatekytkentä, selli 11

Koeajosellin 11 painikkeita tai ryhmäkeskuksessa sijaitsevaa hätä-seis-painiketta painettaessa, releiden HS1, HS2 ja HS3 kelojen jännite katkeaa, jonka jälkeen releiden koskettimet aukeavat ja niiden kautta menevät ohjaukset komponenteille katkeavat, tällöin ohjattavat komponentit sammuvat. Jotta sammutetut komponentit saadaan takaisin jännitteisiksi, pitää kytkintä S11 kääntää kuittausasentoon.

4.2.2 Turvareletekniikka

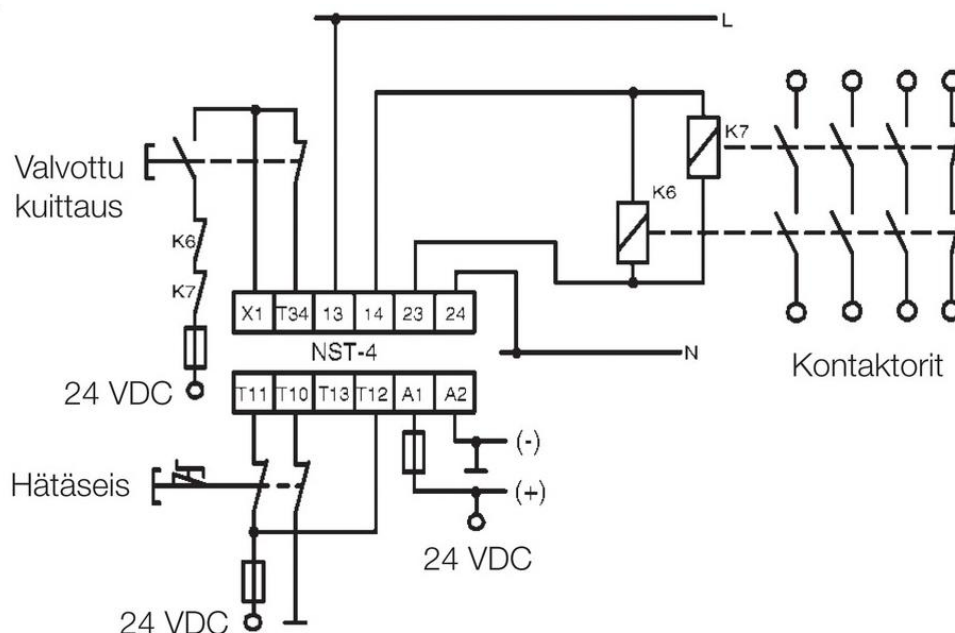
Turvareletekniikka on huomattavasti monipuolisempi kuin normaali reletekniikka. Turvareletekniikalla voidaan esimerkiksi valvoa kytkimiä, painikkeita, kontakteita, turvapiirin oikosulkuja sekä moottorin jännitekatkoksia ja pysähtymisiä, rele pystyy valvomaan myös omaa toimintaansa. Vian ilmetessä,

turvarele ei kuittaannu ennen kuin vika on korjattu turvapiirissä. Esimerkiksi, jos moottoria ohjaavan kontaktorin pääkoskettimet ovat hitsautuneet kiinni, niin tällöin kuittapiiriin kytketyt apukoskettimet eivät vaihda myöskään tilaa ja sen takia turvarelettä ei voi kuitata ennen kuin vika on korjattu. Kuvassa 14 esitettyä hätä-seis-piirin toteutusperiaate turvareleellä NST-4. Joitain esimerkkejä turvareleiden hyödyistä:

- edullinen ratkaisu
- turvallinen toiminta
- turvareleen integroitu lukitustoiminto
- viiveellinen pysäytys.

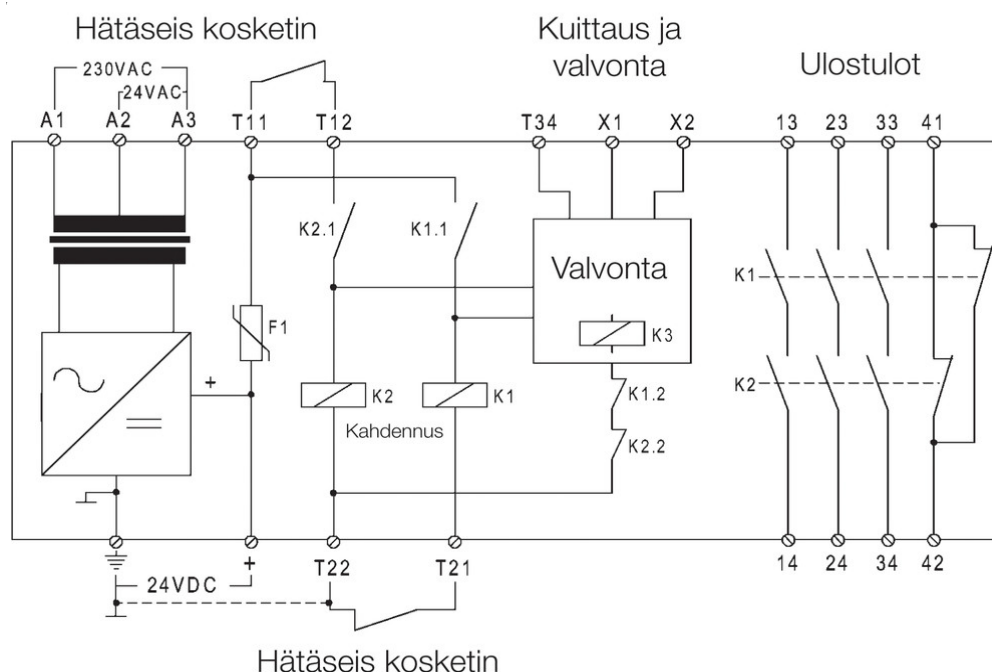
Koska turvarele on edistyneempi ratkaisu kuin releteknikka tulee sen myötä myös joitain haittoja, kuten:

- heikko muutoksille
- turvarelevika voi lamauttaa järjestelmän hätätilanteessa.



Kuva 14. Hätä-seis-piirin periaatekytkentä turvareleellä. /7/

Koneen turvapiirit pitää toteuttaa niin, etteivät viat vaikuta turvallisuuteen. Turvareleitä käytettäessä turvapiireissä, ne pitää olla tehtynä kahdennettuina sekä pakkotoimisin koskettimin varustettuja. Kahdennus tarkoittaa tässä kohtaa sitä, että vian sattuessa, turvatoiminnot säilyvät kahdennetuilla toiminnoilla aiheuttamatta vaarallista vikaa. Kuvassa 15 esitettynä turvalogiikan kytkentäperiaate kahdennettuna.

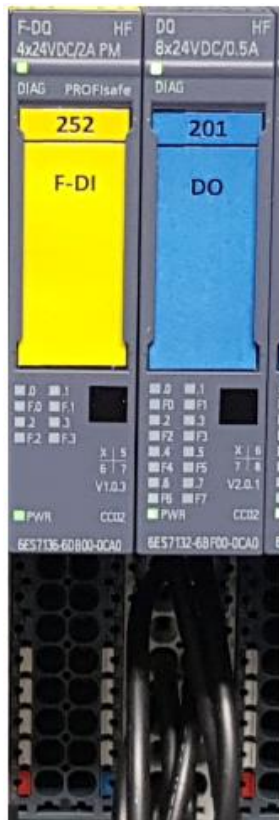


Kuva 15. Turvareleen kytkentäperiaate kahdennettuna. /7/

Hätä-seis-piiri valvoo kahdennuksen avulla toimintahäiriöitä tai koskettimien hitsaantumista.

4.2.3 Turvalogiikka

Turvalogiikka toteutetaan ohjelmoitavilla logiikoilla. Logiikat mahdollistavat monipuolisten turvatoimintojen toteuttamisen. Logiikan sisääntulokorttiin DI liitetään ohjaavat laitteistot, ja ulostulokorttiin ohjattavat laitteistot DO. Kuvassa 16 esimerkkinä Siemens logiikoiden tulo- ja lähtökortti. Turvalogiikkakortit ovat keltaisia kuten kuvassa oleva F-DI kortti.



Kuva 16. Siemens tulo- ja lähtökortti

Logiikat ohjelmoidaan valmistajien ohjelmistoilla. Turvareleet on myös mahdollista saada väylään kiinni, mikä mahdollistaa niiden tietojen saannin väylätietona valvomoon. Logiikoissa voidaan myös käyttää kahdennusperiaatetta.

Logiikoiden hyötyjä:

- Logiikoilla saada turvareleisiin verrattuna kytkennällisesti yksinkertaisempia ratkaisuja.
- Turvatoimintojen määrittely on paljon monipuolisempaa logiikkojen ohjelmoitavuuden ansiosta.
- Logiikoilla saadan nostettua valvonnan tasoa entisestään.
- Logiikat mahdollistaa suuremmat turvalaitemäärät säilyttäen korkean turvallisuusluokan.

Logiikoiden heikkoutena voidaan pitää sitä, että joudutaan luottamaan ohjelmistoihin.

4.3 Turvajärjestelmän vertailu

Turvallisuusjärjestelmän valinnassa päädyimme tutkimaan vanhan reletekniikan mahdollista päivittämistä tai PLC ratkaisua. Reletekniikan päivittäminen otettiin mukaan vertailuun, koska se täyttää konedirektiivin vaatimukset, sekä saattaa olla järkevämpi ratkaisu tähän tilanteeseen.

4.4 Reletekniikan päivitys

Koeajoselleistä 11 ja 12 hätä-seis-painikkeita löytyy tarvittava määrä, niiden lisäämiseksi ei ole tarvetta. Koska sellit sisältää kaasuhätä-seis-painikkeita sekä selli kohtaisia hätä-seis-painikkeita, tulisi painikkeet selvästi merkata kumpaan ryhmään kukin painike kuuluu. Sellissä olevissa painikkeissa kaasupiirin painikkeihin tulisi keltainen kaulus jossa lukisi kaasuhätä-seis. Sellikohtaisiin painikkeisiin tulisi lukemaan selli hätä-seis.

4.4.1 Selli 11

Sellin 11 dokumentoinnissa olisi jonkin verran töitä. Itse hätä-seis-piiriin kytkentä kuviin sellissä 11 oli tullut joitain lisäyksiä jotka oli piirretty kuviin. CFC-kaappi oli lisätty ja oli merkattu punaisella kynällä kuviin, sekä muutamia valoja oli lisätty valvomoon, jotka oli merkattu kuviin. Sellin hätä-seis-painikkeiden sijainneista ei ollut minkäänlaisia kuvia, joten hätä-seis-painikkeista tulisi tehdä kuvat joissa olisi merkattuna kaikkien hätä-seis-painikkeiden sijainnit, näiden pohjana voisi käyttää luovutussolun arkkitehtikuvia, myös hätä-seis-painikkeiden kytkentäkuvat tulisi piirtää. Hätä-seis-painikkeiden määrä kaapelointikaaviossa oli oikein, joten sellin 11 osalta kaapelointikaavioon ei tulisi muutoksia. Sellin hätä-seis painalluksesta sammuvista laitteista tulisi tehdä toimintaselostus jossa selviäisi mitä kaikkea sammuu kun painaa sellin omia hätä-seis-painikkeita.

4.4.2 Selli 12

Sellin 12 hätä-seis kuviin oli lisätty kaksi kappaletta moottorikohtaisia ohjauskaappeja CFC sekä CFE, nämä tulisi piirtää kuviin. Kaapelointikaavio jossa oli piirrettynä molempien sellien hätä-seis-painikkeiden määrä oli sellin 12 osalta

virheellinen, kaaviossa oli merkattu sellissä olevan kuusi painiketta, todellisuudessa painikkeita oli seitsemän kappaletta. Kaapelointikaavio tulisi piirtää uusiksi vastaamaan todellista tilannetta. Hätä-seis-painikkeiden kytkennät olivat piirretty kaapelointikaavio takapuolella, jossa oli myös piirrettynä sellin 12 hätä-seis-painikkeiden sijainnit, kytkentä- ja painikkeiden sijainti kuvat tulisi piirtää puhtaaksi. Hätä-seis-painikkeiden sijainnit voisi piirtää sellin 11 kanssa samoihin luovutussolun arkitehtikuviin. Sellin hätä-seis painalluksesta sammuvista laitteista tulisi tehdä toimintaselostus jossa selviäisi mitä kaikkea sammuu kun painaa sellin omia hätä-seis-painikkeita.

4.4.3 Kellarin RK0.2 ja RK0.3

Kellarissa on kaksi käytössä olevaa hätä-seis-painiketta, jotka sijaitsevat ryhmäkeskuksissa RK0.2 sekä RK0.3. Kellariin tulisi lisätä viisi kappaletta hätä-seis-painikkeita, jotka kytkettäisiin RK0.2:een. Painikkeiden sijainnit piirrettäisiin luovutussolun arkitehti kuviin. RK0.2:ssa oli paljon muutoksia, jotka olivat jälkikäteen piirretty lisäyksinä kuviin, nämä muutokset tulisi piirtää puhtaaksi. RK0.3 kuvissa oli merkattu hätä-seis-ohjaukset varalle. Hätä-seis piiristä lähti kuusi johdinta, joita ei oltu merkattu kuviin. Lähteviä johtimia seuraten saimme selville, mitkä näiden johtimien tarkoitus oli. RK0.3 Hätä-seis-piiristä oli otettu hätä-seis-ohjaukset sellien vedenkierrätys pumpulle sekä kaasu- ja dieselmoottoreiden öljypumpuille, nämä tulisi piirtää puhtaaksi RK0.3:sen kuviin. RK0.3:ssa on yksi hätä-seis-painike joka tulee riittämään, koska kun RK0.2:sen kellarissa sijaitsevia painikkeita painaa myös RK0.3 olevat laitteet sammuvat. Kellareiden ryhmäkeskuksista tulisi myös tehdä toimintaselostukset mitä laitteita ryhmäkeskukset sammuttavat.

4.5 Logiikkaturvajärjestelmän suunnittelu

Turvajärjestelmän suunnitteluun lähdimme selvittämällä onko koeajoselleissä sijaitsevissa ryhmäkeskuksissa RK1.1 ja RK1.2 ja kellarissa sijaitsevissa ryhmäkeskuksissa RK0.2 ja RK0.3 tilaa rakentaa uudet turvapiirit. Logiikat vievät sen verran paljon tilaa, että ryhmäkeskuksissa olevat tyhjät tilat olivat liian pieniä. Päädyimme suunnittelemaan koeajoselleihin 11 ja 12 yhden yhteisen

turvalogiikkakaapin, jossa tulee sijaitsemaan molempien koeajosellien turvapiirit. Kellarissa päädyimme myös suunnittelemaan yhden turvalogiikkakaapin. Logiikoina käytettäisiin Siemensin valmistamia ET200SP sarjaa.

4.5.1 SIMATEC ET 200SP

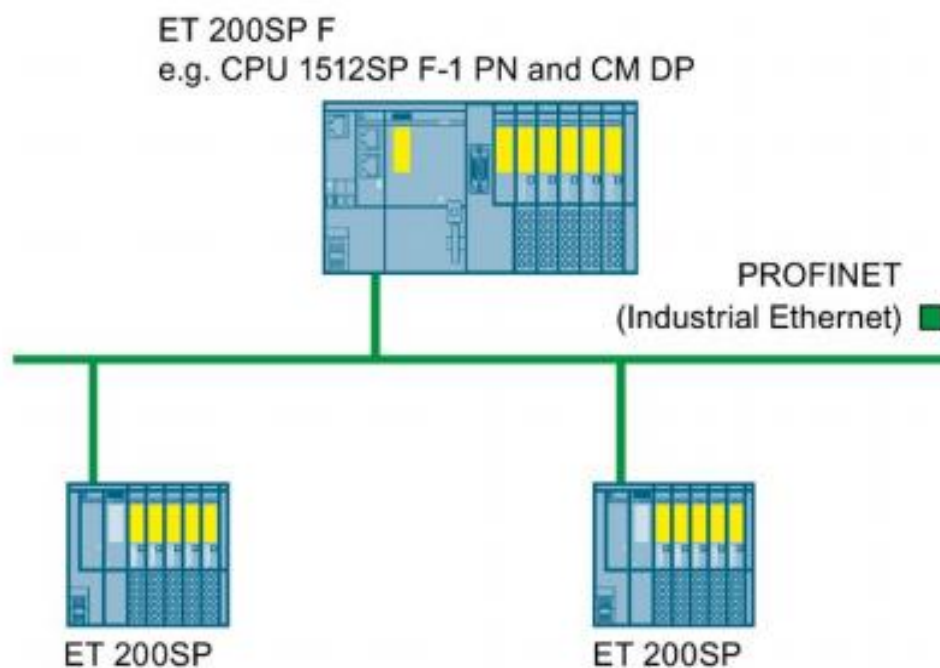
SIMATEC E200SP on skaalautuva ja erittäin joustava yleinen I/O-järjestelmä prosessisignaalien liittämistä varten korkeatasoisen ohjauskenttäväylän kautta. Simatecin etuina voidaan pitää käytön helppoutta, kompaktit moduulit, joihin kytkeminen onnistuu ilman työkaluja, lisämoduulien lisäämisen helppous, turvamuulien yhdistämisen helppous normaaleihin moduuleihin sekä mahdollisuus lisätä moottoristarttereita suoraan moduuleihin. Kuvassa 17 esitettynä SIMATEC ET 200SP I/O-kortteineen sekä moottoristartti kortteineen./8/



Kuva 17. SIMATEC ET200 SP I/O yleisjärjestelmä

4.5.2 SIMATECin käyttäminen turvamekanismijärjestelmänä (fail-safe).

Turvamekanismiautomaatio järjestelmää (F-järjestelmä) käytetään järjestelmissä, joissa on korkeat turvavaatimukset. F-järjestelmä ohjaa prosessia ja varmistaa, että kaikki ohjatut laitteet on turvallisessa tilassa välittömästi sammutuksen jälkeen. Turvamekanismimoduulin (F-moduuli) ja standardimoduulin eroina on, että F-moduulissa on sisäinen kaksikanava malli. Tämä tarkoittaa sitä, että kaksi integroitua prosessia seuraa toisiaan, automaattisesti testaa sisääntulon ja ulostulon virtapiirejä, ja kääntää F-moduulin turvalliseen tilaan vian sattuessa. F-moduulin ja normaalin moduulin ulkoisena eroavaisuutena on, että F-moduulin relekortti on väritykseltään keltainen ja normaali kortti harmaa, kuten kuvassa 17 on esitetty./8/



Kuva 18. F-turvajärjestelmän rakenne. /8/

Kuvassa 18 on esitetty esimerkki F-turvajärjestelmän rakenne, jossa ET200SP jaetut I/O-järjestelmät on yhdistetty PROFINET IO. PROFINET IO-linjassa voidaan käyttää kuparikaapelia, valokuitukaapelia tai WLANia. Kuvassa on kaksi

turvajärjestelmää yhdistetty yhteen pisteeseen, jossa on CPU ja jossa tapahtuu kaikki ohjelmointi./8/

4.5.3 Koeajosellit 11 ja 12 PLC

Koeajosellien suunnittelu aloitettiin tekemällä listaus, johon kerättiin kaikki tarvittavat komponentit mitä sellien turvakeskuksessa tarvittiin, Kun kaikki tarvittavat komponentit oli valittu, voitiin itse suunnitteluvaihe aloittaa. Keskuksen valmistajaksi valittiin tuttu kytkentäkaappien valmistaja Rittal. Rittalin sivuilta löytyi erinlaisia kytkentäkaappeja, tässä työssä päädyttiin Rittalin AE-kytkentäkaappisarjaan. AE-sarjan kytkentäkaapit oli listattu Rittalin sivuilla kokojärjestykseen, kuvassa 19 nähdään esimerkki AE-kaappien listauksesta Rittalin sivuilla /9/. Kytkentäkaapiksi tulis Rittal AE-kytkentäkaappi AE1213.500 joka oli mitoiltaan (l*k*s) 1000 mm*1200 mm*300 mm. Lisävarusteina kaappiin tarvittiin seuraavat komponentit:

- seinäkiinnike Rittal 2508.100
- ovisalpa Rittal 2519.000
- laippa Rittal SZ2562.500
- kaapelikouru 80*80 TS8800.753
- kaapelikouru 60*80 TS8800.752
- kaapelikouru 40*80 TS8800.751
- kannatinkisko TS 35/7.5 SZ2314.000.

Tuotenumero ↕	Leveys ↕	Korkeus ↕	Syvyys ↕	Ovet ↕
▶ AE 1030.500	380 mm	300 mm	155 mm	1
▶ AE 1031.500	380 mm	300 mm	210 mm	1
▶ AE 1032.500	200 mm	300 mm	120 mm	1
▶ AE 1033.500	300 mm	300 mm	210 mm	1
▶ AE 1034.500	300 mm	400 mm	210 mm	1
▶ AE 1035.500	200 mm	300 mm	155 mm	1
▶ AE 1036.500	300 mm	300 mm	155 mm	1

Kuva 19. Esimerkki osa Rittal AE-kaappien tuotevalikoimasta./9/

Lisätarvikkeet löytyivät Rittalin sivuilta /10/. Kuvassa 20 esitettynä Rittalin kaappiin valitut lisävarusteet.



Kuva 20. Rittal lisävarusteet /10/.

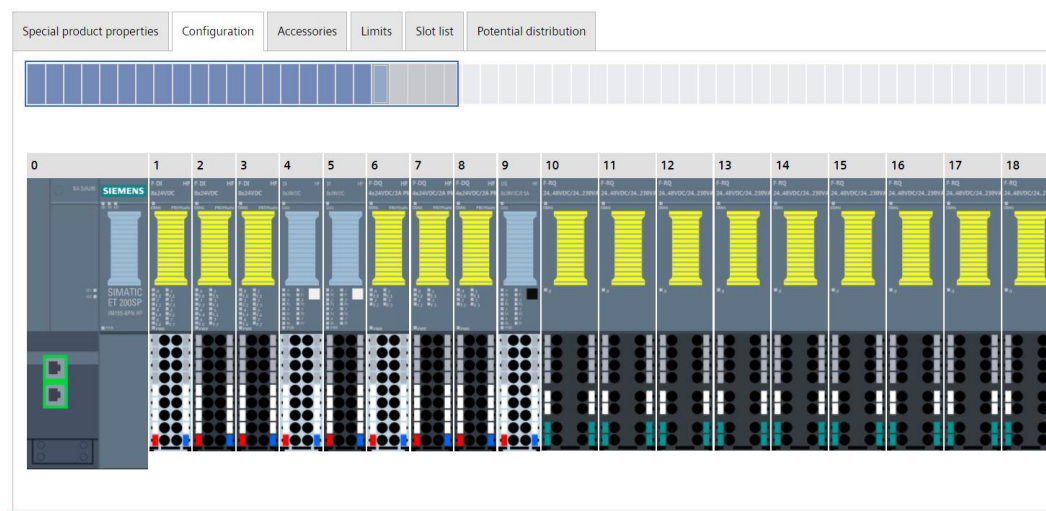
Kaapin ja sen varusteiden valinnan jälkeen lähdettiin suunnittelemaan komponenttien sijoittelua kaappiin. Tarkoituksena oli kaapin sisällä pitää sellien turvapiirit hieman erillään toisistaan selkeyden ja mahdollisten lisäyksien vuoksi, poikkeuksena kuitenkin oli, että molempien johdonsuojakatkaisijat asennettiin samalle riville. Wärtsilän dokumentaatioissa on esitettyä tarkemmin sellien 11 ja 12 tuoteluettelo. Wärtsilän dokumentaatioissa löytyy myös sellien 11 ja 12 yhteisen turvakeskuksen luonnoskuva. Ensimmäiselle, eli ylimmälle riville tuli kaikki johdonsuojakatkaisijat, pääkytkin sekä Phoenixin teholähde, joka muuttaa keskuksen tulevan 230 voltin vaihtojännitteen 24 voltin tasajänniteeksi, jota Siemensin logiikat tarvitsivat. Johdonsuojakatkaisijoiksi valittiin ABB:n valmistamia S200-sarjan katkaisijoita, pääkytkimeksi valittiin ABB kuormakytkin ja Phoenix contact-teholähde. Kuvassa 21 kuva ensimmäisen rivin komponenteista /10/.



Kuva 21. Keskuksen ensimmäisen rivin komponentit. /11/

Seuraavalle riville keskuksen asennettiin selli 11 Siemensin logiikat sekä välirele joka ohjaa sellissä olevaa sinistä valoa joka ilmoittaa hätä-seis-painikkeen painamisesta. Logiikat ovat Siemensin ET200SP. Siemensin sivuilta löytyy TIA Selection Tool-ohjelma /12/, jolla voi muodostaa helposti logiikoiden kokoonpanon. Kuvassa 22 on tehty kokoonpano sellin 11 logiikoista. Logiikoiden perään asennettiin Elkon valmistama välirele /11/. Komponentit, jotka asennettiin riville kaksi:

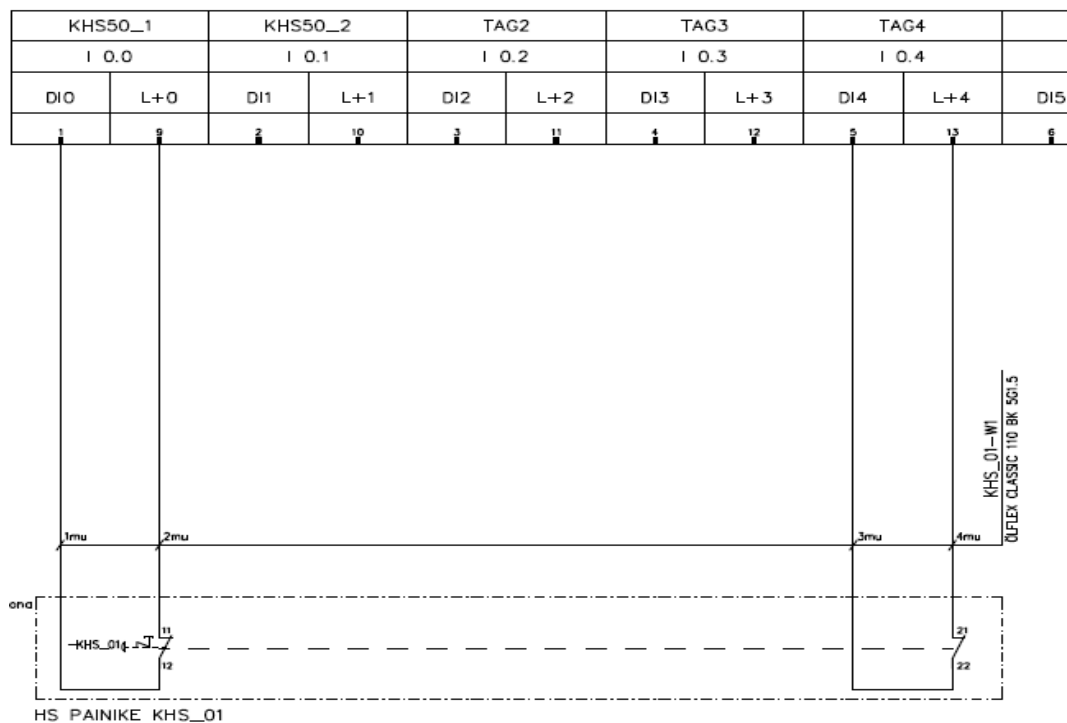
- ET200SP IM 155-6 PNHF
- F-DI 8*24VDC
- DI 8*24VDC
- F-DQ 4*24VDC
- DQ 8*24VDC
- F-RQ 1*DC24/AC24...230V/5A
- palvelinmoduuli
- välirele VS308U.



Kuva 22. Sellin 11 logiikoiden kokoonpanokuva TIA Selection tool ohjelmalla tehtynä. /12/

ET200SP on kommunikaatiomodula, joka yhdistää logiikkakorttien tiedot ja ohjaukset Siemensiin CPU-logiikalle, joka sijaitsee eri keskuksessa. Yhdistäminen tapahtuu Siemensin Scalance-kytkimen kautta, joka sijaitsee kaasukoeajovalvomon ryhmäkeskuksessa R2.1. ET200SP:stä lähtee RJ45 ethernet-johto Scalance-kytkimelle, joka yhdistetään toisessa tilassa sijaitsevaan CPU:hun valokuitukaapelilla. CPU:ssa tapahtuu kaikki ohjelmointi. ET200SP suojana on 2A johdonsuojakatkaisija.

F-DI-kortti on turvasisäntulokortti, johon kytketään kaikki ohjaavat laitteet. Ohjaavia laitteita ovat sellin 11 hätä-seis-painikkeet, joita selliin 11 suunniteltiin viisi kappaletta, joista yksi sijaitsisi sellin alla olevassa välitilassa, sellin 11 hätä-seis-piiriin tulisi myös yksi kappale painikkeita sellin 12 oven suulle, sekä yksi koeajovalvomoon. Jokaiselta hätä-seis-painikkeelta tulee neljä johdinta, jotka kytketään kahtena parina F-DI-korttiin. Kuvassa 23 on esitetty esimerkkikytkentä hätä-seis-painikkeesta. F-DI-kortteja ovat kuvassa 22 kortit 1, 2 ja 3. Jokaisessa kortissa on 18 johdinpaikkaa, joista sininen ja punainen ovat korteille tuotava 24V tasajännite. F-DI-kortteja suojaamaan laitetaan 2A johdonsuojakatkaisija. Kortin 1 koskettimet on merkattu vaaleanharmaana, 2 ja 3 ovat tummanharmaina siitä syystä, että samoja kortteja asennetaan vierekkäin ja riittää, että ensimmäiseen korttiin tuodaan vain syöttö, joka siten menee kortista toiseen.

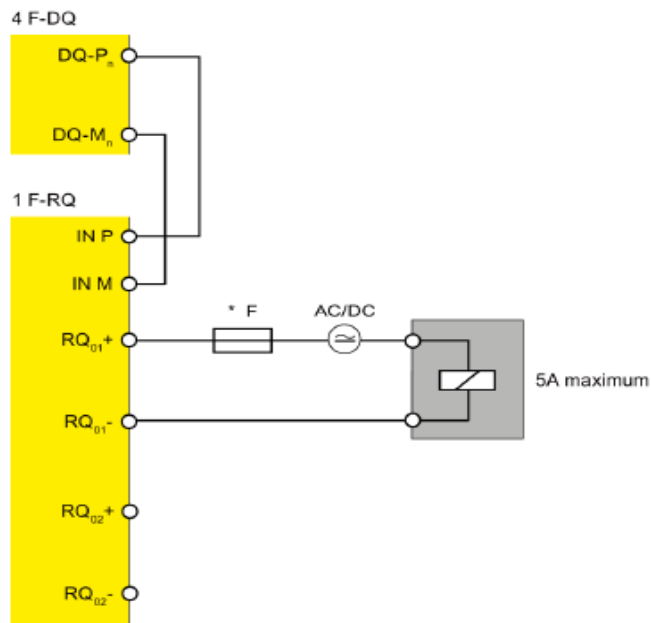


Kuva 23. Esimerkki hätä-seis-painikkeen kytkennästä.

DI-kortti on normaali sisääntulokortti, joita ovat kuvassa kortit 4 ja 5 näihin kytketään ohjaavat laitteet, jotka eivät tarvitse turvakorttia. DI-kortin suojana on 2A johdonsuojakatkaisija. Tässä tapauksessa ne ovat hätä-seis kuittaus sekä ohjattavien kontaktoreiden tilatieto. Nämä tiedot eivät tarvitse kahdennusta, koska eivät aiheuta vaaraa vaikka eivät toimisikaan. Tilatieto kertoo missä tilassa kontaktori on.

F-DQ-kortit ovat turvarelekoritteja, joiden suojana on 2A johdonsuojakatkaisija. F-DQ ohjaavat toimintoja, jotka ohjelmoidaan logiikkaan, tässä tapauksessa F-DQ-kortteja käytetään ohjaamaan F-RQ-kortteja, jotka ohjaavat kontaktoreja. Syy miksi tarvitaan kaksi eri korttia on se, että vanha ohjausjärjestelmä on toteutettu 230V vaihtojännitteellä ja Siemensin kortit ovat 24V tasajännitteellä toimivia, ainoastaan kortti F-RQ kestää 230V jännitteen. Kuvassa 24 on esitetty F-RQ- ja F-DQ-kortin kytkentä, kuvassa 24 on esitetty F-RQ ohjaama laite. F-RQ-korttiin voidaan yhdistää yksi tai kaksi laitetta vaihtojännitteellä, kuten tässä tapauksessa on mahdollista kytkeä vain yksi ohjattava laite korttia kohden. Jokainen F-RQ-kortti vaatii oman 6A johdonsuojakatkaisijan. DQ-kortti on normaali

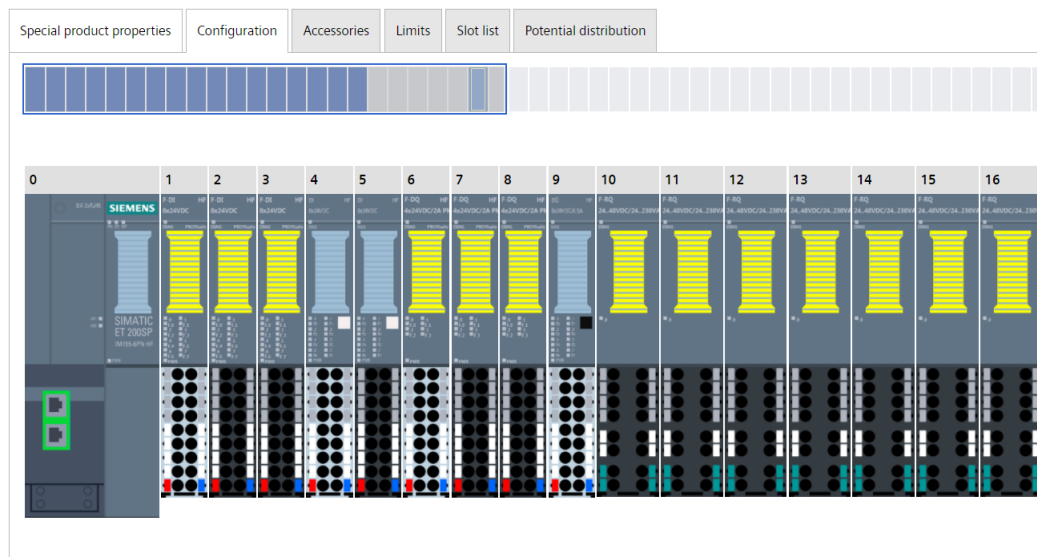
ulostulokortti, jota myös suojaa 2A johdonsuojakatkaisija. DQ-kortin tehtävä tässä tapauksessa on viedä tieto hätä-seis painalluksesta välireleelle, joka ohjaa sinistä vilkkuvaa valoa sellissä. Logiikoiden nimeämisessä sellissä 11 käytetään seuraavanlaisia merkintöjä: F-DQ 150-sarjaa, DQ 100-sarjaa, F-DI 250-sarjaa, DI 200-sarjaa ja F-RQ 300-sarjaa.



Kuva 24. Kytentäkuva F-RQ- sekä F-DQ-ohjaus

Kolmannelle riville asennettiin sellin 12 Siemensin turvalogiikat sekä Elkon valmistama välirele. Kuvassa 25 sellin 12 logiikkakokoonpano TIA Selection toolsilla rakennettuna. Rivillä kolme tarvittavat komponentit:

- ET200SP IM 155-6 PNHF
- F-DI 8*24VDC
- DI 8*24VDC
- F-DQ 4*24VDC
- DQ 8*24VDC
- F-RQ 1*DC24/AC24...230V/5A
- palvelinmoduuli
- välirele VS308U.



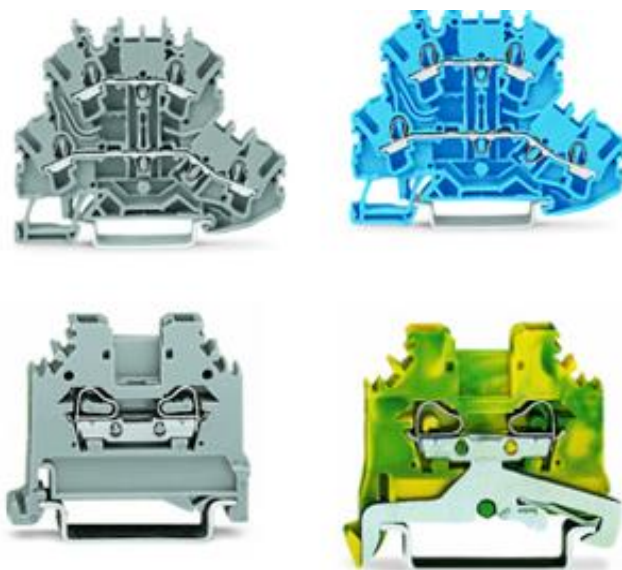
Kuva 25. Sellin 12 logiikoiden kokoonpanokuva TIA Selection tool-ohjelmalla tehtynä. /12/

Sellin 12 rivillä ensimmäisenä on Siemens ET200SP, joka yhdistetään omalla RJ45 ethernet-johdolla valvomossa sijaitsevaan Scalance-kytkimeen. ET200SP suojaa 2A johdonsuojakatkaisija. Scalance-kytkin sijoitetaan valvomoon, koska siihen voi valvomossa yhdistää esimerkiksi tietokoneen, johon voidaan tehdä valvontaohjelma joka esimerkiksi kertoo mistä hätä-seis-painiketta on painettu ja myös mitkä laitteet sammuivat.

F-DI-kortteja sellin 12 ohjaukseen tuli kolme kappaletta. Selliin 12 asennetaan hätä-seis-painikkeita seitsemän kappaletta, joista kaksi sijaitsee koeajosellin 12 alla olevassa välitilassa, yksi painike tulee valvomoon. DI-kortteja selliin 12 asennetaan kaksi kappaletta, joita suojaa yksi 2A johdonsuojakatkaisija. Sellin 12 DI-korttiin asennetaan samanlailla kuin sellin 11 DI-korttiin reset-painike sekä kontaktoreiden tilatiedot. F-DQ-kortteja asennetaan kolme kappaletta, joiden tehtävä on sama kuin sellin 11 korteilla eli ohjata F-RQ-kortteja joita sellin 12 suojaukseen tulee seitsemän kappaletta. Kuten sellissä 11, tulee myös selliin 12 oma hätä-seis-vilkkuvalo, jota ohjataan DQ-kortilla välireleen VS308 kautta. Logiikoiden nimeämisessä sellissä 12 käytetään seuraavanlaisia merkintöjä: F-DQ 170-sarjaa, DQ 120-sarjaa, F-DI 270-sarjaa, DI 220-sarjaa ja F-RQ 320-sarjaa.

Neljälle riville asennetaan sellin 11 riviliittimet. Riviliitiminä käytetään Wago:n valmistamia riviliittämiä. Kuvassa 26 on esitettyä Wagon-riviliittämiä joita käytetään keskuksessa. Rivillä neljä tarvittavia komponentteja:

- päätypuristin
- riviliitin, kaksikerrosliitin
- riviliitin, kaksikerrosliitin sininen
- päätylevy.



Kuva 26. Wago-riviliittämiä.

Logiikat johdotetaan riviliittimille. joihin on helpompi ja selkeämpi kytkeä ulkoa tulevat johdot. Ensimmäisenä asennetaan riviliitinsarja X1, jossa on viisi kappaletta sinisiä kaksikerrosliittämiä, johon kytketään teholähteestä tuleva 24V nolla johdin, näistä otetaan logiikoille tarvittava nolla. X150-liitin sarja on tarkoitettu F-DI-logiikkakorttien liittimille, X100-liitin sarja on kortin DI-liittimille, X250-liitin sarja on tarkoitettu F-DQ-korttien liittimille, X200-sarja on tarkoitettu DI-kortin liittimille. X300-sarja on tarkoitettu logiikkakorttien F-RQ kytkentöihin. Riviliitinriman molemmissa päissä on päätypuristimet, joiden tarkoitus on pitää riviliittimet paikoillaan.

Alimmalle riville viisi asennetaan sellin 12 logiikoiden riviliittimet sekä RK0.2:sta tuleva syöttö. Rivillä viisi tarvittavia komponentteja:

- riviliitin
- rivillitin, sininen
- riviliitin, kevi
- riviliitin, kaksikerrosliitin
- riviliitin, kaksikerrosliitin sininen
- päätylevy
- päätypuristin.

Ensimmäisenä riville tulee X0, jossa on kolme kappaletta Wagonoin harmaita yksikerrosriviliittimiä, yksi sininen ja yksi kevi riviliitin. Seuraavaksi tulee viisi sinistä ja viisi kevi riviliitin, joita voidaan ottaa tarvittaessa 230V vaihtojännitteeseen nolla- ja maadoitusjohdin. Sellin 12 riviliittimet asennetaan samanlailla kuin sellin 11, mutta riviliitinpakkojen numeroinnit ovat erilaiset siitä syystä, että olisi selkeästi merkattu sellit 11 ja 12 erilleen. X2:ssa on viisi kappaletta sinisiä kaksikerrosliittimiä, joihin tulee teholähteeltä 24V tasajännitteen nolla. X170-liitinsarja on tarkoitettu F-DI-logiikkakorttien liittimille, X120-liitinsarja on kortin DI liittimille, X270-liitinsarja on tarkoitettu F-DQ-korttien liittimille, X220-sarja on tarkoitettu DI-kortin liittimille. X320-sarja on tarkoitettu logiikka korttien F-RQ-kytkentöihin. Riviliitinriman molemmissa päissä on päätypuristimet, joiden tarkoitus on pitää riviliittimet paikoillaan.

Keskuksen pohjalevyn alareunaan asennetaan rivikiinnikekisko, johon asennetaan Niedaxsen valmistamia kiinnikeitä B291. Näiden tarkoituksena on toimia vedonpoistajana keskuksen tuleville ulkoisille kaapeleille. Vedonpoistajan tarkoituksena on suojata kaapeleita ulkoiselta vedolta sekä estää mahdolliset irtoamiset liittimistä.

4.5.4 Kellarin turvakeskus PLC

Kellarin keskuksen suunnittelu aloitettiin tekemällä listaus, johon kerättiin kaikki komponentit, joita kellarin turvakeskuksessa tarvittiin. kun kaikki tarvittavat

komponentit oli valittu, voitiin itse suunnitelmavaihe aloittaa. Keskuksen valmistajaksi valittiin tuttu kytkentäkaappien valmistaja Rittal. Rittalin sivuilta löytyi erinlaisia kytkentäkaappeja, Kellariin valitsimme myös Rittalin AE-kytkentäkaappisarjaan. AE-sarjan kytkentäkaapit oli listattu Rittalin sivuilla koko järjestykseen, kuvassa 19 nähdään esimerkki AE-kaappien listauksesta Rittalin sivuilla /9/. Kytkentäkaapiksi valittiin Rittal Ae-kytkentäkaappi AE1280.500, joka oli mitoiltaan (l*k*s) 800 mm*1200 mm*300mm. Kaappiin tarvittiin samat lisävarusteet kuin sellien kaappiin.

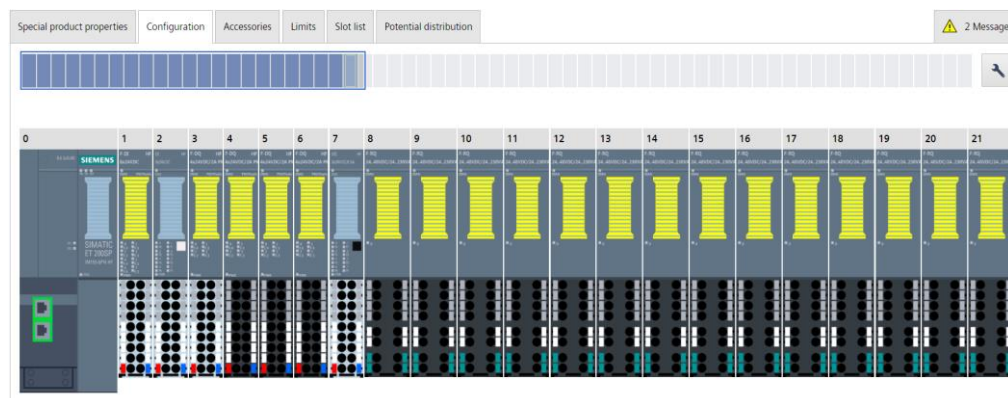
Kaapin ja varusteiden jälkeen aloitimme suunnittelun, jossa sijoittelimme tarvittavat komponentit keskuksen, komponenttilista löytyy Wärtsilän dokumentaatioista. Kellarikeskuksen suunnittelun aloitimme samanlailla kuin sellien keskuksessa. Wärtsilän dokumentaatiosta löytyy luonnos kellarikeskuksen layoutkuvasta. Tässäkin suunnitelmassa oli tarkoituksena pitää keskuksien RK0.2 ja RK0.3 logiikat ja riviliittimet selvästi erillään, kuten sellien keskuksessa. Poikkeuksena johdonsuojakatkaisijat, jotka asensimme kaikki ylimälle riville teholähteen kanssa. Johdonsuojakatkaisijoita, joita tähän keskuksen asensimme olivat AAB:n valmistamia 2A ja 6A. 2A-johdonsuojakatkaisijat olivat tarkoitettu 24V tasajännitteen logiikoille ja 6-johdonsuojakatkaisijat olivat 230V vaihtojännitteen logiikoille, yksi 6A-johdonsuojakatkaisija teholähteelle.

Riville kaksi, eli toinen rivi ylhäältä päin, tuli RK0.2-keskuksen logiikat, jossa on myös logiikoita, joiden ohjaus tapahtuu sellien 11 ja 12 hätä-seis-painikkeista. Hätä-seis-painikkeita kellariin asennetaan yhteensä kolme kappaletta joiden sijainnit ovat yksi RK0.2 toinen RK0.3 ryhmäkeskuksen ovenssa. Yksi painikkeista sijoitetaan uuden keskuksen oveen. Rivillä kaksi tarvittavia komponenttejä:

- ET200SP IM 155-6 PNHF
- F-DI 8*24VDC
- DI 8*24VDC
- F-DQ 4*24VDC
- DQ 8*24VDC

- F-RQ 1*DC24/AC24...230V/5A
- Palvelinmoduuli.

Kuvassa 27 on esitettyä TIA Selection toolsilla rakennettu kokoonpanokuva tarvittavista logiikoista rivillä kaksi.

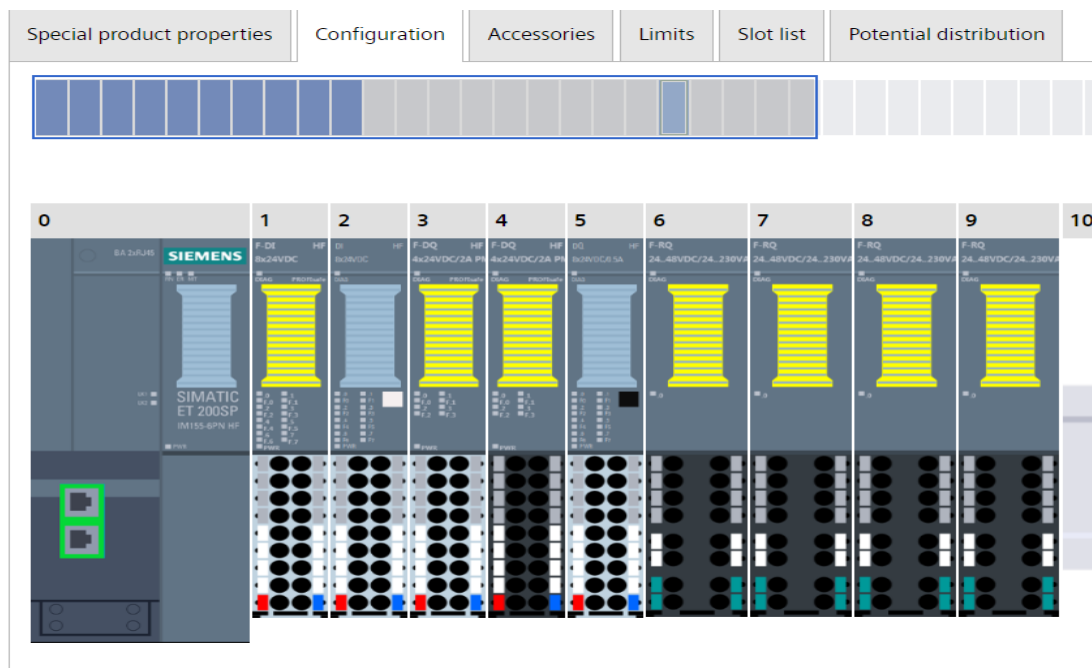


Kuva 27. RK0.2-logiikoiden kokoonpanokuva TIA Selection tool-ohjelmalla tehtynä. /12/

Riville kolme asennetaan RK0.3-logiikat, kellarin keskuksen ABB:n valmistama pääkytkin sekä Elkon välirele, joka ohjaa kellarissa sijaitsevaa sinistä merkkivaloelementtiä. Rivillä kaksi tarvittavia komponenttejä:

- ET200SP IM 155-6 PNHF
- F-DI 8*24VDC
- DI 8*24VDC
- F-DQ 4*24VDC
- DQ 8*24VDC
- F-RQ 1*DC24/AC24...230V/5A
- palvelinmoduuli
- kuormakytkin ABB
- välirele VS308U.

Rivi kolme ”Logiikka kokoonpano” esitettyä kuvassa 28.



Kuva 28. RK0.3-logiikoiden kokoonpanokuva TIA Selection tool-ohjelmalla tehtynä. /12/

Riville neljä asennetaan RK0.2 riviliitimet. Rivillä neljä tarvittavia komponenttejä:

- päätypuristin
- riviliitin kaksikerrosliitin
- riviliitin kaksikerrosliitin, sininen
- päätylevy.

Riviliittiminä käytetään samoja Wagonin valmistamia kaksikerrosriviliittimiä, joita käytettiin myös sellien keskuksessa. Ensimmäisenä asennetaan riviliitinsarja X1, jossa on viisi kappaletta sinisiä kaksikerrosliittimiä, joihin kytketään tehollähteestä tuleva 24V nollajohdin, näistä otetaan logiikoille tarvittava nolla. X150-liitin sarja on tarkoitettu F-DI-logiikkakorttien liittimille, X100-liitinsarja on kortin DI-liittimille, X250-liitinsarja on tarkoitettu F-DQ-korttien liittimille, X200-sarja on tarkoitettu DI-kortin liittimille. X300-sarja on tarkoitettu Logiikka korttien F-RQ-kytkentöihin. Riviliitinriman molemmissa päässä on päätypuristimet joiden tarkoitus on pitää riviliittimet paikoillaan.

Riville viisi asennetaan RK0.2 riviliitimet. Rivillä viisi tarvittavia komponenttejä:

- riviliitin
- riviliitin, sininen
- riviliitin, kevi
- riviliitin, kaksikerrosliitin
- riviliitin, kaksikerrosliitin sininen
- palvelinmoduuli
- päätypuristin.

Ensimmäisenä riville tulee X0, jossa on kolme kappaletta Wagon harmaita yksikerrosriviliittimiä, yksi sininen ja yksi keviriviliitin. Seuraavaksi tulee viisi sinistä ja viisi keviriviliitintä, joista voidaan ottaa tarvittaessa 230V vaihtojännitteeseen nolla- ja maadoitusjohdin.

RK0.3-riviliitimet asennetaan samanlailla kuin RK0.2, mutta riviliitin pakkojen numeroinnit ovat erilaiset siitä syystä, että olisi selkeästi merkattu RK0.2 ja RK0.3 erilleen. X2, jossa on viisi kappaletta sinisiä kaksikerrosliittimiä, joihin kytketään teholähteestä tuleva 24V nollajohdin. X170-liitinsarja on tarkoitettu F-DI-logiikkakorttien liittimille, X120-liitin sarja on kortin DI-liittimille, X270-liitinsarja on tarkoitettu F-DQ-korttien liittimille, X220-sarja on tarkoitettu DI-kortin liittimille. X320-sarja on tarkoitettu logiikka korttien F-RQ-kytkentöihin. Riviliitinriman molemmissa päissä on päätypuristimet, joiden tarkoitus on pitää riviliitimet paikoillaan.

Keskuksen pohjalevyn alareunaan asennetaan rivikiinnikekisko, johon asennetaan Niedaxsen valmistamia kiinnikeitä B291. Näiden tarkoituksena on toimia vedonpoistajana keskuksen tuleville ulkoisille kaapeleille. Vedonpoistajan tarkoituksena on suojata kaapeleita ulkoiselta vedolta sekä estää mahdolliset irtoamiset liittimistä.

5 KAASU HÄTÄ-SEIS-PIIRI

Lähdimme tutkimaan myös kaasulinjan hätä-seis-piiriä, siitä syystä koska, kaksi piiriä ovat sotkeutunut toisiinsa. Kaasun hätä-seis-painike piiri oli rakennettu turvareletekniikalla jossa hätä-seis-painikkeet olivat kytketty sarjaan ja joilla ohjattiin turvarelettä DUELCO NST8.

Kaasu hätä-seis-piirin tarkoituksena on katkaista kaasun tulo kaasun- W20- ja laboratorionkoeajoselleihin, jos kaasulinjassa tai kaasukentässä ilmenee vuotoa/vikaa.

Kaasulinjaa on muokkailtu ajan saatossa paljon, on lisäilty uusia koeajosellejä linjaan. Tästä syystä kaasuhätä-seis-piiri on hieman sekaisin. Emme lähteneet tässä työssä sen tarkemmin tutkimaan kaasulinjan hätä-seis-piiriä siitä syystä, että tämä piiri tarvitsisi todella ison päivityksen tai jopa kokonaan uusimisen ja olisi tähän opinnäytetyöhön aivan liian laaja tutkittavaksi. Sen verran kumminkin tutkimme tätä piiriä, että saisimme selville miksi nämä kaksi hätä-seis-piiriä on yhdessä. Syyksi tähän löysimme kellarissa sijaitsevat luovutussolun sprinklerin joka oli sarjassa muiden kaasun hätä-seis-painikkeiden kanssa sekä myös kaasukoeajon sellien hätä-seis-piiriin kytkettynä.

6 RATKAISU

Ratkaisuksi kaasukoeajon hätä-seis-piiriin päädyimme päivittämään vanhaa reletekniikkalla olevaa hätä-seis-piiriä siitä syystä, että saamme vanhasta järjestelmässä toimivan turvajärjestelmän paljon pienemmillä kustannuksilla sekä työmäärällä kuin että lähtisimme muuttamaan piiriä logiikka ohjatuksi.

Reletekniikan muutokset ovat suurimmaksi osaksi kuvien uudelleen dokumentointia joten komponentti kustannukset ovat pienet. Tässä järjestelmässä emme tarvitse tarkkaa valvontaa siitä mitä painiketta on painettu, selleissä on omat vilkkuvalot jotka ilmoittavat kummassa sellissä painaminen on tapahtunut, ja kaikki painikkeet sijaitsevat omissa selleissä, pois lukien yksi sellin 11 painikkeista joka on sellin 12 ovenpielessä. Tiedot sammuneista laitteista saadaan toimintaselostuksista. Vaikka muutos logiikoihin tehtäisiin jäisi silti vanhat moottoreita ohjaavat kontaktorit käyttöön, jollain kumminkin meille jäisi vielä sama ongelma eteen, eli mahdollinen kontaktoreiden koskettimien yhteen hitsaantuminen.

Työnmäärä joita tulisi jos hätä-seis-piiri muutettaisiin logiikka ohjatuksi, olisivat jo suuret, työmääräksi voisi arvioida 3-4 viikkoa, työ sisältäisi suunnittelut miten työt toteutettaisiin, kuvien piirtämiset, keskuksien mekaaniset valmistamiset sekä sisäiset johdotukset, uusien hätä-seis-painikkeiden asennukset sekä johdotukset sekä myös ulkoiset johdotukset ja liittäminen vanhaan järjestelmään. Sekä siihen vielä lisäksi komponentti kustannukset jotka ovat esitetty Wärtsilän dokumentaatiossa. Siltikään emme saisi vielä kaikkea irti PLC:stä koska meille jäisi vielä suunnitelman toteutuksen jälkeen vanhoja komponenttejä piiriin, mutta jos näitä ruvettaisiin myös muuttamaan, tulisi aivan kaikki tehdä uusiksi.

Tätä logiikka suunnitelmaa voisi käyttää apuna tulevaisuudessa mahdollisesti kaasukentän hätä-seis-piirien uusimisessa. Hätä-seis-painike tieto olisi kaasupiirissä hyvä lisä, siitä syystä että painikkeita löytyy useammasta eri tilasta, ei tarvitsisi lähteä erikseen kiertämään jokaista painiketta läpi, kun voisi katsoa tietokoneella mistä hätä-seis pysäytys tieto on tullut.

7 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia vanhan turvajärjestelmän mahdollisesta muuttamisesta PLC ohjatuksi sekä vertailla sen kustannuksia ja hyötyjä vanhan järjestelmän päivittämiseen. Vanhan järjestelmän selvittäminen oli haastavimpia tehtäviä tässä työssä koska hätä-seis-piirejä oli muuteltu, sekä oli lisäilty lisää suojaavia komponentteja joita ei oltu selvästi dokumentoitu vanhoihin kuviin.

PLC suunnitteluvaihe loi omia haasteita työhön, koska ei ollut aikaisempaa kokemusta turvalogiikoiden käytöstä. Tähän työvaiheeseen löytyi logiikkavalmistajan sivuilta todella paljon apua sekä Logiikoiden edustajalta tuli muutamia erinlaisia ehdotuksia turvajärjestelmien toteuttamiseen. Suurimpina muutoksena vanhaan järjestelmään olisi, että pystytään seuraamaan tietokoneelta missä hätä-seis painaminen on tapahtunut sekä mitkä laitteet on pysähtyneet.

Vanhan reletekniikan päivittäminen ei tarvitse hirveästi toimenpiteitä, lisäyksien dokumentointia, painikkeiden merkkauksia ja muutamien hätä-seis-painikkeiden lisäyksiä kellariin.

Yhteenvedona voidaan pitää, että vanhan toimivan reletekniikalla olevan hätä-seis-piirin muuttamisesta PLC ohjatuksi ei ole kustannuksellisesti järkevä ratkaisu. PLC ohjausta voisi ajatella rakentaa silloin jos rakennettaisiin uutta turvajärjestelmää.

LÄHTEET

- /1/ Wärtsilä Oyj Abp konserniesittely, 2017.
- /2/ Tämä on Wärtsilä.
- /3/ Wärtsilä intranet.
- /4/ Wärtsilän Oyj Abp vuosikertomus 2017.
- /5/ Konedirektiivin 2006/42/EY soveltamisopas. Painos 2. Euroopan komissio yritys- ja teollisuustoiminta. kesäkuu 2010. 411 s.
- /6/ SFS-EN ISO 13850, Koneturvallisuus. Häätäpysäytys. Suunnitteluperiaatteet. Painos 3. Helsinki: Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys ry. 2016. 34 s.
- /7/ OEM yleistä turvareleistä. Viitattu 11.4.2018
http://www.oem.fi/Tuotteet/Turva/Turvareleet/Yleista/Yleista_turvareleist/823828-526275.html
- /8/ Siemens SIMATIC ET200SP distributed I/O system manual. Helmikuu 2018.
- /9/ Rittal. Rittal AE-kytkentäkaappien tarjonta. Viitattu 23.4.2018
<https://www.rittal.com/fi-fi/product/list/variatiions.action?categoryPath=/PG0001/PG0002SCHRANK1/PG0021SCHRANK1/PRO0023SCHRANK&productID=PRO0023>
- /10/ Rittal. Rittal tuotteet. Viitattu 23.4.2018. <https://www.rittal.com/fi-fi/content/fi/produkte/produkte.jsp>
- /11/ SLO. SLO Tuoteluettelo. Viitattu 23.4.2018. <https://verkkokauppa.slo.fi/fi/>
- /12/ Siemens. Siemens TIA Selection tool. Viitattu 23.4.2018
<https://w3.siemens.com/mcms/topics/en/simatic/tia-selection-tool/pages/tab.aspx>