

Kappaletavaralaitteiston turvallistaminen

Suunnittelu ja toteutus Saarioisten keskuslähettämön tehdasympäristössä



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Valkeakosken kampus, Sähkö- ja automaatiotekniikka, insinööri (AMK)

Syyslukukausi 2020

Ville Tuomi

Koulutus

Tiivistelmä

Valkeakosken Kampus

Tekijä Ville Tuomi

Vuosi 2020

Työn nimi Kappaletavaralaitteiston turvallistaminen

Ohjaajat Antti Aimo, Tero Haavisto

TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä oli tarkoitus suunnitella ja toteuttaa vaadittavat toimenpiteet jo olemassa olevan, vanhan tehdaslaitteiston työturvallisuuden saattamiseksi nykypäivänä vaadittavalle tasolle. Työ tehtiin toimeksiantona Saarioisten Keskuslähettämöön, ja työtä valvoi kunnossapidon esimieheni. Työn sisällöstä pidettiin palaveri yhdessä esimieheni kanssa, jossa käytiin läpi turvallisuuskierroksella havaittuja puutteita. Näiden pohjalta laadittiin turvallistamissuunnitelma.

Työn aiheena on vuodesta 2003 käytössä ollut elintarvikelaatikoiden pinoaja, joka pitää sisällään 4 keskenään identtistä pinoajalaitetta. Tämän laitteiston tarkoitus on pinota eri tilauksiin kerätyt elintarvikelaatikot pinoihin, jotka jatkavat matkaansa lavoittajalle. Kyseisessä laitteistossa ei ollut alun perin isompia sähköisiä turvallisuusominaisuuksia, vaan laite toimi täysin avoimesti ja piti sisällään paljon potentiaalisia turvallisuusriskejä.

Laitteen iän ja laajennusmahdollisuuksien puutteen takia päädyttiin käyttämään erillisellä ohjelmoitavalla keskusyksiköllä ohjattua turvaohjainta, joka hyödyntää turvakamerateknologiaa. Turvakameroilla saatiin aikaan korkearesoluutioinen turva-alue, joka on ensisijaisen tärkeää pienen koon omaavassa pinoajalaitteessa. Järjestelmä ohjaa alkuperäistä logiikkaa kytkemällä laitteen turvallisesti pois päältä, mikäli laitteen sisällä havaitaan luvaton kulku. Samalla laitteistolla saatiin luotua järjestelmään myös mykistystoiminto, mikä mahdollistaa materiaalin kuljetuksen turvapiirin sisälle ja ulos.

Avainsanat Automaatio, Elintarviketeollisuus, Saarioinen, Työturvallisuus

Sivut 57 sivua ja liitteitä 13 sivua

Name of Degree Programme

Abstract

Campus

Author Ville Tuomi

Year 2020

Subject Safety modernization of industry automation hardware

Supervisors Antti Aimo, Tero Haavisto

ABSTRACT

The goal of this thesis was to plan and implement required measures into an existing logistic hardware to modernize its safety features. This thesis was made as an assignment for Saarioinen central distributional center and was supervised by my maintenance foreman. A meeting was arranged with my foreman to discuss about the contents of this project, considering about the potential safety threats that was found during safety observation tour earlier. Based on this, a safety improvement plan was created.

The target hardware was a group from early 2000s, which consists of four independent machines that stacks food boxes for different orders. The stacks then continue their way into palletizer. These stacker units have never had any kind of electrical safety features, so the operation of these machines happened mostly in hazardous environment. Moving parts and pneumatic cylinders these machines have poses a serious safety risk.

Because of obsolete design and lack of expansion capabilities, it was decided to approach this project by installing a completely independent system to control each stacker. This system consists of programmable CPU and safety cameras, which are ideal for small space application due to their high monitor resolution. This system controls the original stacker PLC through its own safety relays, and safely immobilizes and depressurizes the stacker, if the safety system detects an unauthorized safety area breach. This system is also capable to use a muting function that detects essential materials entering and exiting the machine.

Keywords Automation, Food industry, Saarioinen, Work safety

Pages 57 pages and appendices 13 pages

Sisällys

1	JOHDANTO.....	1
2	TYÖTURVALLISUUS JA SEN MERKITYS	2
3	TURVALOGIIKKA JA TURVALAITTEISTOT.....	3
3.1	Turvalogiikka ja turvareleet	4
3.2	Kulunvalvontalaitteistot.....	5
3.2.1	Valoverhot	5
3.2.2	Turvalaserskannerit.....	6
3.2.3	Turvakamerat	8
3.3	Profibus ja muut kenttäväylät apuna turvajärjestelmän integroinnissa	10
4	UUDEN TURVAJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU VANHAAN TOIMILAITTEESEEN	11
4.1	Turvallistamissuunnitelman laatiminen.....	11
4.2	Toteutustavan suunnittelu ja laitteiden valinta.....	12
4.3	Sähkösuunnittelu	15
5	TURVALAITTEISTON RAKENNUS KÄYTÄNNÖSSÄ.....	17
5.1	Turvalogiikkakeskuksen rakennus.....	18
5.2	Turvapiirien rakennus	22
5.3	Ohjelmointi	29
6	TURVALAITTEISTON KÄYTTÖÖNOTTO JA DOKUMENTOINTI	35
6.1	Laitteen toiminnan testaus ennen käyttöönottoa.....	35
6.2	Koeajo ja lopullinen käyttöönotto	36
6.3	Piirustusten ja osaluetteloiden laatiminen	38
6.4	Laitteiston kunnossapito.....	39
7	YHTEENVETO	41
	LÄHTEET	42

Kuvat, taulukot ja kaavat

Kuva 1.	Työtapaturmien jakautuminen vuositasolla eri alojen välillä (Tapaturmavakuutuskeskus, 2019).....	3
Kuva 2.	Flexi Soft moduulikokoonpano (SICK.com, turvaohjaimet, 2020).....	5
Kuva 3.	Valoverhon toimintaperiaate (trimantec.com, light curtains, 2020)	6
Kuva 4.	Erilaisia SICK:in turvalaserskannereita eri käyttötarkoituksiin (SICK.com, turvalaserskannerit, 2020)	8
Kuva 5.	SICK V300 Workstation Extended – Turvakamera (SICK.com, turvakamerajärjestelmät, 2020)	9
Kuva 6.	Flexi Soft Gateway- moduuleja (SICK.com, Flexi Soft gateways, 2019).....	11
Kuva 7.	Runkokaapelin kytkennät pinoajan jakokoteloon, sekä kotelon sisäiset kytkennät ja lähdöt turvainstrumenteille	16
Kuva 8.	Siemens SITOP PSU300S virtalähde (PJC.fi, virtalähteet, 2020)	17
Kuva 9.	Relemoduulien johdotusta.....	19
Kuva 10.	Valmiiksi kytketty turvakeskus SC1	20
Kuva 11.	Turvalogiikan fyysiset kytkennät CADMATIC:illa piirrettynä	21
Kuva 12.	Keskuslayout CADMATIC -ohjelmassa	21
Kuva 13.	Turvaporttien fyysiset mitat.....	22
Kuva 14.	Turvaporttien tarvikeluettelo tuotenumeroineen.....	23
Kuva 15.	Sisääntulopuolen portti asennettuna	24
Kuva 16.	Ulostuloportin kiinnitys alempaan runkopalkkiin	25
Kuva 17.	Ulostuloportin kamera ja mykistyskennot rautoineen asennettuna.....	26
Kuva 18.	Sisääntuloportin turvakamera asennettuna	26
Kuva 19.	Siirretty ohjauspaneeli sekä turvapiirin kuittauspainike	28
Kuva 20.	Valmiiksi kytketty jakokotelo (JB4)	29
Kuva 21.	Flexi Softilla simuloitu laitekonfiguraatio ja I/O:n varaukset.....	30
Kuva 22.	Flexi Soft Designerin logiikkaeditori sekä käyttöliittymä	31
Kuva 23.	EDM- ja mykistysfunktiot logiikkaeditorissa	33
Kuva 24.	Logiikan ohjelmointia Siemensin teollisuuskannettavalla	34
Kuva 25.	Pinoajat visualisoituna WinCC -hallintapaneelissa.....	35
Kuva 26.	Servo-ohjainkaapin riviliitinkytkennät turvareille.	37
Kuva 27.	24V sähkökytkennät ja jännitteen jako keskuskaapissa SC1	39

Kuva 28. Turvakameran suojalevy	40
---------------------------------------	----

Liitteet

Liite 1	Turvalogiikan logiikkakaavio
Liite 2	Sähkökuvat
Liite 3	Keskuslayout
Liite 4	Osa- ja tarvikeluettelot

1 JOHDANTO

Teollisuuden ala on jatkuvassa kasvussa ja kehityspaineessa. Yritykset kilpailevat keskenään niin tuotantomääristä kuin asiakkaista. Tehokas ja saumattomasti toimiva tuotanto ja logistiikka on teollisuusyrityksen menestyksen ydin. Kaiken tämän toiminnan yhtenä jatkuvana kehityskohteenä on eräs tärkeimmistä teollisuuden osa-alueista, työturvallisuus.

Työturvallisuusmääräykset muuttuvat ja päivittyvät jatkuvasti, ja teollisuuden koneisiin ja laitteisiin saatava turvallisuustekniikka kehittyy jatkuvasti. Tämä kehitys on niin nopeaa, että monet teollisuuden laitokset ovat usein tilanteessa, jossa vanhoja teollisuuskoneita päivitetään jälkeinpäin vastaamaan nykypäivän vaatimuksia ja teknologiaa. Turvateknisiä ratkaisuja tarjoavat laitevalmistajat ovat hyvin ottaneet tämän huomioon tarjoamalla helposti integroitavia ja sulautettavia turvajärjestelmiä.

Tässä opinnäytetyössä suunnitellaan toimeksiannon mukainen suunnitelma ja toteutus vanhan tehdaslaitteiston saattamiseksi nykyisiä turvallisuusstandardeja noudattavaan kuntoon. Työ tehdään Saarioisten keskuslähettämölle, automaattisiin laatikonpinoajalaitteisiin, joita sijaitsee tehdasalueella neljä kappaletta. Työn pohjana on suunnitella ja rakentaa SICK oy:n tarjoamia turvallisuusautomaattioratkaisuja hyödyntäen järjestelmä, joka estää luvattoman kulun toimilaitteen sisälle sen ollessa toiminnassa. Projektin suurimpina haasteina on käyttölaitteiston pieni koko ja ahtaat tilat, vanhan automaatiojärjestelmän rajallinen kyky keskustella uuden turvalaitteiston kanssa, sekä juuri oikeanlaisten komponenttien valinta niin, että turvallisuusmääräykset täyttyvät.

Saarioisten keskuslähettämö on 21.3.2003 käyttöön vihitty Saarioisten logistiikkatoiminnan ydin (Cimcorp.com, Saarioisten Keskuslähettämö, 2003). Keskuslähettämö on siis turvannut yhtiön ruokatoimitukset jo 17 vuotta. Tähän aikaan on mahtunut paljon kehitystä, ja onkin väistämätöntä, että lähettämön laitteisto on vanhentunut, eikä enää täytä nykyisiä turvallisuusmääräyksiä. Lähettämö onkin saanut valtavasti päivityksiä vuosien varrella niin laitteistoon, kuin laiteturvallisuuteen.

Moni lähettämön laitteista on saanut turvallisuuspäivityksiä, jotka ovat pitäneet sisällään mm. turvapiirejä, verkotuksia, valoverhoja ja muuta kulunvalvontaa. Parannettavaa on vielä kuitenkin paljon, ja päivitettäviä laitteita löytyy. Laatikkopinoajat ovat yksi esimerkki näistä, ja tähän paneudummekin tarkemmin tässä opinnäytetyössä.

2 TYÖTURVALLISUUS JA SEN MERKITYS

Työturvallisuuden merkitys teollisuudessa ylipäätään on valtava. Työturvallisuuteen pyritään kiinnittämään jatkuvasti enemmän ja enemmän huomiota. Silti työtapaturmien määrä on pysynyt suhteellisen tasaisena monilla aloilla. Vuonna 2019 tapahtui noin 104000 työtapaturmaa, ja 29000 työmatkalla tapahtuvaa tapaturmaa (Tapaturmavakuutuskeskus, 2020).

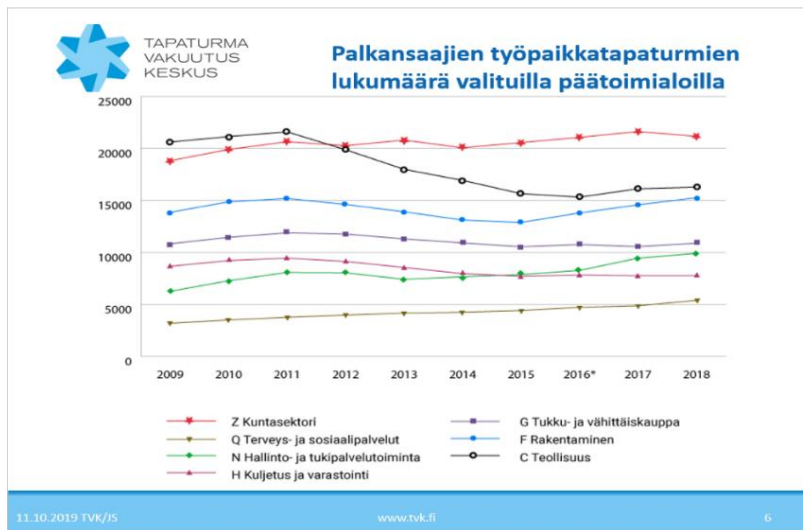
Syitä tähän määrän tasaisuuteen on monia. Työmatkalla tapahtuviin tapaturmiin ei voi luonnollisesti vaikuttaa kovin paljoa. Keskeisimmät tavat työturvallisuuden parantamiseen kaikilla aloilla on ollut riittävä ja perusteellinen perehdytys, vaarojen kartoitus ja riskiarviointi, Työsuojelun toimintaohjelma, Työtapaturmien torjunta- ja ennakointi, sekä laite- ja kemikaaliturvallisuus (TTL.fi, Työturvallisuus ehkäisee tapaturmia, 2018).

Teollisuuden ala on kuitenkin lievä poikkeus, ainakin tilastojen valossa. Tilastollisesti teollisuuden aloilla sattuneiden työtapaturmien määrä on tippunut viimeisen kymmenen vuoden aikana moniin muihin aloihin verrattuna selkeästi. Tähän on todennäköisimpänä syynä integroidun laiteturvallisuuden jatkuva kehittyminen, mitä ei läheskään kaikilla aloilla ole mahdollisuus hyödyntää. Nykyinen teollisuuden turvallisuusteknologia mahdollistaa ihmisestä riippumattoman koneturvallisuuden valvomisen, jonka takia teollisuuden aloilla on käytössä työkaluja, mitä ei esimerkiksi rakennusalalla ja liikennealalla ole mahdollista hyödyntää.

Teollisuuden työprosessit ovat muutenkin helpompia ja suoraviivaisempia hallita automaation ansiosta. Erilaiset kulunvalvontajärjestelmät ja turvapiiriratkaisut ovatkin olleet tärkeitä tukipilareita teollisuuden työturvallisuuden kehityksessä. Kuvassa 1 on

havainnollistettu, miten työtapaturmien lukumäärä jakautuu eri toimialoille vuosien seurantajaksolla.

Kuva 1. Työtapaturmien jakautuminen vuositasolla eri alojen välillä
(Tapaturmavakuutuskeskus, 2019)



3 TURVALOGIIKKA JA TURVALAITTEISTOT

Koneturvallisuus ja kulunvalvonta työturvallisuudessa on ottanut isoja harppauksia eteenpäin, ja uusia laitteistoja ja ohjelmistoja suunnitellaan jatkuvasti. Koneturvallisuus ja turvalaitteet ovat kuitenkin ideana jo vanha konsepti, sillä jo vuonna 1952 SICK Oy:n perustaja Erwin Sick esitteli ensimmäisen versionsa teollisuuden valvontaan tarkoitetusta valoverhosta (SICK.com, SICKin historia, 2020). Peruseriaate valosähköisissä turvalaitteissa on säilynyt samana tähän päivään asti. Automaatiotekniikka, konenäkö ja muut anturitekniikat ovat ottaneet ison roolin nykyaikaisissa teollisuusympäristöjen turvajärjestelmissä, ja mahdollisuudet kasvavat jatkuvasti.

Nykyiset laitteet tekevät turvapiirien ja kulunvalvontajärjestelmien luomisesta suunnittelijan kannalta vaivatonta, sillä laajennusmahdollisuudet ja sulautuvuus jo olemassa oleviin

laitteistoihin on nykypäivänä erinomaiset. Uusissa teollisuuslaitoksissa nämä laitteistot ovat asennettuna uudesta asti, mutta suomessakin on paljon tuotantolaitoksia ja tehtaita, joissa laitekanta on vanhaa, ja turvallisuuspäivitysten tarpeessa. Monet nykyaikaiset turvalaitteet on suunniteltu tätä silmällä pitäen, ja turvalogiikoiden laajennus- ja väyläliityntämahdollisuudet ovat hyvin laajat. Tässä kappaleessa tutustumme SICK:in tarjoamiin ratkaisuihin, joita myös tässä opinnäytetyössä keskeisesti hyödynnämme.

3.1 Turvalogiikka ja turvareleet

Turvalogiikka on nykyaikaisen turvajärjestelmän ydin. SICK:in Flexi Soft- turvaohjainperhe on nykyaikaisen turvalogiikkajärjestelmän rakennussarja. Koko järjestelmää tahdittaa keskusyksikkö, johon pystytään lisäämään tarpeiden mukaan suuri määrä erilaisia liitäntämoduuleja aina I/O-korteista Gateway-kenttäväylämoduuleihin, ja turvareleistä analogisiin muuntimiin saakka. Gateway-moduulit mahdollistavat turvajärjestelmän keskustelun laitoksen oman laitteiston kanssa, laajentaen liitettävyyttä ja käytettävyyttä entisestään.

Keskusyksikköön pystytään liittämään korkeintaan kaksi väylämoduulia, 12 I/O-yksikköä sekä 8 relemoduulia (SICK.com, turvaohjaimet, Flexi Soft, 2020). Tällä määrällä toteutuu isonkin laitekokonaisuuden turvajärjestelmän toteutus yhdellä keskusyksiköllä. Turvalogiikan ohjelmointi tapahtuu SICK:in Flexi Soft Designer -ohjelmistolla. Tämä ohjelmisto on lisenssivapaa ilmaisohjelma, joka on jokaisen ladattavissa SICK:in verkkosivuilla. Tällä ohjelmistolla koko laitteiston ohjelmointi FBD-kielellä käy vaivattomasti ja selkeästi. Kuvassa 2 näytetään, millainen turvaohjaimen kokoonpano on käytännössä.

Kuva 2. Flexi Soft moduulikokoonpano (SICK.com, turvaohjaimet, 2020)



3.2 Kulunvalvontalaitteistot

Kulunvalvontalaitteisto hoitaa varsinaisen turvallisuuden valvomisen. Käytännössä kulunvalvonta valvoo, ettei vaarallisille alueille päästä kulkemaan laitteiden käydessä. Perinteisistä turvallistamismenetelmistä kuten ovista ja aidoista poiketen, kulunvalvontalaitteisto ei rajoita kulkua fyysisesti, jättäen paremmat mahdollisuudet näkyvyyden ja materiaalinhallinnan säilyttämiseen. Kulunvalvontalaitteistoja on monenlaisia. Näistä perinteisimpiä ovat valoverhot, jotka valvovat vaara-alueelle johtavia kulkuaukkoja tyypillisesti kuljettimien läheisyydessä. Kulunvalvonnassa hyödynnetään nykypäivänä myös laseria, tutkateknologiaa sekä konenäköä.

3.2.1 Valoverhot

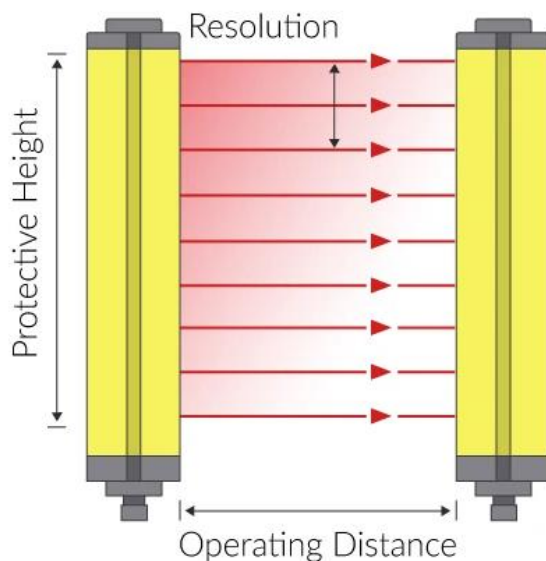
Valosähköisistä turvalaitteista perinteisimpiä ovat valoverhot. Valoverhot valvovat tyypillisesti turva-alueelle vieviä kulkuaukkoja, joita käytetään materiaalin kuljettamiseen alueelle tai sieltä pois. Luonnollisesti näitä kulkuaukkoja ei voi suojata mekaanisilla menetelmillä, jolloin valoverhoista on iso apu.

Valoverhon toiminta perustuu yhteen tai useampaan valonsäteeseen, jotka luovat kulkuaukolle ”verhon”, jonka säteen katketessa pysäytyssignaali lähetetään turvalogiikalle, joka hoitaa laitteen nopean ja turvallisen pysäytyksen. Turvaloverhoja on yleensä kahta

päätyyppiä, lähetin – vastaanotin pari, sekä aktiivi/passiiviverho. Aktiivi/passiiviverhossa lähetin ja vastaanotin on samassa puomissa, ja passiivipuomi on pelkkä peiliyksikkö, joka heijastaa valonsäteet takaisin aktiivipuolen vastaanottiin.

Nykyisissä valoverhoissa on usein integroituna monia eri toimintoja, kuten mykistyssignaali, kontaktorinvalvonta, uudelleenkäynnistyksen esto sekä ilmoituslähtö (SICK.com, monisäteiset turvalopuomit, 2020). Mykistys on tyypillisesti tärkein lisäominaisuus valoverhoissa, sillä materiaalin pitää pystyä kulkemaan turva-alueelle ja sieltä pois ilman että turvapiiri häiriintyy. Nykyiset SICK:in tarjoamat valoverhot ovat monikäyttöisiä ja ohjelmoitavia erillisellä ohjelmistolla. Kuvassa 3 havainnollistetaan turvaloverhon toimintaperiaate yksinkertaistettuna.

Kuva 3. Valoverhon toimintaperiaate (trimantec.com, light curtains, 2020)



3.2.2 Turvalaserskannerit

Turvalaserskannerien toiminta perustuu monialaiseen, laajaan lasersäteeseen, jolla pystytään määrittämään haluttu turva-alue. Laserskannerin tyypillisimpiä käyttökohteita

ovat tehtaat, joissa työntekijä tekee töitä yhdessä teollisuuslaitteiden kanssa, esimerkkinä autotehtaat, joissa teollisuusrobotit ovat työntekijöiden kanssa samalla alueella.

Laserskannerilla pystytään määrittämään ilman turvaverkotuksia turva-alueet, joiden alueella robotti toimii. Näin saadaan muodostettua järjestelmä, joka havaitsee ihmisen saapumisen turva-alueelle, jolloin järjestelmä saadaan joko pysäytettyä tai hidastettua, mikäli hidastaminen takaa riittävän turvallisuuden. Ihmisen poistuttua robotin työskentelyalueelta robotti jatkaa toimintaansa täydellä nopeudella. Näin tehtaan tuotantotahti saadaan pysymään hyvänä ilman työturvallisuuden vaarantumista.

Autotehtaat ovat tyypillisiä ympäristöjä, missä koneen ja ihmisen yhteistyö on erityisen korkeassa asemassa. Turvalaserskanneri on todella monikäyttöinen laite vaativiin tehdasympäristöihin, sillä SICK:in tarjoamissa turvalaserskannereissa on mahdollisuus jopa 128 konfiguroitavaan kenttään, joista kahdeksaa voidaan käyttää samaan aikaan (SICK.com turvalaserskannerit, 2020). Tämä mahdollistaa useiden eri paikkojen valvomisen yhdellä skannerilla, ja eri suojakenttäkonfiguraatioita on mahdollista vaihdella keskenään sopivaksi eri tilanteisiin, esimerkiksi tuotteen vaihtumisen seurauksena tulevat järjestelymuutokset linjastolla.

Toinen yleinen käyttökohde turvalaserskannerille on autonomiset laitteet, kuten trukit. Autonomitrukit liikkuvat yleensä määrättyjä alueita ja reittejä, ja niiden kulkureittien rajat ovat niiden ohjelmoinnissa. Turvalaserskanneri näyttelee kuitenkin tärkeää roolia, mikäli trukin kulkureitille eksyy ihminen tai muu kappale. Turvalaserskannerin tarjoamat tiedot estävät kolaroinnit ja tapaturmat. Kuvassa 4 on esitettyinä erilaisia turvalaserskannereita

Kuva 4. Erilaisia SICK:in turvalaserskannereita eri käyttötarkoituksiin (SICK.com, turvalaserskannerit, 2020)



3.2.3 Turvakamerat

Turvakamerajärjestelmät ovat melko uusi turvalaitekonsepti, joka tekee kovasti tuloaan markkinoille monikäyttöisyytensä ja helpon käyttöönottonsa ansiosta. SICK tarjoaa omaa ratkaisuaan V300 Workstation Extended- nimellä. Tämä turvakamera on erityisen pieniin työskentelytiloihin tarkoitettu, konenäköperiaatetta hyödyntävä turvalaite, jonka vastaanotin ja lähetin on integroitu samaan koteloon (SICK.com turvakamerajärjestelmät, 2020). Lisäksi kamerassa on paljon erilaisia sisäänrakennettuja ominaisuuksia, kuten automaattinen suojakentän kalibrointi ja suuntaus, kärkienvilvonta EDM, sekä automaattinen kuittaus tiettyihin sovellutuksiin.

SICK:in turvakamera soveltuu pieniin tiloihin, sillä tosin kuin turvalaiverhoissa, turvakamerassa kameran turvasäde peittää koko kulkuaukon, eikä koostu muutamasta säteestä niin kuin perinteiset turvalaiverhot. Näin ollen samanlaisia turvaetäisyyksiä ei tarvita niin kuin valoverhojen kanssa. Turvalaiverhon turvaetäisyyden ollessa liian pieni, voi olla mahdollista kurottaa raaja valoverhon säteiden välistä vaara-alueelle. Kameralla tätä ongelmaa ei ole, vaan kameran voi asentaa käytännössä niin lähelle vaara-aluetta kuin

mahdollista. Kamera on suunniteltu vahtimaan 40x40cm – 150x150cm kokoisia neliön tai suorakulmion kokoisia kulkuaukkoja, kuitenkin niin, että pidempi sivu ei ole yli kahta kertaa lyhyemmän sivun pituutta (SICK.com, V300 operating instructions, 2020).

Kamera opetetaan automaattisella opetustoiminnolla tunnistamaan ja suuntaamaan turvakenttensä, joka toteutetaan kameran sijainnista vastakkaisiin kylkiin turva-alueita liimattavalla resoluutioheijastimella. Kaikki tämän alueen sisäpuolelle jäävä muodostuu osaksi turvakenttää

Turvakamera osoittautui pienen tilantarpeensa ansiosta täydelliseksi valinnaksi tähän opinnäytetyöhön, ja käytännön asennuksesta ja käyttöönnotosta on tarjolla lisää tietoa myöhemmissä kappaleissa. Kuvassa 5 on esitteillä nykyaikainen V300-turvakamera.

Kuva 5. SICK V300 Workstation Extended – Turvakamera (SICK.com, turvakamerajärjestelmät, 2020)



3.3 Profibus ja muut kenttäväylät apuna turvajärjestelmän integroinnissa

Kenttäväylät ovat todella monipuolisia nykypäivänä. Niiden laajennusmahdollisuudet ja helppokäyttöisyys ovat vertaansa vailla. Kenttäväylä mahdollistaa teollisuusympäristössä tehokkaan kommunikoinnin kaikkien laitteiden välillä, ja perinteisesti näiden väylien konfigurointi ja laajennus on helppoa. Yleisimpiä kenttäväyliä ovat Siemensin käyttämä Profibus ja Profinet, Beckhoffin EtherCat sekä avoimen standardin AS-i.

Opinnäytetyön toimeksiantaja, Saarioinen Oy Keskuslähettämö, on hyvä esimerkki kenttäväylän hyödyntämisessä. Lähettämön kuljetinlogiikka perustuu keskuslogiikkaan (PLC), joka keskustelee Profibus DP-väylän kautta laitoksen eri osiin hajautettujen I/O-yksiköiden kanssa. Nämä hajautetut yksiköt käsittelevät sensoridataa, kuljettimien käyntikäskyjä sekä ohjaavat muita laitteistoja laitoksen sisällä. Profibus keskustelee myös laitoksen tietojärjestelmän kanssa, ja esimerkiksi Siemensin WinCC-ohjelmalla rakennettu lähettämön graafinen käyttöliittymä saa tietonsa Profibus-väylän välityksellä.

Nykyaikaiset turvajärjestelmät pystyvät myös keskustelemaan yleisimpien kenttäväylien kanssa. SICK:in Flexi Soft -turvaohjaimiin on saatavilla kattava valikoima erilaisia Gateway-moduuleja, joilla turvalogiikka pystytään liittämään mutkattomasti jo olemassa olevaan kenttäväylään.

Gateway-moduulit mahdollistavat Flexi Soft-järjestelmän diagnostiikan ja ohjausdatan lähettämisen väylän kautta. Järjestelmä pystyy gatewayn avulla myös vastaanottamaan dataa kenttäväylän kautta (SICK.com, Flexi Soft gateways, s. 13, 2019). Esimerkkejä tästä ovat esimerkiksi turvapiirin tilatietojen välitys tehdasautomaatiojärjestelmän graafiseen käyttöliittymään. Kuvassa 6 on esitteillä erilaisia gateway-moduuleita Flexi Soft – järjestelmään.

Kuva 6. Flexi Soft Gateway- moduuleja (SICK.com, Flexi Soft gateways, 2019)



4 UUDEN TURVAJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU VANHAAN TOIMILAITTEESEEN

Uuden järjestelmän suunnittelu vanhaan laitteeseen on aina haastavaa. Olemassa olevassa laitteessa harvoin on otettu huomioon laajennustarpeita, ja olemassa oleva teknologia on yleensä vanhentunutta, aiheuttaen enemmän tai vähemmän yhteensopivuusongelmia. Jotta lopputuloksesta tulisi mahdollisimman toimiva, huolellinen mekaaninen ja sähköinen suunnittelu on ensisijaisen tärkeää. Suunnitelmaa laatiessa on tärkeää tiedostaa mitä tavoitteita työllä lähdetään hakemaan, mitä se vaatii ja mitä kompromisseja pitää tehdä. Suunnittelutyössä ja vielä työn edetessä on tärkeää pystyä tekemään ratkaisuja ja tarpeen tullen muokata jo valmiita suunnitelmia, mikäli jokin käytännön asia muodostuu esteeksi. Tämä takaa halutun lopputuloksen niin, että säästytään mahdollisilta suunnitteluvirheiltä tai käytännön ongelmilta laitteen käyttöönoton jälkeen.

4.1 Turvallistamissuunnitelman laatiminen

Turvallistamissuunnitelma laadittiin yhdessä keskuslähettämön kunnossapitoinsinöörin, esimieheni kanssa pidetyssä palaverissa. Turvallistamissuunnitelma pitää sisällään kohteet ja niissä havaitut puutteet, joihin yhdessä mietimme sopivia, turvallisuuskriteerit täyttäviä

toimenpiteitä. Nämä laiteturvallisuuden puutteet ja potentiaaliset tapaturmariskit ovat kerätty ylös yhdessä laitosesimiesten ja työnjohtajien käymällä havaintokierroksella, joista on koostettu lista läpikäytäväksi turvallistamispalaverissa.

Tärkein ja keskeisin näistä turvallisuuspuutteista on laatikkopinoajien täysin puuttuvat turvapiirit, johon tässä opinnäytetyössä perehdytään. Laitteessa ei ole mitään, mikä estäisi puristumisen laitteen rungon ja liikkuvien osien väliin, ainoastaan manuaalisesti käännettävä avainkytkin, jolla laitteenkäyttäjä tekee laitteen liikkumattomaksi. Tämä ei missään tapauksessa esimerkiksi estä vahinkoa, jossa laitteenkäyttäjä horjahtaa laitteen sisään. Mikä vaarallisinta, kaikkien turvaominaisuuksien puutteessa, laite saattaa tulkita horjahtaneen ihmisen pinottavaksi laatikoksi, jolloin laite suorittaa nostoliikkeen. Tämä tapahtumasarja voi pahimmillaan aiheuttaa työntekijän kuoleman. Myös manuaalisessa ”pysäytystilassa” on selkeä ongelma. Paineilma pysyy kytkettynä järjestelmään myös pysäytystilassa.

Palaverissa tultiin tulokseen, että laitteen saattaminen nykyisten turvallisuusmääräysten mukaiseksi vaatii kulunvalvonnan, joka estää kulkemisen laitteen liikkuviin osiin tilassa, jolloin laite voi yllättäen lähteä liikkeelle, sekä paineenpoiston, joka poistaa pneumaattisista toimilaitteista verkostopaineen, kun turva-alueelle mennään.

4.2 Toteutustavan suunnittelu ja laitteiden valinta

Järjestelmän suunnittelussa on syytä ottaa moni asia huomioon, varsinkin kun kyseessä on jo nykyteknologian kelkasta pudonnut, 17 vuotta käytössä ollut laitekokonaisuus. Laite toimii päälogiikasta hajautetulla Siemens S7 logiikalla, joka Profibus-väylän ja digitaalitulojen avulla ohjaa SEW-eurodriven servo-ohjattuja servomoottoreita. Nykyiset laitteistojen turvaominaisuudet, kuten hätäseis -piirit on toteutettu vanhanaikaisilla turvareleillä, joiden suurin ongelma on niiden viemä tila. Laitteiden määrän lisääntyessä kasvaa myös turvareleiden määrä niiden rajallisen ohjauksen kapasiteetin vuoksi. Yhdellä releellä voidaan ohjata vain yhtä laitetta.

Laitteiston ikä ja laajennusmahdollisuuksien puute huomioon ottaen, on järkevintä suunnitella kokonaan itsenäinen järjestelmä ohjaamaan alkuperäistä logiikkaa. Tässä osoittautuu hyödylliseksi apuvälineeksi nykyaikaiset, ohjelmoitavat turvajärjestelmät ja niillä ohjattavat releet.

Kuten aikaisemmassa kappaleessa mainittiin, turvarele on tärkeä turvalaitteiston komponentti, joka ohjaa halutulla tavalla kohdelaitteiston tärkeitä toimintoja. Turvareleeseen apuna on yleensä tietynlainen sensoriverkko, jolla valvotaan esimerkiksi luvatonta kulkua turva-alueelle. Mikäli sensoriverkko peittyy ja luvaton kulku tunnistetaan, turvarele kytkeytyy pois päältä. Turvareleeseen läpi voidaan kytkeä laitteiston eri osia, kuten laitteiston tärkeitä signaaleja ja sähköjä, jotka turvareleeseen lauetessa kytkeytyy pois päältä. Näin laitteiston liike saadaan pysäytettyä nopeasti ja hallitusti.

Nykyaikana turvareleet ovat kehittyneet huomasti, ja moni laitevalmistaja tarjoaa turvalogiikkaratkaisuja, joita ohjataan ohjelmoitavalla keskusyksiköllä. Näitä valmistajia ovat esimerkiksi SICK ja Pilz. Tässä tapauksessa laitevalmistajaksi valikoituu SICK, työnantajani asiakaskontaktien vuoksi.

SICK tarjoaa useita, joustavia ratkaisuja erilaisten turvajärjestelmien luomiseen. Myös tähän projektiin löydettiin oikeanlaiset komponentit huolellisten mittauksien ja kokonaiskuvan hahmottamisen tuloksena. Koko laitteiston perustaksi valitaan turvalogiikan keskusyksikkö, jota pystyy laajentamaan erilaisilla moduuleilla. Kyseessä on SICK:in Flexi Soft-turvaohjainperhe.

Projektista laadittiin sen toiminnallisten vaatimusten perusteella I/O-luettelo, josta pystyttiin laskemaan tarvittavien laajennuskorttien määrä. Laajennuskorteiksi valikoitui 4kpl XTIO-moduulia, jotka sisältävät kahdeksan digitaalisääntuloa, sekä neljä digitaaliulostulo (SICK.com, Flexi Soft I/O-moduuli XTIO, 2020). Jokaiselle pinoajalaitteelle osoitetaan siis oma moduulinsa. IO-moduulien lisäksi jokaiselle pinoajalle valikoitiin oma releensä, jotka ovat myös liitettävissä keskusyksikköön. Näiden lisäksi projektiin valikoitui vielä Profibus Gateway-moduuli, jolla turvalogiikka pystytään liittämään Profibus-väylään. Vaikka aikaisemmin mainittiin Profibus-väylän olevan ainut keino liittää turvalogiikka osaksi vanhaa järjestelmää, ei sen merkitys tässä projektissa muodostu kovin suureksi. Tämän moduulin

pääasiallinen tarkoitus on vain luoda grafiikka tehdasnäyttöön, kertoen turvapiirin tilasta laiteoperaattorille.

Suurimmaksi haasteeksi laitteiston suunnittelussa havaittiin pinoajalaitteen pieni koko. Laitteen pienen koon vuoksi, valvontalaitteiksi eivät sovi perinteiset valoverhot niiden vaatiman turvaetäisyyden vuoksi. Turvaetäisyys määräytyy valvontalaitteen resoluution mukaan, ja useimmat valoverhot eivät ole suunniteltu havaitsemaan tehokkaasti pieniä kappaleita niiden rajallisten valvontasäteiden määrän vuoksi. Turvaetäisyydet kehonosien puristumisvaaran välttämiseksi ovat SFS-EN 13854 -standardin mukaan määritelty (SFS.fi, SFS-EN ISO 13854. 2019). Mikäli vaadittu turvaetäisyys ei täyty, laitteen läpi voidaan tiettyssä tilanteessa kurottaa käsi, ja liian pienellä etäisyydellä laitteen liikkuviin osiin voidaan päästä käsiksi. Tällaisen turvaetäisyyden varmistaminen toteutetaan rakentamalla turva-aidoista ns. käytävä kuljettimen sivuille, joiden välistä tavarat kulkee laitteiston sisään ja sieltä pois. Tilanpuutteen vuoksi tällaista järjestelmää ei voi rakentaa.

SICK tarjoaa onneksi tähänkin ratkaisun. Se on SICK V300, turvakamerajärjestelmä. Tämä laite on suunniteltu nimenomaan pienten, korkeintaan 150x150cm kulkuaukkojen valvontaan, ja katkeamattoman resoluutionsa ansiosta laitteella ei ole vastaavia turvaetäisyysvaatimuksia, kuin perinteisillä valoverhoilla. Tämä laite selättää jo monta tilanpuutteesta johtuvaa ongelmaa, kun kulkuportteihin ei tarvitse rakentaa syvyyttä. Turvakamerat toimivat turvalogiikan ja releiden kanssa yhdessä, valvoen kulkua turvapiirin sisälle ja sieltä pois.

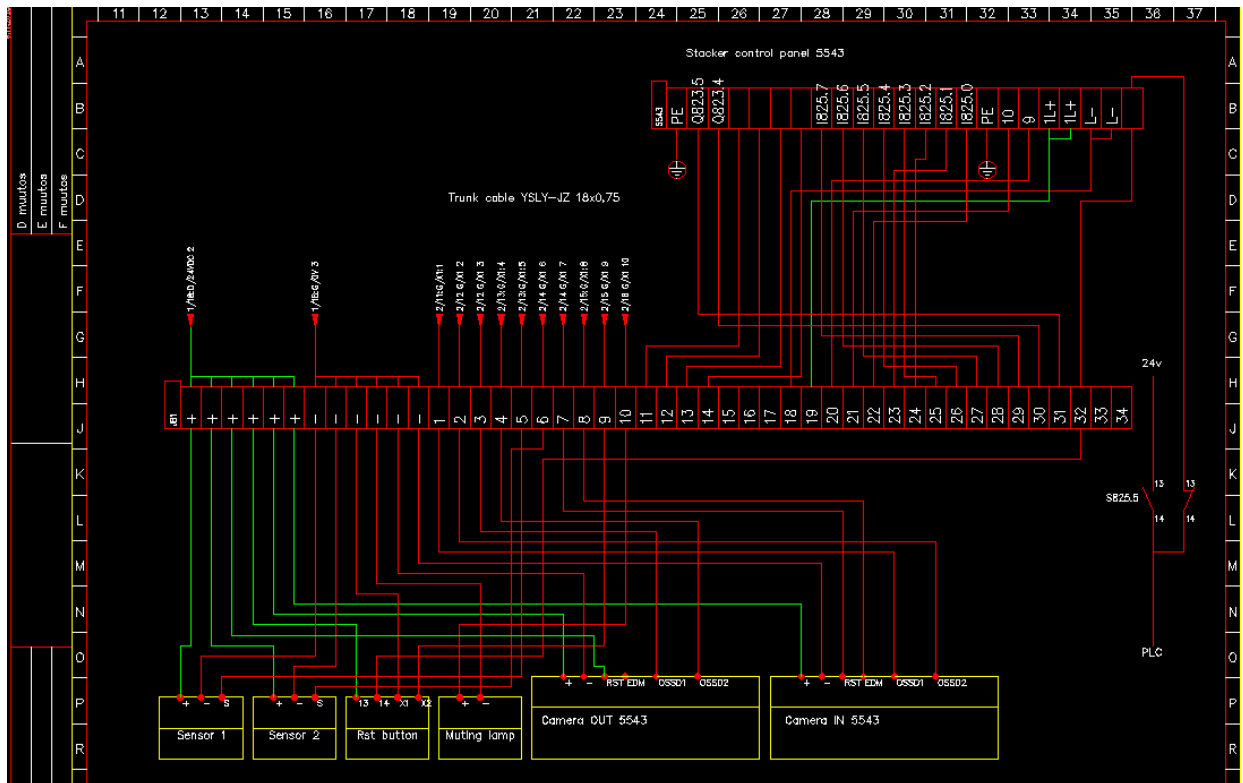
Laitteiston luonteen takia logiikan pitää osata erotella laitteesta poistuvat laatikkopinot luvattomasta kulusta. Tässä toimii apuna mykistyskennot, jotka kertovat laitteen sisältä saapuvan laatikkopinon lähestyvän turvapiiriä, jolloin logiikka tulkitsee tämän luvalliseksi kuluksi, ja ohjelmallisesti kytkee turvapiirin väliaikaisesti pois käytöstä. Luvallinen kulku osoitetaan erillisellä, laiterunkoon kytketyllä lampulla, jolloin laitteenkäyttäjä tietää turvapiirin mykistystilan. Lampun tarkoitus on estää kulku alueelle vahingossa, kuitenkin suositellaan kulkuaukon mitoitus niin, että poistuva laatikkopino estää luvattoman, samanaikaisen kulun alueelle fyysisesti.

4.3 Sähkösuunnittelu

Sähkösuunnittelun tärkeimmiksi kulmakiviksi muodostui kytkentöjen selkeys ja vikakorjausten helppous. Työkokemukseni ja käytännönläheisen lähestymistapani ansiosta pyrin suunnitelmissani ottamaan huomioon mahdolliset huollot ja vikakorjaukset, ja näin ollen helpottamaan mahdollisuuksien mukaan näitä prosesseja. Sähkökytkentöjä suunnitellessa tärkeintä oli ottaa huomioon kokonaiskuva; neljä vierekkäin olevaa laatikkopinoajaa, joiden ohjauskeskus sijaitsi viimeisen pinoajan vieressä. Ohjauskeskuksen sähköt tulisi ottaa jo olemassa olevasta ohjauskeskuksesta omilla sulakkeillaan, ja ohjauskeskus sijoitettaisiin alkuperäisen keskuksen viereen. Tässä suurin ongelma oli keskuksen pitkä etäisyys kauimmaisimpaan pinoajaan.

Tämän takia päädyttiin yksinkertaiseen ratkaisuun, jossa keskuksesta lähtee neljä 18-napaista runkokaapelia erillisiin, joka pinoajan kylkeen asennettaviin jakokeskuksiin, josta signaalit ja virrat kytketään riviliitinten kautta itse turvapiirin laitteisiin. Tällä ratkaisulla laitteiden huolto ja vikadiagnosointi on huomattavasti helpompaa. Laitteiden omia runkokaapeleita ei tarvitse vaihtaa pääkeskuksesta asti, ja vaadittavat mittaukset voidaan tehdä jakokotelolta suoraan. Kaikki jakokotelot, niiden riviliitinrimat ja johtimet numeroidaan kytkentöjen selkeyttämiseksi. Kuvassa 7 havainnollistetaan runkokaapelien kytkentä keskuksesta jakokoteloon, sekä jakokotelon sisäiset kytkennät riviliitinrimassa, joihin myös turvalaitteet kuten kamerat, anturit ja kuittausnapit kytketään. Runkokaapeli ja jakokotelo toimii näin ollen niin sanottuna ”siltana” pääkeskuksen ja instrumenttien välillä.

Kuva 7. Runkokaapelin kytkennät pinoajan jakokoteloon, sekä kotelon sisäiset kytkennät ja lähdöt turvainstrumenteille



Myös pääkeskusta suunniteltaessa pidettiin tarkkaan mielessä selkeys, huollettavuus ja kytkentöjen loogisuus. Kaikki turvalogiikan moduulien käyttöön tulevat liitännät päätettiin johdottaa erikseen riviliittimille, joista runkokaapelien veto jakokeskuksiin onnistuisi helposti. Myös keskukselle tulevat ja sieltä lähtevät jännitteet saavat oman riviliitinyksikkönsä, jotka kulkevat sulakkeen kautta. Keskukselle tulevat jännitteet otetaan pinoajalaitteiston servokäyttökeskuksesta, johon tulee jännitekisko laitoksen päälogiikkakaapin sähkönsyötöstä.

Jännitteen syötöstä vastaa Siemensin SITOP PSU300S 40A- virtalähde. Näitä virtalähteitä on hajautettu 3 kpl PLC3- logiikan alueille, joten virrantarpeen ylittymisestä ei tässä projektissa ollut pelkoa. Siemensin SITOP-virtalähde on laadukas 1/3-vaihe hakkuriteholähde, jota pystyy kuormittamaan alle 45 asteen lämpötilassa jopa 120 % jatkuvalla nimellisvirralla (PJC.fi, virtalähteet, 2020). Viileässä teollisuusympäristössä kuten Saarioisten

keskuslähettämö (+ 3 c), tämä virtalähde on erittäin luotettava. Kuvassa 8 on esitteillä tyypillinen Siemensin SITOP-sarjan virtalähde.

Kuva 8. Siemens SITOP PSU300S virtalähde (PJC.fi, virtalähteet, 2020)



5 TURVALAITTEISTON RAKENNUS KÄYTÄNNÖSSÄ

Alustavien suunnitelmien ja laitteiston valinnan jälkeen työn seuraavana vaiheena on itse varsinainen laitteiston rakennus. On huomionarvoista kuitenkin mainita, että tehdyt suunnitelmat elävät koko ajan, ja muuttuvat sitä mukaa, kun parannettavaa tai ongelmakohtia tulee eteen rakennusvaiheen eri osissa. Hyvänä esimerkkinä monista rakennekokonaisuuksista luotiin rakenteellisesti karkeita, mutta mitoissaan olevia prototyyppisiä, joilla testattiin huolellisten mittausten lisäksi rakenteiden soveltuvuutta itse kohteeseen. Rakennusvaiheessa tuli ilmi myös joitain ongelmakohtia, joiden takia pieniä muutoksia suunnitelmiin piti tehdä. Nämä muutokset olivat lähinnä rakenteellisia kompromisseja, ja mitään todellista päänvaivaa ei näistä ongelmista ollut. Sähkökytkentöjen

alustavat suunnitelmat pitivät täysin alkuperäisen muotonsa huolellisen taustatietojen keräämisen ansiosta.

5.1 Turvalogiikkakeskuksen rakennus

Rakennusprojekti alkoi turvalogiikkakeskuksen rakentamisella laaditun sähköpiirustuksen mukaisesti. Keskuksen sydämeksi valittiin Rittalin läpivientilaipallinen ja tuplalukollinen keskuskaappi. SICK:in turvalaitteiden saapumista odotellessa, koteloon tehtiin valmiiksi läpiviennit runkokaapeleille, johdotuskourut, sekä asennettiin DIN-kiskolle sopivat riviliittimet ja sulakkeet. Jokaiselle digitaalimoduulille ja releelle tehtiin oma riviliitinpositionsa, jotta turvapiirien jakokoteloille menevien runkokaapelien kytkentä olisi mahdollisimman vaivatonta.

Turvalogiikan tarvikkeiden saavuttua, ne koottiin myös DIN-kiskolle, ja asennettiin pohjalevyyn, joka johdotuksen jälkeen asennetaan kytkentäkotelon pohjalle. Näin johdotus on vaivatonta, kun ei tarvitse kurotella syvän kotelon pohjalle. Keskuksen sisäinen johdotus toteutettiin mustalla, monisäikeisellä 1,5mm² johtimella, jonka päät holkitettiin ja numeroitiin. Tämä mahdollisti johdinten pysymisen järjestyksessä, jos liitäntämoduuleita tarvitsee vaihtaa, tai kytkentää purkaa vianselvityksen yhteydessä. Kuvassa 9 on havainnollistettu kytkentöjen huolellinen tekeminen numerointiholkkeja ja pääteholkkeja apuna käyttäen.

Kuva 9. Relemoduulien johdotusta

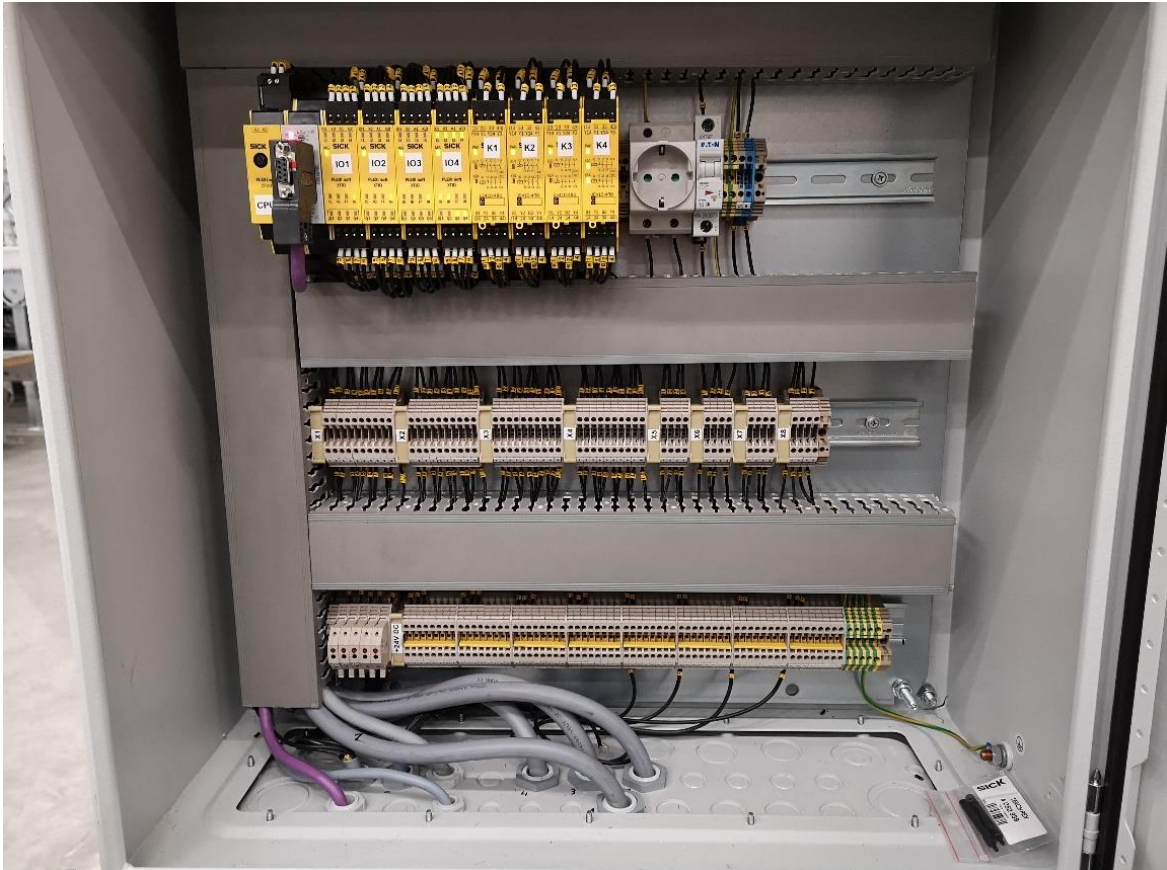


Keskukseen rakennettiin myös 24 V virransyöttö turvalogiikalle, sekä toinen 230 V syöttö ATK-pistorasialle, joka mahdollistaa laitteiston ohjelmoinnin kannettavalla niin, ettei akun loppumisesta ole pelkoa. 24 V syöttö piti sisällään sulakeriviliittimeltä suoraan logiikan keskusyksikölle menevän syötön, sekä jokaiselle pinoajan turvapiirille / I/O-moduulille menevän syötön. Jokaiselle pinoajalle on nimetty oma turvareleensä ja I/O-moduulinsa.

Keskuksen johdotuksen valmistuttua, rakennettiin keskukselle vielä jalat, jonka jälkeen keskuksen sai asentaa paikalleen kentälle. Kentälle asennuksen jälkeen, keskus oli valmis kytkettäväksi käyttöön. Keskukseen kytkettiin 24 V sekä 230 V syöttö viereiseltä moottorisarekekaapilta, sekä neljä runkokaapelia, jotka kulkevat kaapelihyllyä pitkin jokaisen pinoajan erilliselle jakokotelolle. Jokaisen I/O- ja relemoduulin signaalit, sekä 24 V virransyöttö jokaiselle pinoajalle kulkevat tätä runkokaapelia pitkin, ja jakokoteloon kytketään turvalaitteiston osat. Keskukseen kytkettiin vielä Profibus- väyläliitin turvalogiikan gateway- moduuliin, jolla on tarkoitus saada turvalogiikka keskustelemaan laitoksen

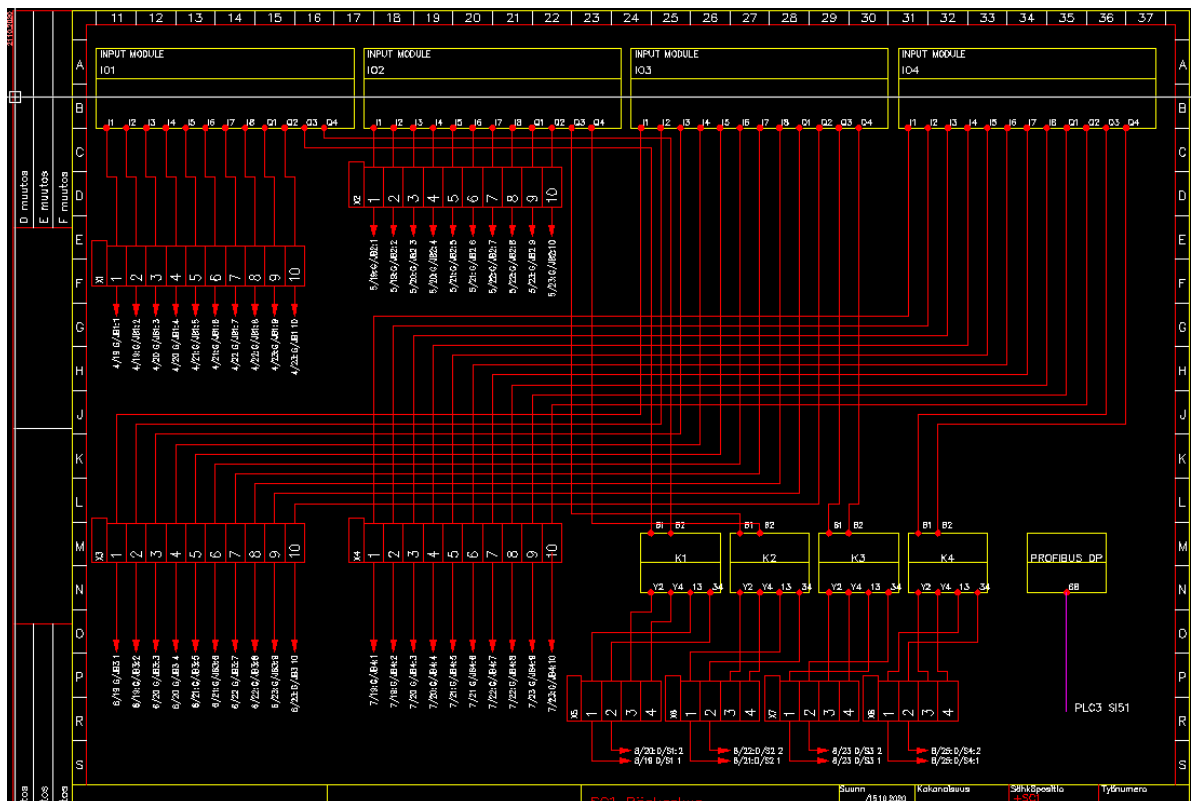
automaatiojärjestelmän kanssa, ja saada turvapiirien tilatiedot visualisoitua Siemensin WinCC- tehdasjärjestelmään. Kuvassa 10 on esitettyä valmiiksi kytketty turvakeskus jakokoteloille lähtevine runkokaapeleineen.

Kuva 10. Valmiiksi kytketty turvakeskus SC1

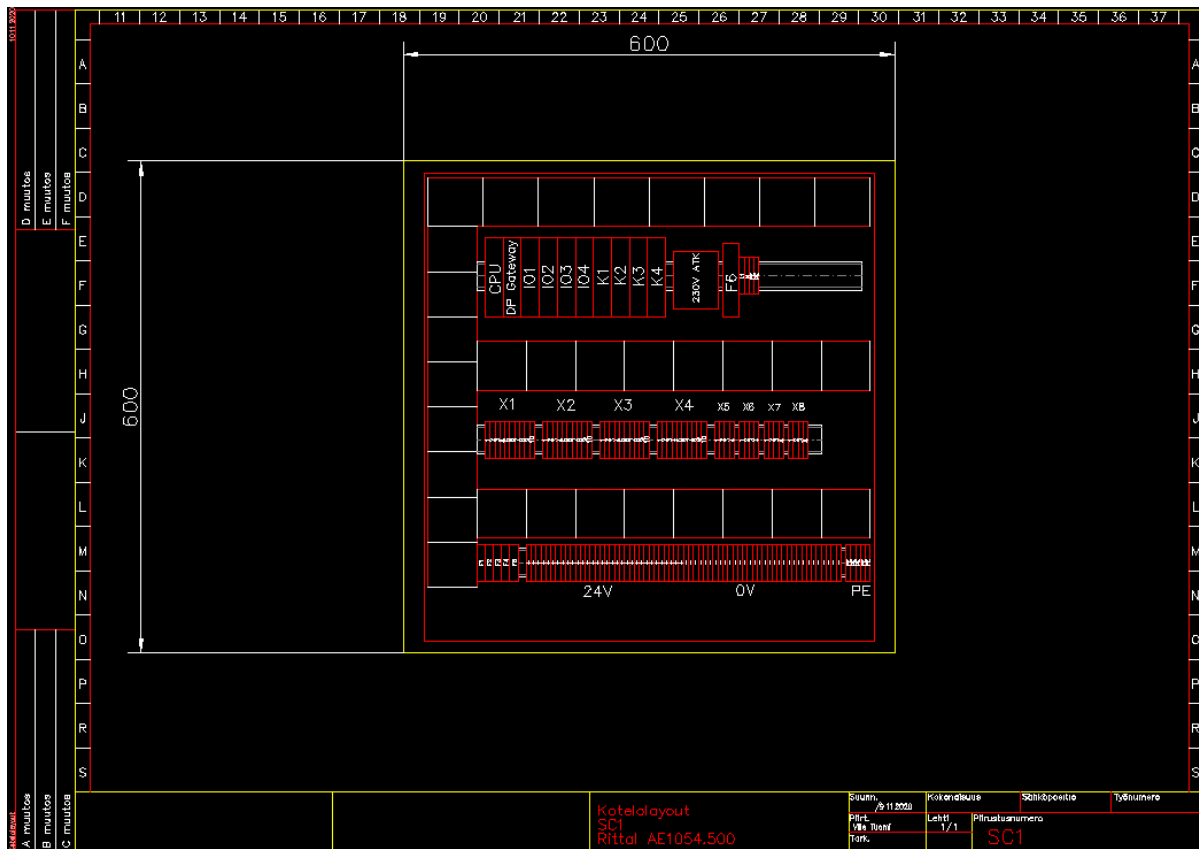


Keskuksen kytkennöistä laadittiin myös sähköpiirustukset sekä keskuslayout CADMATIC 18 -ohjelmalla, johon sisällytettiin niin jännitteensyöttö kuin logiikkakytkennätkin, sekä runkokaapelien lähdöt turvakeskuksesta eteenpäin. Kuvissa 11 ja 12 on havainnollistettu, miten turvalogiikan fyysiset kytkennät sekä keskuslayout on piirretty. Keskuslayout ja sähköpiirustukset on lisätty myös liitteeksi tämän työn loppuun. (Liite 2&3)

Kuva 11. Turvalogiikan fyysiset kytkennät CADMATIC:illa piirrettyinä



Kuva 12. Keskuslayout CADMATIC -ohjelmassa

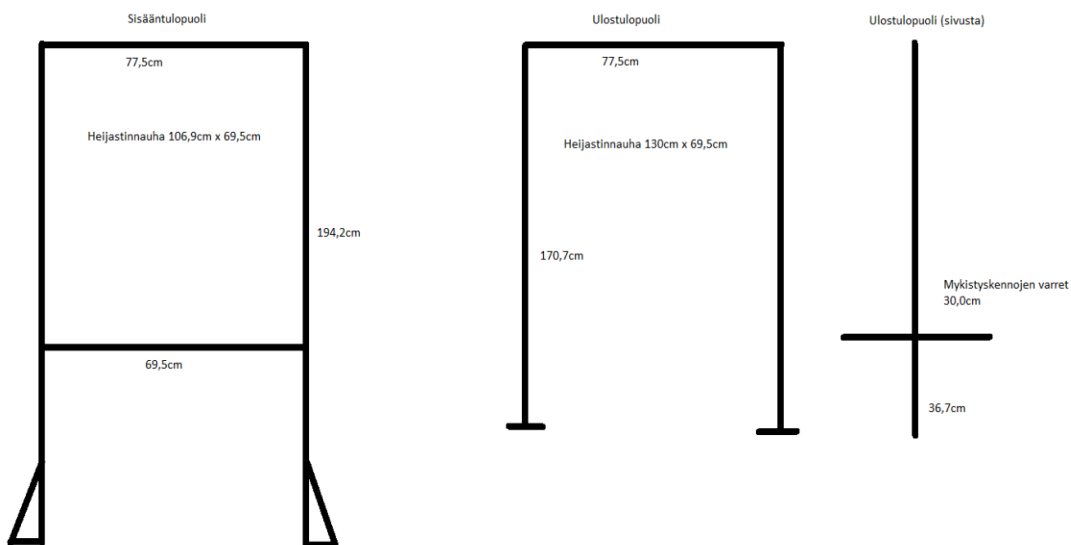


5.2 Turvapiirien rakennus

Turvapiirien rakentaminen vaati huolelliset mittaukset ja suunnitelmat, jotta pieneen tilaan mahtuva laitteisto saatiin järkevästi toteutettua. Laitteen mekaanisten osien, kuten kulkuporttien mitat piti olla täydellisesti mitattuna ja paperilla hahmotettuna, jotta rakentaminen onnistuisi kerralla.

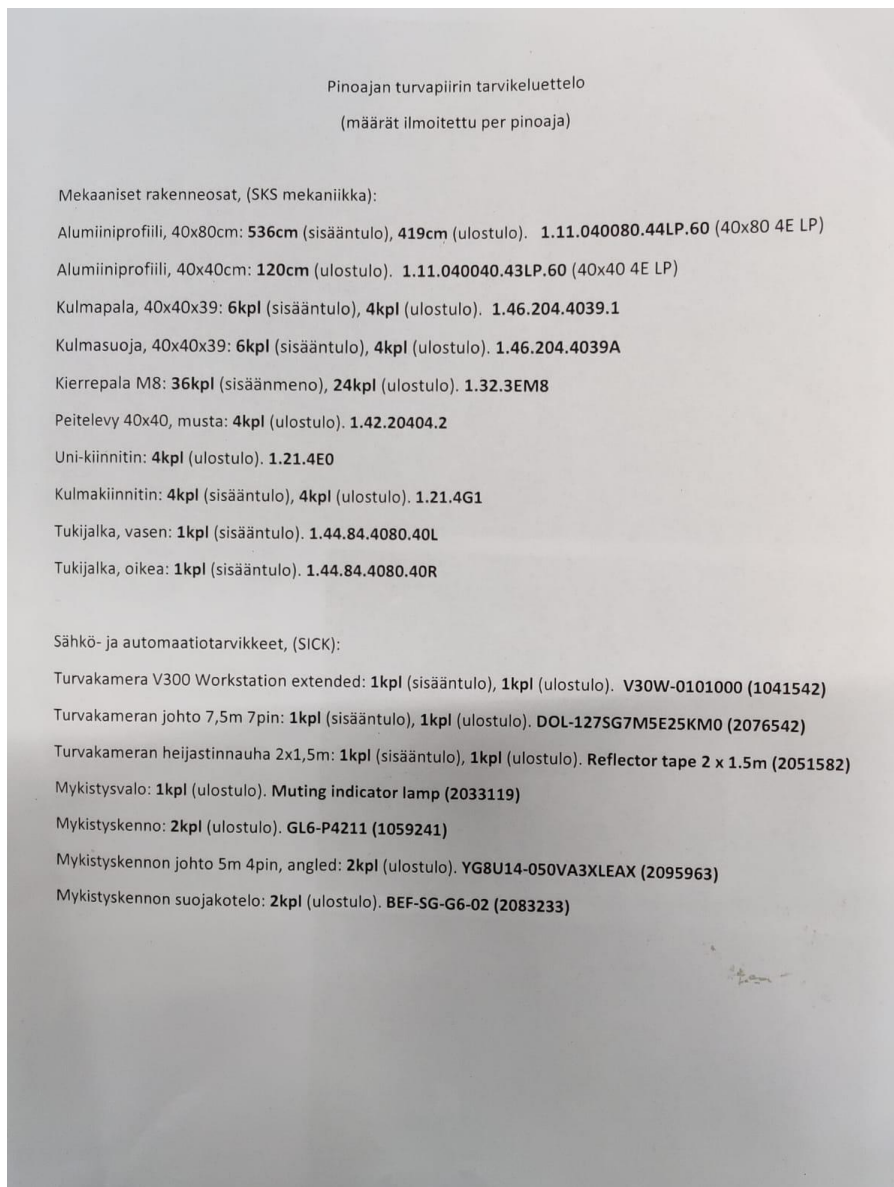
Ensin rakennettiin romulavalta löytyvistä alumiiniprofiileista prototyyppi, jotta varmistuttiin koko konseptin toimivuudesta. Kun idea ja suunnitelmat varmistuivat toimivaksi, esimieheni teki tarjouspyynnön SKS mekaniikka Oy:lle Maytecin rakenneprofiilijärjestelmäkatalogista löytyvistä komponenteista, jotka olin projektiini suunnitelman mukaisesti valinnut. Kuvassa 13 havainnollistetaan turvaporttien mitoitus pinoajalle.

Kuva 13. Turvaporttien fyysiset mitat



Suunnitelmissa päädyttiin turvaportti -tyyppiseen ratkaisuun sen pienen tilantarpeen ansiosta. Materiaalina toimii teollisuuskäytössä käytettävä alumiininen, uritettu rakenneprofiili. Tähän profiilijärjestelmään on saatavilla todella iso valikoima erilaisia kiinnikkeitä, kulmia, ja muita rakennusosia aina erikoistyökaluihin asti, joilla saadaan tehtyä lähes rajaton määrä erilaisia rakenneratkaisuja. Kuvassa 14 on esitettyä turvapiirien vaatimat mekaaniset rakenneosat sekä komponentit.

Kuva 14. Turvaporttien tarvikeluettelo tuotenumeroineen



Tavaroiden saavuttua alkoi ensimmäisen laitekokonaisuuden työstö. Työtä helpottavaa on, että laitekokonaisuuksia on neljä identtistä, tämän ansiosta kaikki suunnittelutyö ja ongelmanratkonta tapahtuu ensimmäisen laitteen myötä, ja loppuihin laaditaan valmis suunnitelma, jossa kaikki ongelmat on otettu huomioon.

Alumiiniprofiili toimitettiin metritavarana, joten sahaus oikean mittaiseksi sekä 45 asteen kulmat ja erikoiskiinnikkeiden vaatimat poraukset hoidettiin kuntoon. Turvaportit mitoitettiin niin, että tulopuolelta mahtuu sekä eines- että lihalaatikko poikkipalkin alta, kuitenkin estäen kulun laitteeseen. Näin sisääntulopuolelle ei tarvita mykistysominaisuutta. Kameran vaatima heijastinteippi asennettiin poikki- ja pystypalkkiin, näin kameran sijoitus

saatiin ylös, turvaan osumilta ja laatikon kaatumisilta. Kuvassa 15 havainnollistetaan turvaportin fyysinen asennustapa.

Kuva 15. Sisääntulopuolen portti asennettuna



Ulostulopuolelle kamera jouduttiin sijoittamaan alas, kun poikkipalkkia ei luonnollisesti täysien pinojen takia ole. Tässä tapauksessa kamera asennettiin alas, mykistyskennon varteen, ja heijastinteipit tulivat yläpalkkiin, ja vastakkaiseen vaakapalkkiin. Tässä piti mitoituksen kannalta ottaa huomioon, että kameran säteen mitat eivät saa ylittää 150 cm, eikä kameran säteen pidempi sivu saa olla yli 2x lyhyempää mitta. (SICK.com, V300 operating instructions, 2020, s. 18)

Ulostulopuolen suurin ongelma oli kuitenkin lattiatasossa kulkeva teräksinen paineilmaputki, jota oli mahdoton siirtää. Sisääntulopuolen portti on asennettu lattiaan jaloilla, mutta ulostulopuolella ei ole tälle tilaa. Tämä vaati luovia ratkaisua, ja päädyttiin muokkaamaan alkuperäistä pinoajan turvaverkkoa parilla reiällä, asentamalla pinoajan alarungon päälle metallilevyt, ja lyhentämällä turvaporttia niin, että turvaportti mahtui levyjen päälle. Näin paineilmaputket saivat olla vapaasti lattiatasolla.

Kummatkin portit kiinnitettiin vielä pinoajan ylärunkoon kahdella L-palalla, joka tekee porteista niin tukevat, että niissä voi vaikka roikkua. Ulostulopuolelle asennettiin vielä mykistyskennojen palkit, kennojen/peilien rungot, sekä kameran suojalevy, ja itse sähkökomponentit kuten kennot, kamera ja mykistyslamppu. Sisääntulopuolelle riitti pelkkä kameran asennus. Kuvissa 16, 17 ja 18 on esitetty ulostuloportin kiinnitysratkaisu, sekä turvakameroiden ja mykistysvarsien sijoittelut turvaportteihin.

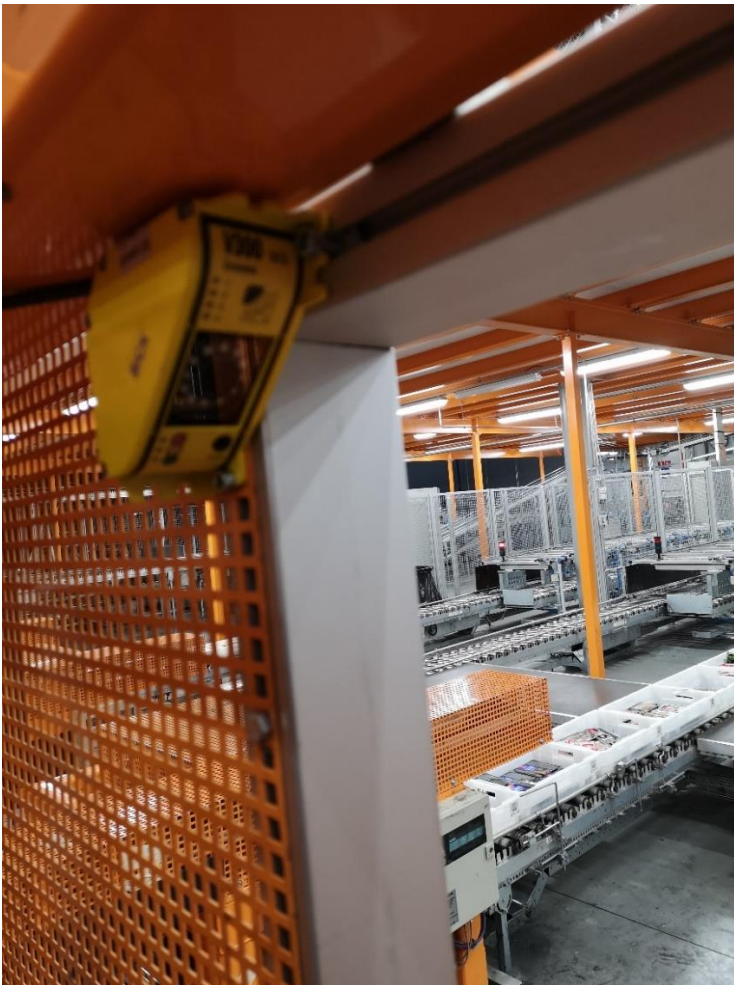
Kuva 16. Ulostuloportin kiinnitys alempaan runkopalkkiin



Kuva 17. Ulostuloportin kamera ja mykistyskennot rautoineen asennettuna



Kuva 18. Sisääntuloportin turvakamera asennettuna



Laitteiston mekaanisen asennuksen jälkeen, vuorossa oli vielä johtojen veto kameroilta, mykistyslampulta ja antureilta pinoajakohtaiseen jakokoteloon (JB1-4), sekä niiden kytkentä. Sisääntulopuolelle asennettiin valollinen painonappi turvapiirin kuittaukseseen. Valo indikoi turvapiirin laukeamista. Johdot oli helppo vetää alkuperäisten johtokourujen kautta, josta ne jatkoivat matkaansa verkkoaitaa pitkin ylös jakokotelon alapuolelle tekemääni aukkoon. Johdot oli mahdollista kiinnittää kätevästi nippusiteillä verkon silmien kohdilta niin, ettei johdot päässeet liikkumaan ja ottamaan mihinkään kiinni.

Jakokoteloon kytkettiin vielä turvapiirin sähköjen lisäksi pinoajan ohjauspaneelin runkokaapelit (18+5 johdinta). Tuotannon puolelta esitettiin työn alkuvaiheissa toive, että ohjauspaneelin voisi siirtää laitteen oikealle puolelle käytön helpottamiseksi. Paneeli on sijainnut aikaisemmin vasemmalla puolella estääkseen samanaikaisen käytön, kun raajat ylettyvät koneen sisälle. Turvapiirin myötä tämä ”turvaominaisuus” menetti merkityksensä, ja paneeli siirrettiin käyttömukavuuden parantamiseksi. Kuvissa 19 ja 20 on esitetty siirretty ohjauspaneeli, kuittauspainike sekä jakokotelo, johon runkokaapeli, toimilaitteet ja ohjauspaneelin johtojatkos on kytkettynä.

Kuva 19. Siirretty ohjauspaneeli sekä turvapiirin kuittauspainike



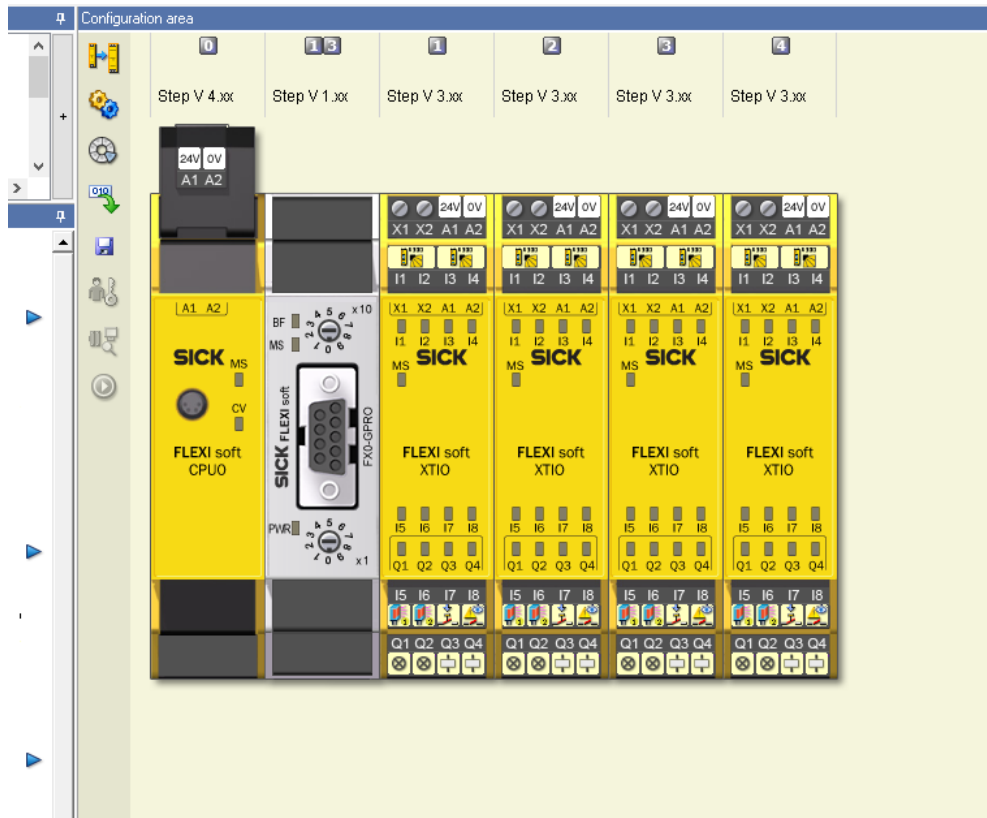
Kuva 20. Valmiiksi kytketty jakokotelo (JB4)



5.3 Ohjelmointi

Laitteen valmistuttua tehtävälliställä seuraavana oli ohjelman laatiminen. Ohjelma laadittiin SICK Flexi Soft Designer -ohjelmalla. Flexi Soft Designer on SICKin lisenssivapaa ohjelmointiympäristö Flexi Soft -sarjan tuotteille. Tällä ohjelmalla pystyttiin laatimaan fyysinen laitekoonpano virtuaalisena, osoittamaan jokaisen moduulin tulolle ja lähdölle laite, kuten anturi tai turvakamera, sekä tätä laitedataa hyödyntämällä rakentamaan toimiva logiikkaohjelma logiikkaeditorilla. Logiikkaeditorin kielenä/periaatteena toimii FBD (Function Block Diagram). Kaikki Flexi Soft Designerin sisältämät logiikkafunktiot ja ominaisuudet ovat sertifioitu turvallisuusstandardien mukaiseen käyttöön, mikäli laitteiston oikeaa asennustapaa on noudatettu. (SICK.com, Flexi Soft operating instructions, 2020 s. 83) Kuvassa 21 on havainnollistettu Flexi Softin graafinen käyttöliittymä.

Kuva 21. Flexi Softilla simuloitu laitekongfiguraatio ja I/O:n varaukset



Laitetekongfiguraation luominen Flexi Softilla oli äärimmäisen helppoa. Tähän on olemassa kaksi vaihtoehtoa. Joko käyttäjä raahaa vetovalikosta haluamansa komponentit kentälle, tai kytkee laitekoonpanonsa fyysisesti kiinni tietokoneeseensa ohjelmointikaapelilla. Tämän jälkeen valitaan Flexi Softista luku, jolloin ohjelma luo uuden projektin samalla lukien laitetiedon, ja asettaa kaikki laitteet virtuaaliselle ”kentälle” automaattisesti. Jälkimmäinen on huomattavasti parempi vaihtoehto, sillä ohjelma tunnistaa automaattisesti keskusyksikön ja lisämoduulien laitteistoversion. Manuaalisesti lisättäessä ohjelmaversiot voivat tulla väärin, jolloin yhteensopivuus/toimivuusongelmat ovat mahdollisia. Varsinkin CPU:n ohjelmistoversio on syytä olla oikein.

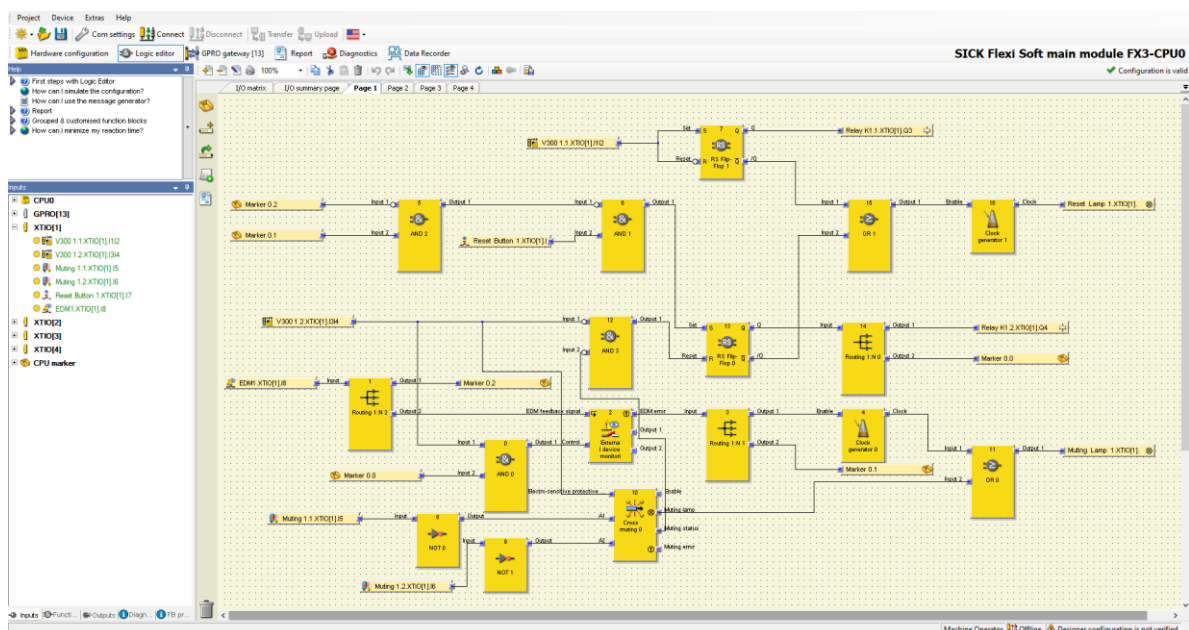
Kun laitteisto on kentällä, jokaiselle XTIO-moduulille tehdään määrittäminen, mitä laitteita sisään- ja ulostuloihin kytketään. Flexi Softista löytyy vetovalikko, jonka alla on kaikki SICK:in tuoteperheen laitteet, sekä yleisiä käyttölaitteita ja symboleita, joita turvatuloilla ja lähdöillä yleisimmin ohjataan. Tämän ohjelmoinnin tapauksessa, ylemmät input- bitit varattiin

kameroille, I1/I2 sisääntulopuolen kameralle, ja I3/I4 ulostulopuolen kameralle. Kameroiden turvatulot ovat kaksikanavaisia turvallisuusstandardien mukaisesti. Alempiin input- bitteihin varattiin mykistysanturit I5/I6, kuittausnapin signaalitieto I7, sekä EDM-sisääntulotieto I8. Output- bitteihin asetettiin mykistyslamppu Q1, kuittausnapin valo Q2, sekä releiden kaksikanavainen ohjaus Q3 ja Q4.

Tulot ja lähdöt määrittämällä logiikkaeditori tarjoaa näitä tietoja suoraan editorissa, tehden ohjelmoinnista vaivatonta. Tämä määrittäminen tehdään jokaiseen neljään I/O-moduuliin, jokaiselle pinoajalaitteelle omansa.

Seuraava askel on itse ohjelmointi. Ohjelmointi tapahtuu logiikkaeditorilla, ja FBD-kielillä. Logiikkaeditorissa on vetovalikko, joka pitää sisällään kaikki yleisimmät loogiset portit kuten OR, AND, =, XOR, jne. Lisäksi vetovalikossa on kattava valikoima ajastimia, nousevan/laskevan reunan tunnistuksia, jakajia, laskureita ja turvalogiikalle erityisiä funktioblokkeja, joilla voidaan asettaa esim. mykistykset, kärkienvälvonta ja monta muuta ominaisuutta, jota tässäkin projektissa tarvitaan. Kuvassa 22 on esitetty havainnekuva logiikkaeditorista, sekä valmis pinoajan turvapiirin logiikkaohjelma. Valmis logiikkaohjelma on nähtävillä myös tämän opinnäytetyön liitteessä. (Liite 1)

Kuva 22. Flexi Soft Designerin logiikkaeditori sekä käyttöliittymä



Ohjelma pitää sisällään neljä tärkeää osa-aluetta. Sisääntulopuolen kamera on oma yksikkönsä. Ulostulopuolen kamera ohjelmoimaan samalla periaatteella, mutta ulostulopuolelle tarvitaan mykistysfunktio, sekä kärkienvälvontan tieto. Kärkienvälvonta (EDM) valvoo, että turvarele oikeasti laukeaa turvapiirin lauetessa. Tämä estää relevian aiheuttaman vaaran, jos turvapiiri ei katkaisekaan laitteen toimintaa. Käytännössä logiikka vaatii turvapiirin lauetessa 24 V signaalin määritettyyn sisääntuloon, muuten laite menee vikatilaan. EDM-toiminto voidaan ottaa käyttöön joko logiikassa, mutta myös kamerassa on oma EDM-funktio.

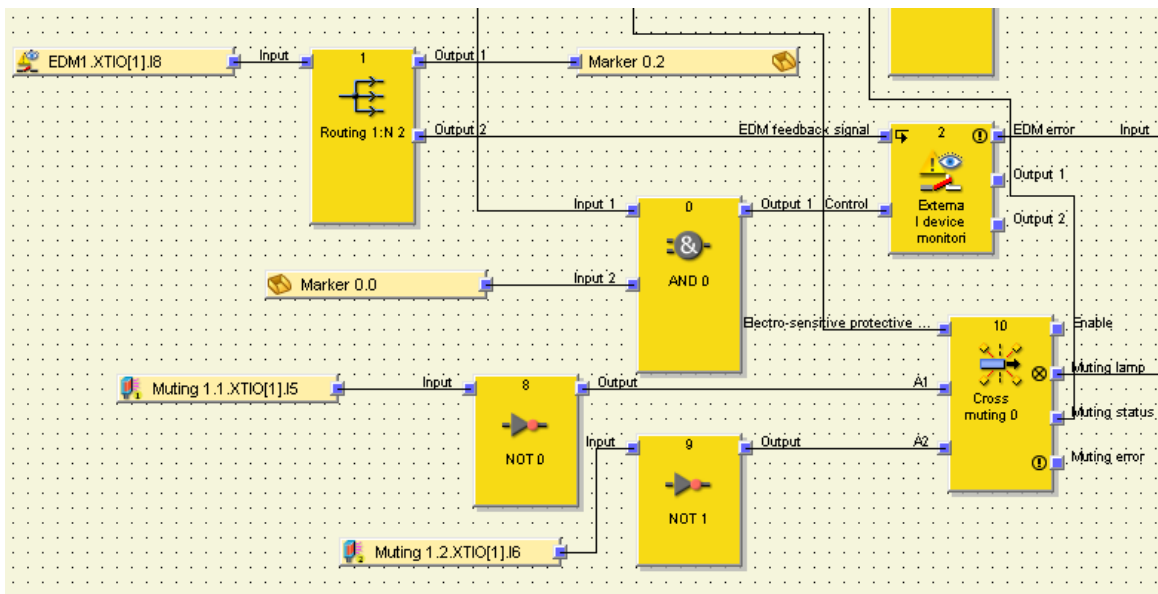
Tämä projekti on toteutettu hyödyntäen sekä kameran että logiikan sisäistä funktiota. Sisääntulopuolen EDM on kytketty suoraan kameraan, ja ulostulopuolen EDM on toteutettu logiikkaeditorin omalla funktioblokilla. Tämä johtuu eroavaisuudesta kameroiden kytkentäkonfiguraatiossa. V300- kameroissa on monia ominaisuuksia, joista yksi on automaattinen kameran kuittaus. Ulostulopuolella tämä toiminto on pakollinen, sillä täydet pinot menevät kameran ohi. Kameran sisäinen EDM ei voi olla käytössä, mikäli kameran automaattinen kuittaus on käytössä. Kamera ei itsessään sisällä sen suurempaa älyä, vaan mykistysohjaus toteutetaan logiikassa, jossa mykistysominaisuuden sisältävä funktioblokki ohjaa kameran OSSD-signaaleja (Output Safety Switching Devices). Ristikkäin kytketyt anturit havaitsevat saapuvan laatikkopinon, jolloin funktioblokki sytyttää mykistyslampun turvaporin vieressä, sekä mykistää kameroiden signaalin ohjauksesta siksi aikaa, kun anturit ja kamera on peittyneenä. Tämän jälkeen kamera kuittaantuu itsestään, ja mykistys loppuu. Turvapiiri on jälleen toiminnassa.

Tämän vuoksi myös EDM pitää toteuttaa logiikkaeditorin sisällä omana funktionaan. Kun laatikkopino kulkee kameran ohi, kameran sisäinen EDM vaatisi 24 voltin signaalin, jottei se menisi vikatilaan. Kamerassa ei ole mykistysfunktioita, joten kamera tulkitsee tämän aina turvapiirin katkeamiseksi. Logiikkaan on mykistykseen takia luotu erillinen EDM-funktio, joka tarkastelee kameran tilaa. Mikäli mykistys on aktiivinen, se ei vaadi kameran säteen katketessa paluusignaalia turvareleeltä. Mikäli mykistys ei ole päällä ja kamera havaitsee kohteen, turvarele laukeaa, antaen paluusignaalin logiikalle, joka kuittaa EDM-funktioblokin. Näin piiri voidaan kuitata. Mikäli EDM-funktio ei saa paluusignaalia, se menee virhetilaan, ja estää turvapiirin kuittauksen ennen kuin vika on selvitetty. Tämä vikatila kytkee logiikassa

kellogeneraattorin päälle, joka tuottaa nopean pulssin mykistyslampulle. Yksinkertaistettuna mykistyslamppu vilkkuu nopeasti vikatilän merkinä.

Sisääntulopuolen kameran sisäinen EDM on muuten samanlainen idealtaan, mutta tämän vikatila ilmoitetaan kameran omien valojen avulla. Tämä vikatila vaatii myös vian selvityksen ja turvajärjestelmän virtojen käytön poissa. Tämän jälkeen turvalogiikka tekee testisyklin, ja tarkistaa, onko vika korjattu. Tämän jälkeen laitteen voi kytkeä jälleen toimintaan. Kuvassa 23 on esitetty graafiset FBD-funktioblokit mykistykselle ja kärkienvälvonnalle.

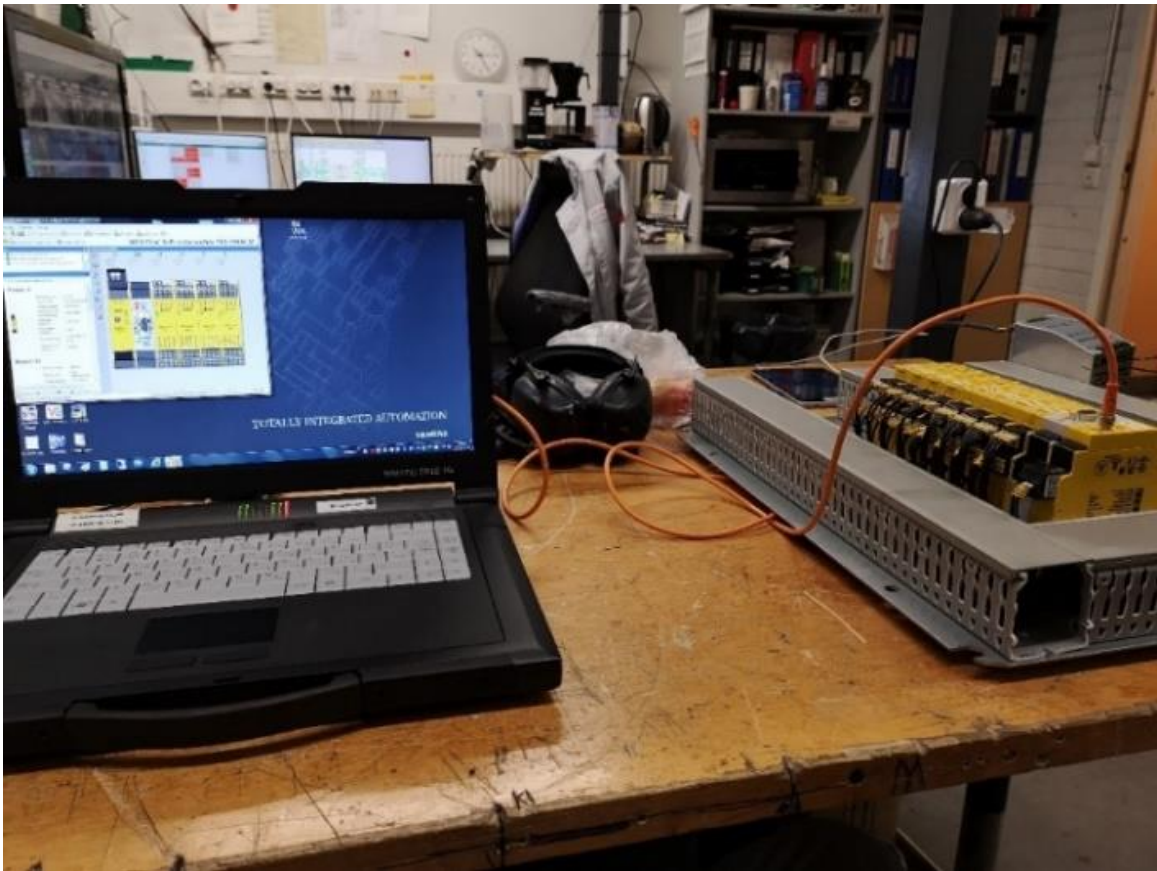
Kuva 23. EDM- ja mykistysfunktiot logiikkaeditorissa



Kun kameroiden ojaukset on toteutettu, nämä piirit pitää vielä asettaa toimimaan yhdessä virheettä. Tämä toteutuu käytännössä hyödyntämällä AND ja OR-logiikkaportteja sekä ns. ”markereita”, jotka asettavat toimintaehdot kaikille kameroiden ja antureiden tiloille, jolloin kameroiden piirit sekä mykistys ja EDM toimivat yhdessä saumattomasti. Set – Reset-logiikkablokit toimivat turvapiirin ”tilakytkimenä” jolloin nämä toimintaehdot määräävät, onko turvapiiri toiminnassa vai ei.

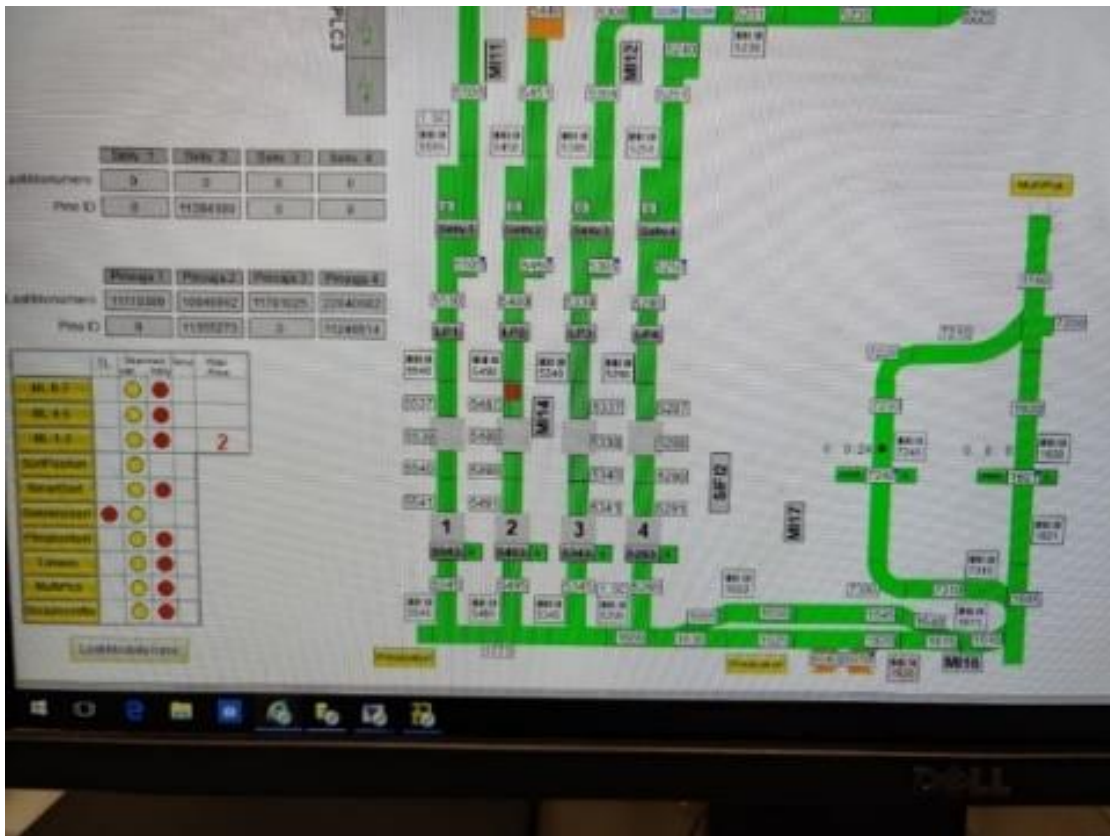
Nämä blokit asettavat turvareleet päälle. Mikäli kaikki ehdot täyttyvät, eli kamerat eivät ole peittyneenä, EDM on saanut paluusignaalin ja kun painetaan kuitausnappia, releet kytkeytyvät päälle sallien pinoajan toiminnan. Kuvassa 24 on havainnollistettu, miten ohjelmointi käytännössä tapahtuu tietokoneen avulla.

Kuva 24. Logiikan ohjelmointia Siemensin teollisuuskannettavalla



Ohjelmalla konfiguroitiin vielä gateway-moduuli keskustelemaan laitoksen muun väylän kanssa. Näin turvapiirien tilatiedot saadaan väylän kautta WinCC-järjestelmään, jossa nämä tilatiedot voidaan esittää visuaalisesti. Kuvassa 25 on havainnollistettu WinCC-järjestelmän graafinen yleisilme.

Kuva 25. Pinoajat visualisoituna WinCC -hallintapaneelissa



6 TURVALAITTEISTON KÄYTTÖNOTTO JA DOKUMENTOINTI

Sähköisten ja mekaanisten asennustöiden jälkeen on jäljellä juhlavin vaihe, eli laitteiston toiminnan testaus sekä viimeistely. Tämän jälkeen laaditaan dokumentit, jotka liitetään sähköisesti toimeksiantajan kunnoissapitojärjestelmän arkistoon, sekä paperiversiona kansioon. Nämä dokumentit pitävät sisällään laitteiston ja sen osien käyttömanuaalit, sähkökuvat, sekä tarvikeluettelon, mitä osia ja tarvikkeita laitteiston mekaaniseen rakentamiseen on käytetty. Myös Flexi Soft Designerilla tehdystä logiikkaohjelmasta tehtiin varmuuskopio sekä muistitikulle, että Siemensin Field PG -ohjelmointitietokoneelle.

6.1 Laitteen toiminnan testaus ennen käyttöönottoa

Ennen laitteen käyttöönottoa tarkastetaan kytkennät, sekä testataan kaikkien laitteiden ja turvapiirin oikeanlainen toiminta. Kytkeäntöjen tarkistuksessa mitataan, että kaikki johtimet ovat kytketty oikeille paikoilleen, ja jännitteet ovat oikeat ja tasaiset kaikissa pisteissä.

Tämän jälkeen kamerat kalibroidaan ja konfiguraatiot luetaan kameran opetusnäppäimellä. Opetusnäppäin opettaa kameran optiikalle turvakentän fyysiset mitat, ja lukee kytkennöistä, ovatko mitkä ominaisuudet, esimerkiksi EDM ja automaattinen kuittaus, käytössä.

Mykistysantureiden suuntaus ja säteen leikkauspiste tarkastetaan, jotta mykistys aktivoituu juuri oikealla hetkellä.

Turvapiirin oikeanlainen toiminta tarkastetaan ajamalla laitetta erillään turvalogiikasta.

Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että turvapiiri toimii täysin, muttei ohjaa laitteen toimintaa. Tämä testaustila vaatii jatkuvaa läsnäoloa, ettei laitteenkäyttäjä luule turvapiirin toimivan. Turvapiiri kytketään päälle, ja tarkistetaan, että mykistys ja kummatkin kamerat toimivat oikein. Tämän jälkeen luodaan tilanteita, joilla kartoitetaan piirin toimivuus turvapiirin katketessa sekä mahdollisissa vikatilanteissa. Mykistyksen luotettavuutta testataan esimerkiksi peittämällä toinen kenno, jolloin mykistyksen ei pitäisi toimia. EDM-piiri testataan irrottamalla releestä takaisinkytkennän johdot, jolloin logiikka/kamera ei saa signaalia releen lauetessa. Kun laite toimii oikein, turvapiiri menee vikatilaan.

Kun laite on todettu toimintakuntoiseksi, ja ennen kaikkea turvalliseksi, aloitetaan valmistelut lopulliseen käyttöönottoon.

6.2 Koeajo ja lopullinen käyttöönotto

Koeajoa varten varattiin hiljainen tuotantoaika, jolloin käyttölaitteen kytkemisestä turvapiiriin olisi mahdollisimman vähän haittaa. Turvapiiri kytkettiin ohjaamaan laitteen omalle logiikalle menevää hätäseis- signaalia. Kun tämä signaali katkeaa laitteen omalta logiikalta, pinoajalaite menee häiriölle, pysäyttää liikkeensä välittömästi, ja poistaa paineilmat järjestelmästä. Laitteen servo-ohjainkaappiin asennettiin neljä riviliitinparia, joiden kautta releille menevä ja tuleva signaali saatiin kytkettyä. Käytännössä logiikan riviliittimen toinen pää kytkettiin turvalogiikan sisääntuloon, ja turvalogiikan ulostulosta logiikan riviliittimen toiseen päähän. Näin turvarele toimii hätäseis- signaalia katkoen. Laitteen toiminta testattiin aikaisemmin ilman ohjausta, joten laite vaati nyt vain käytännön testauksen. Kuvassa 26 on esitetty pinoajien päälogiikkakaappiin tehty riviliitinjatko, johon releiden kärkien tulot ja lähdöt on jatkettuna.

Kuva 26. Servo-ohjainkaapin riviliitinkytkenät turvareleille.



Viikon seurantajakson aikana laite toimi lähes moitteetta, ainoastaan ulostulopuolen kamera aiheutti satunnaista turvapiirin laukeamista. Tätä asiaa selvitettiin aikansa, sillä vika oli hyvin satunnainen. Vika paikantui kameran hieman virheellisen asetteluun, joten kamera säädettiin ja kalibroitiin uudelleen. Tämän jälkeen vikatiheys pieneni huomattavasti. Vikatiheyttä pystyttiin kätevästi seuraamaan lähettämön WinCC- automaattioselaimella. WinCC ilmoitti tarkat kellonajat, kun turvapiiri on ollut lauenneena.

Turvapiirin ohjaukseen asennettiin myös väliaikainen avainkytkin, jolla turvapiirin ohjauksen sai nopeasti kytkettyä pois testiperiodin aikana mahdollisen odottamattoman vian takia. Tämä avainkytkin osoittautui testiperiodin aikana turhaksi, sillä laitteisto toimi erinomaisesti kameran asennon korjausta lukuun ottamatta. Turvapiiri oli tätä myöden valmis käyttöön.

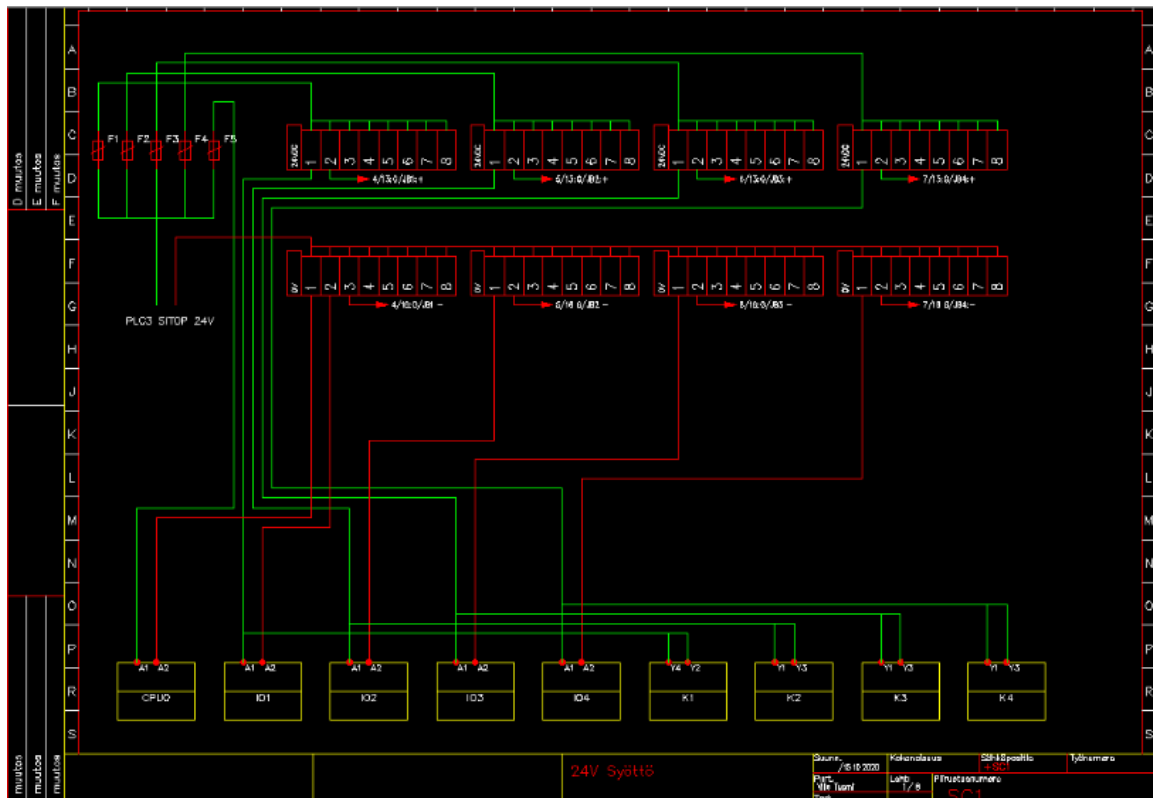
6.3 Piirustusten ja osaluetteloiden laatiminen

Projektista laadittiin myös oikeaoppisesti sekä sähkökuvat että osaluettelo, missä selviää kaikki turvapiirin rakentamiseen tarvittut osat ja tarvikkeet, niin mekaaniset kuin sähköiset osat. Sähkökuvat ovat lisättynä opinnäytetyön liitteeksi. (Liite 2)

Sähkökuvat piirrettiin Kymdatán tarjoamalla CADMATIC EAC 18 -ohjelman opiskelijaversiolla. Sähkökuvia piirtäessä päädyttiin mahdollisimman selkeään ratkaisuun, jotta laitteiston kytkennät selviävät ulkopuolisellekin mahdollisimman helposti. Kuvat asetettiin kategorioihin positioiden ja kytkentöjen luonteen mukaan. Pääkeskus ja sen 24 v, 230 v sekä logiikkakytkennät oli eritelty eri sivuille. Samoin pinoajien luona olevat jakokotelot ja niiden kytkennät eriteltiin neljälle eri sivulle, joista lähtivät tarvittavat johdinviitteet pääkeskuksen kytkentäsivuille.

Osaluettelo laadittiin pitämään sisällään keskuksen sisältämät osat, pinoajakohtaisten jakokoteloiden sisällöt, sekä pinoajien fyysisten turvaporttien ja turvalaitteistojen osat ja tarvikkeet. Nämä ovat liitettynä opinnäytetyön loppuun (Liite 4). Kuvassa 27 on esimerkkikuva CADMATIC-ohjelmalla tehdyistä sähkökuvista.

Kuva 27. 24V sähkökytkennät ja jännitteen jako keskuskaapissa SC1



6.4 Laitteiston kunnossapito

Järjestelmä pyrittiin suunnittelemaan mahdollisimman huolto- ja vikakorjausystävälliseksi. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että kaapelit on selkeästi merkitty ja osoitettu vianselvitystä helpottamaan, sekä kaapelointi on toteutettu tavalla, jotta mahdolliset johtovauriot pystytään korjaamaan mahdollisimman helposti. Myös tästä syystä päädyttiin vetämään erilliset runkokaapelit keskukselta jakokoteloihin joka laitteen kylkeen. Runkokaapeli saatiin asennettua jo olemassa olevalle kaapelihyllylle niin, että se on hyvin suojassa mahdollisilta vaurioilta.

Jakokotelolta lähtee instrumenteille erilliset laitejohtimet, jotka ovat myös mahdollisimman hyvin suojattu, mutta ovat myös mahdollisen vioittumisen myötä helposti vaihdettavissa, kun johdinta ei tarvitse vaihtaa keskukselta asti. Instrumenteissa olevat pistoliittimet helpottavat myös asennusta, kun liitoksen saa toteutettua ilman työkaluja instrumentin

päässä. Itse laitteisto ei sisällä lainkaan liikkuvia osia, joten laite ei vaadi säännöllistä huoltoa, vaan kunnossapito toimii vikatilanteiden sattuessa. Kaatuvat pinot ovat suurin riski, joka voi rikkoa ulostulopuolen kameran, tai mykistysanturit. Ulostuloportin kameran kylkeen onkin tätä tilannetta torjumaan asennettu suojalevy, joka on nähtävissä kuvassa 28.

Kuva 28. Turvakameran suojalevy



Turvapiirien sisällä olevien instrumenttien vaihto on helppoa, sillä vaihto ei vaadi mitään ohjelmointia. Ainoastaan turvakamera pitää opettaa, mutta tämä käy helposti yhdellä napinpainalluksella. Teach-näppäin laskee turvakentän koon näkemänsä heijastinnauhan perusteella automaattisesti. Itse heijastinnauha voi vaurioitua naarmuttamalla tai irtoamalla, ja tätä varten kunnossapidon varastoon on lisätty varaosanumerolla lisää heijastinteippiä. Vaihto on yksinkertainen toimenpide.

7 YHTEENVETO

Loppupäätelmänä voidaan todeta, että nykyisin tarjolla olevat turvatekniset ratkaisut ovat helposti integroitavissa vanhoihin teollisuuslaitteistoihin turvallisuustasosta tinkimättä. Tarjolla olevien tekniikoiden ja valikoimien laajuuden takia uskallan sanoa, että jokaiseen kohteeseen löytyy oma laitteistonsa sekä toteutustapansa. Ja hyvä niin.

Tässä opinnäytetyössä suunniteltiin ja toteutettiin uusi turvajärjestelmä olemassa olevaan laitekokonaisuuteen. Työssä otettiin selvää käytännön mekaanisista ja laiteteknisistä vaatimuksista, sekä perehdyttiin laitteistosta tehtyihin turvallisuushavaintoihin, joiden pohjalta tämä toimeksianto on annettu. Näiden pohjalta laadittiin turvallistamissuunnitelma, ja valittiin oikeanlainen toteutustapa sekä laitteisto. Esimieheni teki laaditun osaluettelon pohjalta tarjouspyynnöt, sekä tilasi laitteiston ja mekaaniset rakenneosat, joista rakennettiin pääkeskus, turvaportit sekä jakokotelot laitteiden runkoihin.

Käytännössä laitteiston kokoonpano sähköistyksineen, logiikkaohjelmointineen ja mekaanisine asennuksineen sujui huolellisen suunnittelun ansioista ilman suurempia ongelmia, ja uusi järjestelmä saatiin integroitua vanhaan järjestelmään helposti. Laitteen kytkentöjen huolellisten tarkastusten ja koeajojen jälkeen voitiin olla luottavaisia siitä, että turvajärjestelmä täyttää sille asetetut turvallisuusvaatimukset ja toimii oikein, joten näin ollen laite saatettiin virallisesti käyttöön. Laite on siitä asti toiminut ilman isoja ongelmia, ja vastaanottaa lävitseen päivittäin satoja ruokalaatikkopinoja. Laitteesta laadittiin mekaaniset ja sähköiset luettelot ja piirustukset, ja ne arkistoitiin Saarioisten omiin tietojärjestelmiin.

Turvalaitteisto saatiin rakennettua niin, että turvallisuuskierroksella havaitut puutteet ja muutostarpeet saatiin täytettyä. Kulku laitteen sisälle on tällä laitteistolla estetty, ja paineet poistuvat turvapiirin katkettua laitteeseen kuljettaessa. Laitteistoon on jätetty laajennusvaraus kaapeloinnille ja logiikkamoduuleille, mikäli jotain muutos- tai parannusehdotuksia tulee. Näin myöhemmin tulevat mahdolliset turvallisuusominaisuuksien lisäykset tai parannukset pystytään helposti toteuttamaan uusilla instrumenteilla.

LÄHTEET

Cimcorp. (2003). Saarioisten keskuslähettämö vihittiin käyttöön. Haettu 14.9.2020 osoitteesta

<https://www.cimcorp.com/fi/media/news/news-release/saarioisten-keskusl%C3%A4hett%C3%A4m%C3%B6-vihittiin-k%C3%A4ytt%C3%B6%C3%B6n>

PJC (2020). Virtalähteet Siemens. Haettu 22.10.2020 osoitteesta

<https://www.pjc.fi/keskuskomponentit/virtalahteet/173/virtalahteet-siemens>

SFS (2019). SFS-EN ISO 13854:2019. Haettu 11.11.2020 osoitteesta

<https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/833154.html.stx>

SICK. (2020). Flexi Soft Gateways Operating Instructions. Haettu 14.10.2020 osoitteesta

https://cdn.sick.com/media/docs/8/18/218/Operating_instructions_Flexi_Soft_Gateways_Hardware_en_IM0033218.PDF

SICK. (2020). Flexi Soft I/O-Moduuli XTIO84002. Haettu 11.11.2020 osoitteesta

<https://www.sick.com/fi/fi/turvajaerjestelmaet-ja-ratkaisut/turvajaerjestelmaet/safe-efi-pro-system/fx3-xtio84002/p/p80480>

SICK. (2020). Flexi Soft operating instructions. Haettu 14.10.2020 osoitteesta

https://cdn.sick.com/media/docs/9/59/659/operating_instructions_flexi_soft_in_flexi_soft_designer_configuration_software_en_im0031659.pdf

SICK. (2020). SICKin historia. Haettu 12.11.2020 osoitteesta

<https://www.sick.com/fi/fi/tietoa-meistae/sickin-historia/w/the-history-of-sick/>

SICK. (2020). Turvalliset ohjausratkaisut, turvaohjaimet. Haettu 10.10.2020 osoitteesta

<https://www.sick.com/fi/fi/senscontrol-turvalliset-ohjausratkaisut/turvaohjaimet/flexi-soft/c/g186176>

SICK. (2020). V200/V300 Work Station Extended operation instructions. Haettu 10.10.2020 osoitteesta

https://cdn.sick.com/media/docs/3/63/763/operating_instructions_v200_work_station_extended_v300_work_station_extended_en_im0026763.pdf

SICK. (2020). Valosähköiset turvalaitteet, monisäteiset turvavalopuomit. Haettu 10.10.2020 osoitteesta

<https://www.sick.com/fi/fi/valosaehkoeiset-turvalaitteet/monisaeteiset-turvavalopuomit/c/g187272>

SICK. (2020). Valosähköiset turvalaitteet, turvakamerajärjestelmät. Haettu 10.10.2020 osoitteesta

<https://www.sick.com/fi/fi/valosaehkoeiset-turvalaitteet/turvakamerajaerjestelmaet/c/g192052>

SICK. (2020). Valosähköiset turvalaitteet, turvalaserskannerit. Haettu 10.10.2020 osoitteesta

<https://www.sick.com/fi/fi/valosaehkoeiset-turvalaitteet/turvalaserskannerit/c/g187225>

Tapaturmavakuutuskeskus. (2019). Työtapaturmatilastot. Haettu 28.9.2020 osoitteesta

<https://www.tvk.fi/tilastot-ja-julkaisusarjat/tilastot/tyotapaturmatilastot/>

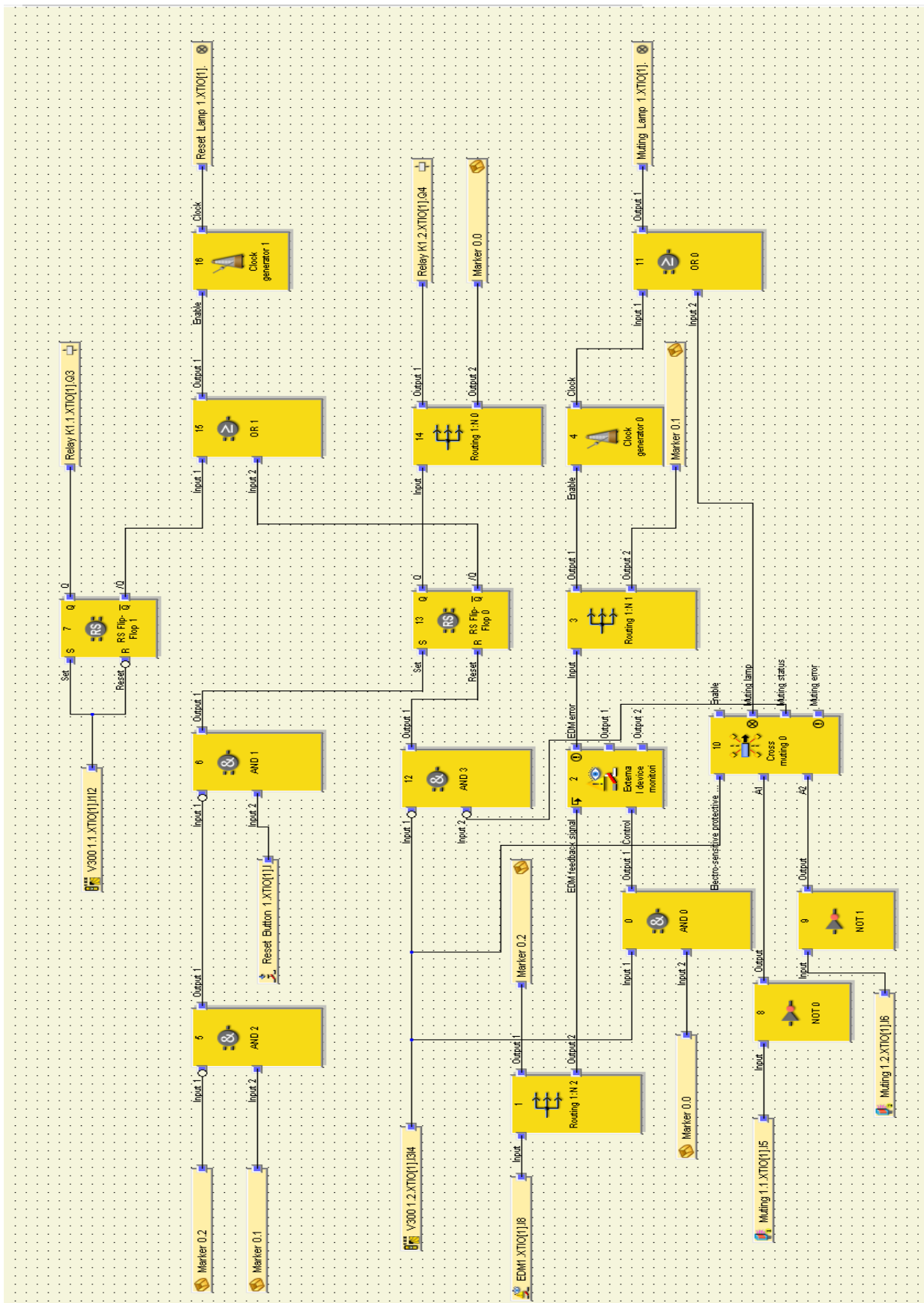
Tapaturmavakuutuskeskus. (2020) Vuonna 2019 sattui 104000 työpaikkatapaturmaa ja 24000 työmatkatapaturmaa. Haettu 20.10.2020 osoitteesta

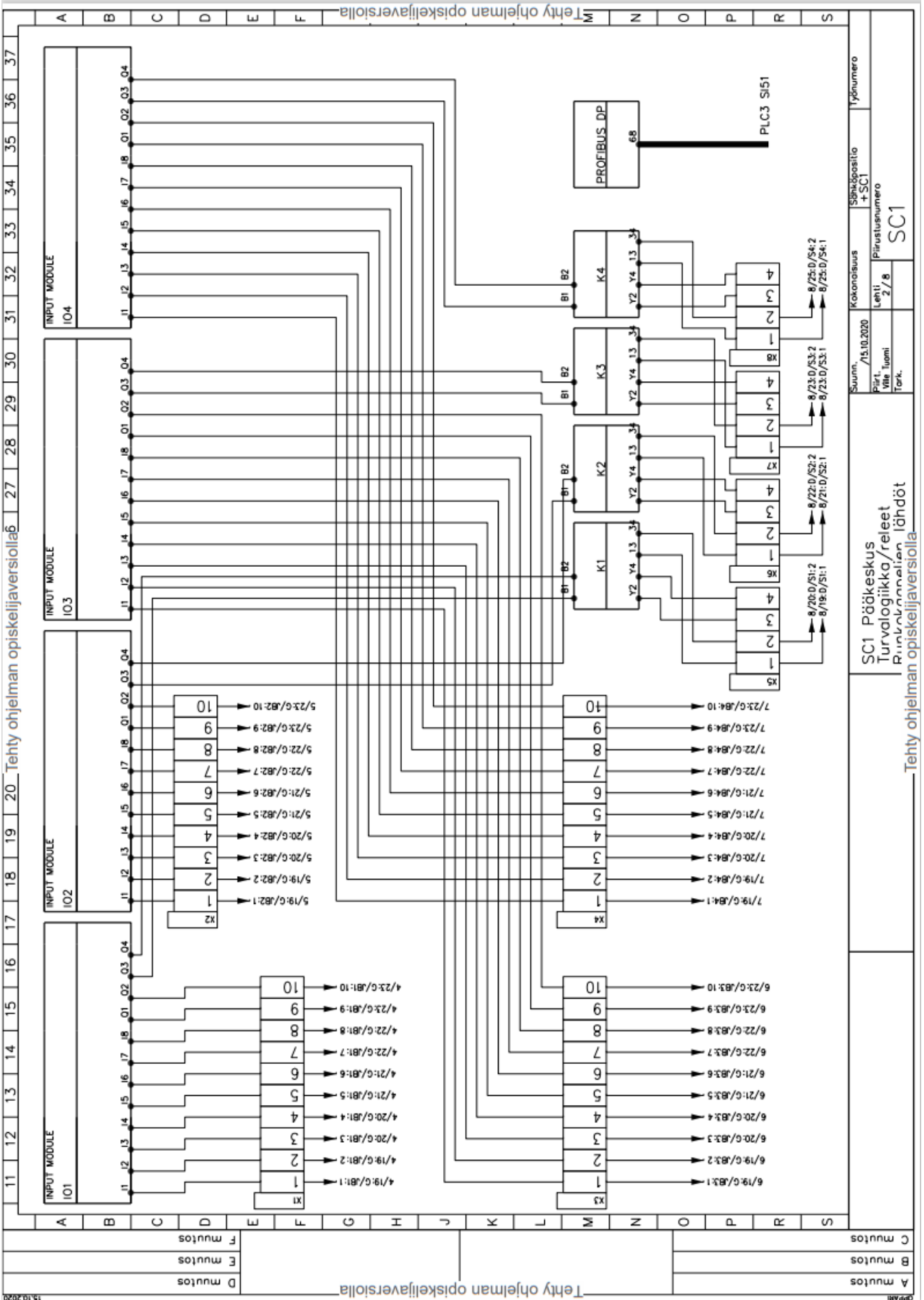
<https://www.tvk.fi/uutiset-ja-blogit/uutiset/2020/vuonna-2019-sattui-104-000-tyopaikkatapaturmaa-ja-24-000-tyomatkatapaturmaa/>

Trimantec. (2020). Safety light curtains. Haettu 10.10.2020 osoitteesta

<https://trimantec.com/blogs/t/safety-light-curtains-q-a>

Liite 1: Turvalogiikkaohjaimen logikkakaavio

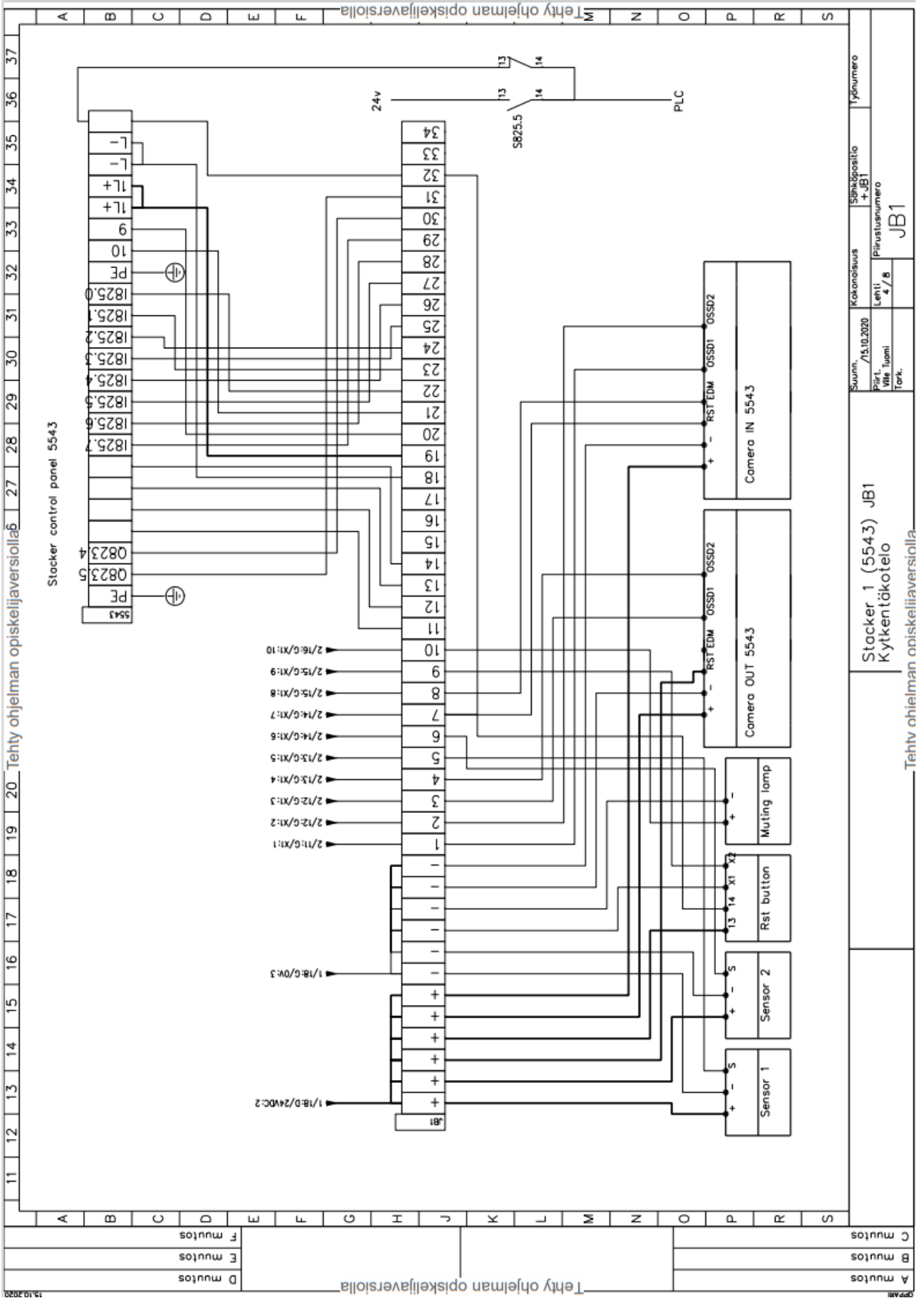




Suunn. /15.10.2020		Kokonaisuus	Sisällysluettelo	Yönumero
Pää1.	Ville Luomi	Lehti	Piirustusnumero	
	Tark.	2/8	SC1	

SC1 Pääkeskus
Turvalogiikka/releet
Runkokäynnin lähdöt

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla



Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

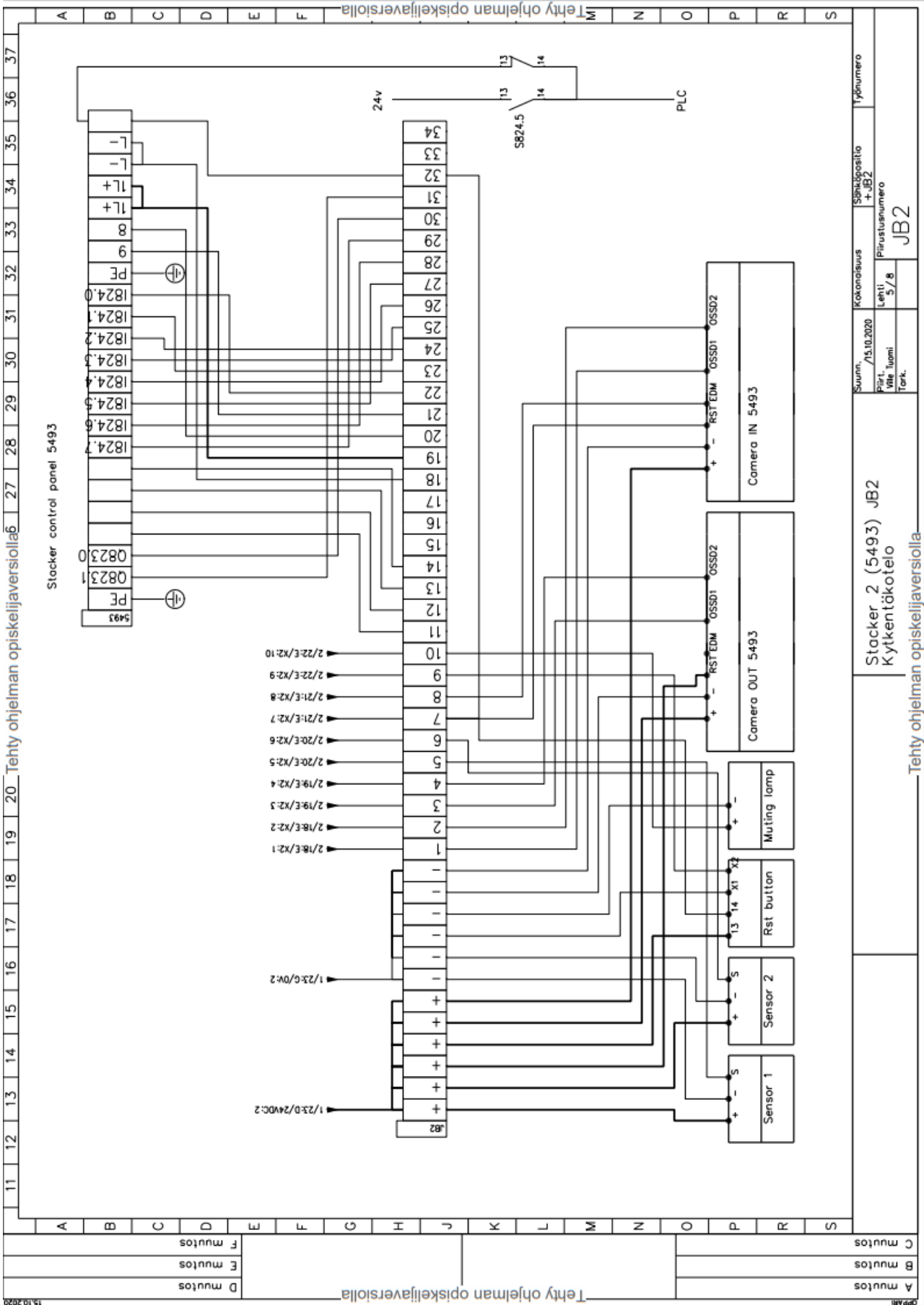
Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

Suunn.	7/15.10.2020	Kokonaisuus	Sisältöpositio	Työnnumero
Piirt.	Wie Iuuni	Lehti	+JB1	
Tark.		Piirustusnumero	JB1	

Stacker 1 (5543) JB1
Kytentäkotelo

Tehty ohjelman opiskelijaversiollla

A muutos
B muutos
C muutos



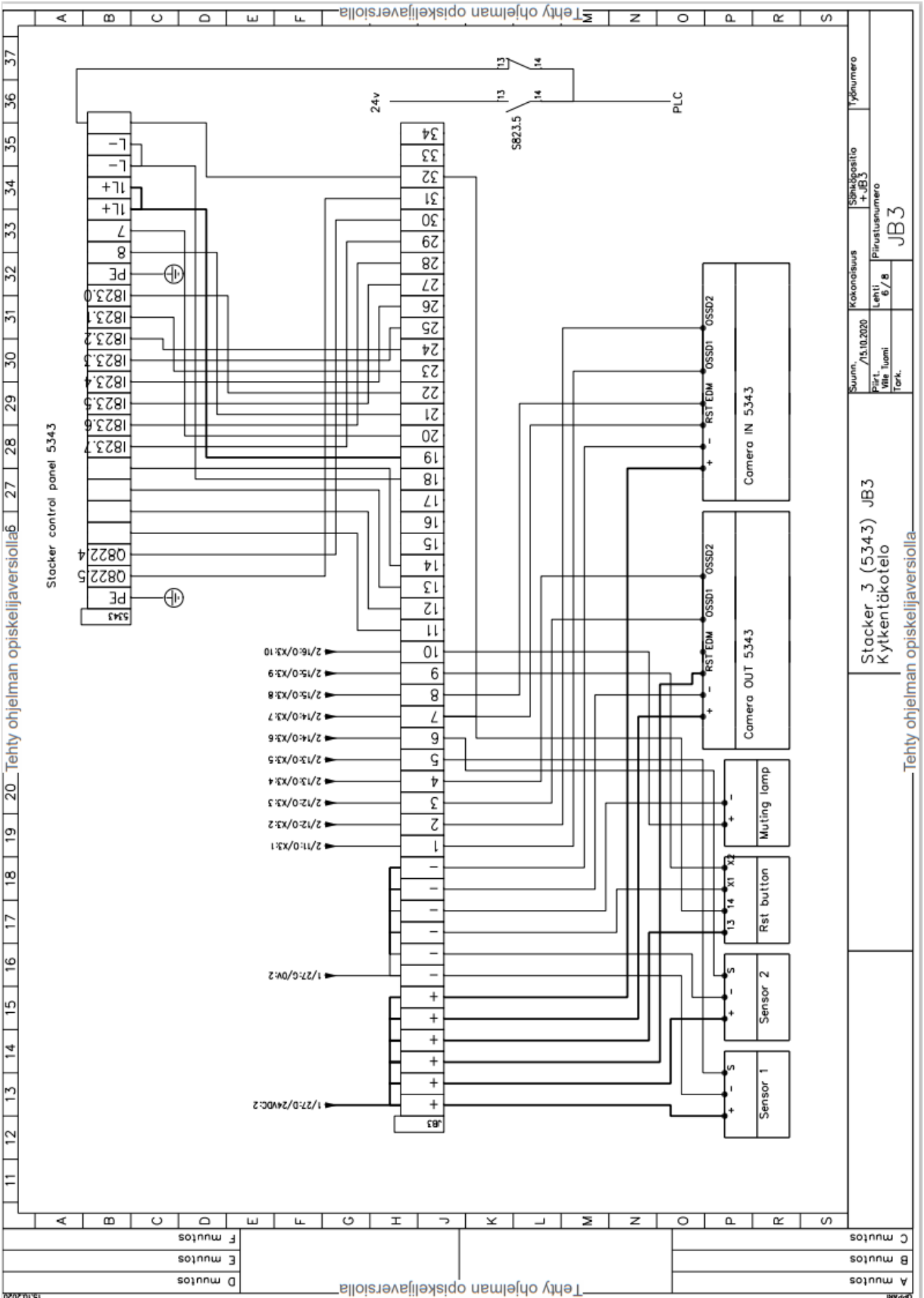
Tehty ohjelman opiskelijaversiolla										Tehty ohjelman opiskelijaversiolla																									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	R	S	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	R	S

D muttos										E muttos										F muttos									
A muttos										B muttos										C muttos									
Suunnit										Kokonaissuunn										Työnumero									
Päivä										Sisällysluettelo										Sisällysluettelo									
Tark.										Lehti										Pöytäkirja									
5/8										JB2										JB2									

Stacker 2 (5493) JB2

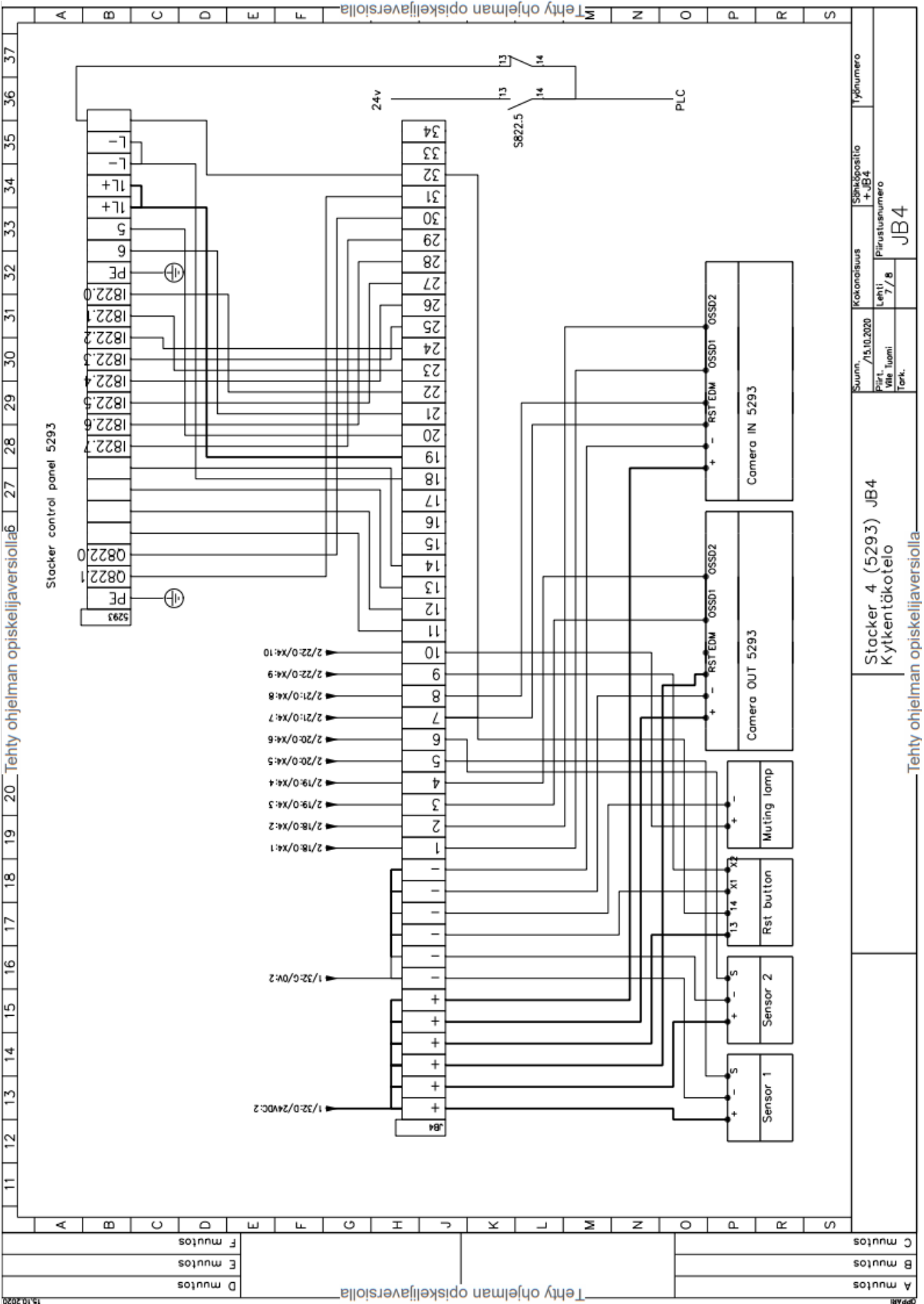
Kytöntekijä

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla



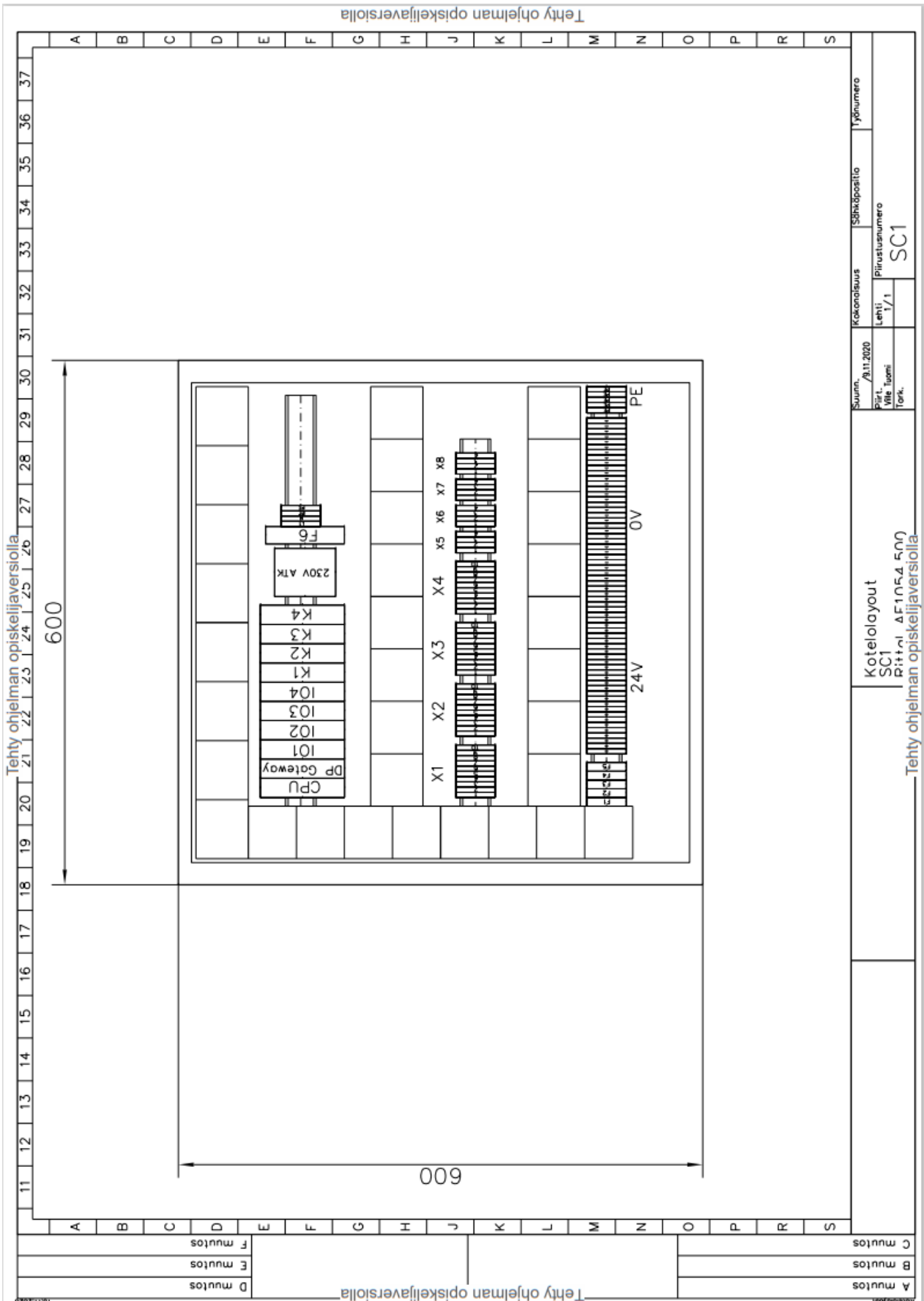
A muutokset		Tehty ohjelman opiskeilijaversiolla	
B muutokset			
C muutokset			
D muutokset			
E muutokset			
F muutokset			

Suunn. /15.10.2020		Kokonaisuus	Sähkösosia + JB3	Työnumero
Par. Nimi	Tuomi	Lehti	6/8	Piirustusnumero
JB3		Tehty ohjelman opiskeilijaversiolla		



A muutos		B muutos		C muutos		D muutos		E muutos		F muutos		G muutos		H muutos		I muutos		J muutos		K muutos		L muutos		M muutos		N muutos		O muutos		P muutos		Q muutos		R muutos		S muutos			

Liite 3: Keskuslayout



Liite 4: Osa- ja tarvikeluettelot**Turvakeskuksen (SC1) tarvikeluettelo**

Keskuskaappi – Rittal 600x600x25mm. AE1054.500

Läpivientilaippa AE-koteloille – Rittal, 530x149mm. 2563010

Din-kisko – 35mm

Johtokouru – 60x60 mm

SICK CPU0 – 1kpl. FX3-CPU000000 (1043783)

SICK Safety I/O-module – 4kpl FX3-XTIO84002 (1044125)

SICK Relay module – 4kpl UE410-4RO4 (6032676)

SICK PROFIBUS DP Gateway – 1kpl FX0-GPRO00000 (1044075)

Positiotunnuskilpi – 9kpl Weidmüller 163194 STR 5 s (SLO 1971722)

DIN Pistorasia – 1kpl Hager SN016 1S/16A/250V IP2X RL DIN (SLO 2507242)

Johdonsuojakatkaisija – 1kpl Eaton PLS6-C6 6kA 1-n C 6A (SLO 3270510)

Riviliitin ruskea – 120kpl Weidmüller 800 V 0.13...6 mm² – 102010 WDU 4 (SLO 1970021)

Riviliitin PE – 6kpl Weidmüller PE 800 V 0.13...4 mm² – 101000 WPE 2.5 (SLO 1970180)

Riviliitin PE – 1kpl Weidmüller PE 800 V 0.13...6 mm² – 101010 WPE 4 (SLO 1970183)

Riviliitin sininen – 1kpl Weidmüller 800 V 0.13...6mm² – 102018 WDU 4 (SLO 1970024)

Sulakeliitin – 5kpl Weidmüller 1011300000 WSI 6/LD 10-36V (SLO 1970241)

Riviliitin päätypuristin – 5kpl Weidmüller 106120 WEW 35/2 (SLO1970075)

Oikosulkusilta – 8kpl Weidmüller 105446 WQV 2.5/10 (SLO1970093)

Riviliitin välilevy – 16kpl Weidmüller WDU 2.5 WDU10 – 105000 WAP 2.5-10 (SLO 1970045)

Jakokotelon (JB1-JB4) tarvikeluettelo

Määrät ilmoitettu per jakokotelo

Jakokotelo – **1kpl Rittal Polykarbonaattikotelo esipuhkaistuilla aukoilla. PK 9521.050**

Din-kisko – **35 mm**

Riviliitin 2-kerros – **23kpl Weidmüller 400 V 0.13...2.5mm² – 102150 WDK 2.5 (SLO 1970201)**

Riviliitin PE – **3kpl Weidmüller PE 800 V 0.13...4mm² – 101000 WPE 2.5 (SLO 1970180)**

Oikosulkusilta – **2kpl 8kpl Weidmüller 105446 WQV 2.5/10 (SLO1970093)**

Riviliitin välilevy – **2kpl Weidmüller WDU 2.5 WDU10 – 105000 WAP 2.5-10 (SLO 1970045)**

Riviliitin päätypuristin – **2kpl Weidmüller 106120 WEW 35/2 (SLO1970075)**

Pinoajan turvapiirin tarvikeluettelo

(määrät ilmoitettu per pinoaja)

Mekaaniset rakenneosat, (SKS mekaniikka):

Alumiiniprofiili, 40x80cm: **536cm** (sisääntulo), **419cm** (ulostulo). **1.11.040080.44LP.60** (40x80 4E LP)

Alumiiniprofiili, 40x40cm: **120cm** (ulostulo). **1.11.040040.43LP.60** (40x40 4E LP)

Kulmapala, 40x40x39: **6kpl** (sisääntulo), **4kpl** (ulostulo). **1.46.204.4039.1**

Kulmasuoja, 40x40x39: **6kpl** (sisääntulo), **4kpl** (ulostulo). **1.46.204.4039A**

Kierrepala M8: **36kpl** (sisäänmeno), **24kpl** (ulostulo). **1.32.3EM8**

Peitelevy 40x40, musta: **4kpl** (ulostulo). **1.42.20404.2**

Uni-kiinnitin: **4kpl** (ulostulo). **1.21.4E0**

Kulmakiinnitin: **4kpl** (sisääntulo), **4kpl** (ulostulo). **1.21.4G1**

Tukijalka, vasen: **1kpl** (sisääntulo). **1.44.84.4080.40L**

Tukijalka, oikea: **1kpl** (sisääntulo). **1.44.84.4080.40R**

Sähkö- ja automaatiotarvikkeet, (SICK):

Turvakamera V300 Workstation extended: **1kpl** (sisääntulo), **1kpl** (ulostulo). **V30W-0101000 (1041542)**

Turvakameran johto 7,5m 7pin: **1kpl** (sisääntulo), **1kpl** (ulostulo). **DOL-127SG7M5E25KM0 (2076542)**

Turvakameran heijastinnauha 2x1,5m: **1kpl** (sisääntulo), **1kpl** (ulostulo). **Reflector tape 2 x 1.5m (2051582)**

Mykistysvalo: **1kpl** (ulostulo). **Muting indicator lamp (2033119)**

Mykistyskenno: **2kpl** (ulostulo). **GL6-P4211 (1059241)**

Mykistyskennon johto 5m 4pin, angled: **2kpl** (ulostulo). **YG8U14-050VA3XLEAX (2095963)**

Mykistyskennon suojakotelo: **2kpl** (ulostulo). **BEF-SG-G6-02 (2083233)**