

RAP5 TURVAPORTTIRELEISTYS PLC:HEN

Maijala Toni

Opinnäytetyö
Tekniikka ja liikenne
Sähkötekniikka
Insinööri (AMK)

2016

Tekniikka ja liikenne
Sähkötekniikka
Insinööri AMK

Tekijä	Toni Maijala	Vuosi	2016
Ohjaajat	DI Jaakko Etto DI Einari Fyhr		
Toimeksiantaja	Outokumpu Stainless		
Työn nimi	RAP5 turvareleistys PLC:hen		
Sivu- ja liitesivumäärä	32 + 3		

Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin turvallisuustason määrittelyyn standardin IEC 61508 mukaan, turvallisuudeneheyden tason määrittelyyn standardin IEC 62061 mukaan ja turva-automaatiojärjestelmään sekä turva-automaatiojärjestelmän vaatimuksiin yleisellä tasolla.

Lisäksi tässä työssä kartoitettiin Outokumpu Stainless RAP5-hiomon turva-automaatiojärjestelmän nykyinen tila toimivuuden, kaapeloinnin, kenttälaitteiden ja turvallisuustason osalta sekä tarkasteltiin mahdollista uutta tulevaa järjestelmää turvalogiikan, väylän ja kenttälaitteiden osalta.

Tietoa tähän opinnäytetyöhön hankittiin standardeista, internetistä, eri opinnäytetöistä ja laitevalmistajien esitteistä. Työn tuloksena saatiin tietoa SIL-luokituksen määrittelystä, TET-tason laskennasta, turva-automaatiojärjestelmistä ja turva-automaatiojärjestelmien vaatimuksista.

Lisäksi työn tuloksena saatiin käsiteltyä valssihieron turvalaitteiden toimivuutta erilaisissa vikatilanteissa. Kenttälaitteiden, kaapeloinnin osalta selvitettiin nykyisten soveltuvuus uuteen turva-automaatiojärjestelmään. Saatiin kartoitettua turvalaitteiden määräysten mukaisuus ja SIL-luokitus. Näiden selvitysten perusteella tehtiin alustava suunnitelma uudesta turva-automaatiojärjestelmästä, joka sisältää uudet kenttälaitteet, uudet väyläratkaisut, uuden PLC:n ja PLC:n liitynät muun linjan turvalogiikkaan.

Industry and Natural Resources
Electrical Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Toni Maijala	Year	2016
Supervisor	Jaakko Etto, MSc Einari Fyhr, MSc		
Commissioned by	Outokumpu Stainless		
Subject of thesis	RAP5 safety relay of PLC		
Number of pages	32 + 3		

This thesis focuses on the definition of the safety standard IEC 61508, the definition of safety integrity level according to IEC 62061 and the safety automation system and the safety requirements of the automation system in general.

In addition, this study surveys Outokumpu Stainless RAP5 roll grinding safety-automation systems status of functionality, cabling, field devices and safety level. The study also surveys the next version of safety PLC, bus and field devices of the safety system.

The information on these is found in the standards, the Internet, various theses and brochures of equipment manufacturers. The result of the thesis was the information about the definition of the SIL rating, TET level calculation, safety automation systems and about the requirements of the safety automation systems.

In addition, the safety system functionality of the RAP5 roll grinding line was surveyed in various fault conditions. The feasibility of the field devices and cabling in relation to the current safety automation system was also surveyed. The safety equipment and SIL rating were studied to meet regulations. The studies were used to define the preliminary design of the new safety automation system which includes new field devices, bus solutions and new PLC and PLC connections to safety logic.

Key words

safety automation, safety integrity level, SIL rating

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	TURVALLISUUS.....	8
2.1	Turvallisuustason määrittely SIL/TET	8
2.2	Turva-automaatiojärjestelmä	15
2.3	Turva-automaatiojärjestelmän vaatimuksia.....	16
3	NYKYJÄRJESTELMÄ.....	18
3.1	Nykyjärjestelmään tutustuminen	18
3.2	Kaapeloinnit	20
3.3	Kenttälaitteet.....	21
3.4	Turvalaitteet alueittain.....	22
3.5	Tämänhetkinen turvallisuustaso	24
4	TULEVA JÄRJESTELMÄ	27
4.1	Logiikan valinta	27
4.2	SIMATIC S7 300F	28
4.3	Väylä.....	28
4.4	Uudet kenttälaitteet.....	30
4.5	Logiikan ohjelmisto	31
5	POHDINTA	32
	LÄHTEET.....	33
	LIITTEET	34

ALKUSANAT

Haluan kiittää kaikkia työssä mukana olleita. RAP5:n sähkökunnossapidon asentajia ja työnjohtajia sekä RAP5:n hiomon käyttömiehiä.

Torniossa 07.11.2016

Toni Maijala

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

RAP5	Rolling, Annealing, Pickling. Valssaus, hehkutus, peittäus, viides hehkutus/peittäus-linja Torniossa. Kylmävalssaamo 2
WRR	Work Roll Robot, Työvalssiensiirtorobotti
WRCR	Work Roll Cassette Robot, Työvalssikasettiensiirtorobotti
HLR	Heavy Load Robot, Välivalssiensiirtorobotti
MTBF	Mean Time Between Failure, Vikaantumisväli
PFH_{dss}	Probability of Failure per Hour, Alajärjestelmien vaarallisten satunnaisten laitevikaantumisten todennäköisyys
PTE	Probability of dangerous Transmission Error, Digitaalisten tietoliikenneprosessien tiedonsiirron vaarallisen vikaantumisen todennäköisyys
SIL	Safety Integrity Level, Turvatoimintojen laskentataso
TET	Turvallisuuden Eheyden Taso
λ	Vikataajuus
T_2	Interval between demands
RRF	Risk Reduction Factor, riskiä alentava tekijä
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis, vika- ja vaikutusanalyysi.

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön kohteena on Outokumpu Stainless Oy:n kylmävalssaamo 2:n (RAP5) hiomon turva-automaatiojärjestelmä. RAP5 on yksi tuotantolinja, joka pitää sisällään hitsauskoneen, tandem-valssaimen, hehkutus / peittäuslinjan, viimeistelyvalssaimen, venytysoikaisulinjan ja 4 nauhavarajaa. Linjaan mahtuu nauhaa 4950 metriä kaikkien varajien ollessa täynnä. Linja pystyy tuottamaan ruostumatonta terästä 1 100 000 t vuodessa.

RAP5:n hiomo palvelee tandem-valssainta ja viimeistelyvalssainta. Hiomossa hiotaan tandem-valssaimen kolmen valssainyksikön valssit ja viimeistelyvalssaimen valssit. Hiomossa toimii kolme automaattisesti toimivaa robottia, 5 hiomakonetta, siirtovaunu ja neljä valssivaihtovaunua. Automaattisesti toimivien laitteiden aluetta valvotaan turva-automaatiojärjestelmän avulla.

Tämän työn tarkoituksena on selvittää turva-automaatiojärjestelmän nykyinen tila toimivuuden, kenttälaitteiden, kaapeloinnin, releiden ja kytkentöjen osalta sekä tuleva uusi järjestelmä, sen toimilaitteet ja PLC. Uuden järjestelmän osalta selvitetään myös SIL- ja TET-tasot.

Kenttälaitteiden osalta selvitetään niiden SIL-luokitukset ja mahdolliset korvaavat laitteet. Kaapeloinnin selvityksen tarkoitus on selvittää mahdollisen uuden järjestelmän soveltuvuus vanhaan kaapelointiin ja mahdollinen kaapeloinnin uusimisen tarve uuteen järjestelmään. Releiden osalta selvitetään niiden vika-diagnostiikkaa ja releiden korvaamista PLC:llä. Releiden kytkennöistä selvitetään, miten ne kytketään mahdolliseen uuteen järjestelmään. Tulevaa järjestelmää selvitetään nykyisen standardin mukaiset turvallisuustason ja turvallisuuden eheydentason mukaiset laitteet.

Työ on tarkoitus tehdä hiomon työntekijöitä ja sähkökunnossapidon henkilöstöä haastatteleamalla, standardeihin tutustumalla, nykyiseen järjestelmään perehtymällä, ja lopuksi näiden tietojen pohjalta tehdä alustava suunnitelma uudesta turva-automaatiojärjestelmästä.

2 TURVALLISUUS

2.1 Turvallisuustason määrittely SIL/TET

SIL (Safety Integrity Level) määrittelee riskinvähennyksessä suhteellinen tason, jonka turvatoiminto tuottaa tai määrittää tavoitetason riskin vähentämisessä. Toisin sanoen SIL on turvatoimintojen laskentataso.

Euroopan toimintavarmuusstandardit, jotka pohjautuvat IEC 61508 standardiin, määrittävät neljä SIL tasoa. SIL4 on vaativin ja SIL1 kevein. SIL määritelmä perustuu määrällisiin ja laadullisiin tekijöihin, kuten kehitysprosessiin ja turvallisuuden elinkaaren hallintaan.

Turvallisuuden laskentatasojen erot voidaan karkeasti selittää periaatteellisella tasolla:

- SIL1: Helpon saavutettavissa oleva taso, käyttämällä laadukkaita toimintatapoja ja dokumentoimalla työvaiheet hyvin saavutetaan helposti.
- SIL2: Ei suurta eroa SIL1 vaatimuksista, mutta vaatii tarkempaa suunnittelua ja todentamista sekä lisäksi testaamista.
- SIL3: Vaatii huomattavasti enemmän työtä kuin SIL2. Työvaiheissa on paljon todentamista ja lopputulos täytyy hyväksyttää.
- SIL4: Vaatii todella paljon työtä ja myös loogisten ja abstraktisten menetelmien käyttöä. Yleensä SIL4-tasoa pyritään välttämään tai ratkaisemaan muilla menetelmillä, esimerkiksi paremmalla prosessisuunnitelmalla, jotta saadaan SIL4 taso laskettua SIL3-tasoon.

IEC 61508 määrittää SIL:in käyttäen vaatimuksia kahdesta kategoriasta: laiteturvallisuuden oikeellisuus ja järjestelmäturvallisuuden oikeellisuus. Laitteen tai järjestelmän täytyy vastata määräyksiä molemmissa kategorioissa päästäkseen johonkin SIL-tasoon.

SIL-vaatimustaso laiteturvallisuudelle perustuu laitteen todennäköisyyspohjaiselle analyysille. Saadaksesen tietyn SIL-tason laitteen täytyy vastata vaatimukseen suurimmasta mahdollisesta todennäköisyydestä vaarallisille vikaantumisille

ja vähimmäisturvallisuudesta. Vaarallisen vikaantumisen konsepti täytyy olla tinkimättömästi määritelty järjestelmälle, yleensä rajoitusvaatimusten muodossa, joiden oikeellisuus tarkistetaan järjestelmän kehityksen aikana. Itse vaatimukset vaihtelevat riippuen järjestelmän mahdollisesta kysynnästä, laitteen monimutkaisuudesta ja käytetyistä kahdennustavoista.

PFD (Probability of Failure on Demand) ja RRF (Risk Reduction Factor) vähäisen (järjestelmät, jotka toimivat ajoittain ja enintään kerran vuodessa) ja jatkuvan kysynnän (järjestelmät jotka toimivat jatkuvasti tai useammin kuin kerran vuodessa) käytössä eri SIL-tasoilla on määritelty IEC 61508 standardissa.

TET tarkoittaa turvallisuuden eheyden tasoa, jonka turvallisuuteen liittyvä sähköinen ohjausjärjestelmä voi saavuttaa. Jokaista turvallisuuteen liittyvää sähköistä ohjausjärjestelmän ohjaustoimintoa pitää tarkastella erikseen. Turvallisuuden eheyden saavutettu taso määritetään vaarallisten satunnaisten laitevikojen todennäköisyyksien, rakenteellisten rajoitusten ja turvallisuuden systemaattisen eheyden avulla. Turvallisuuden eheyden saavutettu taso on oltava parempi tai yhtä suuri kuin alin mille tahansa alajärjestelmälle vaadittava turvallisuuden eheyden taso.

Turvallisuuteen liitetyn sähköisen ohjausjärjestelmän vaarallisen satunnaisen laitevikaantumisen todennäköisyys (PFH_d) saadaan laskemalla kaikkien alajärjestelmien vaarallisten satunnaisten laitevikaantumisten todennäköisyyksien (PFH_{dss}) summa, joihin kuuluu tarvittaessa digitaalisten tietoliikenneprosessien tiedonsiirron vaarallisen vikaantumisen todennäköisyys (PTE):

$$PFH_d = PFH_{dss1} + \dots + PFH_{dssn} + PTE \quad (1)$$

missä		
PFH_d	on	turvallisuuteen liitetyn sähköisen ohjausjärjestelmän vaarallisen satunnaisen laitevikaantumisen todennäköisyys
PFH_{dss}	on	alajärjestelmien vaarallisten satunnaisten laitevikaantumisten todennäköisyys
PTE	on	digitaalisten tietoliikenneprosessien tiedonsiirron vaarallisen vikaantumisen todennäköisyys

PFH_d :n laskutapa perustuu toimilohkon määritelmään, jossa minkä tahansa toimilohkon vikaantuminen johtaa ohjaustoiminnon vikaantumiseen.

Saadun PFH_d -arvon avulla saadaan selvitettyä saavutettu SIL-taso käyttäen apuna taulukkoa 1. (Hietikko, Malm & Alanen 2009,21)

Taulukko 1. SIL-luokituksen määrittäminen (Hietikko, Malm & Alanen 2009,21)

Suoritustaso (PL)	Keskimääräinen vikaväli (vuotta)	Vaarallisen keskimääräisen vikaantumisaajan todennäköisyys tuntia kohden (1/h)	Turvallisuuden eheyden taso (SIL)
a	1,14–11,4	$\geq 10^{-5} \dots < 10^{-4}$	ei ole
b	11,4–38,1	$\geq 3 \times 10^{-5} \dots < 10^{-5}$	1
c	38,1–114	$\geq 10^{-6} \dots < 3 \times 10^{-5}$	1
d	114–1412	$\geq 10^{-7} \dots < 10^{-6}$	2
e	1142–11416	$\geq 10^{-8} \dots < 10^{-7}$	3

Alajärjestelmän satunnaisen vaarallisen laitevikaantumisen (PFH_{dss}) laskenta perustuu standardin IEC 62061 alajärjestelmän perusrakenteen mukaiseen laskutapaan. Perusrakenteita on neljä (A,B,C,D). Jokaisella perusrakenteella on oma laskukaava satunnaiselle laitevikaantumiselle (PFH_{dss}). Laskelmissa tehdään oletus, että elementtien vikataajuudet (λ) ovat vakioita ja tarpeeksi pieniä. Myös laitevalmistaja on voinut määrittää valmistamilleen tuotteille vaarallisen satunnaisen laitevikaantumisen (PFH_{dss}) tai vikataajuuden arvon (λ).

Vikataajuuden (λ) arvo voidaan laskea kaavasta:

$$\lambda = 1/MTBF \quad (2)$$

missä

λ on vikataajuus
 MTBF on vikaantumisväli tunteina (Mean time between failures)

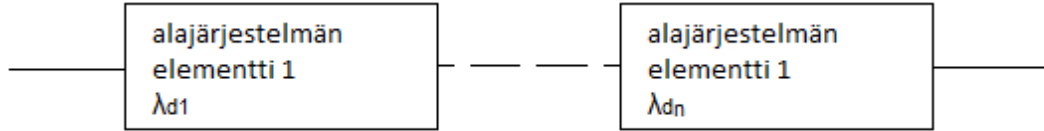
Alajärjestelmä A:n laskukaava ja looginen esitys (Kuvio 1)

$$PFH_{dss} = \lambda_{ds} * t \quad (3)$$

missä

PFH_{dss} on alajärjestelmän satunnainen vaarallinen laitevikaantu-

λ_{ds}	on	minen
t	on	laitteiden yhteen laskettu vikataajuus $\lambda_{d1} + \lambda_{dn}$
		laskennassa käytettävä aika (1h)



Kuvio 1. Alajärjestelmä A:n looginen esitys (Robinson 2009,5)

Yhteisvikaantuminen β on tilanne, jossa samasta syystä aiheutuu useampia vikoja, joita käsitellään yhtenä vikana. Yhteisvikaantuminen otetaan huomioon vain järjestelmissä B, C tai D (Jussila 2013,4). Yhteisvikaantuminen β lasketaan kaavasta:

$$\beta = \frac{n_c}{n_c + n_i} \quad (4)$$

missä

β	on	yhteisvikaantuminen
n_c	on	yhteisistä syistä johtuneiden vikaantumisien lukumäärä
n_i	on	riippumattomista syistä johtuneiden vikaantumisien lukumäärä

Alajärjestelmä B:n laskukaava ja looginen esitys (Kuvio 2)

$$PFH_{dss} = \lambda_{ds} * t \quad (5)$$

missä

PFH_{dss}	on	alajärjestelmän satunnainen vaarallinen laitevikaantuminen
-------------	----	--

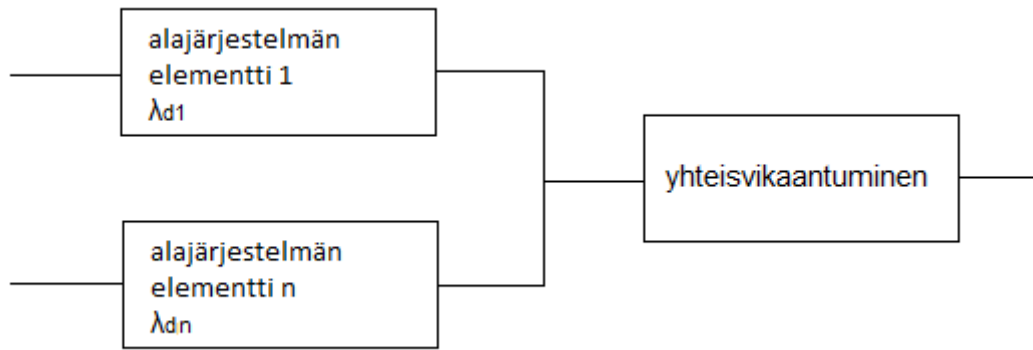
λ_{ds}	on	laitteiden yhteen laskettu vikataajuus
t	on	laskennassa käytettävä aika (1h)

$$\lambda_{ds} = (1 - \beta)2 * \lambda_{d1} * \lambda_{dn} * T_1 + \beta * (\lambda_{d1} + \lambda_{dn})/2 \quad (6)$$

missä

λ_{ds}	on	laitteiden yhteen laskettu vikataajuus
----------------	----	--

T_1	on	testausväli (h)
β	on	yhteisvikaantuminen



Kuvio 2. Alajärjestelmä B:n looginen esitys (Robinson 2009,5)

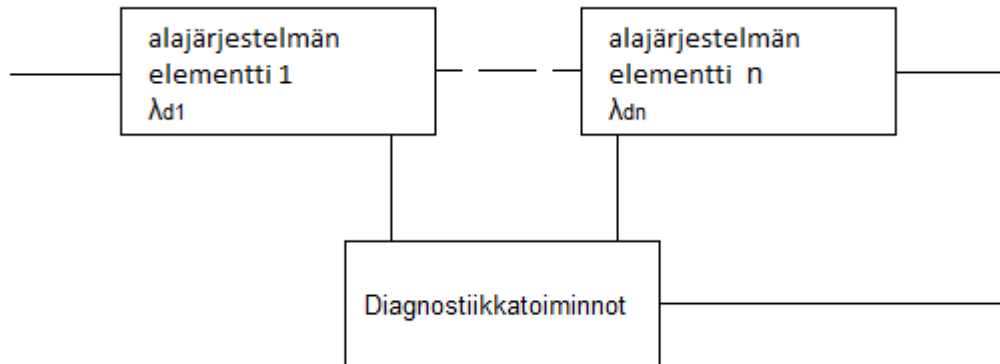
Alajärjestelmä C:n laskukaava ja looginen esitys (Kuvio 3)

$$PFH_{dss} = \lambda_{ds} * t \quad (7)$$

missä		
PFH_{dss}	on	alajärjestelmän satunnainen vaarallinen laitevikaantuminen
λ_{ds}	on	laitteiden yhteen laskettu vikataajuus
t	on	laskennassa käytettävä aika (1h)

$$\lambda_{ds} = \lambda_{d1}(1 - DC_1) + \lambda_{dn}(1 - DC_n) \quad (8)$$

missä		
λ_{ds}	on	laitteiden yhteen laskettu vikataajuus
λ_{d1}	on	alajärjestelmän elementti 1 vikataajuus
λ_{dn}	on	alajärjestelmän elementti n vikataajuus
DC	on	diagnostiikan kattavuus %



Kuvio 3. Alajärjestelmä C:n looginen esitys (Robinson 2009,5)

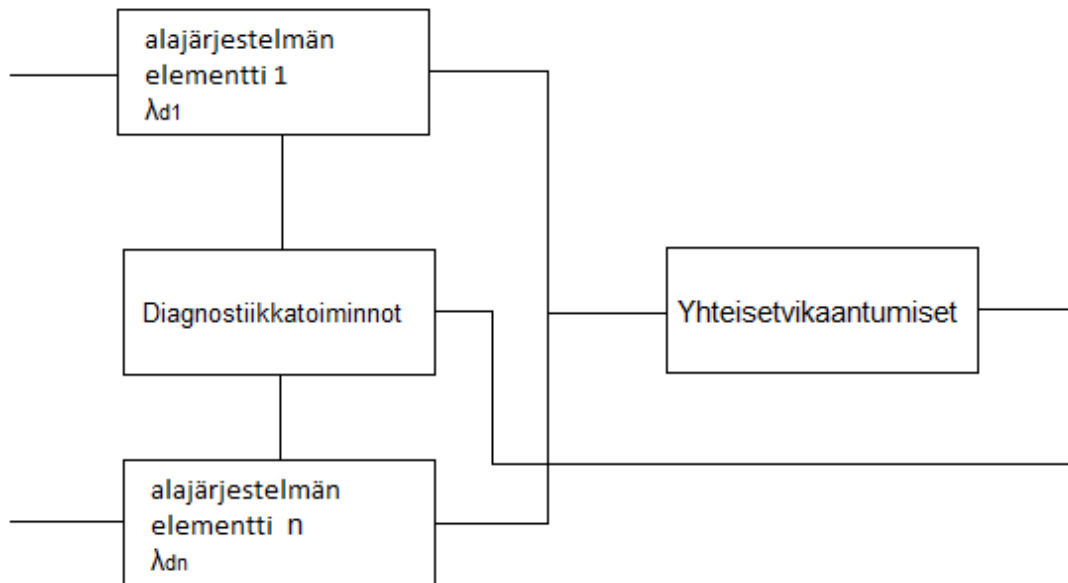
Alajärjestelmä D:n laskukaava ja looginen esitys (Kuvio 4)

$$PFH_{dss} = \lambda_{ds} * t \quad (9)$$

missä
 PFH_{dss}) on alajärjestelmän satunnainen vaarallinen laitevikaantuminen
 λ_{ds} on laitteiden yhteen laskettu vikataajuus
 t on laskennassa käytettävä aika (1h)

$$\lambda_{ds} = (1 - \beta)^2 \left\{ [\lambda_{d1} * \lambda_{dn} * (DC_1 + DC_2)] * \frac{T_2}{2} + [\lambda_{d1} + \lambda_{dn} * (2 - DC_1 - DC_2)] * \frac{T_1}{2} \right\} + \beta * (\lambda_{d1} + \lambda_{dn}) / 2 \quad (10)$$

missä
 λ_{ds} on laitteiden yhteen laskettu vikataajuus
 λ_{d1} on alajärjestelmän elementti 1 vikataajuus
 λ_{dn} on alajärjestelmän elementti n vikataajuus
 DC on diagnostiikan kattavuus %
 T_1 on testausväli (h)
 T_2 on interval between demands
 β on yhteisvikaantuminen



Kuvio 4. Alajärjestelmä D:n looginen esitys (Robinson 2009,5)

Yhteisvikaantuminen β voidaan määrittää myös taulukon 2 mukaan pisteuttamalla ja vertaamalla taulukon pisteitä taulukkoon 3, mikä antaa arvon β .

Taulukko 2. Yhteisvikaantumisen pisteet (Sundquist 2010,12)

Kriteerit	Pisteet
Erottelu	15
Diversiteetti	20
Suunnittelu	15
Koetellut komponentit	5
FMEA	5
Ammattitaito	5
Ympäristöolosuhteet(EMC)	25
Muut	10

Järjestelmissä B, C ja D tulee pisteiden olla yli 65.

Taulukko 3. Yhteisvikaantumisen arvo % (Honkanen 2015, 28)

Pisteet				β	
85-100				1 %	
65-85				2 %	
35-65				5 %	
<35				10 %	

2.2 Turva-automaatiojärjestelmä

Tuotanto- ja prosessilaitosten sekä prosessien turvallisuutta voidaan parantaa monella eri tapaa. Ensisijaisesti siihen pyritään vaikuttamaan hyvällä prosessi-, laitos- ja turva-automaatiosuunnitelmalla (Kuvio 5).

Yhtenä hyvänä turvallisuuden parantajana ja riskien vähennyskeinona voidaan pitää turva-automaatiojärjestelmää, joka toimii itsenäisenä järjestelmänä erillään prosessiautomaatiosta tai laitteen normaalista käyttöautomaatiosta.

Turva-automaatiojärjestelmä toimii siten, että häiriö- tai vaaratilanteen sattuessa järjestelmä pysäyttää prosessin/laitteen tai ohjaa sen turvalliseen tilaan. Turva-automaatiojärjestelmä toimii silloin kun käyttöautomaatiojärjestelmä tai muu vauroutuminen pettää, eli se vaikuttaa huomattavasti prosessin ja/tai laitteen turvallisuuteen ja sen virhetoiminta tai toimimattomuus voi aiheuttaa vakavia henkilö-, ympäristö- tai omaisuusvahinkoja.

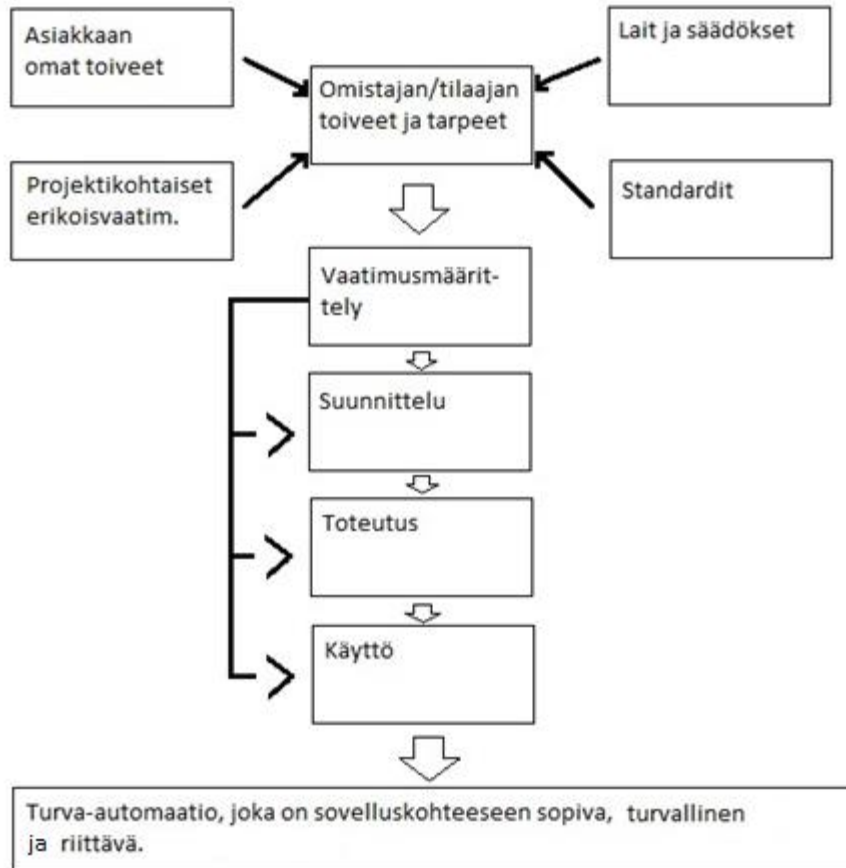
Turva-automaatio on prosessiteollisuuden toiminnallisen turvallisuuden varmentamisessa erittäin tärkeä. Toiminnallinen turvallisuus tarkoittaa sitä osaa kokonaisturvallisuudesta, joka on riippuvainen järjestelmien ja laitteiden oikeanlaisesta ja oikeanaikaisesta toiminnasta. Toiminnallinen turvallisuus on riittävällä tasolla silloin, kun prosessi ja siihen liittyvät järjestelmät on määritelty oikein ja että ne toimivat luotettavasti ja ennakoitusti, kuten niiden on suunniteltukin toimivan, eivätkä täten aiheuta vahinkoja tai vaaratilanteita.

Turva-automaation tulee olla toimintansa ja rakenteensa puolesta sopiva kyseiseen käyttötarkoitukseen ja olosuhteeseen. (Tukes 2007, 4-15)

2.3 Turva-automaatiojärjestelmän vaatimuksia

Turva-automaatiojärjestelmän tulee täyttää seuraavia vaatimuksia:

- Turva-automaatiojärjestelmä pitää olla käyttöautomaatiosta riippumaton.
- Järjestelmää suunniteltaessa pitää ottaa huomioon prosessin luonteen ja vaarallisuuden kannalta riittävä luotettavuus.
- Järjestelmän sekä siihen liitettyjen laitteiden luotettavuus, turvallisuus ja soveltuvuus kohteeseen on kyettävä arvioimaan ja osoittamaan.
- Järjestelmässä tulee käyttää ensisijaisesti turvallisuuskäyttöön tyyppihyväksytyjä laitteita.
- Järjestelmän pitää toimia riittävän suurella todennäköisyydellä myös sellaisessa tapauksessa, joka sattuisi vain kerran laitoksen elinkaaren aikana.
- Järjestelmä ei saa aiheuttaa tarpeettomia prosessia tai turvallisuutta vaarantavia pysäytyksiä tai alasajoja.
- Laitteiden pitää olla mahdollisimman huoltovapaita, huoltoystävällisiä ja helposti koestettavissa.
- Prosessissa pitää olla käsin pysäytyksen mahdollisuus, joka on järjestelmästä riippumaton.
- Häiriötilanteessa toimilaitteet pysähtyvät tai siirtyvät ennalta määrättyyn turvalliseen asemaan. (Tukes 2007, 4-15)



Kuvio 5. Turva-automaatiosuunnittelun lohkokkaavio.

3 NYKYJÄRJESTELMÄ

3.1 Nykyjärjestelmään tutustuminen

Opinnäytetyö alkoi jo olemassa olevaan turvajärjestelmään ja alueeseen tutustumisella. Alueena on kylmävalssaamo 2:n (RAP5) valssihiomossa sijaitsevat turva-alueet, joiden tarkoitus on, ettei ihminen pääse siellä automaattisesti toimivien laitteiden toiminta-alueelle niiden ollessa toiminnassa. Näillä turva-alueilla työskentelee kolme eri automaattisesti toimivaa siirtorobottia (WRR, WRRCR ja HLR), tandemvalssaimen kolme valssinvaihtovaunua, viimeistelyvalssaimen valssinvaihtovaunu, siirtovaunu ja viisi hiomakonetta. Näiden lisäksi valvotaan myös katossa kulkevan siltanosturin paikoitusta. Turva-alueet on jaettu kahdeksaan eri alueeseen ja alueet on erotettu toisistaan joko mekaanisesti turva-aidalla tai sähköisesti turvaloverholla. Aluejaot on pyritty tekemään siten, ettei yhden alueen häiriö / turvapysäytys vaikuta muiden alueiden tuotantoon / toimintaan. Alueille pääsee vain joko turvaportin kautta tai valoverhon läpi kulkemalla, jolloin turvajärjestelmä havaitsee alueella liikkujan ja estää robottien automaattilla ajon kyseisellä alueella. Aluejaot, turvaportit, turvaloverhot, robotit, hiomakoneet ja näiden erikseen tarvittavat tilatiedot näkyvät turvajärjestelmän logiikan näytöllä (Kuva 1).

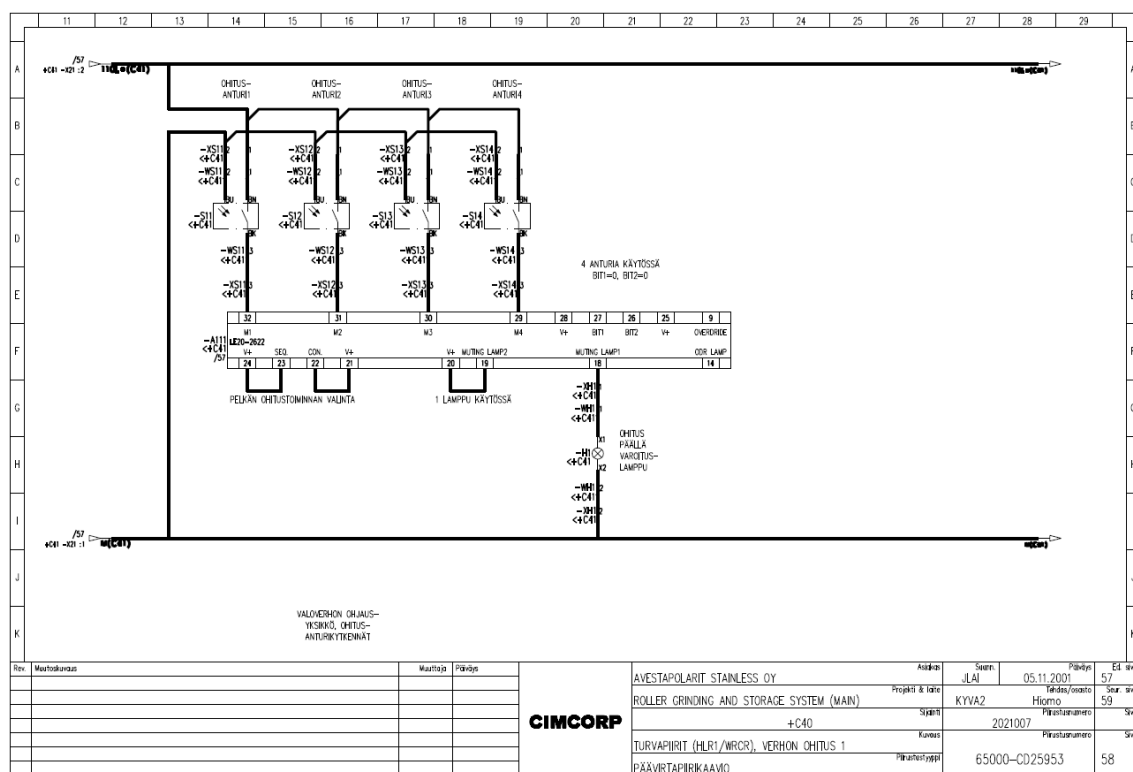


Kuva 1. Hiomon turva-alueet

Kun alueeseen oli tutustuttu, aloitettiin toiminnan tarkastelu pääpiirteittäin ja kyseltiin sähköpuolen- ja käyttöpuolen henkilöstöltä nykyisen järjestelmän toimivuudesta ja siihen kohdistuvista ongelmakohdista.

Turvajärjestelmän toimivuudesta ei noussut esille isompia ongelmia, vikoja ei liiemmästi ole, mutta vikatilanteiden korjaamisista nousi esiin muutama ongelma-kohta. Yksi ongelmista oli muutaman turvaoven käyttäminen kahdessa eri järjestelmässä, nämä ovet näkyvät (Kuvio 6) tuplapositioilla. Esimerkkinä P121, joka on hiomon turvajärjestelmän positio, ja samassa ovesa oleva toinen positio TP146.2 joka on muun linjan turvajärjestelmän positio. Se tuntui aiheuttavan turhaa sekaannusta vika- ja käyttötilanteessa, joskaan se ei vaikuttanut itse turvallisuuteen.

Toinen ongelma, joka tuli enemmän esille, oli itse turvareleistyksen toiminnallinen rakenne. Se on osaltaan rakennettu siten, että vikapaikan paikantaminen on turvareleen tai toimilaitteen vioittuessa hankalaa. Esimerkkinä tässä mainittakoon ohitusanturit (Kuvio 6). Mikäli yksi tai useampi neljästä ohitusanturista ei toimi, niin valoverhon ohitus ei toimi jolloin valoverho hälyttää robotin siitä läpi mennessä ja koko alue menee häiriölle. Diagnostiikka ei osaa esittää, että vika olisi ohitusantureissa.

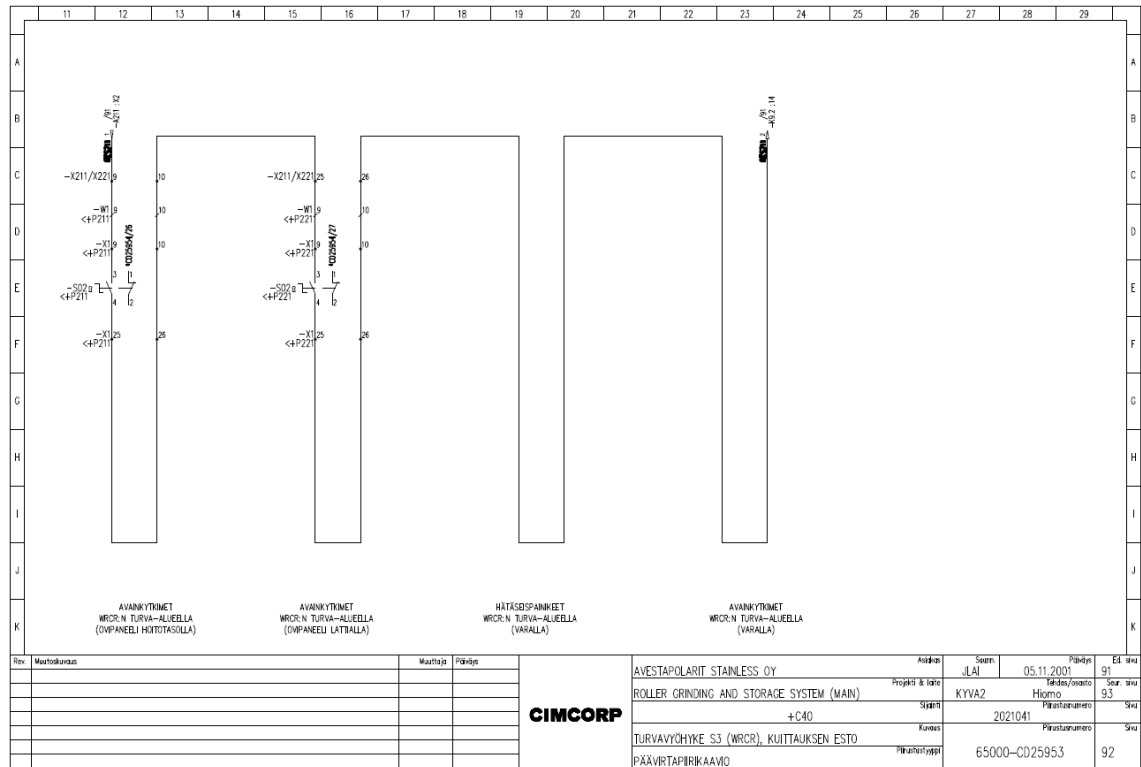


Kuvio 6. Ohitusanturit piirikaavio

Kolmantena ongelmakohtana pidettiin sitä, että muun linjan turvajärjestelmä on omana järjestelmänään, haluttiin että myös hiomon järjestelmä pitäisi saada liitettyä muun linjan turvalogiikkaan. Tämä helpottaisi ongelmatilanteessa, kun koko linjan turvalogiikka olisi yhdessä paikassa erillään linjan muista toiminnoista. Nyt hiomon logiikassa on myös prosessiautomaatiota, jota ei tämän päivän turva-automaatiojärjestelmässä sallita. Turva-automaatiojärjestelmän tulee olla käyttö- / prosessiautomaatiosta riippumaton järjestelmä.

3.2 Kaapeloinnit

Kaapeloinnin osalta oli tarkoitus selvittää lähinnä se, että jos järjestelmä uusitaan niin miltä osin kaapeloinnit pitää uusida ja jos turvareleistys poistetaan kokonaan niin tulevatko tarvittavat tulot jo valmiiksi kaapille C40 asti. Alustavassa selvityksessä ainakin alueiden avainlukkojen tulot on ketjutettu alueittain yhteen (Kuvio 7). Ainakaan siltä osin ei voida diagnostiikkaa parantaa ilman kaapeloinnin uusimista. Toisaalta tällainen kaapelointi on turvallisuuden kannalta varmempi.



Kuvio 7. Avainlukot piirikaavio

Myös valokennojen ohitusanturit on kytketty erillisiin releisiin ja ne sijaitsevat toisissa kaapeissa. Mikäli halutaan poistaa kaikki alueen turvareleet, on kaapelointeja tehtävä uudestaan. Turvareleet ja kaapeloinnin tarve on kerätty luetteloon (Liite 1).

3.3 Kenttälaitteet

Tämänhetkiset kenttälaitteet toimivat suurelta osin turvareleistyksen kautta ja niihin saatavia varaosia on hankala löytää. Ns. plug and play osia ei enää vanhaan järjestelmään paljoakaan ole, vaan ne pitää korvata uudemman sukupolven komponenteilla, mikä hankaloittaa vikojen korjausta. Esimerkkinä voisi ottaa HLR-robotin paikkaa valvovan valokennon. Sen tyyppin valokennoa ei enää ole saatavilla ja ns. korvaava tuote ei paikkaan soveltunut vaan samalla olisi pitänyt uusia turvareleistystä. Tämä hidastaa ja vaikeuttaa vian korjausta sekä tulee turhia tuotannon pysäytyksiä ja kustannuksia. Joitakin kenttälaitteita joudutaan todennäköisesti uusimaan. Ainakin osa valoverhoista ja valokennoista pitää vaihtaa releistyksestä eroonpääsemiseksi. Tällä hetkellä paikoillaan olevat turvaporrttien sähkölukot soveltuvat uuden SIL-luokituksen mukaan luokkiin SIL

2 ja SIL 3 eli niiden vaihtotarve riippuu paljolti siitä millaiseen uuteen järjestelmään siirrytään. Ovien luona olevat ohjauspulpetit voidaan säilyttää ennallaan sillä niiden tulot ja lähdöt on kaapeloitu avainkytkimiä lukuun ottamatta kaapille C40 asti, eli ne voidaan kytkeä suoraan mm. uuteen turvalogiikkaan. Avainkytkimet on ketjutettu alueittain eli avainkytkintiedot tulevat kaapille C40 yhteisenä alueittain.

3.4 Turvalaitteet alueittain

Tandemvalssaimen valssinvaihtovaunujen alueella (Kuva 1 alue 1) on jokaisella vaunun nosto-ovella oma turvamagneettiraja (Schmersal BN310-2rz-5m) ja turvalokennopari (Sick c20s-180104a12/c20e-180304a12), joka soveltuu ennen 10.05.2015 rakennettuihin järjestelmiin luokkaan SIL2, sen jälkeen tehtyihin luokkaan SIL1. Alueelle pääsyä valvoo myös 3 sähkölukkoa (Guardmaster TLS-GD2), jotka soveltuvat luokkaan SIL3. HLR-robotin paikoitusta valvotaan (Schmersal BN310-2rz-5m) turvamagneettikytkimellä, tähän ei löytynyt turvallisuusluokitusta.

HLR-robotin alueella valvomon edessä (Kuva 1 alue 2) on 4 sähkölukkoa (Guardmaster TLS-GD2) ja sama turvamagneettikytkin kuin alueella 1 (valvoo HLR-robotin liikettä kahteen suuntaan).

HLR-robotin alueella (Kuva 1 alue 3) on 2 sähkölukkoa (Guardmaster TLS-GD2), nosto-oven turvamagneettiraja (Schmersal BN310-2rz-5m) ja turvalokennopari (Jokab jsl50t/r), joka soveltuu vanhan luokituksen mukaan kategoriiaan 4 Jokabin JSL2 turvareleen kanssa. Tuotteita ei ole enää saatavilla.

Viimeistelyvalssaimen valssinvaihtovaunun alueella (Kuva 1 alue 4) on 2 sähkölukkoa (Guardmaster TLS-GD2). Sama turvalokennopari (Jokab jsl50t/r) valvoo HLR-robotin paikoitusta kuin alueella 3 ja turvalokennopari (Sick m20s-03140a122/m20e-03140a122), joka soveltuu ennen 10.05.2015 rakennettuihin järjestelmiin luokkaan SIL2, sen jälkeen tehtyihin luokkaan SIL1.

WRCR-robotin alueella (Kuva 1 alue 5) on 2 sähkölukkoa (Guardmaster TLS-GD2) ja WRCR-robotin ja WRR-robotin paikoitusta valvotaan ohjelmallisesti ja aluetta valvoo jokaisella nosto-ovella turvalokennopari (Sick c20s-180104a12/c20e-180304a12).

WRR-robotin alueella (Kuva 1 alue 6) on 2 sähkölukkoa (Guardmaster TLS-GD2) ja WRR-robotin paikoitusta valvotaan ohjelmallisesti.

Hiomakoneiden 1,2 ja 3 alueella (Kuva 1 alue 7) on 4 sähkölukkoa (Guardmaster TLS-GD2) ja WRR-robotin paikoitusta valvotaan ohjelmallisesti.

Hiomakoneen 4 alueella (Kuva 1 alue 8) on 3 sähkölukkoa (Guardmaster TLS-GD2) ja WRR-robotin paikoitusta valvotaan ohjelmallisesti prosessin logiikassa, tieto logiikalle tulee robotin paikkatietoa mittaavasta absoluuttianturista (ei turvalaite) ja alueen jonkin turvalaitteen toimiessa ajo alueelle estetään mekaanisesti. Mekaanisesti toimiva laite on paineilmasylinteri joka nostaa palkin robotin esteeksi.

3.5 Tämänhetkinen turvallisuustaso

Tämänhetkistä turvallisuustasoa ei nykyisten standardien (IEC 61508 ja sen alaisen IEC62061) mukaan voi määrittää koska kaikki laitteet eivät ole standardien mukaisia. Tästä syystä päädyttiin määrittelemään SIL-luokitustaso matriisin avulla (Taulukko 4).

Matriisissa lasketaan yhteen (alueella käyntitiheys)+(vaarallisen tapahtuman todennäköisyys)+(vältettävyys) ja saatua pistemäärää verrataan vakavuustasoon ja siitä saadaan tulokseksi SIL-taso.

SIL-tasoa määriteltäessä yritettiin miettiä pahinta mahdollista skenaariota ja siitä saatiin seuraavanlainen tulos:

- (alueella käyntitiheys)=5
- (vaarallisen tapahtuman todennäköisyys)=2
- (vältettävyys)=1
- (seuraukset)=3
- vakavuustaso on $5+2+1+3=11$

Tästä saadaan SIL-tasoksi SIL2

Taulukko 4. SIL-tason määrittäminen matriisilla (Malm & Venho-Ahonen 2010,16)

		Luokka				
Seuraukset	Vakavuustaso	3-4	5-7	8-10	11-13	14-15
Kuolema, näön tai raajan menetys	4	SIL 2	SIL 2	SIL2	SIL3	SIL 3
Palautumaton, sormen menetys	3			SIL1	SIL2	SIL 3
Palautuva, sairaanhoito	2				SIL1	SIL 2
Palautuva, ensiapu	1					SIL 1
alueella käyntitiheys	Vaarallisen tapahtuman todennäköisyys		Vältettävyyden Av.			
≤ 1 tunti	5	Erittäin todennäköinen	5			
> 1 t - ≤ 1 päivä	5	Todennäköinen	4			
> 1 päivä - ≤ 2 vko	4	Mahdollinen	3	Mahdoton	5	
> 2 vko - ≤ 1 vuosi	3	Harvoin	2	Mahdollista	3	
> 1 vuosi	2	Ei Huomioitava	1	Todennäköistä	1	

Seuraukset sarakeessa määritellään, kuinka vakavat vammat laite voi aiheuttaa. Alueella käyntitiheys sarakeessa merkitään, kuinka usein vaara-alueella pitää käydä ja kuinka pitkään siellä ollaan. Mikäli vaara-alueella ollaan kerralla alle 10 minuuttia, silloin voi pudottaa taulukossa yhden pykälän alaspäin. Vaarallisen tapahtuman todennäköisyys sarakeessa merkitään vaaratilanteen todennäköisyys. Vältettävyyttä määritellään siitä, miten todennäköisesti vaaratilanne pystytään välttämään.

4 TULEVA JÄRJESTELMÄ

4.1 Logiikan valinta

Tulevaa logiikkaa mietittäessä päädyttiin Siemensin tuotteisiin, koska muu linjan turvalogiikka on Siemensin, eikä haluttu yhdistää siihen muun valmistajan turvalogiikkatuotteita. Siemensin tuotteista mietittiin joko Siemensin safety-logiikkaa tai safety etä-i/o:ta, joka liitettäisiin muun linjan turvalogiikkaan. Siemensillä on tarkoitukseen sopivia SIMATIC S7-300F-, 400F-, 1200F- ja 1500F-sarjan turvalogiikkoja. Turva etä-i/o-tuotteita ovat SIMATIC ET200SP F-CPU ja SIMATIC ET200S F-CPU. Etä-I/O:t sulkeutuivat pois vaihtoehdoista siitä syystä, että ne eivät olleet linjan muun turvalogiikan kanssa yhteensopivia. Turvalogiikoista päädyttiin siihen että SIMATIC S7 300F olisi tähän tarpeeseen sopiva logiikka niin fyysisen koon kuin tehokkuutensa vuoksi. Fyysinen koko on sen vuoksi ratkaiseva, että turvalogiikan pitää mahtua vanhan turvareleistys tilalle (Kuva 2).



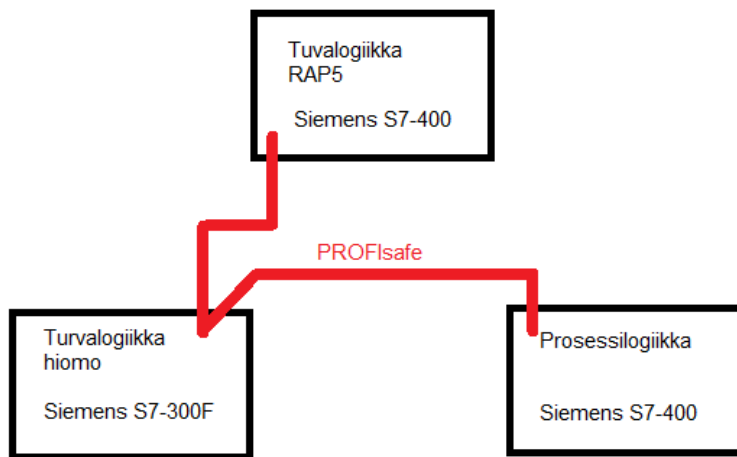
Kuva 2. Turvareleistys

4.2 SIMATIC S7 300F

SIMATIC S7 300F on tarkoitettu ohjauksiin, joissa pitää ottaa huomioon kone- ja prosessiturvallisuuden standardit. Tällä logiikalla voidaan yhdistää kaksi erillistä järjestelmää, erillinen turvalogiikka tai turvareleet sekä laitetta normaalitilanteissa ohjaava logiikka. Tällöin logiikkaohjaimessa toimii kaksi toisistaan erillistä ohjelmaa, tavallinen ohjelma ja turvaohjelma. Turvaohjauksiin tarvitaan lisäksi turvatekniikkaa tukevat lähtö- ja tulomodulit. Ne voidaan kytkeä suoraan CPU:n yhteyteen tai kenttäväylän taakse hajautetuksi I/O:ksi. S7 300F:stä löytyy tuki PROFibus-DP, PROFINet, PROFIsafe ja langaton turvatiedonsiirto IW-LAN -kenttäväylille, joten siihen voidaan liittää väylän välityksellä mm. anturit ja taajuusmuuttajat yhdeksi turvajärjestelmäksi. S7-300-sarja on suunniteltu siten että se kommunikoi saumattomasti S7-400-sarjan logiikka-ohjainten kanssa eli tämä saadaan helposti yhdistettyä muun linjan turvalogiikkaan. 300F logiikka täyttää koneturvallisuusvaatimukset SIL 1,2 ja 3 sekä kategorian 1,2,3 ja 4 ohjaukset.

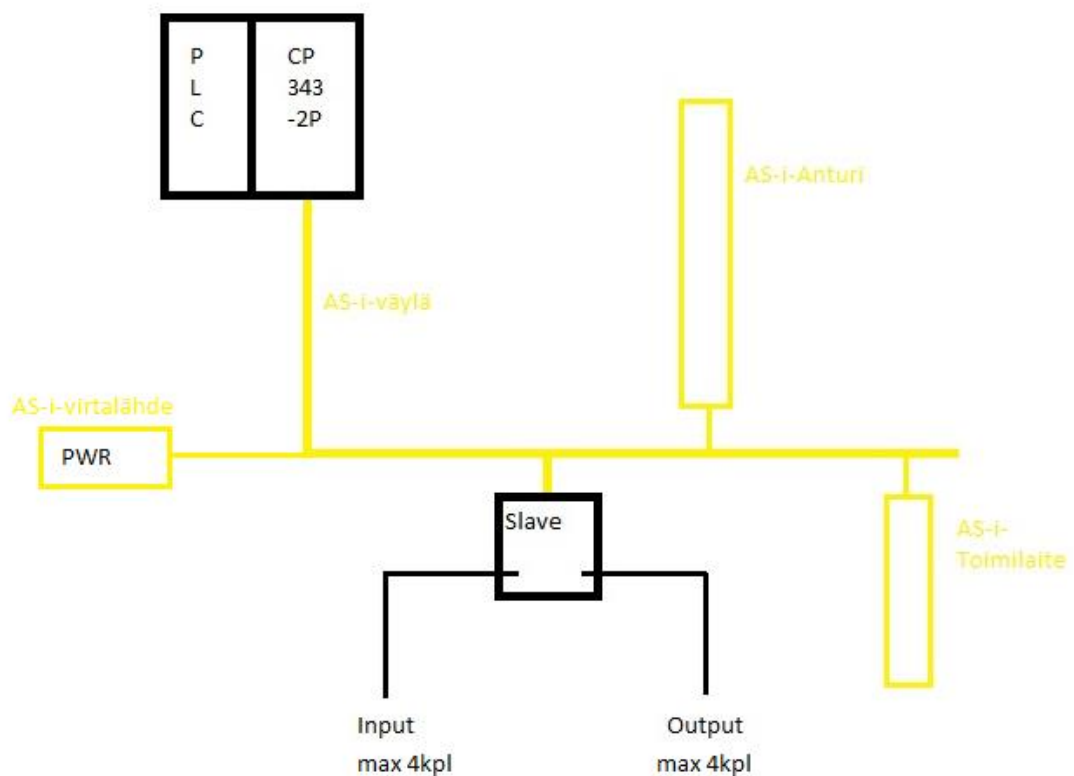
4.3 Väylä

Tällä hetkellä hiomon prosessilogiikan, turvareleistyksen ja RAP5 turvalogiikan välillä ei ole väyläyhteyttä vaan keskustelu on toteutettu perinteisellä i/o-kytkennällä. Väyläratkaisua mietittäessä otettiin huomioon nykyinen tarve ja tulevaisuutta ajatellen laajennusmahdollisuus sekä mahdollisimman hyvä turvallisuustaso. Ratkaisussa päädyttiin PROFIsafe väylään. Tällä väylällä voidaan yhdistää uusi turvalogiikka linjan muuhun turvalogiikkaan ja hiomon prosessilogiikkaan (Kuvio 8). Näin saadaan toimiva yhtenäinen järjestelmä joka on helposti laajennettavissa ja täyttää kaikki korkeimmat kansainväliset turvavaatimukset.



Kuvio 8. PROFIsafe-väylä

Mikäli päätetään uusia kenttälaitteet, pitäisi kentälle rakentaa oma väylä. Kenttäväylää mietittäessä vaihtoehtoista valikoitui kaksi vaihtoehtoa: joko tehdä myös kentälle PROFIsafe-väylä tai erillinen AS-i-väylä. Näistä vaihtoehtoista päädyttiin AS-i-väylään (Kuvio 9), johtuen siihen paremmin saatavilla olevista kenttälaitteista. AS-i-väylä voidaan liittää helposti muihin väyläratkaisuihin ja Siemensiltä löytyy suoraan 300F logiikkaan AS-i-väylä- / masterkortti (CP343-2P). Yhteen masterkorttiin voidaan liittää 31 slavea ja jakamalla slavat A ja B osioihin saadaan määrä tuplattua. Yksi slave sisältää enimmillään neljä digitaalista lähtöä ja tuloa. Siemensin logiikkaan voidaan kytkeä neljä masterkorttia. Väylässä olevan masterin ja slaven välinen etäisyys on maksimissaan 100 m. Käytettäessä repeatteria saadaan etäisyyttä kasvatettua 300 metriin. AS-i-väylään on saatavilla erilaisista materiaaleista tehtyjä kaapeleita, kuten öljynkestäviä, taivutuksen kestäviä tai laivahyväksytyjä.



Kuvio 9. AS-i-väylän rakenne

Tulevaa AS-i-väylää varten tarvitaan neljä masterikorttia (CP 343-2P) ja neljä repeatteria, silloin saadaan jokainen turva-alue oman väylän perään, eikä yhden väylän vikaantuminen vaikuta muihin alueisiin. Yhtenä asiana oli turva-alueiden laajennus, esimerkkinä siitä otettiin hiomakoneiden eristäminen omiksi alueiksi, tämä onnistuu jakamalla alueet mekaanisesti kuten hiomakoneen 4 alue tai va-loverhoilla, turvamagneettikytkimillä ja ohjelmallisesti. Alueiden AS-i-väylät on helposti laajennettavissa, tämä helpottaa alueiden laajennusta.

4.4 Uudet kenttälaitteet

Jos järjestelmä päätetään uusiksi kokonaisuudessaan, niin samalla uusiutuvat myös kenttälaitteet. Tulevat kenttälaitteet valitaan siten, että turvallisuustaso säilyy tai paranee ja vikadiagnostiikka paranee. Yhtenä ongelmakohtana pidettiin ohitusvalokennoja. Ongelmasta päästäisiin kokonaan eroon valitsemalla

oikeanlaiset valoverhot ja niiden ohitus tehtäisiin robottien paikkatietoa käyttämällä, silloin voitaisiin nykyisistä ohitusvalokennoista luopua kokonaan. Valoverhoksi kannattaa valita sellainen joka käy alueen jokaisen valoverhon tilalle, tällöin minimoidaan varaosien tarve. Yksi tällainen valoverho vaihtoehto on esim. LEUZE Compact plus/AS-i.

Nykyiset ovirajat/lukot voidaan käyttää myös uudessa järjestelmässä, se vaatii AS-i i/o-moduulin jotta ne voidaan kytkeä AS-i-väylään. Yksi tällainen vaihtoehto on esim. IFM AC2412, johon voi kytkeä 4 input-tuloa ja 4 output-lähtöä. Vaihtoehtoisesti lukot voidaan korvata suoraan AS-i-väylään kytkettävissä olevilla. Tällainen vaihtoehto on esimerkiksi Siemens 3SE5 312-0SF2. Turvamagneettikytkin Schmersal BN310-2rz-5m tilalle vaihtoehto on esimerkiksi Elobau 171 K4 B, joka tulisi asentaa AS-i-väylään AS-i i/o-moduulin kanssa. Turvalukonpari Jokab js150t/r:n tilalle vaihtoehto on esimerkiksi Leuze SLS 78/R. Laitteet ovat kyseisiin paikkoihin soveltuvia eri valmistajien esimerkkejä. Laiteluettelosta (Liite 2) on laitteet jotka tulee järjestelmään kahdessa eri vaihtoehdossa, jotka ovat vaihtoehto 1: uusi PLC ja uudet kenttälaitteet, vaihtoehto 2: uusi PLC ja vanhat kenttälaitteet. Molemmissa vaihtoehdoissa uusi PLC tulee turvareleistyksen tilalle kaappiin C40.

4.5 Logiikan ohjelmisto

Ohjelmatyökaluiksi Siemens S7 300F turvalogiikan ohjelmointiin valittiin S7 classic tai TIA-portal, kunhan niihin on asennettu S7 distributed safety tai step 7 safety lisäpaketti. Turvaohjelmaa tehtäessä tulee käyttää ohjelmointikielenä joko LAD- tai FBD-ohjelmointikieltä.

Distributed safety ja Step 7 Safety ovat kansainvälisen TÜV-luokituslaitoksen hyväksymiä turvaohjelmatyökaluja, joita käyttämällä saadaan ohjelmiston vaatimustenmukaisuus.

5 POHDINTA

Työn tarkoituksena oli selvittää hiomon turvaporttijärjestelmän nykytilaa ja mahdollisen tulevan turva-automaatiojärjestelmän vaatimuksia. Lisäksi tarkoitus oli selvittää tulevan järjestelmän laitteistoa.

Työ osoittautui yllättävän laajaksi: se sisälsi paljon standardeihin tutustumista ja nykyisen järjestelmän sähkökuviin perehtymistä sekä paljon eri valmistajien tuotteisiin tutustumista.

Tähän työhön kerättiin keskeistä tietoa turvallisuustason, turvallisuudenehdydentason ja turva-automaatiojärjestelmän määrittämiseen. Näiden tietojen perusteella voitiin määritellä tämänhetkinen turvallisuudentaso ja suunnitella tulevaa automaatiojärjestelmää. Turvallisuustason määrittely helpotti tulevan laitteiston määrittelyä. Laitteistoa valittaessa otettiin huomioon jo olemassa oleva järjestelmä, johon uusi laitteisto tulee liittää, tämä vaikutti suuresti siihen millainen laitteisto valittiin.

Tulevan laitteiston osalta saatiin tässä työssä valittua kaksi vaihtoehtoa turvajärjestelmän uusimisen laajuuden mukaan. Ensimmäisessä vaihtoehdossa uusitaan koko järjestelmä sisältäen käytettävän turvalogiikan, kenttälaitteet, väyläratkaisut ja väylätarvikkeet. Toisessa vaihtoehdossa poistetaan pelkästään turvareleistys ja korvataan se PLC:llä. Tässä vaihtoehdossa kaapeloinnin määrä kasvaa suureksi, mutta kenttälaitteita ei vaihdeta. Turvallisuustason, diagnostiikan ja laajennusmahdollisuuden parantamiseksi ensimmäinen vaihtoehto on parempi.

Tämä työ antaa hyvän lähtökohdan turva-automaatiojärjestelmän suunnitteluun ja helpottaa suuresti hiomon uuden automaatiojärjestelmän tarkemman suunnittelun tekemistä.

LÄHTEET

Hietikko, M., Malm, T. & Alanen, J. 2009. Koneiden ohjausjärjestelmien toiminnallinen turvallisuus. VTT tiedotteita 2485, 21

Honkanen, T. 2015. Toiminnallisen turvallisuuden vaatimukset ja soveltaminen. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Insinööriyö, 29

Jussila, T. 2013. Yhteisviat ja intervallitodennäköisyydet vikapuuanalyysissä. Aalto-yliopisto. Kandidaatintyö, 4

Malm, T. & Venho-Ahonen, O. 2010. Automaatiuusintojen turvallisuus konejärjestelmissä. VTT. tutkimusraportti, 16

Robinson, S. 2009. There's Nothing SILly about Machine Safety – Hardware Safety Integrity for SRECS according to BS EN 62061. Pilz Automation Technology UK, 5

SFS-EN 62061, 2009 Koneturvallisuus. Turvallisuuteen liittyvien sähköisten, elektronisten ja ohjelmoitavien elektronisten ohjausjärjestelmien toiminnallinen turvallisuus.

Sundquist, M. 2010. Ohjelmistotyökalun Sistema käyttö koneiden turvatoimintojen suunnittelussa. MetSta nro 09/2010, 9,12

Tukes 2007. Turva-automaatio prosessiteollisuudessa, 4-15

LIITTEET

Liite 1. Turvareleet ja kaapeloinnit

Liite 2. Laiteluettelo

Liite 1

1(2)

Turvareleet ja kaapeloinnit

Turvarele	sijainti	Kaapeloinnin uusiminen, jos vanhat kentälaitteet ja uusi PLC		
			kyllä	ei
A114/29	C40			x
A115/29	C40			x
A110/31	P171		x	
A110/38	C40			x
A111/38	C40			x
A118/40	C40			x
A119/41	C40			x
A124/44	C40			x
A125/44	C40			x
A128/46	C40			x
A129/47	C40			x
A126/49	C40			x
A127/49	C40			x
A110/52	P191		x	
A120/54	C40			x
A130/56	C40			x
A131/56	C40			x
A111/57	C41		x	
A112/57	C41		x	
A111/58	C41		x	
A111/59	C42		x	
A112/59	C42		x	
A111/60	C42		x	
A111/61	C43		x	
A112/61	C43		x	
A111/63	C44		x	
A112/63	C44		x	
A140/66	C40			x
A141/66	C40			x
A111/67	C51		x	
A112/67	C51		x	
A111/69	C52		x	
A112/69	C52		x	
A111/71	C53		x	
A112/71	C53		x	

Liite 1

2(2)

Turvareleet ja kaapeloinnit

Turvarele	Sijainti	kaapeloinnin uusiminen, jos vanhat kenttälaitteet ja uusi PLC		
		Kyllä		Ei
A150/74	C40			x
A151/74	C40			x
A111/75	C61	x		
A112/75	C61	x		
A160/77	C40			x
A161/77	C40			x
A111/79	C45	x		
A112/80	C45	x		
A121/81	C45	x		
A122/82	C45	x		
A200/84	C40			x
A201/85	C40			x
A202/86	C40			x
A210/91	C40			x
A211/91	C40			x
A250/96	C40			x
A251/96	C40			x
A310/102	C40			x
A320/105	C40			x
A321/105	C40			x
A145/140	C40			x
A146/140	C40			x

Liite 2

1(1)

Laiteluettelo

UUSI PLC JA UUDET KENTTÄLAITTEET			
VALMISTA/LAITE	VALMISTA-JAN TYYPPI	MÄÄRÄ	SIJAINTI/KÄYTTÖ
SIEMENS SIMATIC S7-300 CPU 319F-3 PN/DP	6ES7318-3FL01-0AB0	1kpl	C40 KAAPPI
SIEMENS AS-i MASTER CP343-2P	6GK7343-2AH01-0XA0	4kpl	C40 KAAPPI
SIEMENS AS-i POWER 8A PSN 130S	3RX9513-0AA00	4kpl	C40 KAAPPI
SIEMENS AS-i REPEATER	6GK1210-0SA01	4kpl	C40 KAAPPI
SIEMENS DIGITAL I/O MODULE K60R	3RK1400-1CR00-0AA3	8kpl	TURVA-ALUEITTAIN 1kpl, OVIEN TURVALUKOILLE
SIEMENS DIGITAL I/O MODULE K45	3RK1400-1BQ20-0AA3	4kpl	NOSTO-OVET, TURVA-MAGNEETTIKYTKIMILLE
SIEMENS AS-i M12 FEEDERS	3RK1901-1NR10	1kpl	TURVAMAGNEETTIKYTKIMELLE
SIEMENS TURVALUKKO 3SE5	3SE5312-0SF2	20kpl	OVIEN TURVALUKOT
LEUZE Compact plus/AS-i LÄHETIN	CT30-1200/A	7kpl	TURVAVALOVERHO
LEUZE Compact plus/AS-i VASTAANOTIN	CR30-1200/A	7kpl	TURVAVALOVERHO
LEUZE TURVAVALOKENNOPARI	SLS 78/R	1kpl	HLR-ROBOTTI
ELOBAU TURVAMAGNEETTIKYTKIN	171 K4 B	5kpl	NOSTO-OVET+HLR
UUSI PLC JA VANHAT KENTTÄLAITTEET			
SIEMENS SIMATIC S7-300 CPU 319F-3 PN/DP	6ES7318-3FL01-0AB0	1kpl	C40 KAAPPI
SIEMENS SITOP PSU100S 20A	6EP1336-2BA10	1kpl	C40 KAAPPI
SIEMENS ET 200M DI MODULE SM 326F	6ES7326-1BK	10kpl	C40 KAAPPI
SIEMENS ET 200M D0 MODULE SM 326F	6ES7326-2BF	5kpl	C40 KAAPPI