



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

HÄTÄ-SEIS-PIIRIEN KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA

TEKIJÄ/T: Sami Melasalmi

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Sami Melasalmi			
Työn nimi Hätä-seis-piirien kunnossapitosuunnitelma			
Päiväys	16.11.2015	Sivumäärä/Liitteet	47/1
Ohjaaja(t) automaatioinsinööri Jukka Sauriala, yliopettaja Ari Suopelto ja lehtori Asko Tikanoja			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Botnia Mill Service, Metsä Fibre			
Tiivistelmä <p>Työn tarkoituksena oli luoda yhtenäinen ja selkeä kunnossapitosuunnitelma Metsä Fibren sellutehtaan hätä-seis-piireille sekä yhtenäistää hätä-seis-piirien kunnossapitoa tehtaan alueiden välillä. Työ toteutettiin kuorimon, massalinjan ja kuivaamon alueilla.</p> <p>Kunnossapitosuunnitelma koostuu hätä-seis-laitteiston listauksesta ja niiden yksityiskohtaisista huolto- ja kunnossapito-ohjeista. Kunnossapitosuunnitelmasta tehtiin myös tilaajalle jäävä SAP-versio. Kunnossapitosuunnitelman raportissa selvitettiin myös työn tilaajan puolesta, millainen olisi moderni turvalogiikoilla toteutettu hätä-seis-ratkaisu.</p> <p>Työssä hyödynnettiin hätä-seis-laitteistoon liittyviä standardeja ja valmistajien ohjeita. Käytettäviä standardeja olivat SFS 13850, SFS-EN ISO 13849-1 ja SFS-EN 60947-5-5. Osa suunnittelutyöstä tehtiin yhteisössä tehtaan prosessi – ja huoltohenkilökunnan kanssa.</p> <p>Lopputuloksena saatiin kattava lista kuorimon, massatehtaan ja kuivaamon hätä-seis-piireistä sekä niiden huolto- ja kunnossapito-ohjeista.</p>			
Avainsanat Hätä-seis, kunnossapitosuunnitelma			
Julkinen			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author(s) Sami Melasalmi			
Title of Thesis Maintenance Plan for Emergency Stop Circuits			
Date	November 16, 2015	Pages/Appendices	47/1
Supervisor(s) Mr. Jukka Sauriala, Automation Engineer; Mr. Ari Suopelto, Principal Lecturer and Mr. Asko Tikanoja, Senior Lecturer			
Client Organization /Partners Botnia Mill Service, Metsä Fibre			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this final project was to create a coherent and simple maintenance plan for emergency stop circuits at Metsä Fibre pulp mill in Äänekoski. The work was carried out in the areas of debarking, chemical pulping and drying. The plan was to unify the maintenance of emergency circuits between the areas of the mill.</p> <p>The maintenance plan consists of a list of emergency equipment and their detailed service and maintenance instructions. There was also a SAP version of the maintenance plan. Requested by the employer, the report of the maintenance plan also includes a summary of an engineering plan for a modern emergency stop system. The standards concerning emergency stop systems were utilized at the work as well as manufacturer's manuals. The standards SFS 13850, SFS-EN ISO 13849-1 and SFS-EN 60947-5-5 were used. Part of the planning work was made in co-operation with the staff of the plant working on the process and maintenance units.</p> <p>The final result was a full and coherent list of emergency stop circuits and a maintenance plan for the debarking, pulp and drying departments</p>			
Keywords emergency stop, maintenance plan			
public			

ESIPUHE

Työn on avannut minulle paljon uusia näkökulmia sähkötekniikasta ja insinööriyöskentelystä. Haluan kiittää työstäni Savonia-ammattikorkeakoulua, Metsä Fibreä ja Botnia Mill Serviceä. Erityiskiitokset haluan osoittaa automaatio-insinöörille Jukka Saurialalle, yliopettajalle Ari Suopellolle ja lehtori Asko Tikanojalle. Kiitokset myös kaikille, jotka ovat olleet osallisena työssäni.

Kuopiossa 1.11.2015

Sami Melasalmi

SISÄLTÖ

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT	7
1 JOHDANTO	7
2 HÄTÄ-SEIS-PERUSTEET	8
2.1 Teoria	8
2.1.1 Pysäytysluokat	9
2.1.2 Turvaluokat	9
2.2 Hätä-seis-tyypit.....	13
3 MODERNIN HÄTÄ-SEIS-PIIRIN TOTEUTUS	14
3.1 Turvarele.....	14
3.2 Turvalogiikka	17
3.3 Hätä-seis-piirin suunnittelu, laskenta ja toteutus	18
3.3.1 Suunnittelu	18
3.3.2 Laskenta.....	20
3.3.3 Toteutus.....	22
4 KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA	25
4.1 Kunnossapitosuunnitelman idea	25
4.2 Kohteet ja kartoitus.....	26
4.3 Kohteiden arviointi	26
4.4 SAP.....	26
5 KÄYTÄNNÖN TOTEUTUS	28
5.1 Huoltoseisakit	28
5.2 Prosessialueet.....	28
5.2.1 Puunkäsittely	28
5.2.2 Massalinja.....	28
5.2.3 Kuivaamo	29
5.2.4 Kunnossapitosuunnitelman testaus.....	29
6 YHTEENVETO.....	31
LÄHDELUETTELO.....	32
LIITE1: KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA.....	33

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

PL = Suoritustaso

PL_r = Vaadittava suoritustaso

B_{10d} = Syklien määrä kunnes 10 %:lle komponenteista on vikaantunut vaarallisesti

T_{10d} = Keskimääräinen aika kunnes 10 %:lle aiheutuu vakava vika

PFH_D = Vaarallisen vikaantumisen todennäköisyys tuntia kohden

MTTF = Vaarallinen keskimääräinen vikaantumisaika

n_{op} = Syklien määrä vuotta kohden

d_{op} = Operointipäiviä vuotta kohden

h_{op} = Operointitunteja päivää kohden

t_{cycle} = Syklin pituus (s)

DC = Diagnostiikan kattavuus

CCF = Yhteisvikaantuminen

1 JOHDANTO

Tämän työn aihe on hätä-seis-piirien kunnossapitosuunnitelma. Raportti käsittelee teorioita ja standardeja. Kunnossapitosuunnitelman käsittelyn lisäksi on esitetty, millainen on moderni turvalogiikoilla toteutettu hätä-seis-järjestelmä.

Työn tarkoituksena on laatia hätä-seis-piirien kunnossapitosuunnitelma Äänekosken Metsä Fibren sellutehtaalle. Kunnossapitosuunnitelma toteutetaan puunkäsittelyssä, massatehtaalla ja kuivaamolla. Kunnossapitosuunnitelma sisältää alueiden hätä-seis-kytkimet ja -vaijerit sekä hätä-seis-kytkimillä varustetut turvareleet. Kunnossapitosuunnitelman yksi tarkoitus on myös selkeyttää ja yhtenäistää hätä-seis-piirien nykyistä kunnossapittoa ja laatia siitä kirjallinen versio.

Työn aikana perehdytään kunnossapitosuunnitelman lisäksi hätä-seis-piirien toimintaan, niitä koskeviin standardeihin ja Metsä Fibren tuotantolaitokseen sekä sen sisällä toimivaan huoltoyritykseen Botnia Mill Serviceen (BMS).

Kunnossapitosuunnitelman lisäksi työhön on sisällytetty teoriaa hätä-seis-piireistä, joka sisältää niin toiminnallisia kuin suunnitteluun ja valintaperusteisiin liittyviä tekijöitä. Työssä esitetään esimerkkejä erityyppisten hätä-seis-laitteiden toiminnasta ja pohdinta hätä-seis-piirien toteuttamisesta uudessa tuotantolaitoksessa. Lopussa on myös kappale, joka sisältää testauspöytäkirjan kahdesta kuorimon hätä-seis-piiristä ja esityksen tehtaalle tehdystä SAP-versiosta.

Yhteistyökumppanit

Yhteistyökumppaneina työssä ovat Savonian ammattikorkeakoulu, Metsä Fibre ja Botnia Mill Service (BMS). Työ tehdään Äänekoskella sijaitsevalle Metsä Fibren tehtaalle. Metsä Fibren sellutehdas on yksi neljästä Suomessa toimivasta tehtaasta, ja se on valmistunut vuonna 1985. Se tuottaa ECF-valkaistua havu- ja lehtipuusellua yhdellä linjalla 530 000 tonnia vuodessa. Tehdas on erikoistunut tuottamaan kartongin, pehmo- ja erikoispaperin valmistukseen käytettävää sellua, josta 13 % menee vientiin. Laitos käyttää puuta 2,3 miljoonaa m³ vuodessa täydellä kapasiteetilla. Prosessin aikana syntyvien oheistuotteiden energiaa, jota ei sellunvalmistukseen tarvita, käytetään sähköntuotantoon (Metsä Fibre 2015. Tuotantolaitokset.) Vuonna 2013 tehtaan sähköenergian omavaraisuus oli 143,7 % (Metsä Fibre 2015, Avainluvut).

Metsä Fibre on osa Metsä Groupia, jonka omistussuhteet jakautuvat seuraavasti: Metsäliitto osuuskunta 50,2 %, Metsä Board 24,9 % ja japanilainen yleiskauppayritys Itochu Corporation 24,9 % (Metsä Fibre 2015, Omistusrakenne). Tehtaalla Metsä Fibren oma henkilökunta vastaa pääasiassa prosessista ja sen jatkuvuudesta. Huolto- ja kunnossapito on annettu tehtaalla toimivalle Botnia Mill Servicelle, joka huoltaa sekä korjaa sähkö- ja konepuolen laitteistoa. BMS:n työntekijöihin kuuluu myös mekaanisen ja sähköpuolen suunnitteluosastot. BMS:n omistussuhteet jakautuvat seuraavasti: Metsä Fibre 50,1 %, Caverion Industria 49,9 % (BMS 2014b, 5). Henkilöstöä tehtaalla on 171, josta 52 on BMS:n työntekijöitä (BMS 2014a, 6).

2 HÄTÄ-SEIS-PERUSTEET

2.1 Teoria

Hätä-seis-painikkeet ja -vaijerit ovat tärkeitä, koska tietyillä alueilla on vaarana, että työntekijä voi joutua prosessin väliin tai liikkuvan osan kanssa kontaktiin. Esimerkkinä on tästä iso osa kuorimon alueen kuljettimista. On tärkeää, että kohteeseen on asennettu hätä-seis-kytkin tai -vaijeri, jotta vaaran sattuessa laite saadaan pysäytettyä ja näin välttyä henkilö- ja laitevahingoilta.

Koneturvallisuusstandardi SFS 13850 kohta 3.1 määrittelee hätä-seis-toiminnon: " toiminto jonka tarkoituksena on torjua uhkaavia tai pienentää olemassa olevia henkilöihin kohdistuvia vaaroja ja koneisiin tai meneillään olevaan työprosessiin kohdistuvaa vahinkoa ". Kohta 3.1 jatkaa määritelmää

lisäämällä: "...käynnistyä yhdellä ihmisen suorittamalla toimenpiteellä" (SFS 13850 3.1). Häätä-seis-toiminto on siis tarkoitettu torjumaan ja suojelemaan henkilö ja prosessivahinkoja. Häätä-seis-toimintoa ei siis saa käyttää erillisenä suojaustoimenpiteenä. Standardi SFS 13850 kohta 4.1.2 määrittelee: "Hätäpysäytystoimintoa ei saa käyttää suojausteknisten toimenpiteiden ja muiden turvatoimintojen korvaajana, vaan se olisi suunniteltava käytettäväksi täydentävänä suojaustoimenpiteenä..." (SFS 13850 4.1.2). Standardissa SFS 13850 kohdassa 4.1.1 todetaan hätäpysäytystoiminnon vaatimuksista seuraavasti: "Hätäpysäytystoiminnon on oltava saatavilla ja toimintakunnossa koko ajan ja sen on oltava koneen kaikkien toimintatapojen aikana ensisijainen muihin toimintoihin ja käyttötoimenpiteisiin nähden heikentämättä mitään loukkuun jääneiden henkilöiden vapauttamiseksi suunniteltuja välineitä" (SFS 13850 4.1.1). Standardin SFS 13850 kohdista 4.1.1 ja 4.1.2 voidaan todeta, että häätä-seis on suunniteltu hätätilanteessa ensisijaiseksi toimenpiteeksi, jota ei voida korvata tai/ja siihen ei voi vaikuttaa muiden laitteiden toiminnoilla.

Hätä-seis-painikkeiden ja vaijerien lisäksi on kehitelty erityyppisiä häätä-seis-laitteistoja. Pelkkien painikkeiden ohella voidaan käyttää turvarajoja, -aitoja, -mattoja tai optisia turvalaitteita kuten turvaverhoja (OEM AUTOMATIC 2015. Tuotteet).

2.1.1 Pysäytysluokat

Hätä-seis-piirin pysäytystapaan liittyy häätä-seis-kojeen pysäytysluokitus, joka määrittää sen, kuinka laite pysäytetään. Häätä-seis-pysäytysluokitukset määräytyvät standardin SFS 13850 kohdan 4.1.4 mukaisesti luokkiin 0 ja 1. Luokat 0 ja 1 määritellään seuraavasti. Pysäytysluokka 0: "välitön tehonsyötön katkaisu toimilaitteelle (-laitteille)". Pysäytysluokka 1: "Hallittu pysähtyminen säilyttäen tehonsyötön toimilaitteelle (-laitteille) pysähtymisen aikaan saamiseksi sekä tehonsyötön katkaisu, kun pysähtyminen on saatu aikaan, (SFS 13850 4.1.4.)

2.1.2 Turvaluokat

Toinen luokitus, joka vaikuttaa häätä-seis-laitteiston suunnitteluun, on tarvittava turvaluokitus. Standardissa SFS-EN ISO 13849-1 määritellään eri turvaluokat. Luokat ovat B, 1, 2, 3 ja 4, jotka määräytyvät niiden turvallisuustason ja ominaisuuksien perusteella. Luokituksen perusteella nähdään järjestelmän toimintaan ja vikakestoisuuteen liittyviä tekijöitä. Näille tekijöille on määritelty suunnittelunäkökohdat, jotka on esitetty standardin SFS-EN ISO 13849-1 kohdassa 6.1. Kohta 6.1 määrittää esimerkiksi vaaditun suoritustason PLr ja vaarallisen keskimääräisen vikaantumisaajan $MTTF_d$ ja diagnostiikan kattavuuden DC (SFS-EN ISO 13849-1 6.1). Muita standardiin liittyviä suunnitteluperiaatteita ovat B10d, T10d, CCF ja PFHD. Suunnitteluperiaatteita yhdistämällä saadaan valikoitua turvaluokitus. Valinta on esitetty tarkemmin luvussa 3.4 (ABB AB, Jokab Safety 2011, 3.)

2.1.2.1 Turvaluokka B

Suppein luokitus turvaluokka B määritellään standardissa SFS-EN ISO 13849-1 kohdassa 6.2.3.. Kohdassa 6.2.3 määrittelee, että "...ohjausjärjestelmän osat on vähintäänkin suunniteltava, rakennettava, valittava, koottava ja yhdistettävä asiaankuuluvien standardien mukaisesti käyttämällä tiettyä sovel-

lusta vastaavia turvallisuuden peruseriaatteita siten, että ne kestävät: odotettavissa olevat käyttökuormitukset, käsiteltävien aineiden vaikutukset ja muut merkittävät ulkoiset vaikutukset” (SFS-EN ISO 13849-1 6.2.3). Standardi SFS-EN ISO 13849-1 kohta 6.2.3 määrittelee suunnittelulähtökohtia seuraavasti: ”Luokan B järjestelmällä ei ole lainkaan diagnostiikan kattavuutta ($DC_{avg} = \text{nolla}(\text{none})$) ja kunkin kanavan keskimääräinen vaarallinen vikaantumisaika ($MTTF_d$) voi olla pieni tai keskimääräinen...”. ”Luokassa B suurin saavutettavissa oleva suoritustaso on PL b.” (SFS-EN ISO 13849-1 6.2.3). Kuvassa 1 on esitetty luokan B rakenne.



KUVA 1. Luokkaa B esittävä rakenne (SFS-EN ISO 13849-1 6.2.3)

Kuvassa 1 esiintyvät osat ovat: logiikka (L), tuloyksikkö (I esim. anturi), lähtöyksikkö (O esim. pääkontaktori), kytkentävälineet (i_m) (SFS-EN ISO 13849-1 6.2.3).

2.1.2.2 Turvaluokka 1

Turvaluokka 1 sisältää samat kohdat kuin luokka B mutta sisältää standardin SFS-EN ISO 13849-1 kohdan 6.2.4 mukaisia lisävaatimuksia. Kohta 6.2.4 määrittelee: ”Luokan 1 mukaiset turvallisuuteen liittyvät ohjausjärjestelmän osat on suunniteltava ja rakennettava käyttäen hyvin koeteltuja komponentteja ja noudattaen hyvin koeteltuja turvallisuuseriaatteita.” Standardin kohta määrittää hyvin koetellun komponentti seuraavasti: ”...hyvin koeteltu komponentti on sellainen: jota on joko käytetty aikaisemmin laajasti ja josta on hyviä kokemuksia vastaavissa sovelluksissa, tai joka on valmistettu ja todennettu noudattamalla periaatteita, joilla osoitetaan komponentin sopivuus ja luotettavuus turvallisuuteen liittyvissä sovelluksissa.” Suunnittelulähtökohtien puolesta luokka 1 eroaa siten, että sen kunkin kanavan MTTF:n tason on oltava erittäin korkea. Suurin saavutettavissa oleva suoritustaso on PL c. (SFS-EN ISO 13849-1 6.2.4). Kuvassa 2 on esitetty luokan 1 rakenne.

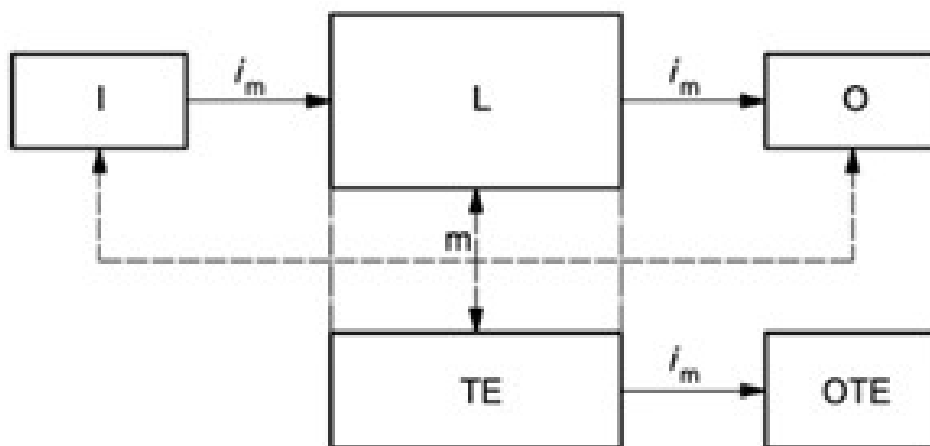


KUVA 2. Luokkaa 1 esittävä rakenne (SFS-EN ISO 13849-1 6.2.4)

Kuvasta 2 huomataan, että rakenne vastaa luokan B rakennetta, mutta ainoa erottava tekijä on standardin SFS-EN ISO 13849-1 vaatimus ”hyvin koeteltujen komponenttien” käytöstä.

2.1.2.3 Turvaluokka 2

Luokassa 2 sovelletaan myös luokan B kohtia ja lisäksi on noudatettava luokan 1 ”hyvin kohdeltuja turvallisuusperiaatteita”. Näihin kohtiin lisänä standardin EN ISO 13849-1 kohta 6.2.5 määrittelee: ”Luokan 2 turvallisuuteen liittyvät ohjausjärjestelmän osat on suunniteltava siten, että koneen ohjausjärjestelmä tarkistaa niiden toiminnot väliajoin...” (SFS-EN ISO 13849-1 6.2.5). Standardi jatkaa: ”...keskimääräisen diagnostiikan kattavuuden (DC_{AVG}) tason on oltava matala”. ”...keskimääräisen vikaantumisaajan ($MTTF_d$) tason on oltava matala...korkea riippuen vaadittavasta suoritustasosta PL_r .” (SFS-EN ISO 13849-1 6.2.5). DC_{AVG} standardissa on vähimmäisvaatimus. Suurin suoritustaso, joka luokalla 2 voidaan saavuttaa, on PL d. Kuvassa 3 on esitetty luokan 2 rakenne.

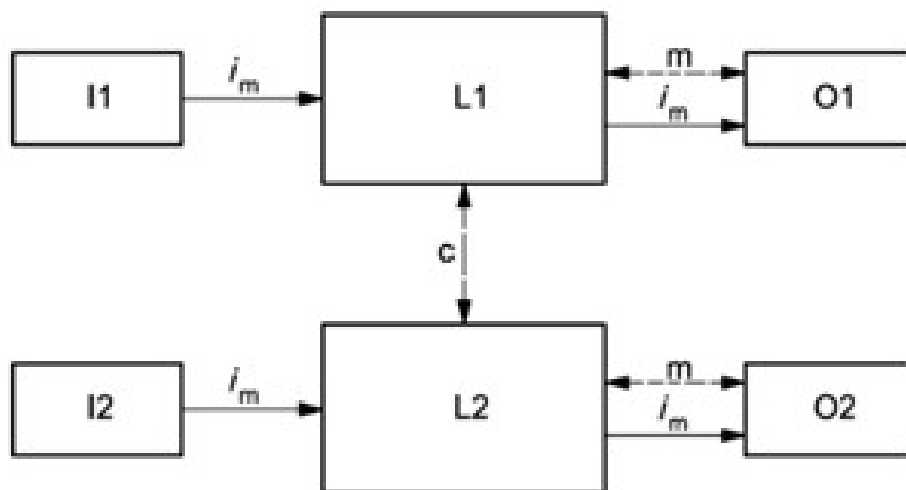


KUVA 3. Luokkaa 2 esittävä rakenne (SFS-EN ISO 13849-1 6.2.5).

Kuva 3 sisältää luokkien B ja 1 osien lisäksi valvonnan (m), testauslaitteiston (TE) ja testauslaitteiston lähdöt (OTE). Valvonta on yhdistetty tuloyksikköön, logiikkaan ja lähtöyksikköön, jolloin standardin kohdan 6.2.5 valvontaan liittyvät vaatimukset saadaan täytettyä.

2.1.2.4 Turvaluokka 3

Luokkaan 3 sovelletaan luokan b kohtia ja vaaditaan, että noudatetaan 1 luokan ”hyvin koeteltuja turvallisuusperiaatteita.” Lisäksi standardin SFS-EN ISO 13849-1 kohta 6.2.6 määrittää, että ”Luokan 3 mukaiset turvallisuuteen liittyvät ohjausjärjestelmän osat on suunniteltava siten, että yksittäinen vika missä tahansa näissä osissa ei johda turvatoiminnon menettämiseen...” Lisäys tarkoittaa, että turvatoiminnot on kahdennettu. Suunnitteluperiaatteista kohta 6.2.6 määrittää, että ”...keskimääräisen diagnostiikan kattavuuden (DC_{AVG}) on oltava matala. Kunkin redundanttisen kanavan vaarallisen keskimääräisen vikaantumisaajan ($MTTF_d$) tason on oltavan matala...korkea riippuen vaadittavasta suoritustasosta (PL_r)” (SFS-EN ISO 13849-1 6.2.6). Kuvassa 4 on esitetty luokan 3 rakenne.

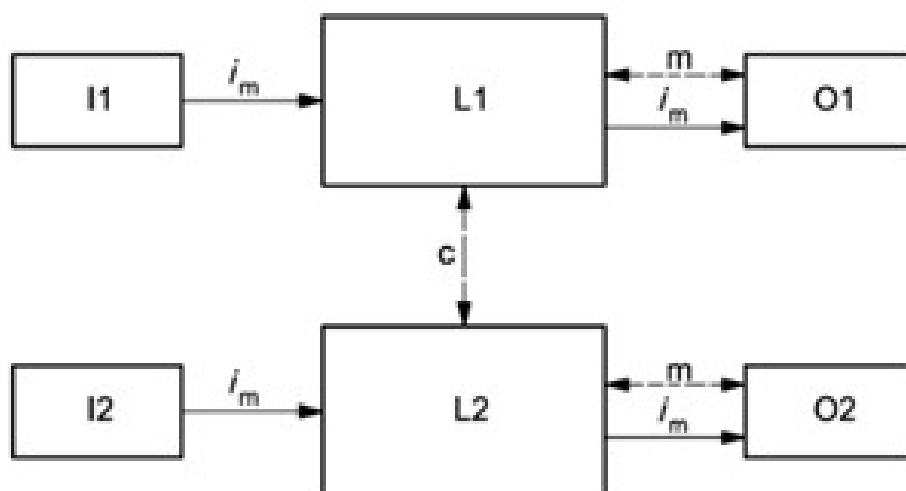


KUVA 4. Luokkaa 3 esittävä rakenne (SFS-EN ISO 13849-1 6.2.6.)

Kuvasta 4 voidaan nähdä luokan 3 kahdennettu rakenne. C:llä merkitty katkoviiva kuvaa ristiinvalvontaa.

2.1.2.5 Turvaluokka 4

Turvaluokka 4 soveltaa samoja kohtia kuin B luokka. On noudatettava luokan 1 ”hyvin koeteltuja turvallisuusperiaatteita”. Lisänä standardin SFS-EN ISO 13849 kohta 6.2.7 vaatii että: ”luokan 4 mukaiset turvallisuuteen liittyvät ohjausjärjestelmän osat on suunniteltava siten, että: ”yksittäinen vika ei missään näissä turvallisuuteen liittyvissä osissa johda turvatoiminnon menettämiseen, ja yksittäinen vika paljastuu turvatoimintojen seuraavan vaateen yhteydessä tai ennen sitä, esimerkiksi välittömästi tehon päällekytkeytyessä tai koneen toimintajakson lopussa.” Suunnitteluperiaatteiden osalta kohta 6.2.7 määrittelee että: ”...keskimääräisen diagnostiikan kattavuuden(DCAVG) tason on oltava korkea. Kunkin redundanttisen kanavan vaarallisen keskimääräisen vikaantumisaajan tason on oltava korkea.” (SFS-EN ISO 13849-1 6.2.7.) Kuvassa 5 on esitetty luokan 4 rakenne.

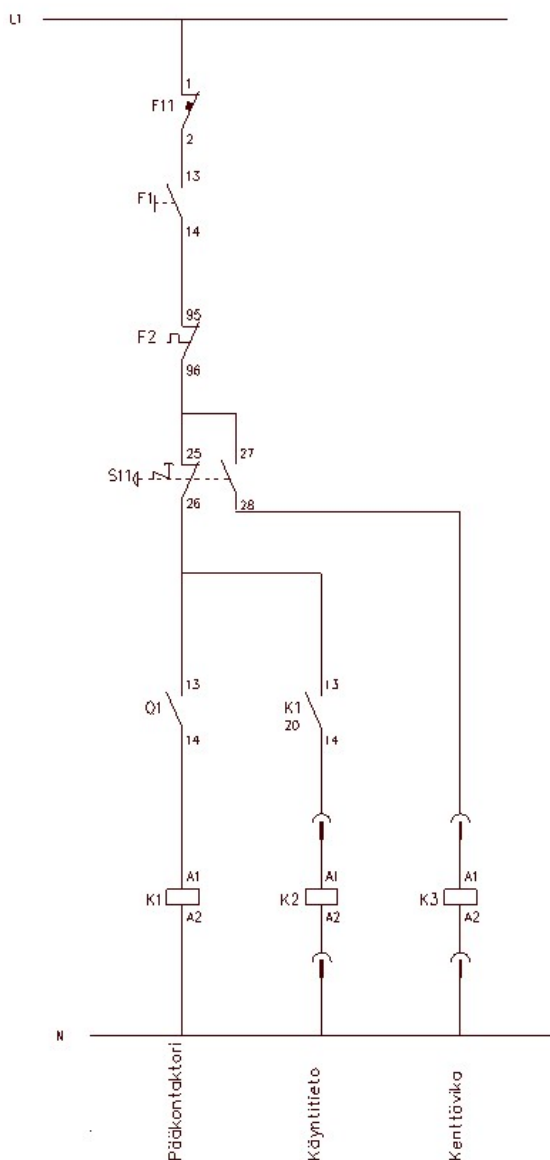


KUVA 5. Luokkaa 4 esittävä rakenne (SFS-EN ISO 13849-1 6.2.7)

Kuvassa 5 luokan 4 rakenne ei eroa luokan 3 kuvasta 4. Vaan ainoana erona on, kuten luokissa B ja 1, standardissa SFS-EN ISO 13849-1 esitetyt vaatimukset. Luokan 4 laitteistolla on kattavin turvaluokitus. (SFS-EN ISO 13849-1 6.2.7)

2.2 Hätä-seis-tyypit

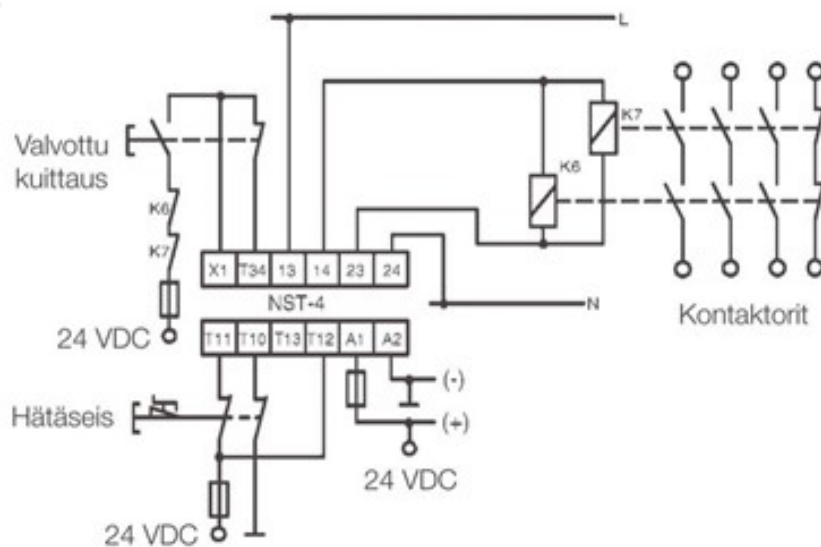
Tehtaalla olevat tyypit ovat tavallisimmin painikkeita tai vaijereita ilman turvareilaita. Kuvassa 6 on esitetty periaatteellisesti perinteisen hätä-seis-piirien kytkentä ja toiminta.



KUVA 6. Hätä-seis piirin periaatekytkentä

Painiketta tai vaijeria (S11) painettaessa tai vedettäessä käyntitiedon (K2) ja pääkontaktorin kelan (K1) katkeavat ja valvomoon tulee kenttävikahälytys (K3). Kuvasta nähdään myös se, ettei piiriä saada toimintakuntoon muutoin kuin painiketta kuittaamalla.

Uudemmat hätä-seis-piirit on toteutettu turvareileilla, joilla käyttäjä voi kytkentöjen avulla valita turvatason. Kuvassa 7 on esitetty periaatteellinen turvareilellä toteutetun hätä-seis-piirin esimerkki.



KUVA 7. Hätä-seis-piirin periaatekytkentä turvareleistyksellä toteutettuna (OEM AUTOMATIC 2015. Yleistä turvareleistä.)

Turvareleillä voidaan toteuttaa pysäytysluokan 1 hätä-seis-ratkaisuja, jolloin painikkeen painamisen jälkeen tehon syöttöä ei katkaista suoraan, vaan se katkaistaan hallitusti määritellyn ajan kuluttua (SFS 13850 4.1.4). Turvareleillä voidaan valvoa ja välttää vaaratilanteita tehokkaammin kuin perinteisellä hätä-seis-ratkaisulla ilman turvareleistystä (OEM AUTOMATIC 2015. Yleistä turvareleistä).

3 MODERNIN HÄTÄ-SEIS-PIIRIN TOTEUTUS

Yhtenä osana työtä oli esittää, kuinka modernissa ja uudessa tuotantolaitoksessa toteutettaisiin hätä-seis-piiri. Osiossa käydään ensin läpi yleisempien turvareleiden ja uudempien turvalogiikoiden ominaisuuksia ja eroja. Lopussa on esitetty, mitä vaiheita nykypäivän hätä-seis-piirin suunnittelu vaatii ja millainen se on rakenteeltaan.

3.1 Turvarele

Turvareleillä saadaan hätä-seis-piiristä huomattavasti monipuolisempi kuin perinteisellä hätä-seis-ratkaisulla. Turvareleillä voidaan valvoa kytkimien, painikkeiden ja turvavaloverhojen lisäksi kontaktoreja, venttiilejä, turvapiirin oikosulkuja, moottorin pysäyttämistä ja jännitekatkoksia. Releen ulkopuolisten laitteiden lisäksi se pystyy valvomaan omaa toimintaansa. Releillä voidaan haluttaessa toteuttaa myös viiveellinen pysäytys. Jos vika ilmenee turvapiirissä, rele ei anna käynnistää laitetta, ennen kuin vika on korjattu. (OEM AUTOMATIC 2015. Duelco turvarele NST-2009) Turvareleistystä käytettäessä käyttäjä määrittelee kohteen tarpeen mukaan luvussa 2.2.2 esitetyn turvaluokituksen. Luvussa 2.2.2 esitettyjen kytkentöjen mukaisesti saadaan turvaluokitusta muutettua muuttamalla kytkentöjä tai lisäämällä mittaavia ja valvovia elimiä. Esimerkiksi on otettu Duelcon NST-2009-turvarele (kuva 8), jolla voidaan toteuttaa turvaluokan 4 ja pysäytysluokan 1 mukaiset hätä-seis-piiri. Rele kykenee siis kaikkein kattavimpiin turvatoimintoihin. Kyseistä relettä voidaan käyttää hätä-seis-

painikkeiden ja -vaijerien lisäksi muun muassa turvarajakytkinten, -valoverhojen ja magneettikytkinten yhteydessä. (OEM AUTOMATIC 2015. Duelco turvarele NST-2009.)



KUVA 8: NST-2009 turvarele (OEM Automatic 2015, Duelco-turvarele NST-2009.)

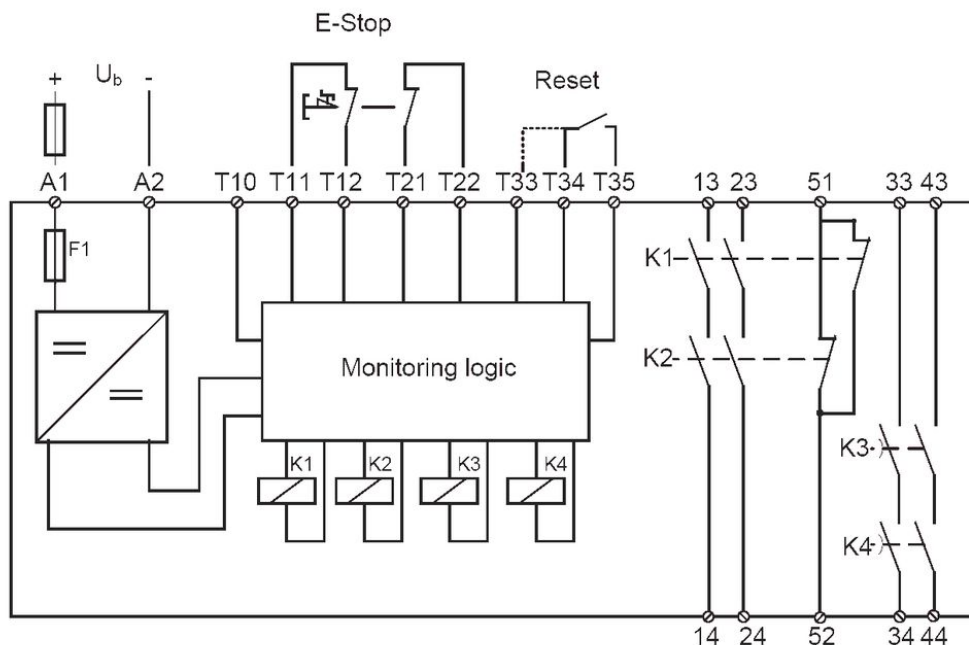
Relessä on numeroidut liittimet ja säätimet katkaisuviiveelle, joka on esitetty kuvassa 9.

Etulevy

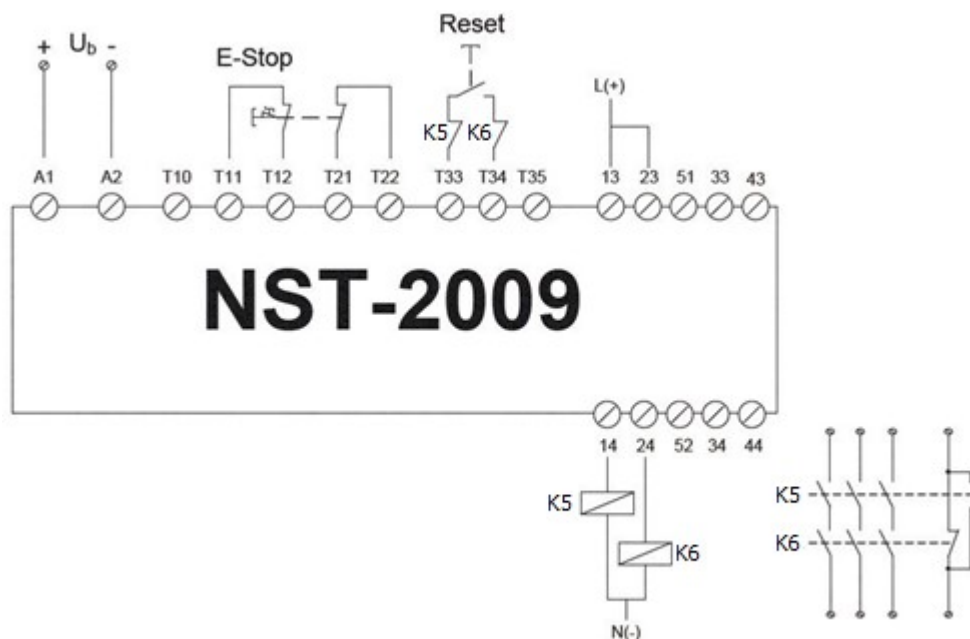
T21	T22	A2	51	33	34	A1: Syöttöjännite (+)
A1	T11	T12	52	43	44	A2: Syöttöjännite (-)
+	U _b					T10: 1-kanavainen kytkentä
+	K1					T11-T12: Hätäseis sisääntulo
+	K2					T21-T22 Hätäseis sisääntulo
+	K3(d)					T33-T34-T35: Kuittauksen sisääntulo
+	K4(d)					13-14: NO turvaulostulo
T10	T33		13	14		23-24: NO turvaulostulo
T35	T34		23	24		33-34: NO turvaulostulo viiveellä
						43-44: NO turvaulostulo viiveellä
						51-52: NC signaaliulostulo

KUVA 9: Duelco NST-2009 turvareleen etulevy ja merkintöjen selitykset (OEM Automatic 2015, Duelco-turvarele NST-2009.)

Kuvissa 10 ja 11 on esitetty releen NST-2009 sisäiset komponentit ja esimerkkikytkentä hätä-seispiiristä jolla valvotaan ja ohjataan kontaktoria. (OEM AUTOMATIC 2015, Duelco turvarele NST-2009)



KUVA 10: Turvareleen sisäiset komponentit (OEM Automatic 2015, Duelco-turvarele NST-2009.)



KUVA 11. esimerkkikytkentä kontaktorin valvonnasta (OEM Automatic 2015, Duelco-turvarele NST-2009.)

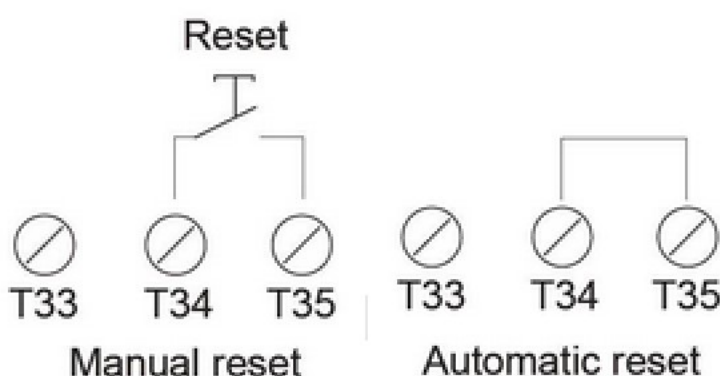
Kuvissa 10 ja 11 hätä-seis-painiketoiminto on kahdennettu kahdella avautuvalla koskettimilla, jotka on liitetty releen T11 - T12 ja T21 - T22 liittimiin. Oikosulun valvonta on toteutettu asettamalla johdot samanaavaisiksi. Hätä-seis-piirit on siis asetettu kahdelle kanavalle eli releessä on kaksi turvapiiriä. Painikkeen painaminen katkaisee kuvan 9 kontaktoreilta K1 - K4 virran, jolloin niiden koskettimet aukeavat. Tällöin valvotun kontaktorin ohjausvirta, joka on tuotu napojen 13 - 14 ja 23 - 24 kautta, katkeaa ja avaa ohjattavan kontaktorien K5 ja K6 koskettimet. Mikäli käytössä on pysäytysluokan 1 laitteisto, on valvotun kontaktorin ohjausvirta tuotu napojen 33 - 34 ja 43 - 44 kautta.

Kun valvottavat kontaktorit K5 ja K6 avautuvat, avautuvat myös sen avautuvat koskettimet, joiden kautta kuittauspainikkeen signaali kulkee. Kytkemällä kuittauspainike napoihin T33 - T34 painiketoiminto on valvottu. Valvottu tarkoittaa sitä että kuittauspainikkeen tulee palautua. Valvotulla painiketoiminolla estetään esimerkiksi painikkeen teippaaminen. Viemällä kuittaussignaalin virrat valvottavan kontaktorin avautuvien koskettimien kautta varmistetaan, että kuittaustoiminto ei toimi, mikäli kontaktori on jumittunut kiinni. Tällöin kontaktori joudutaan vaihtamaan tai huoltamaan, ennen kuin rele voidaan kuitata. Releeseen voidaan asettaa myös manuaalinen ja automaattinen kuittaus kuvan 12 mukaisesti. (OEM AUTOMATIC 2015. Duelco-turvarele NST-2009.) Valvottu kuittaus on kattavin turvallisuutensa puolesta, sillä manuaalinen kuittaus ei vaadi painikkeen palautumista. Automaattinen kuittaus kuittaa releen kun kaikki tarvittavat ehdot kuittaukselle on täytetty. (OEM AUTOMATIC 2015. Yleistä turvareleistä.)

Kuittaus toiminnot:

Käsinkuittaus

Automaattikuittaus



KUVA 12. NST-2009 releen eri kuittaustoimintojen kytkennät (OEM Automatic 2015, Duelco-turvarele NST-2009)

3.2 Turvalogiikka

Tekniikan kehittymisen myötä on turvareleitten rinnalle kehittynyt turvalogiikat, joilla hätä-seis-piiri voidaan toteuttaa ohjelmoitavalla logiikalla. Logiikat mahdollistavat monipuolisempien turvatoimintojen toteuttamisen. Turvalogiikkaan sisääntuloihin liitetään valvottavan järjestelmän ohjauslaitteisto ja logiikka ohjelmoidaan valmistajan osoittamalla ohjelmalla. Ohjelmointi sisältää muun muassa turvatoimintojen valinnan tietyille komponenteille ja perinteiset logiikkatoiminnot kuten AND ja OR. Turvarele saadaan myös väylään kiinni, jolloin siihen voidaan liittää jatkoksi muita logiikoita tai sen tiedot voidaan saattaa väylätietona esimerkiksi valvomoon. Turvalogiikkojen avulla tieto turvatoimintojen ja järjestelmän välille saadaan saumattommaksi. (OEM AUTOMATIC 2015. DuelcoSC turvalogiikka) Kuvassa 13 on esitetty ABB:n Pluto B20-turvalogiikka.



KUVA 13. Pluto B20 (ABB 2011, Pluto turvalogiikka)

Verrattuna turvareleisiin logiikoilla saadaan kytkennällisesti yksinkertaisempia ratkaisuja ja ohjelmoitavien logiikkojen ansiosta turvatoimintojen määrittely on huomattavasti monipuolisempaa. Riippuen valmistajasta, pystytään myös eri erilaisten valvottavien kohteiden tilatietoja valvomaan monipuolisemmin. (OEM AUTOMATIC 2015. DuelcoSC turvalogiikka)

Vaikka turvareleillä kyetään jo huomattavasti parempaan valvonnan ja suojauksen tasoon kuin pelkällä hätä-seis-painikkeella, niin logiikoilla saadaan entisestään nostettua valvonnan tasoa.

Esimerkkinä kuvan 13 Pluto B20 turvalogiikka sisältää kaksi mikroprosessoria, jotka valvovat kaikkia eri turvatoimintoja. Kuten turvareleissä, turvalogiikoissa hyödynnetään kahdennusperiaatetta (ABB, 2011, 3.) Turvalogiikoiden etuna on myös se, että se pystyy käsittelemään suurempia turvalaitemääriä, samalla säilyttäen korkean turvallisuusluokan.

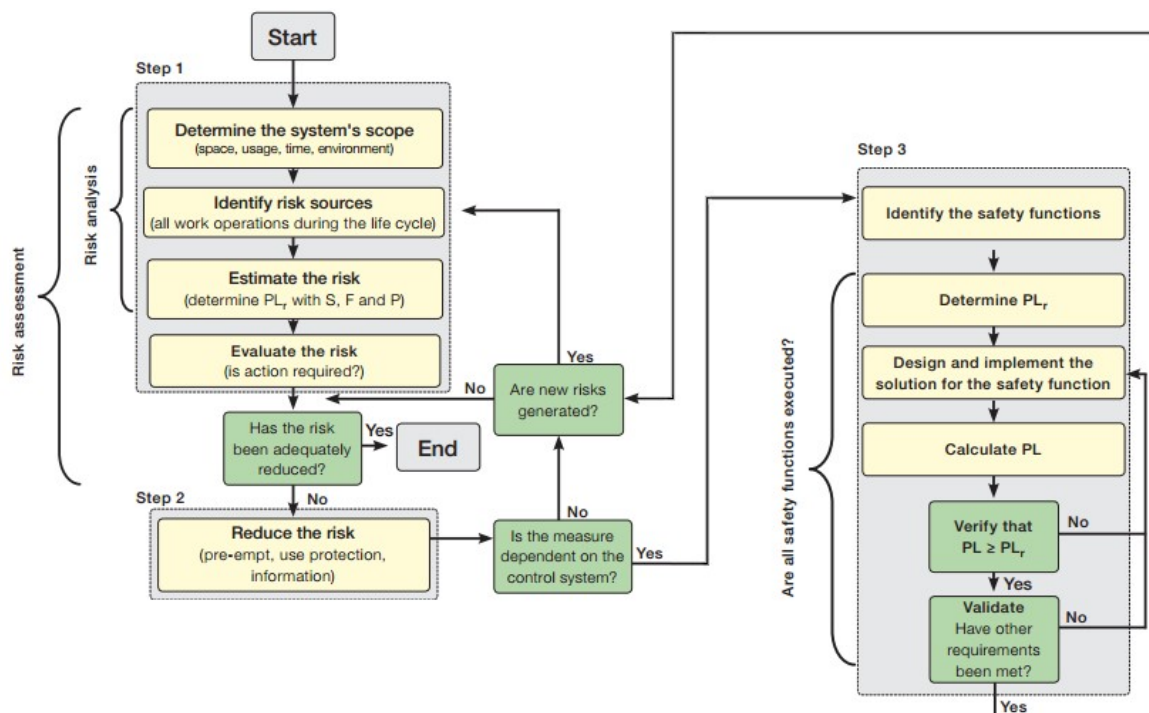
Kun on kyse turvalogiikoista, niin ongelmaksi muodostuu se, että joudutaan luottamaan ohjelmistoihin. Turvallisuusjärjestelmien tapauksessa monimutkaisuus on ongelma. Siksi turvalogiikkojen ja tyypillisesti ohjelmat pyritään pitämään mahdollisimman yksinkertaisina. (KIVIPURO, M. MALM, T. 2004, 86.)

3.3 Hätä-seis-piirin suunnittelu, laskenta ja toteutus

3.3.1 Suunnittelu

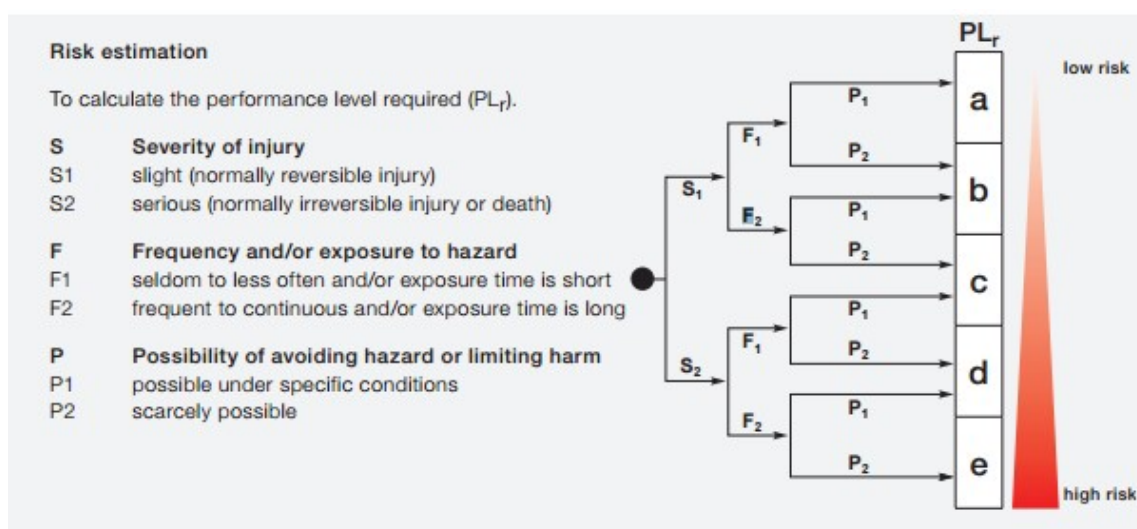
Kappaleessa 2.2.2 esitetty standardin EN ISO 13849-1 mukaan määräytyvä turvaluokka vaikuttaa siihen millainen hätä-seis-järjestelmä kohteelle valikoituu. Standardi toimii mittarina turvajärjestelmän luotettavuudelle, josta sen lyhenne (PL) ja nimi (Performance level) muodostuvat. PL:n tasoa kuvataan lisäkirjaimilla a-e, joka osoittaa luotettavuuden tason. Lisäkirjain e osoittaa parasta ja a huonointa luotettavuuden tasoa. Standardi sisältää myös edellä kappaleessa 2.2.2 esitetyt määreet $MTTF_d$, DC, CCF, PFH_D . Jokab Safteyn ja ABB yhteisellä dokumentilla, esitetään kuinka suunnitella hätä-seis-järjestelmä standardin EN ISO 13849-1 mukaan. Dokumentissa on esitetty 3-vaiheinen suunnittelumetodi, jolla saadaan PL määritettyä. Tällöin määräytyy myös laitteen turvaluokitus ja tä-

ten käytettävä laitteisto. Kuvassa 14 on esitetty suunnittelun vaiheita esittävä kaavio. (ABB AB, Jokab Safety, 2011,2.)



KUVA 14. EN ISO 13849-1 suunnittelun vaiheet (ABB AB, Jokab Safety 2011, 4-5.)

Ensimmäinen vaihe on riskianalyysin tekeminen. Analyysi määrittää laitteen alueen, joka sisältää laitteelle vaaditun tilan ja laitteen operointiin vaadittavan tilan. On myös todettava riskien lähteet ja se kuinka usein näitä riskejä voi laitteen käytön aikana aiheutua. Kolmas osio riskianalyysissä on tarvittavan luotettavuuden tason määrittely kuva 15 mukaisella kaaviolla.



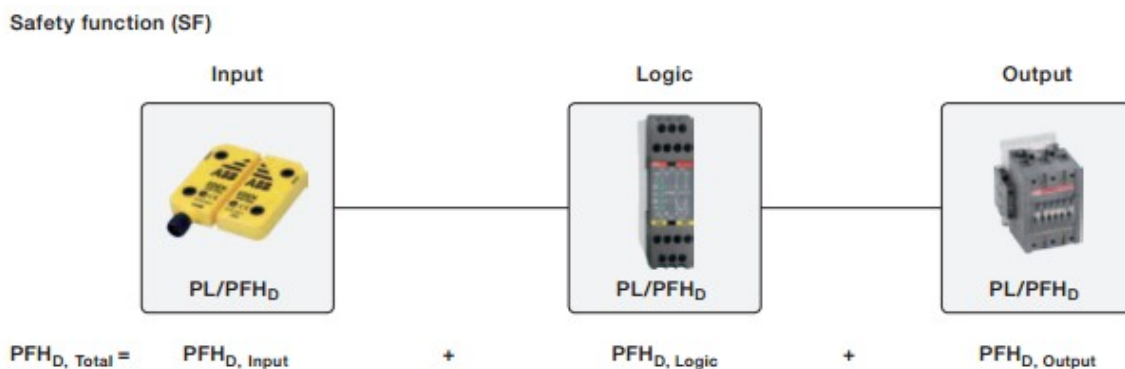
Kuva 15. PL_r arvon arviointi (ABB AB, Jokab Safety 2011, 5.)

Kuvasta 15 nähdään että PL_r määräytyy tekijöiden S, F ja P mukaisesti. Kirjain S merkkää loukkaantumisen vakavuutta: S1 (lievä) ja S2 (vakava). Kirjain F merkkää mahdollisen vaaran tapahtumataajuutta: F1 (harvoin ja/tai altistumisaika on lyhyt) ja F2 (usein/jatkuvasti ja/tai altistumisaika on pitkä). Viimeisenä tekijänä on vaaralta välttymisen mahdollisuus P: P1(mahdollista tietyissä olosuhteis-

sa), P2(hädin tuskin mahdollista). Esimerkkinä PL_r e eli vaatimukseltaan korkealle tasolle tekijöiksi määräytyisi S2, F2, ja P2. (ABB AB, Jokab Safety, 2011, 4-5.)

Vaiheessa kaksi selvitetään voidaanko riskiä vähentää. Ohje määrittää kolme kohtaa, joilla riskiä voidaan tarvittaessa vähentää. Ensimmäinen kohta kehottaa jo suunnitteluvaiheessa välttämään suunnitteluvirheitä ja riskejä. Muun muassa vähentämällä tehoa ja estämällä laitteen vaaravyöhykkeelle pääsyä. Toinen kohta kehottaa käyttämään suojaustoimenpiteitä ja laitteistoa kuten, aitoja, valoverhoja tai muuta valvontalaitteistoa. Kolmas osa ohjaa tarjoamaan tietoa koneen turvallisesta käytöstä erilaisten manuaalien ja kylttien avulla. (ABB AB, Jokab Safety, 2011, 5.)

Kolmannessa ja viimeisessä vaiheessa suunnitellaan ja lasketaan turvallisuustoiminnot. Vaihe alkaa määrittelemällä järjestelmän osat. Hätä-seis-painike ja valoverho ovat esimerkkejä järjestelmän osista. Jokaiselle järjestelmän turvallisuustoiminnon osalle tulee määrittää PL. Tällöin voidaan muodostaa ratkaisu kullekin järjestelmän turvallisuustoiminnoille. Kun suunnitelma on tehty, voidaan koko järjestelmä PL laskea. Lasketun PL:n arvon tulisi olla vähintään yhtä korkea kuin riskianalyyssissä todettu PL_r. Laskiessa PL arvoa järjestelmälle, on selkein ja helpoin tapa jakaa järjestelmä osiin. Hyvänä jakona voidaan pitää kuvan 16 esittämää esimerkkiä, jossa järjestelmä on jaettu sisääntuloon(input), logiikkaan(Logic) ja ulostuloon(output). Esitettytapa on niin sanottu käytännönläheinen laskutapa. (ABB AB, Jokab Safety, 2011, 6.)



Kuva 16. Turvajärjestelmä (ABB AB, Jokab Safety, 2011, 6.)

Jokaiselle osalle joko lasketaan PFH_D(vaarallisen vikaantumisen todennäköisyys tuntia kohden) arvo tai hankitaan arvo komponentin valmistajalta. Mikäli kaikkien järjestelmän komponenttien PL ja/tai PFH_D tiedetään, voidaan koko PL:n arvo laskea kuvan 16 osoittamalla tavalla suoraan yhteenlaskulla. Normaalisti sisääntulo ja logiikka osien komponenteille ovat olemassa valmiit PL tai PFH_D arvot, mutta ohjattaville ulostulolaitteistolle, kuten kontaktoreille ja venttiileille, ei yleensä ole suoraan esitetty näitä arvoja.

3.3.2 Laskenta

Mikäli suunnittelun vaiheessa joudutaan tilanteeseen, että PL tai PFH_D joudutaan laskemaan, on tiedettävä sen turvaluokka, DC ja MTTF_d arvot. Kappaleessa 2.2.2 esitetyt turvaluokat määräytyvät siis

komponenttien ja kytkentöjen mukaan. DC arvo saadaan laitteen datalehdestä. Esimerkiksi otettuun turvaluokan 4 laitteisto, jonka DC on 99 %. Valittu DC:n arvo vastaa korkeaa diagnostiikan tasoa. DC arvojen rajat määrittyvät standardin SFS EN ISO 13849-1 tauluko 6 mukaisesti kuva 17.

DC	
Merkintä	Vaihteluväli
nolla (none)	DC < 60 %
matala (low)	60 % ≤ DC < 90 %
keskimääräinen (medium)	90 % ≤ DC < 99 %
korkea (high)	99 % ≤ DC

HUOM. 1 Useasta osasta koostuvan turvallisuuteen liittyvän ohjausjärjestelmän osan diagnostiikan kattavuudelle (DC) käytetään kuvassa 5, kohdassa 6 ja liitteessä E.2 keskimääräistä diagnostiikan kattavuutta (DC_{avg}).

HUOM. 2 Diagnostiikan kattavuudelle valitut arvojen vaihteluvälit perustuvat avainarvoihin 60 %, 90 % ja 99 %, joita käytetään myös muissa standardeissa (esim. IEC 61508), joissa käsitellään diagnostiikan kattavuuden testauksia. Tutkimukset osoittavat, että pikemminkin (1 – DC) kuin itse DC, on testauksen tehokkuudelle ominainen mitta. Avainarvoja 60 %, 90 % ja 99 % vastaavat (1 – DC) arvot muodostavat tietyn tyyppisen logaritmisesti asteikon, joka sopii logaritmisesti suoritustason asteikkoon. DC-arvoa 60 % pienemmällä arvolla on vain vähäinen merkitys testatun järjestelmän luotettavuuteen ja siksi se merkitään "nolla (none)". DC-arvoa 99 % suurempaa arvoa on hyvin vaikea saavuttaa monimutkaisilla järjestelmillä. Käytännön syistä vaihteluvälit rajoitetaan neljään. Tässä taulukossa esitettävien rajojen tarkkuuden oletetaan olevan 5 %.

KUVA 17. Diagnostiikan kattavuus (SFS-EN ISO 13849-1 2008.)

MTTF_d arvo on yleisesti saatavilla valmistajalta mutta tilanteissa, joissa tätä arvoa ei ole saatavilla voidaan se laskea kaavojen 1 ja 2 mukaisesti (ABB AB, Jokab Safety, 2011, 7.)

$$MTTF_d = \frac{B_{10d}}{0,1n_{op}} \quad (1)$$

jossa

$$n_{op} = \frac{d_{op}h_{op}3600}{t_{cycle}} \quad (2)$$

Esimerkkinä annetaan kaavan 2 tekijöille seuraavat arvot: d_{op}=365 d, h_{op}=24 h, t_{cycle}=1800s , jolloin saadaan.

$$n_{op} = \frac{365 d * 24 h * 3600}{1800 s} = 17520 \text{ sykliä}/a$$

Kaavaan 1 esimerkkinä B_{10d}=2*10⁶. Otetaan kaavalla 2 saatu n_{op} arvo ja lasketaan kaavan 1 mukaan MTTF_d.

$$MTTF_d = \frac{2 * 10^6 \text{ sykliä}}{0,1 * 17520 \text{ sykliä}/a} = 1141,5 a$$

MTTF_d arvoksi saadaan 1141,5 vuotta joka vastaa korkeaa MTTF_d-arvoa. Standardi ISO EN 13849-1 taulukko 5 määrittelee MTTF_d-rajat. (kuva 18)

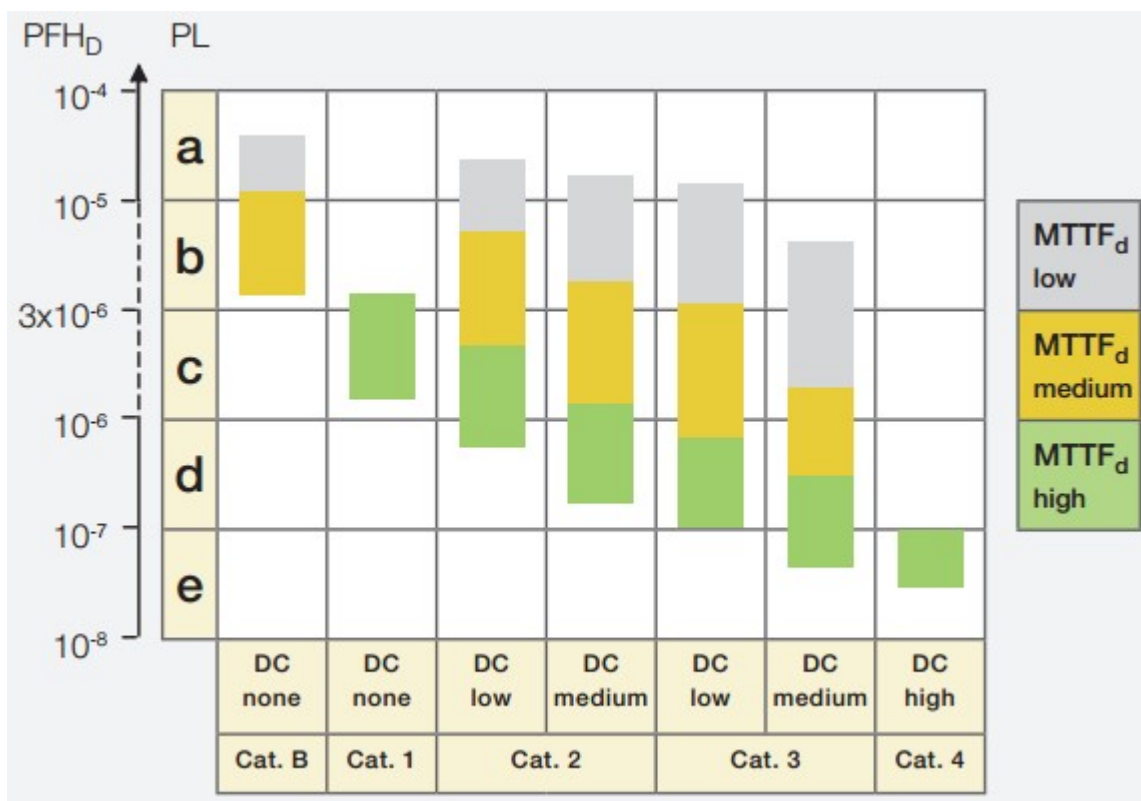
MTTF_d	
Denotation of each channel	Range of each channel
Low	3 years ≤ MTTF _d < 10 years
Medium	10 years ≤ MTTF _d < 30 years
High	30 years ≤ MTTF _d ≤ 100 years

NOTE 1 The choice of the MTTF_d ranges of each channel is based on failure rates found in the field as state-of-the-art, forming a kind of logarithmic scale fitting to the logarithmic PL scale. An MTTF_d value of each channel less than three years is not expected to be found for real SRP/CS since this would mean that after one year about 30 % of all systems on the market will fail and will need to be replaced. An MTTF_d value of each channel greater than 100 years is not acceptable because SRP/CS for high risks should not depend on the reliability of components alone. To reinforce the SRP/CS against systematic and random failure, additional means such as redundancy and testing should be required. To be practicable, the number of ranges was restricted to three. The limitation of MTTF_d of each channel values to a maximum of 100 years refers to the single channel of the SRP/CS which carries out the safety function. Higher MTTF_d values can be used for single components (see Table D.1).

NOTE 2 The indicated borders of this table are assumed within an accuracy of 5 %.

KUVA 18: Kanavan vaarallinen keskimääräinen vikaantumisaika (SFS-EN ISO 13849-1 2008.)

Kun verrataan saatuja arvoja (DC= korkea, MTTF_d = korkea ja turvaluokka 4), voidaan kuvan 19 taulukosta nähdä mikä on PL taso tai PFH_D:n arvo.



KUVA 19. Turvaluokkien, DC:n ja MTTF_d:n suhde PL:n ja PFH_D:n arvoihin. (ABB AB ja Jokab Safety 2011, 6.)

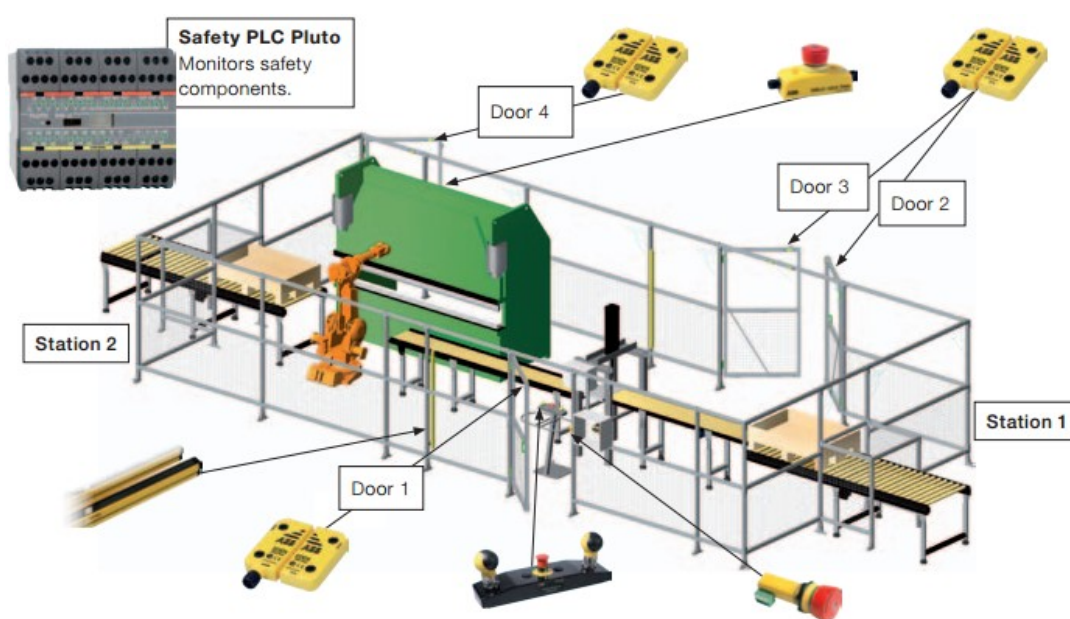
Esimerkin arvoilla saadaan siis PL:n luokaksi PL e ja PFH_D välille 10⁻⁷ – 10⁻⁸.

3.3.3 Toteutus

Suunnitteluperiaatteiden lähtökohtana olevan standardin SFS 13850 kohta 4.1.3 esittää: "Hätäpysäytystoiminto on suunniteltava, riskin arvioinnin mukaisesti, siten, että hätäpysäytysohjaimeen vaikuttamisen jälkeen koneen vaaralliset liikkeet ja toiminnot pysäytetään asianmukaisella tavalla aiheut-

tamatta lisävaaroja ja ilman yhdenkään henkilön toimintaan puuttumista.” kohta 4.1.3 jatkaa tarkentamalla: ” ”Asianmukaisella tavalla” voi tarkoittaa: Parhaan mahdollisen hidastumisnopeuden valintaa, pysäytysluokan valintaa ja ennalta määritetyn alasajojärjestyksen käyttämistä”. Kohta 4.1.3 jatkaa edelleen toteamalla: ”Hätäpysäytystoiminto on suunniteltava siten, että päätös hätäpysäytyslaitteen käyttämiseksi ei vaadi koneen käyttäjää ottamaan huomioon siitä koituvia vaikutuksia.” (SFS 13850 4.1.3) Näiden standardimääritelmien pohjalta ryhdyttiin luomaan luvussa 3.3.1 esitettyä suunnittelupolun mukaista hätä-seis-ratkaisua.

Tässä luvussa on esitetty kuinka moderni hätä-seis-ratkaisu toteutettaisiin. Kuvassa 20 on esitetty millainen voisi olla suunnitellun hätä-seis-piirin rakenne robotille ja kuljettimelle.



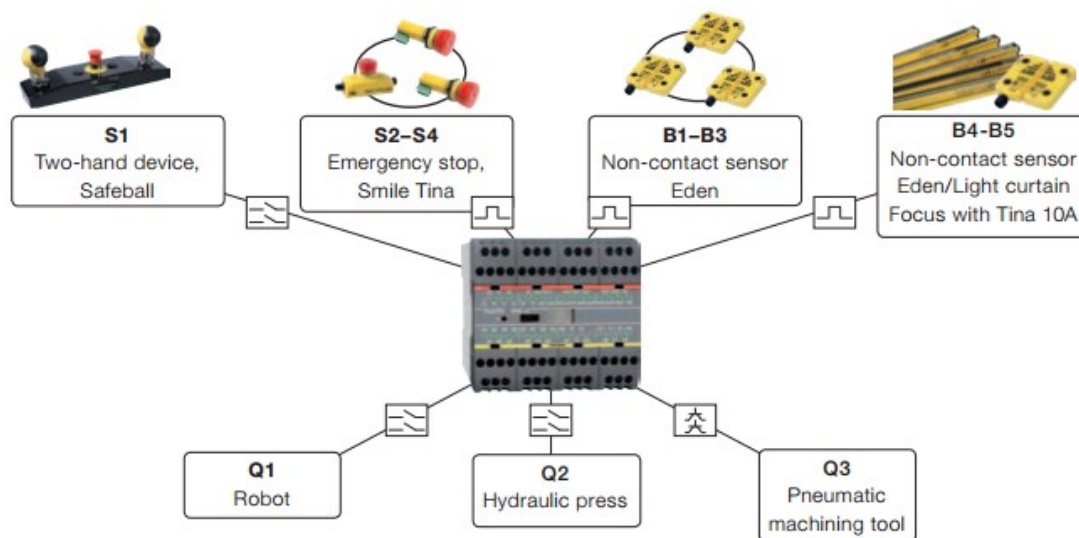
KUVA 20. Kuljettimen ja robotin hätä-seis-ratkaisun rakennekuvaus (ABB AB, Jokab Safety 2011, 12)

Kuvan 20 laitos toimii seuraavasti: Laitteen operoija syöttää työstettävän kohteen aseman 1 liukuhihnalle. Asema 1 käynnistyy automaattisesti. Kun työvaihe pneumaattisella koneella on valmis, siirtää laitteen operoija työstettävän kohteen liukuhihnalle joka siirtää sen asemalle 2. Asemalla robottikäsivarsi siirtää kohteen työstettäväksi hydrauliselle prässille. Kohde poistuu asemalta 2 kuljetinta pitkin.

Kohteen kuljettimelle, robotille, hydrauliselle prässille ja pneumaattiselle työstökoneelle suoritetaan kappaleen 2.4.3 mukainen riskiarviointi. Robotin nopeiden liikkeiden tiheän käyttövälin ja vaaralle pitkän altistumisajan takia, robotin arvioitu PL_r :n taso on e (S_2, F_2, P_2). Prässille on arvioitu PL_r tasoksi e (S_2, F_2, P_2). Työntekijän on työstökoneetta käyttäessä arvioitu voivan välttää riski. Täten arvioiduksi PL_r tasoksi saadaan d. Kuljettimelle on arvioitu PL_r tasoksi b.

Kuvasta 20 nähdään, että riskiä on pyritty madaltamaan aidatulla alueella, jonka ovissa on kosketuksen sensori. Työaseman 1 (station 1) pneumaattinen kone on varustettu kaksikäsi-hallintalaitteella,

joka pysäyttää laiteen, kun hallintalaite vapautetaan. Työasemalle 2 alueen sisälle on asennettu valoverho, joka pysäyttää työaseman 2, mikäli sen läpi kuljetaan. Hätä-seis-painikkeita on asennettu kaksi kummallekin työasemalle. Jokaisen pysäytyksen jälkeen tulee turvajärjestelmä pysäyttää manuaalisesti. Jos useampia laitteita on käytössä ja useamman laitteen tilatietoja pitää valvoa, on turvalogiikan käyttö hyvä ratkaisu. Suunnitteluohjeen esimerkissä on valittu turvalogiikaksi Pluto PLC, joka on ABB:n oma turvalogiikka. Pluto PLC:llä saadaan tason PL e ratkaisut. Kuvassa 21 on esitetty rakennekuva valitusta turvalaitteistosta. (ABB AB, Jokab Safety, 2011, 12.)



KUVA 21. Laitteiston rakennekuvaus (ABB AB, Jokab Safety 2011, 13.)

Seuraavaksi lasketaan jokaiselle kuvan 21 laiteelle (Q1, Q2 ja Q3) PFH_D arvot erikseen jokaisen turvalaitteen (S1, S2, S3 ja S4) suhteen kaavan 3 mukaisesti.

$$PFH_{D,SD} + PFH_{D,K} + PFH_{D,Q} = PFH_D$$

$PFH_{D,SD}$ on turva-laite (esim. Focus valoverho), $PFH_{D,K}$ on logiikka (Pluto PLC) $PFH_{D,Q}$ on ohjattava laite (esim. robotti) ja PFH_D on kokonaisarvo. Kaavasta saatua tulosta verrataan kuvan 15 taulukoon, josta nähdään turvatoiminnon PL:n taso. Taulukossa 1 on esitetty PFH_D -arvot systeemin kaikille komponenteille. Taulukossa 2 on esitetty laitteiden Q1-Q3 turvatoimintojen kokonaiset PFH_D -arvot. Taulukossa 3 on esitetty PL-arvot kaikille laitteille.

TAULUKKO 1. komponenttien PFH_D -arvot

	Smile Tina häätä-seis	Eden kosketuk- seton sensori	Focus valo- verho	Logiikka Pluto	Robotti	Hydrauli- nen prässi	Pneumaattinen työstölaite
PFH_D	4,66E-09	4,50E-09	5,02E-09	2,00E-09	5,79E-08	8,00E-08	2E10-7

TAULUKKO 2. laitteiden Q₁-Q₃ PFH_D-arvot

	Robotti Q ₁ PFH _D (vikaa/h)	Prässi Q ₂ PFH _D (vikaa/h)	Työstökone Q ₃ PFH _D (vikaa/h)
Eden kosketukseton sensori	6,44E-08	8,65E-08	2,065E-07
Smile Tina hätä-seis-painike	6,456E-08	8,666E-08	2,0666E-07
Focus valoverho	6,492E-08	8,702E-08	2,0702E-07

TAULUKKO 3. Laitteiden PL arvot

	Robotti (PL)	Prässi (PL)	Työstökone (PL)
Eden kosketukseton sensori	e	e	d
Smile Tina hätä-seis-painike	e	e	d
Focus valoverho	e	e	d

Taulukosta 3 nähdään laitteiden PL arvot. Luvun 3.3.3 kuvasta 19 nähdään näiden tietojen perusteella, että robotin ja prässin turvaluokitus on neljä ja työstökoneen kolme. Tämän mukaan määritetään logiikalle kunkin laitteen vaatimat ominaisuudet.

Esimerkistä voidaan havaita, että kun käytetään turvalogiikkaa ja suoritetaan suunnitteluvaiheessa riskiä alentavia suunnittelutoimenpiteitä, saadaan laitteiston suoritustaso korkeaksi.

4 KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA

4.1 Kunnossapitosuunnitelman idea

Tässä luvussa esitellään kunnossapitosuunnitelman idea ja se, miten kunnossapitosuunnitelmaan lopulliseen muotoon päästiin. Ideana oli luoda selkeä ja yhtenäinen suunnitelma hätä-seis-piirien testaukseen. Testaukset sisältävät niiden mekaanisen ja sähköisen toimivuuden. Näin varmistetaan, että tositilanteessa hätä-seis-laitteistoon voidaan luottaa. Suunnitelman yhtenäistämisen avulla oli tarkoitus toteuttaa toimintatapa nykyisen tehtaan käyttöön.

Standardi 13849-1 toteaa turvallisuuteen liittyvien laitteiden testaamisesta ja kunnossapidosta seuraavaa: "Ennaltaehkäisevä tai korjaava kunnossapito voi olla tarpeen turvallisuuteen liittyville osille määritellyn suorituskyvyn säilyttämiseksi. Aikaa myöten syntyvät poikkeamat määritellystä suorituskyvystä voivat johtaa turvallisuuden heikkenemiseen tai jopa vaaratilanteeseen. Turvallisuuteen liittyviä ohjausjärjestelmän osia käyttöä koskeviin tietoihin on sisällytettävä turvallisuuteen liittyvien ohjausjärjestelmän osien kunnossapitoa (mukaan lukien määräaikaista tarkastamista) koskevia ohjeita." (SFS 13849-1.)

Ideana oli toteuttaa suunnitelma huoltoseisokkien aikana, jolloin tehdas on ajettu alas ja testeistä ei aiheudu tuotantohäviöitä. Testauksista tehtiin sellaiset, että Metsä Fibren kunnossapitohenkilökunta voi toteuttaa ne tarvittaessa sähkökunnossapidon kanssa.

4.2 Kohteet ja kartoitus

Työn ensimmäinen vaihe oli kohteiden kartoitus. Alussa varsinaista listaa hätä-seis-laitteistosta ei ollut, joten täytyi selvittää missä prosessin osassa ja millä positiolla hätä-seis-vaijereita ja kytkimiä tai turvareleitä oli. Kartoituksesta saatiin sivutuotteena myös huoltoa ja kunnossapitoa helpottava lista, josta nähdään mm. prosessin osa, positio, hätä-seis-kojeen tyyppi ja aika, jolloin laite voidaan testata. Kunnossapitosuunnitelman yhteydessä on esitetty lista kaikista kohteista. Osana kartoitusta on kohteiden luokittelu hätä-seis-tyypin, valmistajan ja prosessin osan mukaisesti. Esimerkiksi yhdeksi luokaksi tuli puunkäsittelyn hätä-seis-vaijerilla varustetut kuljettimet. Näin ollen kohdetta tarkastava henkilö voi kunnossapitosuunnitelman luokituksen perusteella katsoa, mitä toimenpiteitä testaus vaatii. Luokat nähtiin järkevämmäksi jakaa kohteittain samantyyppisiin ryhmiin ja tehdä ryhmille omat ohjeet ennemmin kuin tehdä jokaiselle kohteelle oma kunnossapito- ja huolto-ohje.

4.3 Kohteiden arviointi

Kartoituksen jälkeen kohteita alettiin arvioida hätä-seis-tyypin mukaisesti. Yhtenä osana perusteen kohteen luokitukselle oli prosessin tyyppi. Mikäli luokiteltava kohde oli prosessin kannalta erittäin tärkeä, arviointiin kohteelle erilliset toimenpiteet. Koska hätä-seis-laitteistoa ei voida testata prosessin käynnin aikana, olivat testaukset toteutettava huoltoseisokkien aikana. Puunkäsittelyssä ja kuivamolla oli vuoden aikana useampia seisakkeja, jolloin testauksia voidaan tarvittaessa toteuttaa.

4.4 SAP

Osana työtä oli kunnossapitosuunnitelman syöttäminen SAP- järjestelmään. Työ saatettiin ns. ennakko- huollon piiriin eli kunnossapitosuunnitelman töille määrättiin tekijä, testauspaikka ja työn toteuttamisen ajankohta. SAP-versio tehtiin Excel-muotoisella konversiotaulukolla, jolloin työtä pystyi tekemään etätöyönä. Kun määrätty aika on kulunut, ilmoittaa ohjelma ajan umpeutumisesta sille alueelle, missä työ on tarkoitus tehdä. SAP-version johdosta voidaan työtä ja sen kuluja hallinnoida paremmin.

SAP:iin luotiin huoltosuunnitelmia, jotka sisälsivät kunnossapitosuunnitelman testattavia kohteita, joista käytettiin nimeä huoltorivi. Esimerkiksi pesurullakuljetin 12C004.1 oli kuorimon hätä-seis-vaijerien huoltosuunnitelman huoltorivi. Yksittäisille huoltoriveille määriteltiin missä, milloin ja millä aikavälillä työ tehdään sekä kuka työn tekee ja mikä on työn budjetti.

SAP ohjelman kautta työn tekijä näkee, mitkä ovat työn eri vaiheet, milloin ja millä aikavälillä työ on tehtävä. Työ kuitataan SAP:n kautta tehdyksi. Kuvassa 22 nähdään esimerkki SAP-ohjelmasta.

Näytä huoltosuunnitelma: Strategiasuunnit. 000100029062

Huoltosuunnitelma 100029062 HÄTÄ-SEISPIIRIT TESTAUS KUORIMO 10

Huoltosuunn. ots.

Huoltosuunnitelman syklit 25.09.2015 Huoltosuunnitelman ajoitusparametrit Huoltosuunnitelman lisäti...

Sykli	Yksikkö	Huoltosyklin teksti	Sirtymä
	1 VUO	1 vuosi	0

Yleistiedot - rivi Rivi Objektiluettelo - rivi Sijainti - rivi Ajoitetut kutsut - rivi Syklit - rivi 25.09.2015

Huoltorivi 1000046392 HÄTÄ-SEISPIIRIT TESTAUS PESURU.. 1 / 2

Viteobjekti

Toimintopaikka MBA_12C004 PESURULLAKULJETTIMET 1, 2...

Laite

Kokoonpano

Suunnittelutiedot

Suunnittelutmp 6000 Äänekoski Suunnitteluryhmä 110 Puunkäsittely AUT

Tilauslaji ZAE Seisokkia vaativa EH-työ asiakka.. KP-toimintolaji 204 Sähkö/autom. tarkast...

Vast. työpiste M7001 / 6000 Puunkäsittely MEK Liiketoiminta-alue 6000 Äänekosken tehdas

Prioriteetti

Myyntiosoite 310106 / 10

Purkamisohje

Vaiheluettelo

Ipi VL-ryhmä RLask Kuvaus

A / 101694 / 1 HÄTÄ-SEISVAIJERIEN TESTAUS KUORIMO

Kuva 22. Ote SAP-ohjelmasta

Kuvassa 22 on esimerkki yhdestä isomman huoltosuunnitelman kohteesta. Ryhmän nimi eli huoltosuunnitelma on kuorimon hätä-seis-vaijerit. Nimen alla näkyy millä sykleillä testaus on tehtävä, joka on tässä tapauksessa 1 vuosi. Kuvan alaosassa on avattu kuorimon hätä-seis-vaijerien ryhmän pesurullakuljettimien osa, eli huoltorivi. Huoltorivin tiedot on esitetty suunnittelutiedot kohdassa.

5 KÄYTÄNNÖN TOTEUTUS

Kappaleessa esitetään ratkaisuja käytännön näkökulmasta ja mitä eri vaiheita siihen kuuluu. Käytännössä testausta ja kunnossapitoa kohteille tekee prosessin hoidon henkilökunta ja sähköpuolen kunnossapidon henkilökunta. Lopussa on myös esitys kunnossapitosuunnitelman testauksesta.

5.1 Huoltoseisakit

Koska hätä-seis painikkeita ja vaijereita ei ole järkevää testata prosessin käynnin aikana, päätettiin testaukset toteuttaa tehtaan huoltoseisakkien aikana. Huoltoseisakkeja tehtaalla järjestetään koko tehtaan osalta vähintään noin vuoden välein. Tällöin huolletaan tai/ja vaihdetaan rikkiäiset, huoltoa kaipaavat tai vanhentuneet laitteet. Huoltoseisakkien aikana tehtaalla väen lisäksi alueella toimii monia ulkopuolisia yrityksiä. Seisakeilla varmistetaan, että tehdas on käyttövarma ja että turhia huoltokatkoja eri aiheudu.

Jotkin alueet järjestävät huoltoseisakkeja viikko ja kuukausitasoilla, kuten puunkäsittely ja kuivaamo. Tämän alueen prosessin tietyt osat vaativat osien vaihtoa niiden useammin kuin kerran vuodessa, kuten kuivaamon viirat ja puunkäsittelyn hakkujen terät. Kunnossapitosuunnitelma sovitetaan huoltoseisakin aikatauluun ja toteutetaan tietyllä aikataululla.

Yhtenä liitteenä on esitetty testauspöytäkirjat. Kokonaisuudessaan kunnossapitosuunnitelmaa päästään testaamaan 2015 syksyllä, jolloin tehtaalla on huoltoseisakki koko tehtaalla.

5.2 Prosessialueet

Työ toteutettiin insinööriyön osalta vain osalle tehtaan alueista, jolloin ei ollut vaaraa että työ olisi levinnyt käsiin sen laajuuden takia. Seuraavissa kappaleissa on kerrottu prosessialueista, joille kunnossapitosuunnitelma on toteutettu ja miten alueet vaikuttavat kunnossapitosuunnitelman vaiheisiin.

5.2.1 Puunkäsittely

Puunkäsittely on tehtaan ketjun ensimmäinen osa, jonne selluksi prosessoitu puu tuodaan. Puunkäsittelyn alueella on paljon rullakkoja ja hihnastoja, jonka johdosta alueella on paljon hätä-seis-vaijereita. Hätä-seis-ratkaisut ovat tärkeänä osana aluetta paljaiden linjastojen ja liikkuvien osien takia. Hätä-seis-vaijerien toiminnan yksinkertaisuuden takia alue on melko selkeä kunnossapitosuunnitelman osalta, sillä rullaston ja linjaston pysäyttäminen ei aiheuta sellaista muutosta prosessissa, että se vaatisi erityisiä toimenpiteitä. Myös noin 1-2 viikon välein tehtävä huoltoseisakki tarjoaa useampia tilaisuuksia testata hätä-seis-piirit kuin muissa tehtaan osissa. Puunkäsittelyn alueella ei tarvita simuloiteja testauksien aikana.

5.2.2 Massalinja

Massalinjalla, joka on kunnossapitosuunnitelman alueista suurin, käsitellään puunkäsittelyssä tuotettu hake erilaisten kemiallisten prosessien avulla valkaistuksi sellumassaksi. Massalinjalla ei juuri ole

avonaisia linjastoja ja/tai kuljettimia, vaan massa kulkee suljetuissa prosessin osissa. Alue jakaantuu karkeasti keittämöön ja valkaisuun. Massalinjalla ei siis ole paljon yksittäisten laitteiden hätä-seis-painikkeita tai vaijereita vaan isoihin kokonaisuuksiin vaikuttavia hätä-seis-painikkeita ja turvarele rakentajia. Esimerkkinä massalinjan keittimen hätä-seis-laitteisto, joka sammuttaa ison osan massalinjasta. Myös turvareleitten osuus on suuri verrattuna muihin kunnossapitosuunnitelman alueisiin. Massalinjalla ei järjestelmällisiä seisakkeja kuin n. kerran vuodessa, jolloin kaikki muutkin tehtaan alueet ovat ajettu alas. Massalinjalla olevien prosessien takia osa hätä-seis-piirien testauksista joudutaan testaamaan siten, etteivät laitteet ole päällä.

5.2.3 Kuivaamo

Kuivaamo on sellun valmistuksen osalta viimeinen alue, jossa valkaistu sellu massa kuivataan ja muotoillan tasaiseksi selluarkeista koostuviksi paaleiksi. Kuivaamon alue jakaantuu karkeasti kuivauskoneen ja paalamon alueiksi. Kuten puunkäsittelyssä kuivaamon alueella on vuosittaisen seisakin lisäksi omia seisakkeja jolloin mm. kuivauskoneen viirat vaihdetaan. Kunnossapitosuunnitelma osalta kuivaamon hätä-seis-laitteisto on verrattavissa massalinjan laitteistoon. Hätä-seis-painikkeet pysäyttävät suuria kokonaisuuksia kuten koko kuivauskoneen tai paalauslinjan.

5.2.4 Kunnossapitosuunnitelman testaus

Kunnossapitosuunnitelman toimivuutta testattiin pienimuotoisesti kuorimon seisakin aikana. Tällä testauksella esitetään kuinka toimiva kunnossapitosuunnitelma on. Testaukseen otettiin mukaan yksi hätä-seis-vaijerilla ja yksi turvareleellä varustettu hätä-seis. Vaijerilla varustettu piiri oli putkisillan kuorikuljettimen ja turvareleellä varustettu oli kuorikuljettimen ja kuorinäytteenottimen hätä-seis. Kumpikin kohde testattiin sulakkeet paikallaan. Putkisillan kuorikuljettimen 14C067.1 tapauksessa käytettiin hätä-seis-vaijerin kunnossapito-ohjetta ja kuorikuljettimen sekä kuorinäytteenottimen hätä-seis 12HZ-12425 tapauksessa turvareleen kunnossapito-ohjetta. Koska testattavat kohteet kuuluivat ryhmiiin 2 ja 3 ei erillisiä toimenpiteitä tarvittu. Kuvassa 23 on esitetty tarkastuspöytäkirja testauksista.

Hätä-seispiirien tarkastuspöytäkirja

07.09.2015

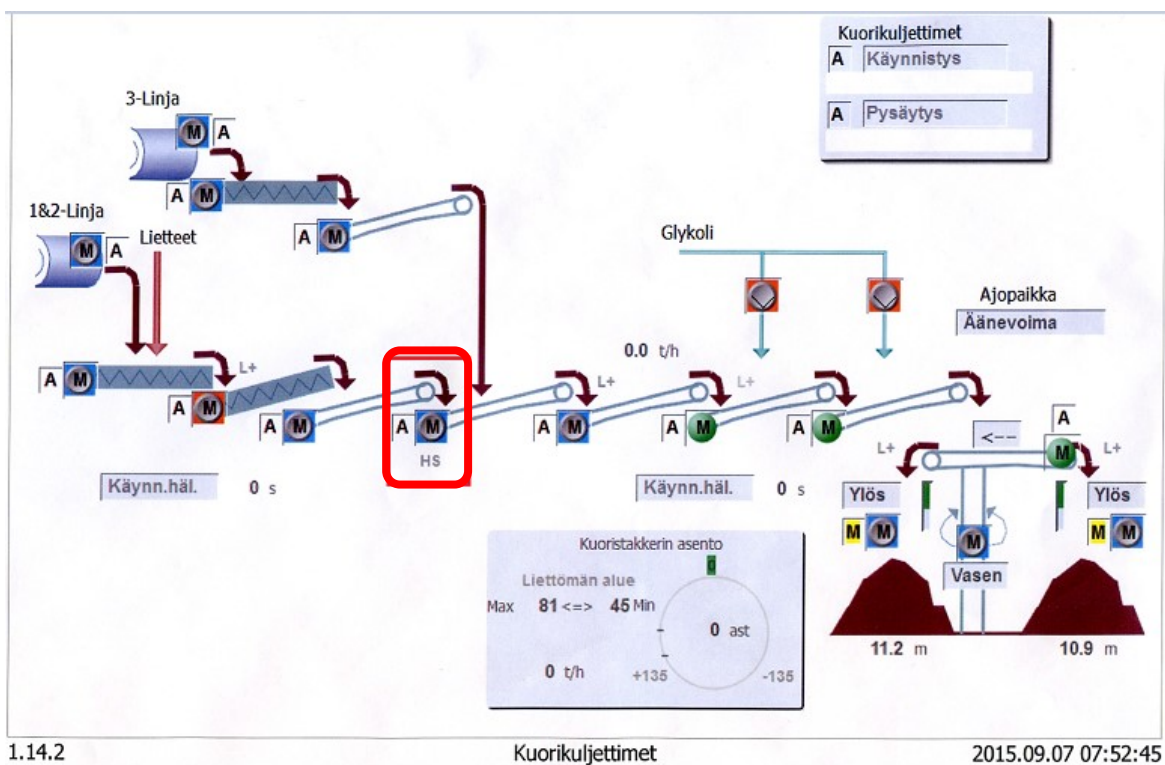
Positio	Kohde	Kunto	Merkinnät	Kuittaus
12HZ-12425	Kuorikuljetin ja kuorinäytteenotin	OK	OK	Sami Hänninen
14C067.1	Putkisillan kuorikuljetin	OK	OK	Sami Hänninen

Huomatuksia

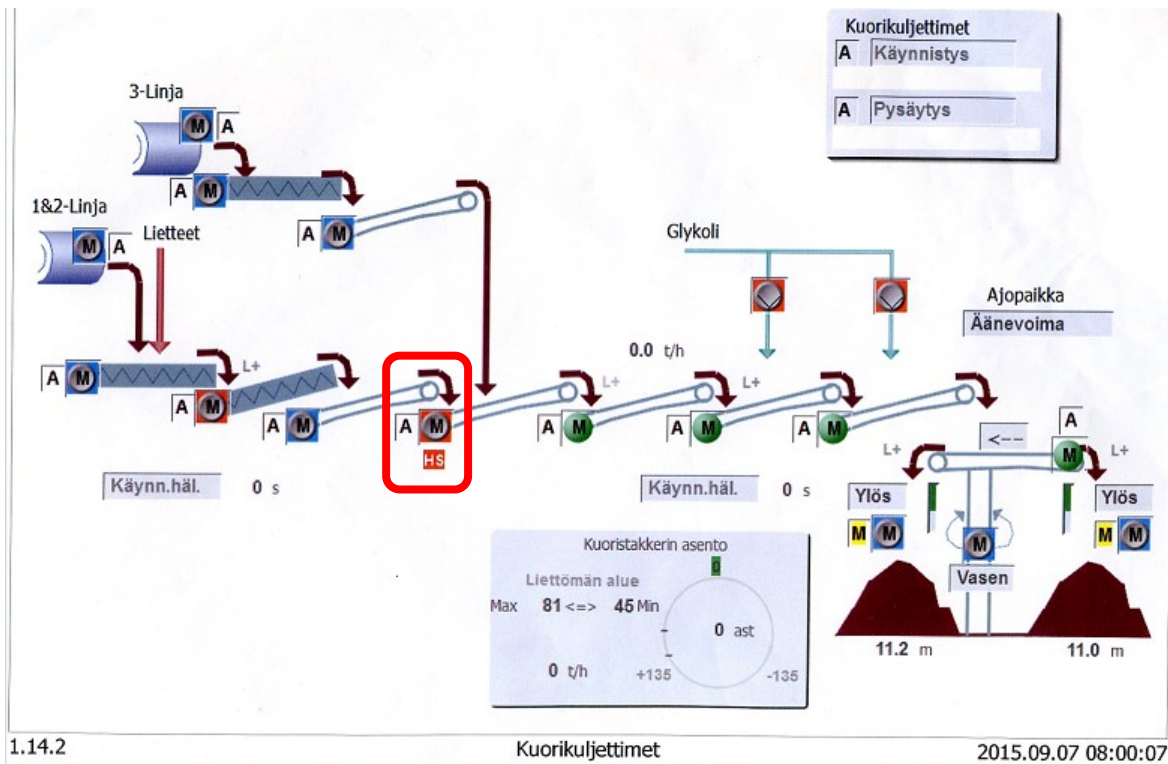
E: huomautuksia

Kuva 23. Tarkastuspöytäkirja

Kuvassa 24 ja 25 on esitetty kuvaus hälytyksistä, jotka tulevat valvomoon. Kuvassa 24 kuljetin toimii normaalisti ja kuvassa 25 kuljetin on pois päältä.



Kuva 24. Ennen hätä-seis-painikkeen painamista



Kuva 25. Hätä-seis-painikkeen painamisen jälkeen

Hälytys ilmestyy hälytystaulukkoon kuvan 26 mukaisesti.

07-09-15 07:58:17:60		P	MUUT	10E904.054	Ostohakepurkaus yhtähäl	YHTEIS PV-HÄLY			700
07-09-15 07:58:48:63		P	KUORKÄ	12HZ-12425	Kuorikuljetin hätä-seis	HÄTÄ-SEIS			700
07-09-15 07:58:49:04		P	KUORKÄ	14C065.1	Kuorikulj putkisillalle	KENTTÄVIKA			700
07-09-15 07:58:49:04		P	KUORKÄ	14C065.1	Kuorikulj putkisillalle	PYÖRINTÄVAHTI	07-09-15 07:58:49:54		700
07-09-15 07:58:52:05		P	KUORKÄ	14C065.1	Kuorikulj putkisillalle	TUKOSVAHTI			700
07-09-15 08:00:26:08		P	LIETKÄ	16WI-1607	Esiselkeytin haran momentt	TULOSIGN. VIKA	07-09-15 08:00:32:57		700

Kuva 26. Hälytystaulukko

Kuvista 25 ja 26 huomataan, että piirin 12HZ-12425 hätä-seis-painikkeen painaminen on pysäyttänyt kuorikuljettimen. Testausten perusteella voidaan siis todeta, että hätä-seis-piiri ja -laitteisto ovat kunnossa.

6 YHTEENVETO

Työn aiheena oli kunnossapitosuunnitelman laatiminen hätä-seis piireille. Muita aiheita työssä olivat hätä-seis-piirin teoriaan tutustuminen, modernin hätä-seis-piirin suunnittelu ja SAP-version laatiminen. Työ sisälsi standardien, hätä-seis-teorian ja laitevalmistajien tuotteiden käymistä läpi. Teoriaosuuden lisäksi käytännön asioita käytin läpi paikalla. Käytännön asioita olivat mm. sähkökuvien ja prosessin läpikäynti.

Tavoitteena oli laatia yhtenäinen ja selkeä kunnossapitosuunnitelma Metsä Fibren tehtaassa hätä-seis-piireille. Työn aikana pyrittiin myös testaamaan kunnossapitosuunnitelmaa. Testaamisella haluttiin varmistaa, että työ oli toimiva.

Lopputuloksena saatiin kunnossapitosuunnitelman lisäksi listaus hätä-seis-laitteistosta eri prosessin osissa. Kunnossapitosuunnitelmaa päästiin myös testaamaan. Testausten ja teorioiden perusteella voitiin todeta, että kunnossapitosuunnitelma oli toimiva. Myös kaikki alkuvaiheessa suunnitellut osiot saatiin sisällytettyä työhön sellaisina kuin oli suunniteltu. Ongelmiksi muodostuivat työn listamaisuus ja monet yksittäiset positiot. Ne veivät odotettua enemmän aikaa ja hieman viivästyttivät työn valmistumista.

LÄHDELUETTELO

- ABB 2011. Pluto turvalogiikka. [Viitattu 2015 - 20 - 5] Saatavissa:
https://library.e.abb.com/public/be9c0290753d950ec12577fc00544d63/2TLC172001M1807_A.pdf?filename=2TLC172001M1807_A.pdf
- ABB, Jokab Safety. 2011. [Viitattu 2015 - 15 - 7]. Safety in control systems according to EN ISO 13849-1: Machine Safety - Jokab Safety products. Saatavissa:
https://library.e.abb.com/public/f282e8fb773fa733c1257996004307a6/EN_ISO_13849-1_2TLC172003B02002.pdf
- BOTNIA MILL SERVICE 2014a. Organisaatio BMS Äänekoski 1.12.2014
- BOTNIA MILL SERVICE 2014b. Botnia Mill Service yritysesittely materiaali
- MALM, T. KIVIPURO, M. 2004. [VIITATTU 2015 - 15 - 7]. Turvallisuuden liittyvät ohjausjärjestelmät konesovelluksissa. [tiedote] Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2004/T2264.pdf>
- METSÄ FIBRE 2015a. [VIITATTU 2015 - 20 - 5]. Tuotantolaitokset. Saatavissa:
<http://www.metsafibre.fi/Yritys/Tuotantolaitokset/Pages/aanekoski.aspx>
- METSÄ FIBRE 2015b. [VIITATTU 2015 - 20 - 5]. Avainluvut. Saatavissa:
<http://www.metsafibre.fi/Yritys/Avainluvut/Pages/Default.aspx>
- METSÄ FIBRE 2015c. [VIITATTU 2015 - 20 - 5]. Omistusrakenne. Saatavissa:
<http://www.metsafibre.fi/Yritys/Omistusrakenne/Pages/Default.aspx>
- OEM AUTOMATIC 2015a. [VIITATTU 2015 - 15 - 7]. Yleistä turvareleistä. Saatavissa:
http://www.oem.fi/Tuotteet/Turva/Turvareleet/Yleista/Yleista_turvareleista/823828-526275.html
- OEM AUTOMATIC 2015b. [VIITATTU 2015 - 15 - 7]. Duelco turvarele NST-2009. Saatavissa:
http://www.oem.fi/Tuotteet/Turva/Turvareleet/Turvareleet/Duelco_turvarele_NST-2009/823832-809920.html
- OEM AUTOMATIC 2015c. [VIITATTU 2015 - 15 - 7]. Tuotteet. Saatavissa:
<http://www.oem.fi/Tuotteet/Turva/531097.html>
- OEM AUTOMATIC. [Viitattu 2015 - 15 - 7]. DuelcoSC turvalogiikka. Saatavissa:
http://www.oem.fi/Tuotteet/Turva/Turvalogiikka/DuelcoSC_turvalogiikka/1512007-1553555.html
- SFS 13850 2008. Koneturvallisuus. Häätöpysäytys. Suunnitteluperiaatteet
- SFS-EN ISO 13849-1 2008. Koneturvallisuus. Turvallisuuden liittyvät ohjausjärjestelmien osat. Osa 1: Yleiset suunnitteluperiaatteet.
- SFS-EN 60947-5-5 1998. Pienjännitekytkinlaitteet. Osa 5-5: Ohjauspiirin laitteet ja kytkinelementit. Mekaanisella lukitustoiminnolla varustetut sähköiset häätöpysäytyslaitteet

LIITE1: KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA

Positiot

Positio	Kohde	Tyyppi	Tunnus	Luokka
Kuorimo				
12C004HS	Pesurullasto linja 3 nykäys	Vaijeri		1
12C007.1	Hakun 3 heittorulla	Vaijeri	(s6) (s7)	1
12K061.1	Hakku 3	Painike	(s15/EHS1)	2
12K061.3	Nostolava	Painike	(s4)	2
12C062.1	Haketasku 3 purkausruuvi	Painike	(s12)	2
12C064.1	Hakekuljetin havukasalle	Vaijeri	(s6)	1
12C065.1	Kääntyvä havuhakukuljetin	Vaijeri	(s6)	1
12C072.1	Hakekuljetin koivukasalle	Vaijeri	(s6) (s7) (s8) (s9)	1
12C074.1	Kääntyvä koivuhakekuljetin	Vaijeri	(s6)	1
12H102.1	Sulatuskuljetin 3 hydr.pumppu 1	Painike	(s11) (s12)	2
12L108.1	3-linjan nosto-ovi	Painike	(s100)	2
12L109.1	Trukkitallin nosto-ovi	Painike	(s100)	2
12H215.1	Sulatuskuljetin 1 hydr. Pumppu	Painike	(s11) (s12)	2
12H215.2	Sulatuskuljetin 2 hydr. Pumppu	Painike	(s11) (s12)	2
12C252HS	Pesurullasto linja 1 nykäys	Vaijeri		1
12C256.0	Kaarrerullasto 1 yhteiskäyttö	Vaijeri	(s11) (s12)	1
12C262.0	Kaarrerullasto 2 yhteiskäyttö	Vaijeri	(s11) (s12)	1
12C263.0	Rullakuljettimet 1 ja 2 yhteiskäyttö	Vaijeri	(s11) (s12)	1
12C265HS	Pesurullasto hakku 2 nykäys	Vaijeri		1
12C267.1	Hakun 2 syöttökuljetin	Vaijeri	(s12)	1
12C269.1	Hakun 2 heittorulla	Vaijeri	(s6) (s7)	1
12K270.1	Hakku linja 1/2 käyttö 1,2,3,4	Painike	(s11)	2
12C272.1	Hihnaelevaattori 2	Vaijeri	(s11)	1
12C273.1	Hihnakuljetin elevaattorilta 2	Vaijeri	(s12)	1
14C062.1	Kuorikuljetin puristimelta 3	Vaijeri	(s6)	1
14C064.1	Kuorilietehihna	Vaijeri	(s6)	1
14C067.1	Putkisillan kuorikuljetin	Vaijeri	(s6) (s7) (s8)	1
14C068.1	Kuorikuljetin putkisillalta	Vaijeri	(s6) (s7)	1
14C069.1	Kuorikuljetin kasalle	Vaijeri	(s6) (s7) (s8)	1
14C070.1	Kääntyvä kuorikuljetin	Vaijeri	(s6)	1
14C070.2, -070.3	Kääntyvä kuorikuljetin kääntö	Painike	(HS1)	1
14K075.1	Stakkeri teleskooppiputki pitkäpää	Painike	(HS1)	2
14K076.1	Stakkeri teleskooppiputki lyhytpää	Painike	(HS1)	2
14C208.1	Kuorikuljetin kiekoseulalle	Vaijeri	(s11)	1
14C215.1	Kuorenkeräyskuljetin 1	Vaijeri	(s11)	1
14C216.1	Kuorenkeräyskuljetin 2	Vaijeri	(s11)	1
14C217.1	Kokoava kuorikuljetin	Vaijeri	(s11)	1
16C041.1	Hihnakuljetin ulos	Vaijeri	(s6)	1
16C043.1	Hihnakuljetin kuorikasalle	Vaijeri	(s6)	1
61K141.1	Tankoväljän keskus	Painike	(s1)	2

Massa				
13C002.1	Hakehihna havupurkaimelta	Vaijeri	(s11) (s12)	1
13C003.1	Hakehihna kiekoseulalle	Vaijeri	(s11)	1
13C009.1	Hakehihna seulomoon	Vaijeri	(s11)	1
13C031.1	Hakehihna keittämölle	Vaijeri	(s11) (s12) (s13)	1
13C042.1	Hakehihna koivupurkaimelta	Vaijeri	(s11) (s12)	1
21G949.0	Keittämön hätäseisjärjestelmä	Painike	(s11) (s12) (s13) (s14)	5
Kuivaamo				
31E872.0	Kuivaamo Häätä-seis	Painike	(s11...s22)	6
33G800.0	Paalamo Häätä-seis	Painike	(S1) (S10) (S1...9)	6

Positio	Kohde	Tyyppi	valmistaja/malli	Luokka
Kuorimo				
12HS-12124	Valvomon hätä-seis	Painike		4
12HS1-12243	Katkaisulaitos hätä seis	Turvarele	Telemecanique preventiva XPS AC3721/230VAC	4
12HZ-12425	Kuorikuljetin ja kuorinäytteenotin	Turvarele	Telemecanique preventiva XPS AC3721/230VAC	4
16HS-16018	Lietteenpuristus hätä-seis			4
16HS-16019	Lietteenpuristus hätä-seis			4
Massa				
13HS-21098	Kiekkoseula hätä-seis	turvarele	Telemecanique XPSAR 371144 230/24VDC	5
24HZ-24593	Hapetusreaktori hätä-seis	turvarele	Telemecanique XPS-AP XPSAP3740/230VAC	5
27RK HS-4	Reaktori hätä-seis	turvarele	Telemecanique preventiva XPSAR 371144	5
27HS-27063	MeOH purku Häätä-seis	turvarele	Telemecanique preventiva XPSAR 371144	5

Painikkeen kunnossapito-ohje

Rakenteen tarkastus

- Hätäpysäytyslaitteista oltava asennusta, huoltoa ja säännöllistä testausta koskevat ohjeet. Myös hätä-seis laitteistoa merkkäavat kyltit ja kilvet tarkastettava.
- Hätäpysäytysohjaimen väri on oltava erottuvissa selkeästi.
- Rakenteen eheys todennetaan, tarkastamalla onko painike selvästi hajonnut tai murtunut.

Toiminnan tarkastus

- Ennen toiminnan varsinaista testaamista on suoritettava tarvittavat luokkakohtaiset toimenpiteet.
- Painiketta painetaan, jolloin hätäpysäytyksestä aiheutuva hälytys tulee valvomoon.
- Palautetaan kuittaamalla käsin toimintavalmiiksi.
- Käynnistetään laite

Toimenpiteitä

- Testin aikana esiintyneet puutteet kirjataan ylös
- Puutteelliset merkinnät (positiokilpi, hätä-seis kyltti, likainen painike)
 - Lisätietojen osoittaminen tarpeessa kilvillä tai merkintälapuilla jos puutteita.
 - Mahdollinen painikkeen puhdistus.
- Rikkinäinen kotelo/ painike
 - Kotelon/ painikkeen uusinta

Vaijerin kunnossapito-ohje

Rakenteen tarkastus

- Hätäpysäytyslaitteista oltava asennusta, huoltoa ja säännöllistä testausta koskevat ohjeet. Myös hätä-seis laitteistoa merkkäavat kyltit ja kilvet tarkastettava.
- Hätäpysäytysohjaimen väri on oltava erottuvissa selkeästi.
- Rakenteen eheys todennetaan, tarkastamalla hätä-seis vaijeri ja sen kotelo/kytkinosan kiinnitysosat sekä mahdolliset laiteen muut osat.

Toiminnan tarkastus

- Ennen toiminnan varsinaista testaamista on suoritettava tarvittavat luokkakohtaiset toimenpiteet.
- Vaijeri lukitaan aiheuttamalla hätäpysäytyssignaali, jolloin hätäpysäytyksestä aiheutuva hälytys tulee valvomoon.
 - Köydellä aiheutettava hätäsignaali saatava aikaan normaalilla vetäisyllä(200 newtonia)
- Palautetaan kuittaamalla käsin toimintavalmiiksi
- Käynnistetään laite

Toimenpiteitä

- Testin aikana esiintyneet puutteet kirjataan ylös
- Puutteelliset merkinnät (positiokilpi, hätä-seis kyltti, likainen vaijeri)
 - Lisätietojen osoittaminen tarpeessa kilvillä tai merkintälapuilla jos puutteita.
 - Mahdollinen köyden puhdistus.
- Rikkinäinen kotelo/ löysä vaijeri.
 - Mahdollinen köyden puhdistus.

Turvareleen kunnossapito-ohje

Rakenteen tarkastus

- Häätöäytyslaitteista oltava asennusta, huoltoa ja säännöllistä testausta koskevat ohjeet. Myös hätä-seis laitteistoa merkkäavat kyltit ja kilvet tarkastettava.
- Häätöäytysohjaimen väri on oltava erottuvissa selkeästi.
- Rakenteen eheys todennetaan, tarkastamalla onko painike selvästi hajonnut tai murtunut. Mikäli turvarele on prosessitilassa, tulee myös sen eheys tarkistaa.

Toiminnan tarkastus

- Ennen toiminnan varsinaista testaamista on suoritettava tarvittavat luokkakohtaiset toimenpiteet.
- Painiketta painetaan, jolloin häätöäytuksesta aiheutuva hälytys tulee valvomoon.
- Palautetaan kuittaamalla käsin toimintavalmiiksi. Mikäli kuittaus onnistuu voidaan olettaa että rele ja painike toimivat halutulla tavalla.
- Käynnistetään laite.

Toimenpiteitä

- Testin aikana esiintyneet puutteet kirjataan ylös.
- Puutteelliset merkinnät (positiokilpi, hätä-seis kyltti, likainen vaijeri)
 - lisätietojen osoittaminen tarpeessa kilvillä tai merkintälapuilla jos puutteita.
 - Mahdollinen köyden puhdistus.
- Rikkinäinen kotelo/ painike/ rele
 - Kotelon/ painikkeen/ releen uusinta

Luokat

Luokka 1:

Luokka 1 sisältää kohteet, joissa hätä-seis-laitteena on vaijeri.

Positio	Kohde	Tyyppi	Tunnus
Kuorimo			
12C004HS	Pesurullasto linja 3 nykäys	Vaijeri	
12C007.1	Hakun 3 heittorulla	Vaijeri	(s6) (s7)
12C064.1	hakekuljetin havukasalle	Vaijeri	(s6)
12C065.1	kääntyvä havuhakukuljetin	Vaijeri	(s6)
12C072.1	Hakekuljetin koivukasalle	Vaijeri	(s6) (s7) (s8) (s9)
12C074.1	Kääntyvä koivuhakekuljetin	Vaijeri	(s6)
12C252HS	Pesurullasto linja 1 nykäys	Vaijeri	
12C256.0	Kaarrerullasto 1 yhteiskäyttö	Vaijeri	(11) (s12)
12C262.0	Kaarrerullasto 2 yhteiskäyttö	Vaijeri	(11) (s12)
12C263.0	Rullakuljettimet 1 ja 2 yhteiskäyttö	Vaijeri	(11) (s12)
12C265HS	Pesurullasto hakku 2 nykäys	Vaijeri	
12C267.1	2 hakun syöttökuljetin	Vaijeri	(s12)
12C269.1	2 hakun heittorulla	Vaijeri	(s6) (s7)
12C272.1	Hihnaelevaattori 2	Vaijeri	(s11)
12C273.1	Hihnakuuljetin elevaattorilta 2	Vaijeri	(s12)
14C062.1	Kuorikuljetin puristimelta 3	Vaijeri	(s6)
14C064.1	Kuorilietehihna	Vaijeri	(s6)
14C067.1	Putkisillan kuorikuljetin	Vaijeri	(s6) (s7) (s8)
14C068.1	Kuorikuljetin putkisillalta	Vaijeri	(s6) (s7)
14C069.1	Kuorikuljetin kasalle	Vaijeri	(s6) (s7) (s8)
14C070.1	Kääntyvä kuorikuljetin	Vaijeri	(s6)
14C070.2, - 070.3	Kääntyvä kuorikuljetin kääntö	Vaijeri	(HS1)
14C208.1	Kuorikuljetin kiekoseulalle	Vaijeri	(s11)
14C215.1	Kuorenkeräyskuljetin 1	Vaijeri	(s11)
14C216.1	Kuorenkeräyskuljetin 2	Vaijeri	(s11)
14C217.1	Kokoava kuorikuljetin	Vaijeri	(s11)
16C041.1	Hihnakuuljetin ulos	Vaijeri	(s6)
16C043.1	Hihnakuuljetin kuorikasalle	Vaijeri	(s6)
Massalinja			
13C002.1	Hakehihna havupurkaimelta	Vaijeri	(s11) (s12)
13C003.1	Hakehihna kiekoseulalle	Vaijeri	(s11)
13C009.1	Hakehihna seulomoon	Vaijeri	(s11)
13C031.1	Hakehihna keittämölle	Vaijeri	(s11) (s12) (s13)
13C042.1	Hakehihna koivupurkaimelta	Vaijeri	(s11) (s12)

- Sovelletaan vaijerin kunnossapito-ohjetta.
- Luokan 1 laitteisto voidaan testata kun laite on käynnissä. Ei vaadi erillisiä toimenpiteitä.
- Testaukset suoritetaan seisakissa.

Luokka 2:

Luokka 2 sisältää kohteet joissa hätä-seis-laitteena painike.

Positio	Kohde	Tyyppi	Tunnus
Kuorimo			
12K061.1	Hakku 3	Painike	(s15/EHS1)
12K061.3	Nostolava	Painike	(s4)
12C062.1	Haketasku 3 purkausruuvi	Painike	(s12)
12H102.1	Sulatuskuljetin 3 hydr.pumppu 1	Painike	(s11) (s12)
12L108.1	3-linjan nosto-ovi	Painike	(s100)
12L109.1	Trukkitallin nosto-ovi	Painike	(s100)
12H215.1	Sulatuskuljetin 1 hydr. Pumppu	Painike	(s11) (s12)
12H215.2	Sulatuskuljetin 2 hydr. Pumppu	Painike	(s11) (s12)
12K270.1	Hakku linja 1/2 käyttö 1,2,3,4	Painike	(s11)
14K075.1	Stakkeri teleskooppiputki pitkää	Painike	(HS1)
14K076.1	Stakkeri teleskooppiputki lyhytpää	Painike	(HS1)
61K141.1	Tankoväljän keskus	Painike	(s1)

- Sovelletaan painikkeen kunnossapitohjetta.
- Luokan 2 laitteisto voidaan testata kun laite on käynnissä. Ei vaadi erillisiä toimenpiteitä.
- Testaukset suoritetaan seisakissa.

Luokka 3:

Luokka 3 sisältää kohteet joissa hätä-seis-laitteena turvarele tai painike. Luokan 3 kohteet myös automaatiopositiota.

Positio	Kohde	Tyyppi	Valmistaja/malli
Kuorimo			
12HS-12124	Valvomon hätä-seis	Painike	
12HS1-12243	Katkaisulaitos hätä seis	Turvarele	Telemecanique preventiva XPS AC3721/230VAC
12HZ-12425	Kuorikuljetin ja kuorinäytteenotin	Turvarele	Telemecanique preventiva
16HS-16018	Lietteenpuristus hätä-seis	Painike	
16HS-16019	Lietteenpuristus hätä-seis	Painike	

- Sovelletaan turvareleen kunnossapito-ohjetta.
- Luokan 3 laitteisto voidaan testata kun laite on käynnissä. Ei vaadi erillisiä toimenpiteitä.
- Testaukset suoritetaan seisakissa

Luokka 4:

Luokka 4 sisältää kohteet joissa hätä-seis laitteena turvarele tai painike. Luokan kohteet vaativat erillisiä toimenpiteitä.

Positio	Kohde	Tyyppi	valmistaja/malli
Massalinja			
13HS-21098	Kiekkoseula hätä-seis	Turvarele	Telemecanique XPSAR 371144 230/24VDC
24HZ-24593	Hapetusreaktori hätä-seis	Turvarele	Telemecanique XPS-AP XPSAP3740/230VAC
27RK HS-4	Reaktori hätä-seis	Turvarele	Telemecanique preventiva XPSAR 371144
27HS-27063	MeOH purku Hätä-seis	Turvarele	Telemecanique preventiva XPSAR 371144

- Sovelletaan turvareleen kunnossapito-ohjetta.
- Luokan 4 laitteistoa ei voida testata laitteen ollessa käynnissä.
- Testaukset suoritetaan seiskissa.
- Testauksissa on oltava mukana sähkö-/automaatioasentaja

Luokan 4 kohteiden toimenpiteet:

13HS-21098

- Pysäyttää Kiekkoseulan rullastot 1 ja 2 13K008.1 13K008.2. Poistetaan sulakkeet ja suljetaan katkasijat.
- Annettava käyntikäsky piireille 13K008.1 13K008.2.
- Painetaan Hätä-seis painiketta ja katsotaan laukeaako positoiden 13K008.1 ja 13K008.2 kontaktorit.

24HZ-24593

- Pysäyttää valkolipeä hapetukseen pumpun 24P031.1 ja hapetusreaktorin sekoittimen 24B143.1. Poistetaan sulakkeet ja suljetaan katkasijat.
- Annettava käyntikäsky piireille 24P031.1 ja 24B143.1.
- Painetaan Hätä-seis painiketta ja katsotaan laukeaako positoiden 24P031.1 ja 24B143.1 kontaktorit.

27RK HS-4

- Sulkee venttiilit:
 - HMP CL02 reaktoriin FV-2821
 - NaClO3 ClO2 reaktoriin FV-2831
 - H2S04 ClO2 reaktoriin FV-2828
 - MeOH ClO2 reaktoriin HV-27054

- H2SO4 laimennusvesi ClO2 reaktoriin HV-2827
- Em. venttiilit asetettava ajoasentoon.
 - HMP ClO2 reaktoriin FV-2821 **auki**
 - NaClO3 ClO2 reaktoriin FV-2831 **auki**
 - H2SO4 ClO2 reaktoriin FV FV-2828 **auki**
 - MeOH ClO2 reaktoriin HV-27054 **auki**
 - H2SO4 laimennusvesi ClO2 reaktoriin HV-2827 **auki**
- Asettamisen suorittaa sähkö-/automaatioasentaja
- Asettamisen jälkeen painetaan hätä-seis-painiketta, jonka jälkeen on tarkistettava, että venttiilit ovat vastakkaisessa tilassa kuin ajotilan aikana.
- Kun venttiilit on tarkastettu, testausta jatketaan noudattaen turvareleen kunnossapito-ohjeita .

27HS-27063

- Pysäyttää MeOH purkupumpun 27P471.1. Poistetaan sulakkeet ja suljetaan katkaisija.
- Annettava käyntikäsky piirille 27P.471.1
 - Testaus tapahtuu painamalla hätä-seis painiketta. Painetaan hätä-seis painiketta ja katsotaan laukeaako 27P471.1 kontaktori.

Luokka 5:

Luokka 5 sisältää keittämön hätä-seis-järjestelmän.

Positio	Kohde	Tyyppi	Tunnus
Massalinja			
21G949.0	Keittämön hätä-seis-järjestelmä	Painike	(s11) (s12) (s13) (s14)

- Sovelletaan painikkeen kunnossapito-ohjetta
- Luokan 5 laitteistoa ei voida testata laiteen ollessa käynnissä.
- Testaukset suoritetaan seiskissa.
- Testattava seisakin loppupuoliskolla jolloin keitin on tyhjä.
- Testauksessa on oltava mukana sähkö-/automaatioasentaja.

Luokan 5 kohteiden toimenpiteet:

21G949.0

- Piirissä 21G949.0 on neljä painiketta s11, s12, s13 ja s14.
- s11
 - s11 pysäyttää hakesiilon purkausruuvien 21C004.1 ja 21K012.1.
 - Piirien 21C004.1 ja 21K012.1 sulakkeet poistetaan . Suljetaan katkaisijat.
 - Annettava käyntikäsky piireille 21C004.1 ja 21K012.1
 - Painetaan painiketta s11 ja seurataan laukeaako positoiden 21C004.1 ja 21K012.1 kontaktorit.
- s12
 - s12 pysäyttää MP-kiihin 21K013.1, pasutusastian 21K014.1 , KP-kiihin 21K019.1,LVA
 - lisäainepumpun 1 21P026.1 ja LVA lisäainepumpun 2 21P027.1.
 - Piirien 21K013.1, 21K014.1, 21K019.1, 21P026.1 ja 21P026.2 sulakkeet poistetaan . Suljetaan katkaisijat.
 - Annettava käyntikäsky piireille 21K013.1, 21K014.1, 21K019.1, 21P026.1 ja 21P026.2.
 - Painetaan painiketta s12 ja seurataan laukeaako positoiden 21K013,21K014.1,21K019.1, 21P026.1 ja 21P026.2 kontaktorit

- s13
 - s13 pysäyttää syöttökieropumpun 21P025.1 ja imetystornin pohjakaavarin 21K083.1.
 - Sulkee venttiilit
 - Syöttökierto meno HV-2114
 - Syöttökierto paluu HV-2115
 - Imetystornin purku FV-2120
 - Em. venttiilit asetettava ajoasentoon
 - Syöttökierto meno HV-2114 **auki**
 - Syöttökierto paluu HV-2115 **auki**
 - Imetystornin purku FV-2120 **auki**
 - Piirien 21P025.1 ja 21K083.1 sulakkeet poistetaan. Katkaisijat suljetaan.
 - Annetaan käyntikäsky piireille 21P025.1 ja 21K083.1.
 - Painetaan painiketta s13 ja tarkistetaan, että venttiilit ovat vastakkaisessa tilassa kuin ajon aikana ja laukeaako positioiden 21P025.1 ja 21K083.1 kontaktorit.
 - Tarkastuksen jälkeen testausta jatketaan noudattaen painikkeen kunnossapito-ohjeita
- s14
 - s14 pysäyttää siirtokiertopumpun 21P087.1, keittimen pohjakaavarin 21K093.1, korkeapainepumpun 1 21P071.1, korkeapainepumpun 2 21P073.1 ja korkeapainepumpun 2 21P027.1
 - Sulkee venttiilit
 - Siirtokierto meno HV-2121
 - Siirtokierto paluu HV-2122
 - HVP keittimeen HV-2158
 - Katkaisusta 3-paisuntaan FV-2144
 - Lipeä 1-paisuntaan HV-2172
 - Lipeä virtaus 1 paisuntaan FV-2174
 - Keittimen pohjaventtiilille HV-2191
 - Paisuntalipeä 2-paisuntaan HV-2178
 - Paisuntakierrosta 3-paisuntaan FV-21044
 - Em. venttiilit asetettava ajoasentoon
 - Siirtokierto meno HV-2121 **auki**
 - Siirtokierto paluu HV-2122 **auki**
 - HVP keittimeen HV-2158 **auki**
 - Katkaisusta 3-paisuntaan FV-2144 **auki**
 - Lipeä 1-paisuntaan HV-2172 **auki**
 - Lipeä virtaus 1 paisuntaan FV-2174 **auki**
 - Keittimen pohjaventtiili HV-2191 **auki**
 - Paisuntalipeä 2-paisuntaan HV-2178 **auki**
 - Paisuntakierrosta 3-paisuntaan FV-21044 **auki**
 - Piirien 21P087.1, 21K093.1, 21P071.1, 21P073.1 ja 21P027.1 sulakkeet poistetaan. Suljetaan katkaisijat.

- Annetaan käyntikäsky piireille 21P087.1 ja 21K093.1
- Toimenpiteiden jälkeen painetaan hätä-seis-painiketta ja tarkistetaan, että venttiilit ovat vastakkaisessa tilassa kuin ajotilan aikana. Seurataan laukeaako positioiden 21P087.1, 21K093.1 kontaktorit ja onko positioiden 21P071.1, 21P073.1 ja 21P027.1 katkaisijat auenneet.
- Tarkastuksen jälkeen testausta jatketaan noudattaen painikkeen kunnossapito-ohjeita

Luokka 6:

Luokka 6 sisältää kuivauskoneen ja paalamon hätä-seis järjestelmät

Positio	Kohde	Tyyppi
Kuivaamo		
31E872.0	Kuivauskone hätä-seis	Turvarele
33G800.0	Paalamon hätä-seis	Painike

- Luokan 6 laitteistoa voidaan testata laitteen ollessa käynnissä.
- Testaukset suoritetaan seiskissa.

Luokan 6 kohteiden toimenpiteet:

31E872.0

- Sovelletaankun turvareleen kunnossapitosuunnitelmaa
- Kuivauskoneen hätä-seis testaus suoritetaan, koneen ollessa ryöminällä. Kohteessa on kaksitoista painiketta(s11-s22) , jotka kaikki pysäyttävät koko koneen. Testaaja käy tarkastuspöytäkirjan listauksen mukaisesti kaikki painikkeet läpi.

33G800.0

- Sovelletaankun painikkeen kunnossapitosuunnitelmaa
- Paalamon hätä-seis piiri koostuu kolmesta eri ryhmästä: Arkkileikkuri, Linja 1 ja Linja 2. Käydään kaikkien ryhmien, kaikki painikkeet läpi