

Anni Grön

TURVA-AUTOMAATION KARTOITUS PROSESSILAITOKSEEN

Opinnäytetyö
Energiatekniikan koulutusohjelma

2017



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Anni Grön	Insinööri AMK	Toukokuu 2017
Opinnäytetyön nimi TURVA-AUTOMAATION KARTOITUS PROSESSILAITOK- SEEN		21 sivua 24 liitesivua
Toimeksiantaja Pöyry Finland Oy		
Ohjaaja Yliopettaja Merja Mäkelä		
Tiivistelmä <p>Tämä opinnäytetyö on toteutettu Pöyry Finland Oy:n käyttöön. Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia ohjeistus turva-automaation kartoitukseen ja suunnitteluun. Ohjeistuksen tarkoituksena on tukea automaatio suunnittelijoita turva-automaatioon liittyvissä projekteissa.</p> <p>Turvallisuuden panostetaan nykypäivän teollisuudessa entistä enemmän. Turvallisuuden panostamalla pienennetään taloudellisten vahinkojen ja henkilövahinkojen riskiä. Turva-automaation kartoitusohjeistuksen tarve on syntynyt tiukentuneiden turvallisuusperiaatteiden myötä. Pöyry haluaa laajentaa tarjoamiaan turvallisuuspalveluita myös turva-automaation osalta.</p> <p>Opinnäytetyössä perehdytään turva-automaatioon ja IEC-61508-standardin mukaiseen elinkaarimalliin. Ohjeistuksessa kerrotaan turva-automaation kartoituksen, suunnittelun ja toteutuksen työvaiheet. Lähtötilanteen arvioinnin jälkeen tehdään riskikartoitus. Riskikartoituksen perusteella arvioidaan riskigraafin avulla turva-automaation tarve. SIL-tarkastelussa määritellään turvatoimet ja niiden eheystasovaatimukset. Eheystasot todennetaan SIL-laskennalla. Suunnitelmat hyväksytetään tarkastuslaitoksella, minkä jälkeen voidaan edetä toteutukseen. Toteutus tarkastetaan testauksilla, jotka on tarkoin määritelty ja ohjeistettu.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena syntyi ohjeistus turva-automaation kartoitukseen ja suunnitteluun Pöyry Finland Oy:n suunnittelijoiden ja konsulttien käyttöön. Ohjeistuksen avulla laajennetaan suunnittelijoiden osaamisalaa perusautomaation suunnittelusta turva-automaatioon.</p>		
Asiasanat prosessiturvallisuus, turva-automaatiojärjestelmä, eheystaso, ohjeistus		

Author (authors)	Degree	Time
Anni Grön	Bachelor of Engineering	May 2017
Thesis Title		
Safety Instrumented Systems in Process Plants		21 pages 24 pages of appendices
Commissioned by		
Pöyry Finland Oy		
Supervisor		
Merja Mäkelä, Principal Lecturer		
Abstract		
<p>The objective of this thesis was to create comprehensive instruction for the definition of safety-related systems in a process plant. This thesis was commissioned by Pöyry Finland Oy which wants to expand their safety services to safety instrumented systems due to continually increasing safety requirements.</p>		
<p>The thesis investigates safety automation and a life cycle model based on IEC 61508 standard. The guide describes the steps for defining, designing, and implementing safety automation. After the initial assessment, a risk assessment is carried out. Based on the risk assessment, risk-graphing is used to assess the need for safety automation. The SIL review defines the safety measures and their integrity levels. The integrity levels are verified by SIL calculation. After the design stage, the process can proceed to the implementation stage when the previous steps have been approved. The implementation is verified by testing that it is well defined and instructed.</p>		
<p>The result of this thesis was the instruction for defining safety automation for Pöyry Finland Oy's designers and consultants. This guide expands the expertise of designers from basic automation planning to safety automation.</p>		
Keywords		
safety, process industry, safety integrity level		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	TURVALLISUUTEEN LIITTYVÄT JÄRJESTELMÄT	6
2.1	Käsitteet ja lyhenteet	7
2.2	Turva-automaatio.....	8
2.3	Turva-automaatiota koskevat asetukset	9
2.4	Turvallisuuteen liittyvät standardit.....	10
3	TURVA-AUTOMAATION ELINKAARIMALLI	10
3.1	Vaatimusmäärittely	11
3.2	Suunnittelu.....	12
3.3	Toteutus.....	13
3.4	Käyttö	13
3.5	Dokumentointi.....	14
4	TURVA-AUTOMAATION KARTOITUSOHJEISTUKSEN LAATIMINEN.....	15
5	YHTEENVETO	18
	LÄHTEET.....	20

LIITEET

Liite 1. Ohjeistus prosessilaitoksen turva-automaation kartoitukseen ja suunnitteluun

1 JOHDANTO

Turva-automaatiota käytetään lähes kaikilla teollisuuden alueilla. Energiateollisuudessa käytetään paljon painelaitteita ja vaarallisia kemikaaleja, jotka velvoittavat käyttäjänsä perehtymään turvallisuuteen jo ennen laitosten rakentamista. Myös vanhempia laitoksia koskevat samat säädökset. Turvallisuuden edistäminen vanhoissa laitoksissa voi olla haastavaa, sillä laitoksen rakennusvaiheessa ei ole huomioitu nykyaikaisia vaatimuksia.

Turvallisuuteen joudutaan perehtymään ja panostamaan nykypäivänä kasvavassa määrin, koska turvallisuuteen liittyvät asetukset ja tavoitteet ovat tiukentuneet viime vuosina. Yrityksille turvallisuus on tullut entistä tärkeämmäksi myös markkinoinnin kannalta. Turvallisuus on jossain määrin mennyt tuottavuuden edelle. Tätä ei kuitenkaan pidetä huonona asiana. Länsimaisessa kulttuurissa ihmishengetä ja ympäristöstä on tullut entistä arvokkaampia.

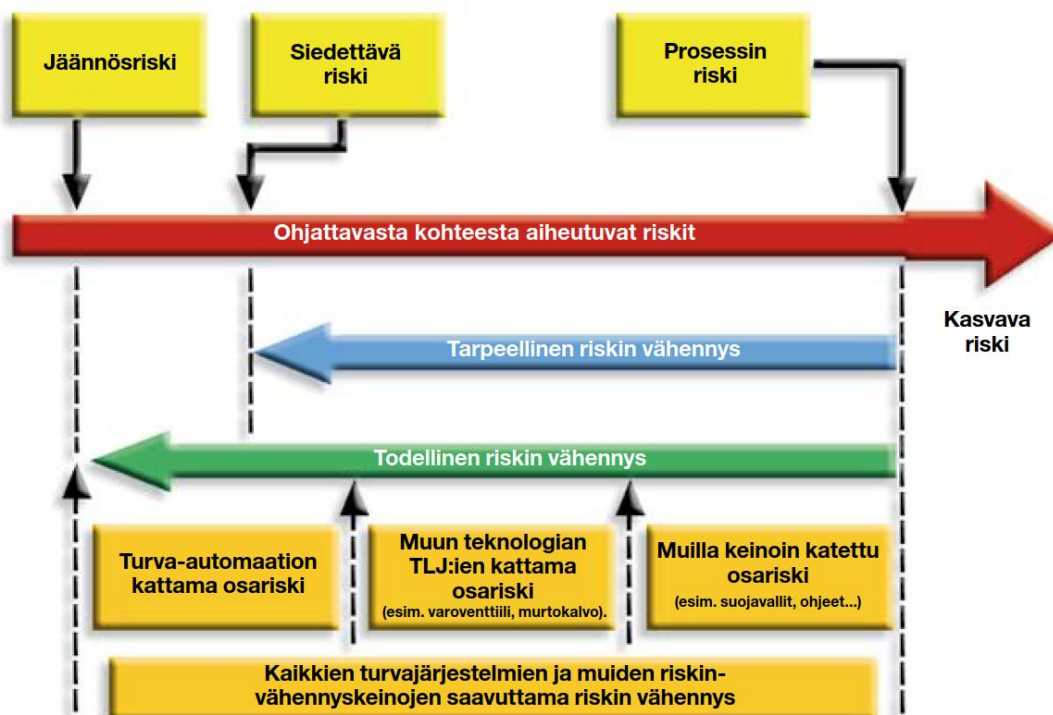
Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan, mitä asioita tulee ottaa huomioon turva-automaatiota suunniteltaessa erityisesti jo olemassa oleviin prosessilaitoksiin. Työssä on tarkoitus tehdä ohjeistus turva-automaation kartoituksesta ja suunnittelusta toimeksiantajan käyttöön. Ohjeistus on liitteenä opinnäytetyön lopussa. Tavoitteena on luoda kokonaisvaltainen kuva turva-automaation elinkaaresta ja laatia ohjeistus toimeksiantajalle turva-automaation kartoituksesta. Työssä on katsaus turvallisuuteen liittyvistä standardeista ja asetuksista, jotka koskevat tietynlaisia prosessilaitoksia. Työssä tarkastellaan IEC 61508:n eli toiminnallisen turvallisuuden standardin elinkaarimallia turva-automaation näkökulmasta.

Työn toimeksiantaja on Pöyry Finland Oy, joka on osa maailmanlaajuisia suunnittelu- ja konsultointiyritystä. Pöyryn toimialoihin kuuluu teollisuuden eri alojen lisäksi energiateollisuus ja infrastruktuuri. Pöyry työllistää noin 1600 henkeä 19 toimipisteessä ympäri Suomen. Pöyry laajentaa palvelutarjontaansa turvallisuuden liittyvissä projekteissa kasvaneen kysynnän ansiosta. Turva-automaatioosaajien määrää halutaan lisätä yrityksessä, joka tarjoaa muitakin turvallisuuspalveluita. (Pöyry 2016).

2 TURVALLISUUTEEN LIITTYVÄT JÄRJESTELMÄT

Turvallisuuteen liittyviä järjestelmien (TLJ) tarkoitus on parantaa turvallisuutta. Vaaratilanteita pyritään ennaltaehkäisemään turvallisuuteen liittyvillä järjestelmillä. TLJ voi myös olla järjestelmä, joka pyrkii vähentämään vaaratilanteen vaikutuksia tai ilmoittamaan vaaratilanteen mahdollisuudesta. Tällaisia järjestelmiä ovat esimerkiksi palovaroitin- ja sammutusjärjestelmät, kaasu- tai ioni-ilmaisinjärjestelmät. Yleisin TLJ on turva-automaatio, joka toimii perusautomaatiojärjestelmän rinnalla. Turva-automaatiota käytetään, kun riskiä ei saada pienennettyä millään muilla keinoin tarvittavalle tasolle. (Tukes 2007.)

Kuvassa 2.1 on riskienvähennyksen yleiset periaatteet. Riskiä vähennetään ensin muilla keinoin esimerkiksi suojavalleilla tai työntekijöiden ohjeistuksella. Tämän jälkeen otetaan käyttöön turvallisuuteen liittyvät järjestelmät, jotka voivat olla esimerkiksi painelaitteissa varoventtiilejä tai murtokalvoja. Mikäli riski ei ole vähentynyt siedettävälle tasolle, on otettava käyttöön turva-automaatio, joka ohjaa prosessin turvalliseen tilaan vikatilanteen sattuessa. Kaikkia riskejä ei ole mahdollista ottaa huomioon, joten aina jää jäljelle myös jäännösriski.



Kuva 2.1 Riskienvähennyksen yleisperiaatteet (Tukes 2007)

Prosessilaitoksen turvallisuuteen liittyy myös rakennuksen ominaisuudet. Laitoksen rakenteissa on heikennettyjä osia, jotka antavat periksi räjähdysten sattuessa. Rakenteen tulisi pettää niin, että ympäristölle koituisi mahdollisimman vähän vahinkoa. Osa rakenteesta on oltava räjähdysten kestävä, jotta rakennus ei romahda. Kemikaalivuotojen varalta on oltava valuma-altaat kemikaalien varastointi- ja käyttöpisteissä (Tukes 2007).

2.1 Käsitteet ja lyhenteet

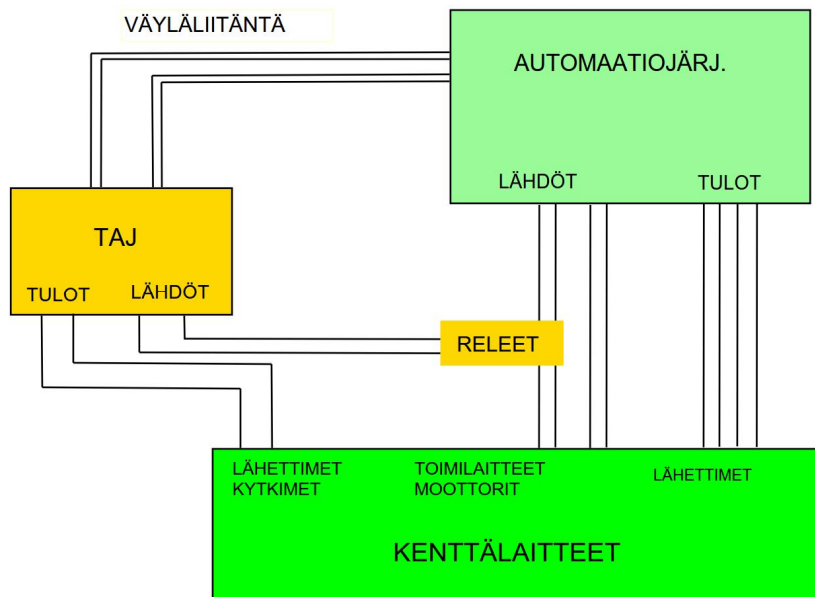
Turvallisuuteen liittyviä lyhenteitä on paljon ja ne ovat usein vieraskieliperäisiä. Alla on listattu hyödyllisiä lyhenteitä sekä suomeksi että englanniksi.

FAT	Tehdastestaus (engl. Factory Acceptance Test) tarkoittaa testausta ennen järjestelmän toimitusta asiakkaan tiloihin.
Kelpoistus	Vahvistaminen tarkastelemalla ja objektiivista todistusaineistoa tutkimalla, että vaatimukset täyttyvät juuri kyseisessä kohteessa. (engl. Verification, Valuation).
Lukitus	Vaaraa aiheuttavan toimenpiteen esto. (engl. Interlock).
OE	Ohjelmoitava elektroniikka (engl. PE, Programmable Electronic)
OL	Ohjattava laitteisto (engl. EUC, Equipment Under Control)
Perusautomaatio	Perusautomaatiolla ohjataan prosessia normaalilla toiminta-alueella. (engl. BPCS, basic process control system).
PFD	Vaarallisen vikaantumisen todennäköisyys vaateesta (engl. Probability of Failure on Demand)
Riski	Vahingon tapahtumisen todennäköisyyden ja tämän vahingon vakavuuden yhdistelmä. (engl. Risk).
SAT	Hyväksymistestaus (engl. Site Acceptance Test) tarkoittaa testausta asennusten ja koekäytön jälkeen.
S/E/OE	Sähköinen/elektroninen/ohjelmoitava elektroninen (engl. E/E/PE, Electrical/Electronic/Programmable Electronic)

Suojaus	Ohjattava kohde saatetaan turvalliseen tilaan pakko-ohjauksella eli suojauksella. (engl. Protection).
TAJ (SIS)	Turva-automaatiojärjestelmä (engl. Safety Instrumented System).
TET (SIL)	Turvallisuuden eheystaso (engl. Safety integrity level).
TLJ (SRS)	Turvallisuuteen liittyvä järjestelmä (engl. Safety-related System). (SFS-EN 61508: 2011b.)

2.2 Turva-automaatio

Turva-automaatio on usein erillään perusautomaatiojärjestelmästä, jotta vikaantumiset perusautomaatiojärjestelmässä eivät aiheuttaisi toiminnan häiriintymistä turva-automaatiojärjestelmässä. Turva-automaatiojärjestelmä toimii itsenäisenä yksikkönä ja sen ohjeet toimilaitteelle ovat vahvempia kuin perusautomaatiojärjestelmän. Perusautomaation käskyt ovat siis toissijaiset turva-automaatioon nähden ja ne eivät saa estää turva-automaatiota toimimasta. (SFS-EN 61508: 2011a.)



Kuva 2.2 Turva-automaation järjestelmärakenne-esimerkki (Heikkinen M. 2015)

Kuvassa 3.2 on esimerkki turva-automaation järjestelmärakenteesta. Esimerkissä turva-automaatiojärjestelmä on yhteydessä perusautomaatiojärjestelmään kah-

dennetulla väyläliitännällä (Sundquist M. 2008). TAJ:hin tulee tieto kentällä olevista mittauksista. Mittauksista saaduilla tiedoilla TAJ tarvittaessa aktivoi lähdön, jolloin toimilaite suorittaa tehtävänsä. TAJ:stä lähtee myös hälytys perusautomaatiojärjestelmään turvatoiminnon tapahtuessa. TAJ:n kautta voi kulkea myös tieto joistain mittauksista perusautomaatiojärjestelmään, jos samaa mittaustietoa tarvitaan prosessin ohjaukseen. (Heikkinen M. 2015.)

Turva-automaation ohjelmoinnissa on vaaratilanteisiin varauduttu lukituksilla ja suojuuksilla. Lukituksista ja suojuuksista kerrotaan lisää ohjeistuksen kappaleessa 7.3 Ohjelmoinnissa varautuminen.

Päävirtapiireissä, esimerkiksi moottorin virtapiirissä, on turvakytkimet, joita käytetään huoltoja tehdessä varmistamaan, ettei moottori voi käynnistyä kesken huollon. Näistä turvakytkimistä menee kosketintieto TAJ:hin ja TAJ:n lukitus estää moottoria käynnistymästä. (SFS-EN 61508: 2011c.)

2.3 Turva-automaatiota koskevat asetukset

Turva-automaatiolle ei ole omaa lakia tai asetusta, jossa määriteltäisiin vaatimuksia erityisesti turva-automaatiolle. Prosessiteollisuudelle on olemassa omat säädökset, jotka koskevat prosessiturvallisuutta. Prosessissa voi olla koneita tai laitteita, jotka ohjausjärjestelmineen kuuluvat eri säädöksiin soveltamisaloihin. Tällaisia säädöksiä ovat esimerkiksi:

- Konedirektiivi 2006/42/EY
- Pienjännitedirektiivi 2014/35/EU
- EMC-direktiivi 2014/30/EU
- ATEX-laitedirektiivi 2014/34
- Painelaitedirektiivi 2014/68/EU.

Konedirektiivi 2006/42/EY koskee koneiden turvallisuutta ja myös niiden ohjaustoimintojen turvallisuutta. Pienjännitedirektiiviä, 2014/35/EU, tulee soveltaa kaikkiin sähkölaitteisiin, joiden nimellisjännite on vaihtovirralla 50...1000V ja tasavirralla 75...1500V poislukien direktiivissä luetellut laitteet. Poisluettaviin laitteisiin kuuluvat mm. räjähdysvaarallisiin tiloihin suunnitellut sähkölaitteet. Näille on oma

direktiivinsä, ATEX-laitedirektiivi. ATEX-laitedirektiivi, 2014/34/EU, koskee sähkölaitteiden lisäksi mekaanisia laitteita, turva-, säätö- ja ohjauslaitteita sekä suojausjärjestelmiä ja niihin liittyviä komponentteja. ATEX-laitteiden luokituksista ja sertifiointista löytyy lisätietoa ohjeistuksen kappaleessa 4 Räjähdyksenvaarallisten tilojen tila- ja laiteluokitukset. EMC-direktiivi 2014/30/EU on sähkömagneettista yhteensopivuutta koskeva direktiivi.

Painelaitedirektiivi 2014/68/EU koskee kaikkien painelaitteiden suunnittelua ja valmistusta, joiden käyttöpaine ylittää 0,5 bar:a (Painelaitedirektiivi 1. § 1 mom.).

2.4 Turvallisuuteen liittyvät standardit

IEC-61508 on yleisstandardi, joka käsittelee turvallisuuteen liittyvien järjestelmien toiminnallista turvallisuutta. Standardissa esitetään elinkaarimalli turvallisuuden kokonaisuudelle. Ex-standardissa SFS-EN 60079–14 perehdytään sähkölaitteiden valintaan ja asentamiseen räjähdysvaarallisissa tiloissa.

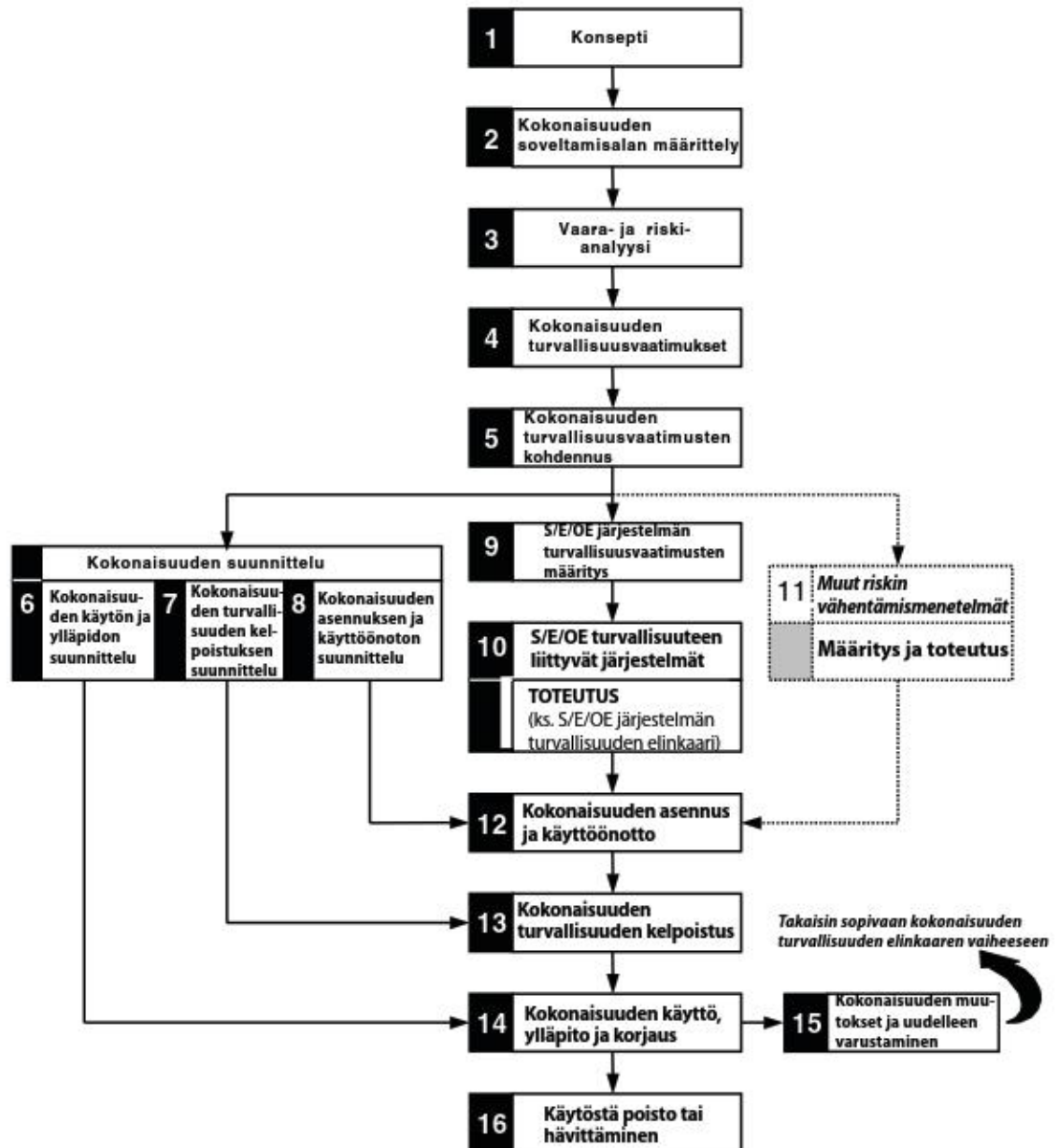
Standardi IEC 61511 keskittyy prosessiteollisuuteen ja IEC 62061 koneturvallisuuteen.

Painelaitteille on olemassa kattostandardi SFS-EN 764, jonka osassa 7 käsitellään lämmittämättömien painelaitteiden turvajärjestelmiä.

3 TURVA-AUTOMAATION ELINKAARIMALLI

Tässä kappaleessa käsitellään standardiin, IEC 61508, perustuvaa elinkaarimallia. Tätä standardia on hyvä käyttää runkona turva-automaation toteutuksessa, jotta saavutetaan vaadittava turvallisuuden eheystaso kokonaisuudessa.

Kuvassa 3.1 on esitetty turvallisuuden elinkaaren vaiheet. Vaiheiden välissä tuotettu aineisto täytyy hyväksyttävä tarkastuslaitoksella. Tarkastuslaitoksista kerrotaan lisää ohjeistuksen kappaleesta 8 Viranomaistarkastukset ja testaukset.



Kuva 3.1 Kokonaisuuden turvallisuuden elinkaari (IEC 61508-1)

3.1 Vaatimusmäärittely

Vaatimusmäärittelyvaiheen tärkein tehtävä on varmistaa, että prosessia ja toimialaa koskevat säädökset ja standardit täyttyvät. Riskit tulee olla otettu riittävän hyvin huomioon. Tässä elinkaaren vaiheessa tunnistetaan riskit ja määritetään vaaditut eheystasot. Vaatimustenmukaisuuden osoittamiseen käytetyt menetelmät tulee olla määritetty. Riskianalyysin ja eheystason määrittelyn suorittaa prosessintunteva ryhmä. Riskianalyysistä ja eheystason määrittelyistä kerrotaan tarkemmin liitteen 1 kappaleissa 3 ja 6. Kattavat lähtötiedot ovat tärkeitä, jotta voi-

daan ottaa huomioon riittävän hyvin prosessin toiminta ja prosessin vaatimukset sekä riskit. Vastaavanlaisista kohteista saatuja kokemuksia on hyvä hyödyntää.

Tässä vaiheessa on myös määriteltävä, millä menetelmillä tullaan todentamaan, onko vaadittu turvallisuudentaso saavutettu. Menetelmät TAJ:n ja sen laitteiden ja laitteistojen hankinnasta, arvioinnista, tarkastuksista ja vaatimustenmukaisuudesta tulee olla määritelty. Valvontaviranomainen tekee tuotettujen dokumenttien perusteella päätöksen, ovatko määrittelyt riittävät ja voidaanko edetä seuraavaan vaiheeseen.

3.2 Suunnittelu

Suunnitteluvaiheessa tulee ottaa huomioon määrittelyvaiheessa tehdyt vaatimukset, kuten riskien pienentäminen ja turvallisuuden varmistaminen myös toteutusvaiheen jälkeen.

Turva-automaation tehtävänä on pysäyttää prosessi tai saattaa se turvalliseen tilaan vikatilanteen sattuessa. Ylimääräisiä ja tarpeettomia prosessin keskeytyksiä tai alasajoja tulisi välttää ja tämä vaatimus tulee huomioida jo suunnitteluvaiheessa. Turva-automaation tulee toimia riippumattomasti muista järjestelmistä, jos ne haittaavat turvalaitteiden toimintaa. (Tukes 2007.)

Suunnitelmien tulee täyttää yllä mainitut ehdot ja prosessiteollisuutta koskevat standardit. Kun suunnitelmat piireistä ja laitteista on tehty, lasketaan turvatoimintojen eheystaso. Eheystasolaskennan tuloksista nähdään täytyvätkö määrittelyvaiheessa päätetyt eheystasot. Eheystasolaskennasta eli SIL-laskennasta voi lukea ohjeistuksen kappaleesta 6 Eheystason määrittely ja todentaminen.

Suunnitteluvaiheessa tehdään myös suunnitelmat tarvittavista laite- ja työtilauksista. Usein laite- ja urakointitilaukset kilpailutetaan useilla toimittajilla. Laitteiden toimitusajat, erityisesti erikoisemmille laitteille, voivat olla pitkiä ja tämä tulee huomioida projektin aikataulutuksessa. Tämä voi myös olla yksi peruste laitetoyttajavalintaan.

Kaikilla henkilöillä, jotka suunnittelevat, asentavat, tarkastavat tai käyttävät, on oltava heidän toimenkuvaansa vastaava pätevyys. Dokumentoidut pätevyys-, koulutus- tai työkokemustiedot on arvioitava kyseessä olevan järjestelmän ja sovelluksen suhteen. Arvioinnissa tulee huomioida henkilön tietämys lainsäädännöstä, turvallisuustekniikan tuntemus, aiempi koulutus ja työkokemus.

Suunnitteluvaiheen lopussa suoritetaan arviointi, jossa tarkastellaan määrittelyvaiheessa asetettujen vaatimusten täyttymistä. Suunnitelmien dokumentointi on tärkeää, sillä dokumentoinnin perusteella arvioidaan suunnitteluvaiheen onnistuminen. Tarkastuslaitoksen tulee hyväksyä suunnitteluvaihe ennen kuin voidaan jatkaa toteutusvaiheeseen.

3.3 Toteutus

Suunnitteluvaiheessa tehdyt ja hyväksytyt suunnitelmat toteutetaan toteutusvaiheessa. Asennukset suoritetaan standardeja noudattamalla. Asennusvalvonnan tulee valvoa asennuksia ja tarkastuksia.

Tilaajalle tulee toimittaa vaadittavat asiakirjat järjestelmän toimivuudesta sekä laitteiden ja laitekokonaisuuksien käyttöohjeet. Turva-automaatiojärjestelmään liittyviin kenttälaitteisiin tulee tehdä asianmukaiset merkinnät. Merkinnät tulee olla selvästi havaittavissa. Esimerkkinä merkinnöistä on huomiota herättävän väriset laitekilvet ja kaapelointi.

Toteutuksen tulee vastata määrittely- ja suunnitteluvaiheen vaatimuksia, jotta voidaan jatkaa käyttöönottoon.

3.4 Käyttö

Käyttöönotettaessa tulee varmistua siitä, että järjestelmä toimii edelleen suunnitellulla tavalla häiriötilanteissa. Määräaikaistarkastuksilla ylläpidetään järjestelmän toimivuutta ja havaitaan mahdolliset puutteet ennen varsinaisen vian esiintymistä. Määräaikaistarkastukset ja -huollot tulee olla suunniteltu laitteille ja jär-

jestelmälle niin, että ne täyttävät SIL-laskennassa käytetyt arvot. Esimerkiksi jos laskennassa on käytetty yhden vuoden tarkastusväliä, tulee määräaikaistarkastukset tehdä vähintään vuoden välein. Määräaikaistarkastuksiin ja mahdollisiin korjauksiin tulee nimetä vastuuhenkilö. Vastuuhenkilö voi olla käyttökohteen henkilökunnan jäsen tai tarkastuslaitos, jolla on vaadittavat pätevyudet.

Jos turva-automaatioon tarvitsee myöhemmin tehdä muutoksia, tulee käydä läpi kaikki ne elinkaarenvaiheet, joihin muutos vaikuttaa. Mikäli muutos on uusimiseen rinnastettavissa, täytyy muutoksista tehdä ilmoitus valvontaviranomaiselle. Kemikaaleihin liittyvät muutokset vaativat myös ilmoituksen. Muutostarkastus vaaditaan, jos painelaitteiden varotoimiin tehdään muutoksia. Muutostarkastuksen tekee tarkastuslaitos.

3.5 Dokumentointi

Dokumentointi on erittäin tärkeää kaikille elinkaaren vaiheille, jotta turva-automaatioprojekti on mahdollista toteuttaa hyväksytysti loppuun. Dokumentoinnilla pystytään todentamaan riskien vähennyksen riittävyys sekä järjestelmän turvallinen toiminta. Dokumentointia tehdään koko projektin ajan, jotta tiedot pysyvät ajan tasalla. Suunnitelmat, määrittelyt ja kuvaukset sekä raportit tulee dokumentoida asianmukaisesti.

Seuraavanlaiset dokumentit on oltava kunnossa, jotta voidaan arvioida onko järjestelmä täyttänyt asetetut vaatimukset

- riskianalyysin tulokset sekä niihin liittyvät lähtötiedot
- turvallisuussuunnitelma
- tiedot turvatoimintojen toteuttamiseen liittyvistä laitteista ja vaatimuksista
- suunnittelumateriaali
- käyttöönottoon liittyvät asiat
- testaus- ja kelpoisuusasiakirjat
- menettelyt ja organisaatiot, jotka liittyvät turvatoimintojen toteuttamiseen, käyttöön ja ylläpitoon
- määräaikaiskoestussuunnitelma, -ohje ja –raportit.

Turva-automaatiosta ja riskikartoituksista saatujen dokumenttien arkistoinnista vastaa yleensä toiminnanharjoittaja. Dokumentteja käytetään lähtötietoina, mikäli turva-automaatiojärjestelmään tehdään muutoksia.

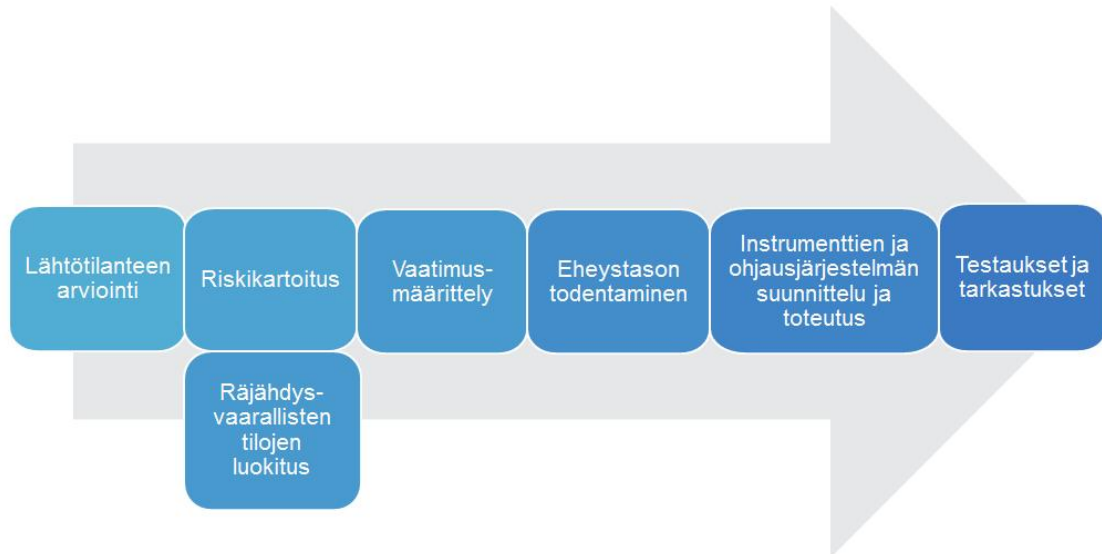
4 TURVA-AUTOMAATION KARTOITUSOHJEISTUKSEN LAATIMINEN

Työn tavoitteena oli tehdä toimeksiantajalle liitteenä 1 oleva ohjeistus turva-automaation kartoitukseen ja suunnitteluun. Ohjeistuksen laatiminen aloitettiin yhdessä toimeksiantajan kanssa miettimällä asioita, joita olisi hyvä käsitellä ohjeistuksessa.

Ohjeistuksessa kuvataan turva-automaation suunnittelua edeltäviä vaiheita, jotta suunnittelijalle tulisi ymmärrys turva-automaation tarpeesta. Tärkeässä osassa ohjeistuksessa on laitevalinnat ja eheystason todentaminen.

Kuvassa 4.1 on työvaiheet, jotka liittyvät keskeisesti turva-automaation kartoitukseen ja toteutukseen:

- Kohdelaitoksen organisaatio tekee lähtötilanteen arvioinnin. Arvioinnissa höydynnetään aiempia riskiarvioita sekä tapaturma- ja läheltäpiti-tilastoja.
- Seuraavaksi tehdään riskikartoitus tai päivitetään olemassa olevaa riskiarviointia, jossa on listattu vaaraa aiheuttavat kohteet. Riskin suuruus arvioidaan ja määritellään keinot, joilla riskiä aiotaan pienentää kohteissa.
- Vaatimusmäärittelyssä määritellään millä menetelmillä ja käytännöillä edetään seuraavaan vaiheeseen ja kuinka todennetaan onnistuminen vaiheissa.
- Tehdään eheystasomäärittely, jossa määritellään riskikartoituksessa määriteltujen turvatoimien eheydentasot. Eheystasot todennetaan SIL-laskennan avulla.
- Instrumentit valitaan ja ohjausjärjestelmä suunnitellaan eheystasovaatimuksien perusteella. Suunnittelusta syntyy hankinta- ja asennusdokumentointi.
- Toteutuksen jälkeen asennukset tarkastetaan ja hyväksytetään valvontaviranomaisella.



Kuva 4.1 Turva-automaation työvaiheet

Kuvassa 4.2 on liitteenä 1 olevan ohjeistuksen sisällysluettelo. Ohjeistuksessa käydään läpi riskikartoituksen tarkoitus ja riskikartoituksen tuloksien seuraukset. Seuraavana aiheena on eheystason määrittely ja todentaminen. Ohjeistuksessa käsitellään myös räjähdysvaarallisten tilojen tilaluokituksia ja laiteluokituksia. Instrumenttien valinnasta ja asennuksesta kerrotaan ohjeistuksen kappaleessa 7. Samassa kappaleessa kerrotaan myös laitteiden standardisoinnista. Samassa kappaleessa on esitelty muutamia turvalogiikoita ja niiden valmistajia. Viranomaistarkastukset ja testaukset -kappaleessa kerrotaan tarkastus- ja standardisointielimistä Suomessa. Kappaleessa on kerrottu myös radioaktiivisten mittausten valvonnasta.

SISÄLLYS

1	KARTOITUSOHJEEN KÄYTTÖ.....	3
2	LÄHTÖTILANTEEN ARVIOINTI.....	5
3	RISKIKARTOITUS.....	5
4	RÄJÄHDYSVAARALLISTEN TILOJEN TILA- JA LAITELUOKITUKSET.....	7
4.1	Räjähdyksivaarallisten tilojen määrittely.....	8
4.2	Instrumentointilaitteiden luokitusten määrittely.....	9
5	VAATIMUSMÄÄRITTELY.....	11
6	EHEYSTASON MÄÄRITYS JA TODENTAMINEN.....	11
7	INSTRUMENTTIEN JA OHJAUSJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS	16
7.1	SIL-sertifikaatti.....	16
7.2	Turvalogiikat.....	18
7.3	Ohjelmoinnissa varautuminen.....	20
8	TESTAUKSET JA VIRANOMAISTARKASTUKSET.....	21
8.1	SAT-testaus ja määräaikaistarkastukset.....	21
8.2	Tilaluokittelu.....	22
8.3	Laiteluokittelu.....	22
8.4	Radioaktiivisten mittausten hyväksyntä.....	23
9	YHTEENVETO.....	23
	Lähteet.....	24

Kuva 4.2 Turva-automaation kartoitus ohjeistuksen sisällysluettelo (Liite 1)

Ohjeeseen ei ollut tarkoituksenmukaista laittaa kaikkea saatavilla olevaa tietoa, joten ohjeistuksessa neuvotaan mistä lisätietoja ja tarkennuksia löytyy. Ohjeistuksen kappaleet pyrittiin järjestelemään niin, että tiedot olisivat siinä järjestyksessä, missä niitä suunnittelun aikana tarvitaan. Asiakokonaisuudet haluttiin pitää yhtenäisinä, mikä osittain esti kronologisen järjestyksen.

5 YHTEENVETO

Ohjeistuksen tekemiseen suunniteltu aikataulu venyi monta kertaa, koska en ottanut huomioon opinnäytetyön aiheen haastavuutta ollessani samanaikaisesti työelämässä.

Ohjeistuksesta olisi voinut tulla selkeämpi, kun olisi keskitytty nimenomaan vain turva-automaatioon ja siihen johtaviin vaiheisiin kuten riskianalyysi ja SIL-tarkastelu. Ohjeistuksessa kuitenkin poiketaan aiheesta räjähdysvaarallisiin tiloihin, jotka ei suoranaisesti liity turva-automaatioon. Räjähdysvaarallisten tilojen luokittelu ja räjähdys suojauskartoitukset ovat kuitenkin tärkeä työkaluja prosessiturvallisuuden parantamisessa. Turva-automaatiolla voidaan pienentää riskiä räjähdysvaarallisissa tiloissa, mutta räjähdysvaarallinen tilaluokitus ei aina johda turva-automaation valintaan riskin pienennys keinona.

Ohjeistukseen olisi saatu paljon sisältöä lisäämällä kaikki tarkkakin tieto, mutta se ei olisi enää palvellut tarkoitustaan esitellä turva-automaatiota laajapiirteisesti ja kevyesti. Ohjeistuksessa on mielestäni riittävästi tietoa aiheeseen vasta tutustuvalla suunnittelijalle, kun mielenkiintoa ei latisteta liiallisella standardi- tai lakitekstillä.

Pöyryllä on entuudestaan olemassa paljon materiaalia koskien turva-automaation suunnittelua ja eheystason todentamista. Tästä materiaalista oli paljon hyötyä ohjeistusta kirjoittaessani. Hyödyllistä olisi myös ollut päästä mukaan johonkin turva-automaation suunnittelu- tai todennusvaiheeseen. Tämä olisi auttanut hahmottamaan, mitä turva-automaation kartoituksessa tehdään. Nyt ohjeistukseni perustuu pelkästään luettuun tietoon. Mielestäni ohjeistus ei voi olla täysin pätevä käytännön työtä ajatellen. Toisaalta ohjeistuksen tarkoitus onkin vain perehdyttää suunnittelijoita yleisesti turva-automaatioon.

Opinnäytetyössä esiteltävien elinkaarien vaiheisiin olisi myös saatu enemmän sisältöä käytännön kokemuksesta. Elinkaarenvaiheet jäivät hiukan köyhiksi työvaiheista. Omaa näkökulmaa suunnittelu- ja dokumentointiotsikoihin sai koke-

muksesta suunnittelutyöstä, mutta nekään eivät koske pelkästään turva-automaatiota vaan yleisesti suunnittelutyötä.

Ohjeistuksen ja opinnäytetyön sisällön yhdistäminen olisi ehkä ratkaissut joitakin tiedollisia puutteita molemmissa osioissa ja selkeyttänyt työvaiheiden aikajärjestystä. Tämä olisi vaikuttanut ohjeistuksen kielelliseen tyyliin. Ohjeistuksesta ei haluttu liian jäykkää, vaan helposti ymmärrettävä ja käytännönläheinen. Toimeksiantajan toiveena oli, että ohjeistusta päivitetäisiin ja muokattaisiin tulevaisuuden tarpeiden mukaisesti.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi ohjeistus toimeksiantajan toiveiden mukaisesti.

LÄHTEET

Automaationuusintojen turvallisuus konejärjestelmissä. 2010. VTT. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2010/VTT-R-04369-10.pdf> [viitattu 5.6.2017].

Akkreditoidut toimijat. 2016. FINAS. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.finas.fi/toimijat/Sivut/default.aspx#k=> [viitattu 5.4.2017].

ATEX – Räjähdyksvaarallisten tilojen laitteet. 2009. Tukes. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/Sahkolaitteet1/Sahkolaitteiden-vaatimukset/ATEX---Rajahdysvaarallisten-tilojen-laitteet/> [viitattu 21.2.2017].

ATEX Räjähdyksvaarallisten tilojen turvallisuus. 2015. Tukes. https://tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset_aineet/esitteet_ja_oppaat/ATEX_opas.pdf [viitattu 17.2.2017].

EX- räjähdysvaaralliseen tilaan tarkoitettujen laitteiden merkinnät. s.a. Dio koulu-
tus. WWW-dokumentti. Saatavissa: http://dio.fi/wp-content/uploads/2014/09/atexkoodit_extilat.pdf [viitattu 21.2.2017].

Heikkinen M. 2015. Turva-automaation eheystason todentaminen. ei saatavissa julkisesti.

HIMatrix product catalog. s.a. HIMA. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://www.hima.com/fileadmin/d3files/downloads/HIMatrix_Product_Catalog_E_PU00008897.pdf [viitattu 9.4.2017].

IEC 61508-1:fi. 2011. Sähköisten/elektronisten/ohjelmoitavien elektronisten turvallisuuteen liittyvien järjestelmien toiminnallinen turvallisuus. Osa 1: Yleiset vaatimukset

Painelaitedirektiivi 2014/68/EU Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/fi/TXT/?uri=CELEX%3A32014L0068> [viitattu 17.5.2017].

Pöyry Suomessa – suunnittelu ja konsultointi. 2016. Pöyry. WWW-dokumentti. Saatavissa: http://www.poyry.fi/sites/www.poyry.fi/files/media/related_material/poyry_suomi_2016_medium.pdf [viitattu 18.10.2016]

Safety Automation Equipment List. 2016. Exida. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.exida.com/SAEL> [viitattu 5.1.2017].

Services in Technology and Product Certification. 2015. Tuv Nord Cert. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.tuev-nord.de/en/company/certification/product-certification/> [viitattu 16.5.2017].

SFS-EN 61508-1:fi. 2011a. Sähköisten/elektronisten/ohjelmoitavien elektronisten turvallisuuteen liittyvien järjestelmien toiminnallinen turvallisuus. Osa 1: Yleiset vaatimukset

SFS-EN 61508-4:fi. 2011b. Sähköisten/elektronisten/ohjelmoitavien elektronisten turvallisuuteen liittyvien järjestelmien toiminnallinen turvallisuus. Osa 4: Määritelmät ja lyhenteet

SFS-EN 61508-5:fi. 2011c. Sähköisten/elektronisten/ohjelmoitavien elektronisten turvallisuuteen liittyvien järjestelmien toiminnallinen turvallisuus. Osa 5: Esimerkkejä menetelmistä turvallisuuden eheyden tasojen määrittämiseksi

Sundquist M. (toim.) 2008. Teollisuusautomaation tiedonsiirtoliikenne Turvavälät. Espoo: Inspecta Koulutus

Säteilytoiminnan turvallisuus. s.a. STUK. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.stuk.fi/stuk-valvoo/sateilyn-kayttajalle/sateilytoiminnan-turvallisuus> [viitattu 20.4.2017].

The Exida Certificate Explained. 2014. Exida. WWW-dokumentti. Saatavissa: http://www.exida.com/2014/uploads/The_exida_Certificate_Explained_Final.pdf [viitattu 16.11.2016].

Turva-automaatio prosessiteollisuudessa. 2007. Tukes. WWW-dokumentti. Saatavissa: http://www.tukes.fi/Tiedostot/kemikaalit_kaasu/Turva-automaatio_prosessiteollisuudessa.pdf [viitattu 15.12.2016].

Turvallisuuteen liittyvä automaatio. s.a. Alarp. Saatavissa: <http://virtual.vtt.fi/virtual/proj3/alarp/aineisto/luento-09-moduuli-02-x4a.pdf> [viitattu 5.6.2017].