



Toiminnallinen turvallisuus ja toimintakäsikirja

Marko Flink

Opinnäytetyö, ylempi AMK
Joulukuu 2023
Elinkaaren hallinta YAMK

Flink, Marko

Toiminnallinen turvallisuus ja toimintakäsikirja

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Joulukuu 2023, 61 sivua.

Elinkaaren hallinta -tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö YAMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

Tiivistelmä

Toiminnallisen turvallisuuden hallinta on prosessiturvallisuuden varmistamisen toimi. Turva-automaation tärkeimpiä tehtäviä on toimia prosessiturvallisuuden osalta viimeisenä varotoimenpiteenä estää mahdollisten henkilö-, ympäristö- kuin taloudellisten vahinkojen syntyminen. Tuotannonharjoittajalla haluttiin luoda selkeät käytännöt ja ohjeet turva-automaation eri elinkaaren vaiheiden hallintaan. Myös konsernin sisäiset standardit ja ohjeet edellyttävät prosessiturvallisuuden vahvistamista. Tavoite määriteltiin tutkimuskysymysten avulla, jotka liittyivät kokonaisuuden kunnossapidon, dokumentoinnin ja käytäntöjen haasteisiin sekä puutteisiin. Pystyykö toimintakäsikirjan avulla vähentämään todettuja haasteita ja selkeyttääkö se toimintaa turva-automaation eri elinkaaren vaiheissa?

Toteutus tehtiin toimintatutkimuksena, jolloin tutkimusaineisto kerättiin haastatteluiden, havainnoinnin ja dokumenttianalyysin avulla. Haastattelut koostuivat kolmesta yksilöhaastattelusta sekä kahdesta ryhmähaastattelusta. Tuloksista tuli ilmi, että kehittämiskohteita ja muutostarpeita on ja näiden toteutus on tärkeässä roolissa yhdessä liittyvien standardien vaatimusten kanssa.

Tällä laaditulla turva-automaation toimintakäsikirjalla tuotannonharjoittaja pystyy perustelemaan käytettävät menetelmät niin henkilöstölle, urakoitsijoille kuin toimittajille sekä vastaamaan konsernin tai valvovan viranomaisen vaatimuksiin. Tuloksissa määriteltiin myös eri elinkaaren vaiheiden vastuut ja mitä toimenpiteitä edellytetään tehtävän. Aiheen laajuuden takia jatkokehitys onnistuu helpommin jo tehtyjen toimenpiteiden ansiosta.

Tutkimustyöntuloksena luodaan paikallinen turva-automaation toimintakäsikirja, joka soveltuu tuotannonharjoittajan käyttämien järjestelmien ja toimintatapojen kanssa unohtamatta standardien edellyttämiä vaatimuksia. Toimintakäsikirjassa laadittuja käytäntöjä voidaan hyödyntää myös soveltuvin osin muiden turvallisuuden kannalta kriittisten laitteiden- tai järjestelmien elinkaaren hallinnan kehittämiseen.

Avainsanat (asiasanat)

Toiminnallinen turvallisuus, Prosessiturvallisuus, Toimintakäsikirja, Toimintatutkimus, Elinkaarenhallinta, Riskienhallinta, Dokumentointi, Kunnossapito

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

-

Flink, Marko

Functional safety and operations manual

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, December 2023, 61 pages.

Degree Programme in Lifecycle management. Master's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

Functional safety management is an action to ensure process safety. One of the most important tasks of safety automation is to act as the last precautionary measure in terms of process safety to prevent possible personal, environmental and financial damage. Production operator wanted to create clear practices and instructions for managing the different life cycle stages of safety automation. The Group's internal standards and guidelines also require the strengthening of process safety. The goal was defined through research questions related to the challenges and shortcomings of overall maintenance, documentation and practices. The operations manual might be able to reduce the identified challenges and clarify operations at different stages of the life cycle of safety automation.

The implementation was carried out as an action study, in which case the research data was collected through interviews, observation and documentary analysis. The interviews consisted of three individual interviews and two group interviews. The results showed that there are numerous areas for development and the implementation of these plays an important role together with the requirements of the related standards.

With this operational manual for safety automation, the production operator is able to justify the methods used to the personnel, contractors and suppliers as well as to meet the requirements of the group or the supervising authority. The results also defined the persons in charge of the different life cycle stages and what measures are required to be taken. Due to the scope of the topic, further development is more easily achieved thanks to the measures already taken.

As a result of the research, a local safety automation operations manual is created, which is suitable for the systems and procedures used by the production operator without forgetting the requirements required by the standards. The practices set out in the Operations Manual may also be utilized, where applicable, to develop the life cycle management of other safety-critical equipment or systems.

Keywords/tags (subjects)

Functional safety, Process safety, Operations manual, Operations research, Life cycle management, Risk management, Documentation, Maintenance

Miscellaneous (Confidential information)

-

Sisältö

1	Johdanto	10
2	Toimeksiantaja	11
3	Prosessiturvallisuus	12
3.1	Prosessiturvallisuuden lainsäädäntö.....	13
3.2	Prosessiturvallisuuden mittaaminen.....	14
3.3	Prosessiturvallisuuden hallinta	14
3.3.1	Prosessiturvallisuus prosessi toimeksiantajalla.....	15
3.3.2	Riskien tunnistamisesta seuraavat toimenpiteet	16
4	Kehittämistyön tavoitteet.....	16
4.1	Lähtötilanne	16
4.2	Tutkimuskysymykset	17
4.3	Tavoitteena turva-automaation toimintakäsikirja	17
5	Menetelmät	18
5.1	Tutkimusstrategia.....	18
5.2	Tutkimuksellinen kehitystoiminta	19
5.3	Aineistonkeruu- ja analyysimenetelmät	20
5.4	Tutkimuseettinen näkökulma	22
6	Toiminnallinen turvallisuus	23
6.1	Turvallisuuden suunnittelun lähtökohdat.....	24
6.2	Prosessiteollisuuden turva-automaation järjestelmät	25
6.3	Kemikaali ja painelaitedirektiivi ja -laki.....	26
6.4	Toiminnallisen turvallisuuden saavuttaminen	29
6.5	Toiminnallisen turvallisuuden hallinta ja organisaatio	30
6.6	Turvallisuuden eheystaso.....	32
6.7	Suojauskerrokset.....	34
6.8	Turvallisuuden eheystasojen todentaminen	35
7	Turva-automaatio osana prosessiturvallisuutta	36
7.1	Vaarojen tunnistaminen ja riskien hallinta	36
7.2	Turva-automaatio prosessiteollisuudessa	39
8	Turva-automaation turvallisuusvaatimukset	39
8.1	Elinkaarimalli	39
8.2	Turvallisuuden elinkaaren vaatimukset	40
8.3	Turvallisuuden suunnittelu	41

8.4	Tieto- ja kyberturvallisuus	42
9	Haastatteluiden analysointi	43
9.1	Kunnossapidon haastattelutulokset	43
9.2	Suunnittelun haastattelutulokset	45
9.3	Turvallisuusinsinöörin haastattelutulokset	46
9.4	IT-asiantuntijan haastattelutulokset	48
9.5	Organisaation edustajan haastattelutulokset	49
10	Turva-automaation toimintakäsikirja	50
10.1	Miten hankittuja tietoja sovelletaan toimintakäsikirjassa	50
10.2	Toimintakäsikirjan sisältö	51
10.2.1	Konsepti, suunnittelu- ja hankinta	52
10.2.2	Vaara- ja riskiarviointiryhmän tehtävät	52
10.2.3	Asennusten- ja testausten sekä käyttöönoton aikaiset käytännöt	53
10.2.4	Käytön- ja ylläpidon sekä määräaikaistarkastusten aikaiset käytännöt	53
10.2.5	Suunnitteluinsinöörin tehtävät	54
10.2.6	Muutosten hallinnan ja käytöstä poiston ohjeet	55
10.2.7	Urakoitsijoiden ja toimittajien hallinta	55
10.2.8	Henkilöstön osaaminen ja perehdyttäminen	56
10.2.9	Turva-automaation elinkaaren aikaisen dokumentaation hallinta	56
11	Johtopäätökset	58
12	Pohdinta	59
	Lähteet	62
	Liitteet	65
	Liite 1. Haastattelukysymykset kunnossapitoon	65
	Liite 2. Haastattelukysymykset suunnittelijoille	66
	Liite 3. Haastattelukysymykset turvallisuusinsinöörille	67
	Liite 4. Haastattelukysymykset organisaation edustajalle	68
 Kuviot		
	Kuvio 1. Kehittämisprosessin viisi vaihetta	20
	Kuvio 2. Standardien vertailu	25
	Kuvio 3. Riskien pienentäminen suojauskerrosten avulla	35
	Kuvio 4. Vaara- ja riskiarvion kulun esimerkki	38
	Kuvio 5. Turvallisuuden elinkaaren vaiheet ja toiminnallisen turvallisuuden hallinta	40
	Kuvio 6. Turva-automaation elinkaarimalli tiivistettynä	51

Taulukot

Taulukko 1. SIL-tasojen luokittelu vahinkojen ja työmäärän mukaan	32
Taulukko 2. Eheystason (SIL) suhde riskivähennyskykyyn ja vikaantumistodennäköisyyteen...	33
Taulukko 3. Panielähtetimen tiedot SIL-tason määrittämiseen	36

Keskeisimmät lyhenteet

Alla olevassa taulukossa on esitetty keskeisimmät tässä opinnäytetyössä esiintyvät lyhenteet. Taulukkoa voidaan soveltaa myös turva-automaation toimintakirjan sisältöön.

DCS	Hajautettu ohjausjärjestelmä automaatiolle.
HazOp	Prosessiteollisuudessa yleisesti käytetty menetelmä tunnistamaan mahdolliset vaaratilanteet.
LOPA	Riskienarviointimenetelmä, jossa määritellään eheystaso.
PHA	Process Hazard Analysis tarkoittaa selvitystä, jonka tarkoituksena on tunnistaa kemikaalien ja kemiallisten ilmiöiden vaarat prosessissa.
PROHARA	Prosessiturvallisuusriskien arviointiin ja dokumentointiin käytetty sovellus toimeksiantajalla.
PRA	Process Risk Assessment tarkoittaa organisoitua menettelyä vaarallisiin aineisiin ja prosessin toimintaan liittyvien riskien tunnistamiseksi.
PSI	Process Safety Information tarkoittaa arvioitavan prosessin prosessiturvallisuustietoja.

RBM	Rechargeable Battery Materials
RBMF	Rechargeable Battery Materials Finland
RISKI	Mahdollisesti tapahtuvan vahingon ja tähän liittyvän vakavuuden yhdistelmä.
RRF	Riskinvähennyskyky kuvastaa suojakerroksen suorituskykyä, jota verrataan eheystasoon (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021).
RRM	RiskReduction Measure tarkoittaa toimenpidettä riskin vähentämiseksi hyväksyttävälle tasolle.
SAP	Toiminnanohjausjärjestelmä
SCE	HazOp menettelyssä tunnistettujen turvallisuuden kannalta kriittisten laitteiden määrittely.
SCP	Menettely prosessi tunnistettujen kriittisten laitteiden osalta.
SCS	Safety Critical System – Turvallisuuskriittinen järjestelmä

SIL	Safety Integrity level – Turvallisuuden eheystaso (TET). Määritellään riskientarkastelussa, jokaiselle turva-automaatiotoiminnolle.
SIS	Safety instrumented system – Turva-automaatio järjestelmä.
SISTEMA	Ohjelmistoa käytetään toiminnallisen turvallisuuden todentamisprosessiin.
TLJ	Turvallisuuteen liittyvä järjestelmä

1 Johdanto

Toiminnallinen turvallisuus nousee yhä enemmän esille prosessiteollisuuden eri osa-alueilla. Teollisissa prosesseissa käytetään mm. vaarallisia kemikaaleja ja painelaitteita. Painelaitteita ovat esimerkiksi painesäiliöt sekä putkistot. Prosesseissa voi syntyä vaarallisia kemiallisia tekijöitä, kuten pölyjä, huuruja tai kaasuja.

Prosessiteollisuudessa on olemassa riskejä niin henkilö-, ympäristö- kuin taloudelliseen turvallisuuteen. Vaaratilanteita syntyy, jos suunniteltu prosessi ei toimi sille tarkoitetulla tavalla tai vikaantuu kriittisesti. Turva-automaation rooli onnettomuuksien ehkäisyssä ja mahdollisten vikaantumisten ehkäisyssä kasvaa jatkuvasti.

Työelämässä turvallisuuden merkitys korostuu jatkuvasti, joten turvallinen työympäristö on yhä merkittävämmässä roolissa. Turvallisuuteen liittyvät panostukset kasvavat merkittävästi, koska säädökset ja vaatimukset ovat tiukentuneet kuluneiden vuosikymmenten aikana ja tulevat kiristymään myös tulevaisuudessa ja koskevat niin uusia kuin vanhoja laitoksiakin.

Toiminnalliseen turvallisuuteen liittyvien laitteiden- ja järjestelmien merkittävä kasvu. Toimeksiantajalla on vankka kokemus prosessiturvallisuudesta mutta SIL- kokonaisuuksiin liittyvistä käytännöistä ja määräyksien tuntemisessa on kehitettävää, joten tutkimuksellista näkökulmasta aihe on ajankohtainen ja tarpeellinen.

Tämän kehitystyön tarkoituksena oli tarkastella ja kehittää, sitä mitä asioita tulee ottaa huomioon toiminnalliseen turvallisuuteen liittyvien järjestelmien- sekä laitteiden kunnossapidossa, suunnittelussa sekä dokumentoinnissa. Tutkimus ja kehitystyö kannattaa tehdä, koska toiminnalliseen turvallisuuteen liittyvät käytännöt parantavat käyttöturvallisuutta sekä helpottavat nykyisten laitteiden elinkaaren aikaista ylläpitoa sekä vastataan tulevien investointien haasteisiin.

Kehittämistyö koostuu eri osioista, joista ensimmäisessä käsitellään tutkimuksellisia näkökulmia sekä aiheeseen liittyviä tutkimuskysymyksiä. Tietoperusta opinnäytetyössä luo pohjan, jota kautta

tunnistettuja haasteita ja ongelmia lähdetään konkreettisesti kehittämään ja parantamaan. Tutkimusaineiston keräämisessä apuna käytettiin yksilöhaastatteluja, havainnointia, nykytila-analyysia sekä dokumentointia.

Kehittämistyön lopputuloksena toimeksiantajalle syntyy toimivat turvallisuuskäytännöt toiminnalliseen turvallisuuteen liittyvien laiteiden- ja järjestelmien koko elinkaaren aikaiseen kunnossapitoon alun riskiarvioinnista aina järjestelmän käytöstä poistoon asti. Toimintakuvaukset parantavat yrityksen valmiuksia toimia niin kunnossapidon kuin käyttöturvallisuuden kannalta.

Kokonaisuuden hallintaan liittyy oleellisesti myös dokumentointi. Dokumentointiprosesseja kehittämällä ja kuvaamalla mahdollistetaan dokumentoinnin keskittäminen ja hallinta. Kaiken kaikkiaan toimeksiantajan tavoitteena on parantaa dokumentoinnin laatua, vaatimustasoa sekä vähentää dokumentointiin käytettävää aikaa.

2 Toimeksiantaja

Umicore on yksi maailman johtavista materiaaliteknologian yrityksistä, jolla on laaja asiantuntemus niin materiaalitieteen, kemian ja metallurgian aloilta. Yrityksen pyrkimyksenä on kehittää, tuottaa ja kierrättää materiaaleja. Yrityksen historia ulottuu yli 200 vuoden taakse ja nykyään Umicorella on tuotantolaitoksia 44 kappaletta ja myyntipisteitä jokaisella maanosalla. (Umicore at Glance N.d.)

Työntekijöitä on yhteensä n. 12 tuhatta. Pääkonttori sijaitsee Brysselissä. Tulot vuonna 2022 olivat noin 4 miljardia euroa, joista 78 prosenttia tuli puhtaan liikkuvuuden teollisuudesta ja kierrätyksestä. Vuoden 2022 syyskuussa Umicore ja PowerCo, Volkswagenin akkuyhtiö perustivat yhteisyrityksen, jonka tarkoituksena on tuottaa precursori- ja katodimateriaaleja Euroopassa ja yhtiön tavoitteena on investoida yli 3 miljardia euroa uusiin tuotantolaitoksiin. (Umicore Annual report N.d.)

Umicoren toiminnan keskiössä on sitoutuminen kestävään kehitykseen ja arvomaailmaltaan ympäristöä, ihmisiä ja yhteiskuntaa kunnioittavaan toimintaan. Turvallisuuden osalta yrityksen tavoitteena on luoda tapaturmaton ja terveyden kannalta turvallinen työskentely ympäristö. (The Umicore way. N.a.)

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Umicore Finland Oy. Tuotantotoiminta Kokkolassa on alkanut vuonna 1968, ja osana Umicore-konsernia yritys on ollut vuodesta 2019 ja yrityksellä on tällä hetkellä yli 350 työntekijää. Hankinta oli osa konsernin tavoitteita vahvistaa akkumateriaaleihin liittyvää toimitusketjua. (Umicore Kokkolassa. N.a.)

Umicore Finland Oy on merkittävä katodiprecursorien valmistaja Euroopassa. Kokkolan suurteollisuusalueella sijaitsevan koboltin jalostamon vuosittaiset jalostuskapasiteetit ovat metallisen koboltin osalta noin 16 00 t/v ja pCAM-tuotannon osalta 20 000 t/v. Jalostetut katodiprecursorit muokataan aktiivisiksi katodimateriaaleiksi konsernin muissa tuotantolaitoksissa ja päätyvät lopulta litiumakkuihin, älylaitteisiin ja sähköautoihin. (Umicore Kokkolassa N.a.) Jalostamon osaaminen Kokkolassa perustuu vahvaan T&K toimintaan sekä laajaan kokemukseen.

Kokkolan tehtaan osalta on meneillään merkittäviä laajentamishankkeita, joiden toteutuessa tuotannon kapasiteetit nousisivat ja uusia tuotantolinjoja sekä rakennelmia sijoittuisi suurteollisuusalueelle. Konsernin periaatteet ohjaavat yhä enemmän turvallisuuteen liittyviin kysymyksiin niin uusia investointeja suunniteltaessa kuin myös nykyisille tuotantolinjoille tehtäviin vaarojen- ja riskienarviointiin ja niiden säännöllisiin tarkasteluihin.

Toiminnassaan Umicore Finland Oy noudattaa konsernin yleisesti sovittuja periaatteita Umicore Way ja toiminnan pohjana on Umicore-konsernin strategia RISE2030.

3 Prosessiturvallisuus

Prosessiturvallisuudella tarkoitetaan riskienhallintaa, kun käsitellään tai varastoidaan vaarallisia kemikaaleja. Riskit kohdistuvat koko laitoksen toimintaan, johon sisältyy vaaroja niin henkilöstölle,

taloudelle kuin ympäristöllekin. Prosessiturvallisuuden keskiössä on toimenpiteet, joita organisaatiot ovat tehneet laitosten ja liittyvien prosessien turvallisuuden takaamiseksi (Prosessiturvallisuus ja sen mittaaminen 2016, 2–3).

Yrityksillä on omat säännöstönsä, kuinka prosessiturvallisuutta hallitaan. AICE (2015) toteaaakin tähän liittyen, että jokainen organisaatio on erilainen ja yritysten sisälläkin tilat- ja käyttötarkoitukset muuttuvat, joten yritykset valitsevat lähestymistapansa sen mukaan mikä sopii parhaiten heidän tarkoitukseensa ja rakenteeseensa (American Institute of Chemical Engineers 2015). Prosessiturvallisuudelle ei ole olemassa erikseen määriteltyä lainsäädäntöä Suomessa.

Päämääränä onnettomuuksien ehkäiseminen. Puhuttaessa kemikaalilaitosten turvallisuudesta oleellista on liittää prosessiturvallisuus osaksi kokonaisturvallisuuden hallintaa sekä hyödyntää olemassa olevia taitoja niin johtamisen saralla, kuin yhtä lailla työskentelevän henkilöstön osalta (Prosessiturvallisuus ja sen mittaaminen 2016, 2). Myös AICE (2015) täsmentää, että prosessiturvallisuuden osalta keskeisessä roolissa on henkilöstön kyky tehdä prosessiturvallisuuteen liittyvät tehtävät oikein ja turvallisesti (American Institute of Chemical Engineers 2015). Kyky hoitaa prosessiteollisuuteen liittyviä prosesseja turvallisesti osoittaa kemianteollisuuden arvon yhteiskunnalle päivittäin.

3.1 Prosessiturvallisuuden lainsäädäntö

Perustana lainsäädännölle toimii EU-tasoinen Severo III -direktiivi (2012/18/EU). Direktiivin tarkoituksena on kemianteollisuudessa käytettävistä vaarallisista aineista aiheutuvien suuronnettomuuksien ja niiden vaarojen torjunta (Direktiivi 2012/18/EU.) Suomessa tämä on käytöön otettu kemianturvallisuuslailla (390/2005) sekä liittyvillä asetuksilla (Prosessiturvallisuus ja sen mittaaminen 2016, 2).

Lainsäädäntö käsittelee prosessiteollisuuden osalta velvoitteet sekä liittyvät osa-alueet. Edellytyksenä lainsäädännössä on toimet, joita toiminnanharjoittajan on tehtävä onnettomuuksien ehkäisemiseksi, johon sisältyy mm. tehtävien toimenpiteiden seuranta sekä vastuualueet (Prosessiteollisuus ja sen mittaaminen 2016, 2). Tarkemmin lainsäädännöstä ja velvoitteista on esitetty kappaleessa 6.3

3.2 Prosessiturvallisuuden mittaaminen

Prosessiturvallisuuden mittaamiseen ja parantamiseen on olemassa monia eri keinoja. AICE (2015) näkee keskeisimpinä keinoina sitoutua prosessiturvallisuuteen, ymmärtää mahdolliset riskit ja vaarat, hallita riskejä sekä kokemuksen tuoman opin hyödyntämistä (American Institute of Chemical Engineers 2015). Tukes omassa oppaassaan korostaa järjestelmällistä tarkkailua sekä tunnistamaan mahdolliset puutteet ajoissa (Prosessiteollisuus ja sen mittaaminen 2016, 7).

Tukes mainitsee omassa oppaassaan mittareiden jaottelun olevan usein ennakoivia tai jälkikäteismittareita, joiden tärkeimpänä tehtävänä on varmistaa laitoksen oikeat menettelytavat riskienhallintaan sekä mahdollisiin onnettomuustilanteisiin varautumisessa (Prosessiteollisuus ja sen mittaaminen 2016, 9–10). Organisaation tulee myös huolehtia, että valituilla tavoitteilla ja mittareilla saavutetaan riittävä prosessiturvallisuustaso.

Tarkemmin tietoa mittareista löytyy esimerkiksi yllä mainitusta Tukesin oppaasta, on myös syytä huomioda tuotannonharjoittajan omat sisäiset ohjeet ja standardit, joista lisää kappaleessa 3.3. Tukesin opas antaa hyvät lähtökohdat liittyvän lainsäädännön, asetusten ja edellä mainittujen mittareiden sisältöön.

3.3 Prosessiturvallisuuden hallinta

Yllä olevista yritysesittelyistä selviää Umicore-konsernin sekä Umicore Finland Oy:n tavoitteet niin ympäristön, ihmisten turvallisuuden kuin kestävän kehityksen kannalta. Prosessiturvallisuuden osalta tavoitteena on turvallisuuteen panostava toiminta (EHS MO1-20). Kemianteollisuus alan yrityksenä kemikaalit, raaka-aineet ja varastointi ovat jokapäiväistä toimintaa.

Kokkolan toimipaikalla prosessiturvallisuutta ohjataan Process Safety Management standardin mukaan ja hallinta jaotellaan OSHA 1910.119 standardin mukaan (EHS MO1-20). Kyseinen standardi käsittää noin neljätoista ohjetta ja niistä jokaiselle on omat vaatimuksensa sekä käytännön toteutuksensa sisältäen myös tietojen hallintaan liittyvät käytännöt. Näiden standardien noudattamista valvotaan ja sitä mitataan esimerkiksi sisäisten ja ulkoisten auditointien avulla mukaan lukien erilaisia prosessiturvallisuusmittareita hyväksi käyttäen. Alla esimerkkinä poikkeamien seurannan ohjeita.

Tuotannonharjoittajalla on olemassa prosessiturvallisuuspoikkeamien seurantaan toimintatavat ja ohjeet. Poikkeamat luokitellaan tapahtumien sekä seurausten perusteella neljään eri vakavuusluokkaan. Prosessiturvallisuuspoikkeamaksi lasketaan tapahtumat, joissa kemikaali tai kemiallinen prosessi on mukana sisältäen lisäksi varastoinnin ja jakelun. Poikkeustilanteet tutkitaan riittävän nopeasti sekä vaadittavat korjaavat toimenpiteet määritellään vastaavien tilanteiden estämiseksi. Prosessiturvallisuustaajuutta seurataan suhteessa oman henkilöstön ja urakoitsijoiden työtunteihin.

Prosessiturvallisuutta kehitetään yhteistyöllä konsernin muiden toimipaikkojen kanssa sekä järjestämällä säännöllisiä auditointeja prosessiturvallisuuden parissa työskentelevälle henkilöstölle (EHS-MO1-20). Kokkolan koboltin jalostamon liittyminen osaksi Umicore-konsernia on tuonut prosessiturvallisuuteen liittyen uusia käytäntöjä, tapoja sekä vaatimuksia, joista seuraavassa kappaleessa lisää.

3.3.1 Prosessiturvallisuus prosessi toimeksiantajalla

Uutta tuotantoa suunniteltaessa tai nykyistä olemassa olevaa tuotantoa päivitettäessä tulee prosessiturvallisuuden näkökulmasta noudattaa seuraavaa prosessia:

- Turvallisuuteen liittyvät tiedot kemiallisista tuotteista, prosessiteknologiasta ja laitteista (PSI)
- Tunnistetaan kemiallisiin reaktioihin liittyvät vaarat niin tarkoitettuihin kuin ei toivottuihin (PHA)
- Prosessiriskien arviointi, johon sisältyy laitoksen laitteiden määrittely (PRA)

Muutokset käytettävissä raaka-aineissa, kemiallisten prosessien uudelleen suunnittelussa tai uusia näkemyksiä ilmentyessä on PSI ja PHA liittyvät asiakirjat ja dokumentit päivitettävä. Riskienarvioinnissa selvinneet merkitykselliset riskit johtavat seuraavassa kappaleessa esitettyyn määrittelyyn.

3.3.2 Riskien tunnistamisesta seuraavat toimenpiteet

Prosessiriskien arvioinnissa tunnistetut riskit, johtavat tarvittaviin toimenpiteisiin riskien vähentämiseksi (RPM), jos tunnistettuja riskejä ei saada turvalliseksi käyttäen apuna hyviä suunnittelukäytäntöjä tai yleisiä vaarattomuuden periaatteita tarvitaan turva-automaatiota varmistamaan prosessin turvallinen toiminta poikkeustilanteessa.

Riskienarvioinnin ja turva-automaation tarpeen tunnistamisen jälkeen, määritellään turvallisuuden kannalta kriittiset laitteet (SCE) ja näihin tarvittavat menettely prosessit (SCP). Turva-automaation roolia prosessiturvallisuudessa on kuvattu luvussa seitsemän ja menettelyyn liittyvää prosessia lähtien vaarojen tunnistamisesta aina laitteiston poistoon asti luvussa kahdeksan.

4 Kehittämistyön tavoitteet

4.1 Lähtötilanne

Kehittämistyön aiheen haaste – toiminnallisen turvallisuuden kehittäminen prosessiteollisuudessa on ollut ja on noussut viime aikoina yhä enemmän esille toimeksiantajan kehitettävien kohteiden listalla. Tähän on vaikuttanut niin tulevat investoinnit kuin nykyisten tuotantolinjojen turvallistamiseen liittyvät tarkastelut ja käyttöturvallisuuteen liittyvät kysymykset.

Yllättäen voi tulla eteen paikallisia tai laajempia ongelmia käyttöturvallisuuden osalta tai tuotantoon liittyviä keskeytyksiä, joiden vakavuudesta tai kestosta kokonaisuudessaan ei pystytä sanomaan mitään varmasti. Eteen tulevat ongelmat voivat pahimmillaan aiheuttaa vaaratilanteita niin henkilö-, ympäristö- kuin taloudelliseen turvallisuuteen, jos toiminnalliseen turvallisuuteen liittyvät prosessit eivät ole hallinnassa tai toimi tarkoitetulla tavalla.

Turvallisuuden ja hallittavuuden kannalta turva-automaation käytäntöjä sekä toimintatapoja on kehitettävä kunnossapidon, dokumentoinnin ja yleisen tietoisuuden parantamiseksi. Kehittämistyön tavoitteiden saavuttamiseksi on tarkasteltava ihmisten ja heidän tekemisensä lisäksi järjestelmäpuolen aiheuttamia haasteita. Tarkemmin toiminnalliseen turvallisuuteen liittyvistä haasteista luvussa seitsemän.

4.2 Tutkimuskysymykset

Tutkimuskysymykset kehittämistehtävässä on aseteltu siten, että todettuihin haasteisiin pystytään vastaavan mahdollisimman tehokkaasti ja tarkasti:

1. Miten toiminnalliseen turvallisuuteen liittyviä kokonaisuuksia kunnossapidetään koko elinkaaren ajan?
2. Dokumentoinnin haasteet: kuinka saadaan määräykset täyttävät ja hyvin hallittavat dokumentointi käytännöt?
3. Mitä on otettava huomioon turva-automaation osalta kokonaisuuksia suunniteltaessa, hankittaessa ja käyttäessä?

Tärkeimmiksi kysymyksiksi kehittämistyössä nousevat käyttöturvallisuus, kunnossapidon tarpeet sekä paremmat dokumentointi käytännöt.

4.3 Tavoitteena turva-automaation toimintakäsikirja

Tämän kehitystyön päätavoitteena on tuottaa laadukas turva-automaation toimintakäsikirja konsernin Kokkolan toimipaikalle, joka vastaa turva-automaatioon liittyvien standardien vaatimuksiin sekä yrityksin omiin ohjeisiin ja käytäntöihin. Toimintakäsikirja tulee antamaan suuntaviivat ja käytännöt prosessiturvallisuuteen liittyvän turva-automaation elinkaarenhallintaan.

Toimintakäsikirjan avulla vahvistetaan prosessiturvallisuutta ja toimeksiantajan yleistä tietoisuutta toiminnallisesta turvallisuudesta sekä mitä tulemme toimeksiantajana jatkossa vaatimaan toimittajilta toiminnalliseen turvallisuuteen liittyviltä laitteilta- ja järjestelmiltä. Erityisesti on tarkoitus tuoda käytäntöön niitä asioita, jotka ovat nousseet esille tutkimuskysymyksissä.

Turva-automaation toimintakäsikirja on tarvittaessa käytettävissä soveltuvin osin myös kehittämään muita prosessiturvallisuuden kannalta erityistä huomiota vaativien laitteiden ja toimintojen kanssa kuten esimerkiksi kaasuhälyttimien tai hätäsulkuventtiilien eri elinkaaren aikaisiin vaiheisiin.

Turva-automaation toimintakäsikirjan luonteeseen tulee kuulumaan eri elinkaaren aikaisten vaiheiden vastuiden määrittely ja ohjeet päivittämiseen sekä omistajuuteen liittyvät asiat määritellään tuotannonharjoittajan sisäisten ohjeiden ja standardien mukaan. Toimintakäsikirjaa katselmoidaan tuotannonharjoittajan ohjeiden mukaan vähintään kolmen vuoden välein, tai tilanteen

mukaan, mikäli muutostarpeita ilmenee varsinkin, kun luodaan uutta ohjetta, jolloin päivitystarpeita todennäköisesti ilmenee aikaisemmin.

Turva-automaatioon liittyvään dokumentointiin antaa standardit ovat vaatimuksensa ja näiden lisäksi sisäisesti on noussut esille useita kehitystarpeita dokumentointiin liittyen, joita kehitetään yhtenä osana kehitystyötä.

Tutkimus- ja kehitystyö kannattaa tehdä, koska käyttöhenkilöstölle turva-automaatioon liittyvät käytännöt eivät ole ennestään kovin tuttuja, kuten turva-automaatioon liittyvien laitteiden- ja järjestelmien eri elinkaaren aikaisiin vaiheisiin liittyviin tehtäviin, kuten esimerkiksi suunnitteluun, dokumentointiin ja kunnossapitoon.

Kehitystyöhön liittyvät ongelmat ovat ratkaistavissa nykyisen tilanteen kartoituksella sekä asianparissa työskentelevien haastatteluilla, joiden tarkoitus on selvittää miten asioiden pitäisi olla. Prosessi etenee nykyisten määräysten ja turvallisuusasioiden selvittelyllä. Tarkemmin kehittämistyössä käytettävästä menetelmästä ja aineiston keruusta seuraavassa luvussa.

5 Menetelmät

5.1 Tutkimusstrategia

Tutkimuksessa Pasi Saukkonen kertoo yleisestä tutkimusasetelmasta, strategioista ja menetelmistä seuraavasti, kun tutkimusongelma on onnistuneesti määritelty, siirrytään tutustumaan aiheeseen liittyvään kirjallisuuteen ja lähteisiin sekä luodaan näiden pohjalta teoreettinen viitekehys (Saukkonen N.d). Vilka (2021, 37) toteaa osuvasti, että tutkimukseen liittyvät lähtökohdat viitekehysten ja käsitteiden osalta on selitettävä lukijalle mahdollisimman ymmärrettävästi ja selkeästi. Tiivistäen voidaan todeta, että kehittämistehtävän perusteet ja lähtökohdat on tuotava mahdollisimman selkeästi esille niin lukijalle kuin kehittämistehtävän tilaavalle organisaatiolle.

Vilka (2021, 33) toteaa lisäksi, että pyrittäessä tarkoituksenmukaisuuteen on sitouduttava tieteellisiin tutkimusmetodien lisäksi vertailuperustaan sekä tutkimusetiikkaan. Tutkimusasetelmaa ra-

kennettaessa on otettava huomioon tutkimusmenetelmät yhdessä kehittämistehtävän strategioiden kanssa, johon liittyvät myös kvalitatiivisen ja kvantitatiivisen tutkimusten välillä tehtävät ratkaisut (Saukkonen N.d).

Toimintatavat muuttuvat yritysmaailmassa kuin myös yhteiskunnassa. Vilkkä (2021, 212) toteaa tähän liittyen, että toimintatavat kehittyvät jatkuvasti ja näihin liittyvät keskeisesti niin suunnittelu, tutkimus- ja kehittämistehtävät sekä näiden hyödyntäminen jokapäiväisessä toiminnassa.

5.2 Tutkimuksellinen kehitystoiminta

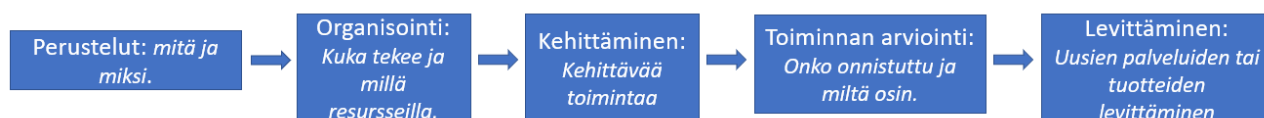
Kehitystyön lähestymistavaksi on valittu toimintatutkimus. Lähtökohtana kehittämishankkeelle pidetään kehitettävän kohteen tunnistamista sekä vaikuttavien ja kohteeseen liittyvien tekijöiden ymmärtämistä. Kehitystyön lähtökohtina on esimerkiksi kehittää olemassa olevia prosesseja tai luoda uusia menetelmiä. (Ojasalo, Moilanen & Ritalahti 2015, 23.)

Toimintatutkimuksen ominaispiirteisiin kuuluu yhdessä tekeminen ja ratkaisuhalukkuus käsissä olevaan käytännön ongelmaan sekä halukkuus saada aikaan muutosta esimerkiksi tekniseen tai ammatilliseen haasteeseen. Toimintatutkimukseen liittyy vahvasti käytännönläheisyys ja tavoite on erityisesti muokata nykyisiä toimintatapoja sekä liittyviä käytäntöjä. (Ojasalo ym. 2015, 58.)

Ojasalon, Moilasen ja Ritalahden (2015, 58) mukaan toimintatutkimuksen tavoite on saada selville se, miten asioiden pitäisi olla eikä niinkään se, miten asiat ovat tällä hetkellä. Toikko ja Rantanen (2009, 22–23) täsmentävät, että puhuttaessa tutkimuksellisesta kehittämistoiminnasta keskeisimmiksi kysymyksiksi nousevat käytännön toiminta ja rakenteet. Tavoite kehittämistoiminnassa on tuottaa tietoa ja tavoitella selviä ja konkreettisia muutoksia (Toikko & Rantanen 2009, 23).

Organisaation tavoite on käytäntökeskeinen, jonka tavoite on parantaa ja kehittää esimerkiksi kunnossapitoa SIL-laitteiden- ja laitteistojen osalta. Tähän pohjautuen uuden teorian luominen ei ole kehittämistyössä keskeinen tavoite. Käytännöt- ja työohjeet turva-automaation parissa työskenteleville on keskeisessä asemassa, joiden avulla parannetaan käyttöturvallisuutta sekä koko elinkaarren aikaista toimintaa.

Toikko ja Rantanen (2009, 56–57) jakavat kehittämisprosessin viiteen vaiheeseen, jotka on esitetty kuviossa 1. Tutkimusaineistoa käsiteltäessä ja tutkiessa voi tulla eteen tilanne, jolloin alkuperäiseen tutkimusongelmaan on otettava mukaan uusia käsiteltäviä asioita (Vilkkä 2021, 56). Tähän hyvänä esimerkkinä käy kyberturvallisuus, joka on tullut esille kehittämistyön aikana ja tätä aihealuetta käsitellään myös kehitystyössä.



Kuvio 1. Kehittämisprosessin viisi vaihetta (Toikko ja Rantanen 2015, 64 muokattu)

Toimintatutkimuksen eteneminen voidaan hahmottaa monella tavalla. Ojasalo ja muut (2015, 60–61) mukaan prosessi liikkuu kehänä, johon kuuluu suunnittelun ja havainnoinnin lisäksi arviointia ja näistä jokaista vaihetta toteutetaan ja suhteutetaan toisiinsa. Työvaiheet Ojasalo ja muut kuvaavat seuraavasti:

- Päämäärän tai kehittämisongelman määrittely
- Työn tavoitteiden asettelu
- Aineistoon tutustuminen kirjallisuuden tai muiden lähdeaineistojen avulla
- Tarpeen mukaan täsmennetään tavoitteita ja vahvistetaan projekti suunnitelma
- Aloitetaan varsinainen työ tutkimalla ja kokeilemalla
- Analysoidaan saatua aineistoa (Ojasalo ja muut 2019, 61.)

5.3 Aineistonkeruu- ja analyysimenetelmät

Toimintatutkimuksen luonteeseen kuuluu tyypillisesti, että käytetään mahdollisimman monia tiedonhankinta menetelmiä. Useita menetelmiä hyödyntämällä saadaan tutkittavasta kohteesta eri näkökulmia ja ideoita, jotka mahdollistavat mahdollisimman syällisen ja kokonaisvaltaisen kuvan. Menetelmiä ovat esimerkiksi havainnointi, kyselyt, haastattelut, benchmarkingia ja dokumentti-analyysejä. (Ojasalo ym. 2016, 37–40.) Tämän kehitystyön aineiston keräämiseen käytettiin myös monia eri menetelmiä kuten haastatteluita, havainnointia ja dokumenttianalyysejä.

Puhuttaessa tutkimusmenetelmistä ja liittyvän aineiston hankinta- ja analyysimetodeista näiden rajaus voidaan tehdä laadullisiin (kvalitatiivisiin) ja määrällisiin menetelmiin (kvantitatiivisiin)

(Saukkonen N.d). Tähän liittyen Ojasalo ja muut (2015, 61) toteavat, että toimintatutkimus määrittää yleensä laadulliseksi lähestymistavaksi mutta myös määrällistä menetelmää on mahdollista käyttää.

Lähdeaineistona toimii lain määrittämät turvallisuusvaatimukset sekä standardit. Luetettavuudeltaan standardit sekä turvallisuus- ja kemikaaliviraston ohjeet ovat korkealla tasolla. Analysoitavaa aineistoa kerään toiminnalliseen turvallisuuteen liittyvästä koulutuksesta sekä toimeksiantajalla työskentelevältä henkilöstöltä niin kunnossapidon, suunnittelun kuin käyttöturvallisuuden parista.

Kehittämiskohteisiin perehtyminen on olennaisessa osassa onnistumisen kannalta. Myös Ojasalo ja muut (2015, 28) näkevät tärkeänä tutustua kehitettävien kohteiden nykytilaan ja siihen, kuinka historian aikana on toimittu, jotta kehittämisen osalta pystytään vastaamaan todettuihin haasteisiin ja keskittyminen on oikeissa kohteissa (Ojasalo ym. 2015, 28).

Kehittämistyössä käytettyjen kysymysten asettelussa ja suunnittelussa on oltava tarkkana. Tähän Ojasalo ja muut (2016, 130) näkevät hyvänä lähtökohtana olemassa olevaan aineistoon perehtymistä sekä kysymysten asettelussa tärkeimpänä asiana sitä, että saadaan vastauksia asetettuihin tavoitteisiin. Toinen tärkeä seikka on laatia kysymykset mahdollisimman tarkoiksi, jotta niiden analysointi ja käyttäminen on helpompaa kehittämistyön kannalta. (Ojasalo ym. 2015, 131–132.)

Haastatteluja tukevan aineiston keruu menetelmänä voidaan käyttää havainnointia, joka mahdollistaa tarkastelun esimerkiksi siitä, miten luonnollisessa ympäristössä asiat ovat ja miten toiminnot tapahtuvat (Ojasalo ym. 2015, 114). Kehittämistyön käytännönläheisyys mahdollistaa havainnoinnin käytön osana haastatteluihin valmistautumista.

Kehittämistyössä haastatteluja varten laadittujen kysymysten testaaminen ennen lähettämistä on suotavaa ja siinä apuna voidaan käyttää esimerkiksi tutkimuksen ohjaajaa sekä alaa tuntevia, että aiheen parissa työskenteleviä henkilöitä (Ojasalo ym. 2015, 133). Tämän kehitystyön kysymykset käydään läpi työelämän edustajan kanssa ennen haastatteluiden järjestämistä.

Trochim (2006) painottaa haastatteluiden merkitystä, jotka mahdollistavat ryhmässä työskentelyn sekä mahdollisuuden kuunnella toisten kommentteja sekä ajatuksia käsiteltäviin asioihin. Haastattelun avulla on mahdollista esittää lisäkysymyksiä sekä saada uusia mielipiteitä (Trochim 2006). Tutkimustyön avulla pyritään selvittämään henkilöstöryhmien näkemyksiä ja ajatuksia haastatteluja apuna käyttäen.

Haastattelumalleja on olemassa erityyppisiä, strukturoidussa haastattelussa esitettävät kysymykset on muotoiltu valmiiksi ja ne esitetään ennalta sovitussa järjestyksessä. Puolistrukturoitu haastattelu sisältää ennakkoon laadittuja kysymyksiä, mutta niiden järjestystä voidaan vaihdella haastattelu tilanteen mukaan lisäksi tarvittaessa esittää uusia kysymyksiä, jos haastattelun aikana tälle tulee tarvetta. Avoin haastattelu taas mahdollistaa aiheen käsittelyn keskustelun omaisesti ja vaatii haastattelun osapuolilta aktiivista kanssakäymistä. (Ojasalo ym. 2015, 108–109.)

Kaikkia käytössä olevia malleja pystytään soveltamaan tutkimustyöhön, koska sopiva haastattelumalli valitaan käsiteltävän asian mukaan avointa haastattelua, käytetään teknologiaan ja tietotekniikkaan liittyvien asioiden ymmärtämiseen sekä puolistrukturoituja haastatteluja oman organisaation henkilöstön kanssa.

Tutkimustyö tullaan levittämään laajasti, jotta toiminnalliseen turvallisuuteen liittyvä prosessi on selkeästi esillä käyttöhenkilöstölle. Haastatteluiden ja kysymysten myötä haluttuun lopputulokseen pääseminen on mahdollista. Toteutusta viedään eteenpäin suunnitelman mukaan ja ennakkoon määritellyn toimintamallin mukaan.

5.4 Tutkimuseettinen näkökulma

Kehittämistyön eettinen hyväksyntä voidaan saavuttaa tekemällä tutkimustyötä asiaan kuuluvalla tavalla, jossa huomioidaan niin tieteen kuin yritysmaailmankin eettiset säännöt. Tutkimustyössä korostuvat oikeat toimintatavat, joita ovat rehellisyys, huolellisuus, tarkkuus. Tutkijan tekemän työn on oltava käytäntöä hyödyntävä sekä esitettävä työn tulokset arvioinnissa. Kehittämistyössä on tärkeää tiedostaa mukana oleville heidän roolinsa ja tuoda kehittämistyön tavoitteet selkeästi esille. Huomioitava myös mukana olevien yksityisyys ja nimettömyys sekä tuoda tämä heidän tietoonsa. (Ojasalo ym. 2015, 48–49.)

Kehittämistyössä käytetyt tutkimusmenetelmät ovat yleisesti tunnettuja ja nämä on kuvattu raportissa lähdeviitteitä käyttäen. Käytettyjen lähteiden oikeellisuuden selvitys- ja tarkastus tehdään opinnäytetyötä kirjoittaessa ja tiedonhankintaa on tehty avoimesti sekä perustellen. Haastateltavien anonymiteetti on säilytetty koko kehittämistehtävän ajan. Tiedonhankintaan liittyvät dokumentit, kuten haastattelut kysymyksineen on lisätty kaikkien nähtäville. Raportoinnissa on noudatettu Jyväskylän ammattikorkeakoulun ohjeistusta.

Aiheesta tehdyn tutkimuksen kohderyhminä ovat erityisesti Kokkolan tuotantolaitoksen kunnossapidosta, suunnittelusta ja vaara- ja riskiarvioinnista vastaavat henkilöt. Työn tuloksena syntynyt toimintakäsikirja katselmoidaan nimettyjen tarkastelijoiden toimesta ja tallennetaan liitteineen yrityksen käyttöön.

6 Toiminnallinen turvallisuus

Toiminnallinen turvallisuus on osa kokonaisturvallisuutta, joka liittyy laitteen tai järjestelmän oikeaan toimintaan kaikissa toimintatiloissa. Toiminnallista turvallisuutta sovelletaan teollisuuden eri osa-alueilla ja sen tavoitteena on taata, että TLJ-järjestelmä tuottaa tarvittavan turvallisuustason tarjoamalla tarvittavan riskienvähennyskyvyn (IEC/TR 61508-0, 2011, 3–4). Tässä luvussa tarkastellaan toiminnallisen turvallisuuden historiaa, liittyviä standardeja, vaatimuksia sekä riskienhallintaa prosessiteollisuudessa.

Toiminnallisen turvallisuuden osalta kehitystyö alkoi 1960- luvulta, jolloin käytettävät elektroniset komponentit olivat vielä kalliita, joten käytössä oli halvempaa tekniikkaa onnettomuuksien ehkäisyyn, kuten sähkömekaanisia releitä sekä kontaktoreita (Yozallinas 2016). Prosessiteollisuuden osalta 1970- luvulla huomattiin tarve kehittää uusia menetelmiä ja keinoja vaarojen- ja riskienhallintaan (Smith & Simpson 2016, 4). Tällöin käyttöön tulivat ohjelmoivat logiikat, jotka paransivat ohjattavuutta, mutta toivat ovat haasteensa järjestelmän monimutkaisuuden takia (Yozallinas 2016).

Kehitystyö jatkui kahdeksankymmentä luvulla, jolloin käyttöön tulivat hajautetut ohjausjärjestelmät (DCS). Kehitystyönä tänä oli merkittävä, koska ohjausjärjestelmä pystyi huolehtimaan teollisuuslaitoksen säätö- ja ohjaustoiminnoista. Lopulta 1990- luvulla haluttiin prosessien monimutkaistuessa käyttää turvalogiikoita, joissa olisi toiminnallisuutta mukana. (Yozallinas 2016.)

Toiminnallisen turvallisuuden rooli on nykyään yhä tärkeämpää, kun mahdollisen vaaran aiheuttaman riskin pienentämiseen käytetään enenemissä määrin monimutkaisia ohjausjärjestelmiä ja laitteita. Yozallinas (2016) korostaa lisäksi kyberturvallisuuden kasvanutta merkitystä koko uuden vuosituhannen ajan.

6.1 Turvallisuuden suunnittelun lähtökohdat

Standardin IEC 61508 mukaan järjestelmän kehittäjän tai määrittelijän on tunnistettava vaara-analyysin avulla laitteistoihin ja liittyviin ohjausjärjestelmiin liittyvät merkittävät vaarat. Riskien arvioinnin avulla määritellään, tarvitaanko toiminnallista turvallisuutta riittävän suojaustason varmistamiseksi kutakin todettua vaaraa kohtaan. (IEC/TR 61508-0, 2011, 10.)

Riskianalyysit tulee tehdä jo alkuvaiheessa, mutta riskitarkastelua on syytä päivittää laitteiston koko elinkaaren ajan. Havaittujen vaarojen poistamiseen toiminnallinen turvallisuus on vain yksi menetelmä ja muut keinot, kuten suunnittelun avulla luontaisesti saavutettu turvallinen rakenne ovat ensiarvoisen tärkeitä. (IEC/TR 61508-0, 2011,10.)

Toiminnallisen turvallisuuden suunnittelu sisältää tiettyjen vaarallisten vikojen tunnistamisen, jotka voivat johtaa vakaviin seurauksiin esimerkiksi ihmisten fyysistä vammautumista tai terveys haittaa kohtaan. Laitteet, joiden vika aiheuttaa jonkun näistä vaaroista tunnistetaan ja niitä kutsutaan yleensä turvallisuuteen liittyviksi järjestelmiksi. Esimerkkejä ovat teollisuuden prosessiohjaus, sammutusjärjestelmät ja käsittelylaitteet. (Smith & Simpson 2016, 4.)

Toisin sanoen kaikki laitteet sisältävät ne sitten ohjelmiston tai ei, joiden vikaantumisesta voi aiheutua vaaraa kutsutaan turvallisuuteen liittyväksi järjestelmäksi. Turvatoiminnot määritellään sitten laitteen toiminnoksi, joka ylläpitää sitä turvallisessa tilassa tai saattaa sen turvalliseen tilaan tietyn vaaran suhteen. (Smith & Simpson 2016, 4.)

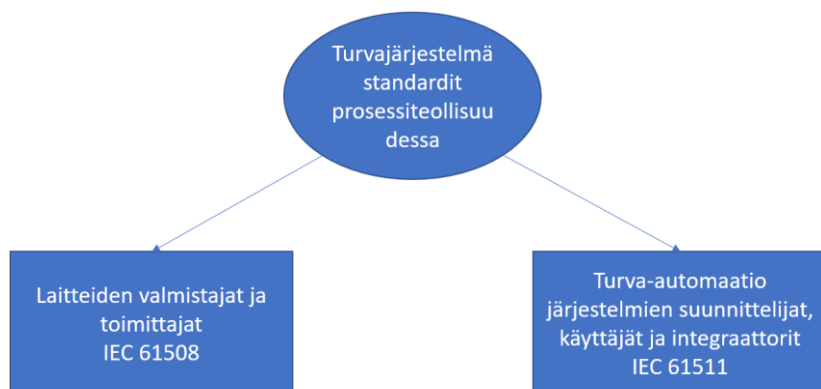
Standardisarja IEC 61508 käsittelee toiminnallista turvallisuutta ja toi riskiarvioon perustuvan turvallisuuden varmistamisen. Käsite on määritelty standardissa seuraavasti: ”Turvallisuus varmistetaan ensisijaisesti sähköisillä tai elektronisilla ohjelmoitavilla tekniikoilla. Määritelmässä painottuu

riskeihin perustuva näkökulma, jonka mukaan riskien minimoimiseksi on määritettävä turvatoiminnot.” (SFS-EN 61508-0:2011,14). Tiivistäen voidaan todeta, että prosessiteollisuudessa suunniteltaessa tai valmistettaessa laitteita käytetään standardin IEC 61508 vaatimuksia.

6.2 Prosessiteollisuuden turva-automaation järjestelmät

IEC 61511 standardi käsittelee prosessiteollisuudessa käytettäviä turva-automaation liittyviä järjestelmiä ja niiden soveltamista. Prosessiteollisuudessa käytettävän instrumentoinnin tehokas käyttö turva-automaatioon liittyvissä toiminnoissa, on oleellisena vaatimuksena, että vaadittavat suorituskyykyyn sekä minimistandardeihin liittyvät tasot saavutetaan (SFS-EN 61511-1, 2017, 8).

Prosessiteollisuuden turvajärjestelmästandardi IEC 61511 esittää vaatimuksia järjestelmien suunnittelijoille, integraattoreille, käyttäjille sekä elinkaaren aikaiselle ylläpidolle (SFS-EN 61511-1, 2017, 10–11). Tiivistäen voidaan todeta että, turva-automaatiojärjestelmiä suunniteltaessa, valmistettaessa ja käytettäessä noudatetaan standardin IEC 61511 vaatimuksia sekä menettelyjä. Kuviossa 2 esitetään prosessiteollisuudessa käytettävien standardien eroavaisuudet.



Kuvio 2. Standardien vertailu (SFS-EN 61511-1, 2017, 12, muokattu)

Prosessiteollisuuden vaarojen ja riskien arviointia käsitellään myös IEC 61511- sarjassa. Turva-automaatiojärjestelmien vaatimusten erittelyä ja suorituskyykyvaatimuksia käydään läpi tarvittavien suoritteiden osalta (SFS-EN 61511-1, 201, 8). Riskien pienentämiseksi hyväksyttävälle tasolle vaatii, jokaiselle elinkaaren vaiheelle turvallisuusvaatimukset ja niiden tarkistamisen (Griffor 2017, 5, 4). Riskien käsittelystä ja elinkaaren vaiheista lisää luvussa seitsemän.

SIS-järjestelmän toiminta edellyttää kaikkien tarvittavien laitteiden turva-automaatio toiminnot aina tuntoelimiltä toimielimille. ”Toiminnot on määritelty standardissa seuraavasti: turva-automaatio toimintojen osalta käsitellään kaikki ne, jotka perustuvat ohjelmoitavan/sähköisen/elektronisen teknologioiden käyttöön” (SFS-EN 61511-1, 2017, 8).

Prosessiteollisuudessa on erilaisia riskejä, johtuen kemikaaleista ja niihin liittyvistä vaaraominaisuuksista sekä määristä myös prosessiolosuhteet aiheuttavat riskejä (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021). Prosessisuunnittelulla pyritään saavuttamaan turvallinen prosessi luontaiseksi, joissain tapauksissa tähän tavoitteeseen ei päästä, jolloin vaaditaan suojausjärjestelmiä (SFS-EN 61511.1, 2017, 8). Suojausjärjestelmien toimintaan IEC 61511- sarja asettaa elinkaaren aikana tehtäville toiminnoille lähestymistavan ja osoittaa periaatteet niiden saavuttamiseksi.

Prosessiteollisuuden loppukäyttäjien järjestelmäsuunnittelun lähtökohtana olisi käytettävä IEC 61511 standardisarjaa (SFS-EN 61511-0, 2018, 9). Standardisarja määrittelee keinot loppukäyttäjälle kehittää sisäisiä toimintatapoja työskentelyprosessien ja hallintajärjestelmien kanssa. Standardisarjaa käyttämällä varmistetaan turva-automaatiojärjestelmän vaatimusten mukaisuus sekä prosessiturvallisuuden parantumiseen tähtäävät toimet. (SFS-EN 61511-0, 2018, 9.)

6.3 Kemikaali ja painelaitedirektiivi ja -laki

Laki vaarallisten kemikaalien käsittelystä (L.3.6.2005/390) vaatii toimenpiteitä toiminnanharjoittajalta onnettomuuksien ehkäisemiseksi ja vaatii tehtäväksi kaikki tarpeellinen, jotta mahdollisista onnettomuuksista ei aiheudu vaaraa ihmisten terveydelle ja ympäristölle sekä rajaamaan mahdolliset omaisuudelle aiheutuvat seuraukset. Tarpeelliset toimet on toteutettava tavalla, jotka ovat järjestelmällisiä ja huolella suunniteltuja (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021).

Toiminnan järjestämistä tuotantolaitoksissa kuvataan laissa (L.3.6.2005/390) Toiminnanharjoittajan tehtäviin kuuluu vaarojen tunnistaminen, jonka perustana on toiminnasta aiheutuvien sekä rajoittamista koskevien päämäärien ja toimintatapojen määrittäminen asetus 21§ korostaa myös seurannan sekä mahdollisiin korjaaviin toimenpiteisiin ryhtymistä (A 358/2015, 21§).

Vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista on olemassa valtioneuvoston asetus A 856/2012, joka edellyttää prosessien ja toimintojen varustamista järjestelmillä, joilla mahdolliset vaaralliset tapahtumat havaitaan ajoissa sekä rajoitetaan mahdollisista onnettomuuksista aiheutuvat seuraukset mahdollisimman vähäisiksi (A 856/2012, 50§; Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021).

Prosessiteollisuudessa käytetään käyttöautomaatiojärjestelmiä, joka mainitaan valtioneuvoston asetuksessa yhtenä turvajärjestelmänä (A 856/2012). Vaatimuksia suoraan turva-automaation käytölle ei ole, jos mahdolliset onnettomuudet ja niistä aiheutuvat seuraukset saadaan estettyä tai rajattua muilla keinoilla (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021; A 856/2012, 50§).

Valtioneuvoston pykälissä mainitaan myös turva-automaatio järjestelmälle vaatimuksia, joista yhtenä on toiminnaltaan riippumaton hätäpysäytysjärjestelmä, joka mahdollistaa prosessin tai toimintojen turvallisen alasajon tai keskeytykset myös käsikäyttöisesti hätäpysäytysjärjestelmän lisäksi. (A 856/2012, 50§.) Kemia- ja prosessiteollisuudessa mahdolliset ylitäytön estävät järjestelmät on suunniteltava siten, että järjestelmä joko estää tai hälyttää mahdollisesta ylitäytöstä (A 856/2012, 50§).

Turva-automaatiojärjestelmän riippumattomuus käyttöautomaatiojärjestelmästä on huomioitava suunnitteluvaiheessa (A 856/2012, 50§). Riippumattomalla järjestelmällä toteutetaan turvallisuuden kannalta kriittiset lukitukset, sekä estetään prosessin ajautuminen vaaralliseen tilaan. Toimilaitteiden tulee toimia mahdollisten häiriötilanteiden osalta siten, että ne jäävät tai siirtyvät turva-automaatio suunnittelun avulla ennalta määriteltyyn turvalliseen tilaa. (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021.)

Turvajärjestelmien toiminnan varmistamista onnettomuustilanteessa korostetaan asetuksessa 658/2015. 50§ vaaditaan riittävää luetettavuutta turvajärjestelmiä suunniteltaessa ja toteutettaessa (A 658/2015, 50§). Toimintojen ylläpitämiseksi laitteiden sijoittelulla sekä varaenergiajärjestelmän oikealla toteuttamisella on merkitystä, jotta turvallisuuden kannalta kriittisiä toimintoja pystytään ylläpitämään (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021).

Valtioneuvoston vaatimusten täyttämiseen toiminnanharjoittaja pystyy turva-automaation osalta osoittamaan määräysten toteutumisen käyttämällä standardissa IEC 61511-1 esitettyjä vaatimuksia, jotka ovat sidottuja kuhunkin elinkaaren vaiheeseen. Toimenpiteiden järjestelmällinen käsittely ja hallinta edellyttää elinkaarimallin käyttöä. (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021.)

Painelaitteiden osalta turvallisuuden ja eurooppalaiset käytännöt määrittelee Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2014/68/EU (02014L0068); EUVL L 189, 27.6.2014, s.164; Suomessa painelaitedirektiivi saatetaan voimaan painelaitelainsäädännöllä (L 16.12.2016/1144) ja siinä esitetään myös muita vaatimuksia painelaitteiden osalta (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021).

Erityisesti painelaitelaki (L 16.12.2016/1144) edellyttää ja ottaa kantaa hyvin moniin turvallisuusvaatimuksiin painelaitteiden osalta kuten suunnittelun, valmistamisen, käytön kuin tarkastusten osalta. Prosessiteollisuudessa kemikaali- ja painelaitelainsäädäntö ovat yleisimmät käytettävät ja noudatettavat säädöskohdat, kun puhutaan turva-automaatiosta (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021).

Painelaitelaki (L 16.12.2016/1144) edellyttää useita erityisesti prosessiteollisuutta koskevaa pykälää, joista alla esitettävät liittyvät vaatimuksenmukaisuuteen, määräaikaistarkastuksiin, käyttötarkastuksiin ja muutostarkastuksiin liittyviin vaatimuksiin. Huomioitava myös muut velvoittavat toimenpiteet.

Vaatimustenmukaisuuden osoittamiseen valmistajan on ennen laitteen markkinoille saapumista osoitettava, että painelaitteeseen liittyvä suunnittelu ja valmistus täyttävät pykälän 7§ vaatimukset (A 1548/2016, 7§). Valmistajalta vaaditaan tarkastustodistusta sekä käyttäjältä turva-automaation osalta dokumentointia (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021).

Määräaikaistarkastusten osalta TLJ-koskevat erityisesti pykälät 5§ ja 6§, joista pykälässä viisi sanotaan, että käyttöturvallisuuden varmistamiseksi on painelaitteella oltava riittävät laitejärjestelmät ja niiden on toimittava asianmukaisesti (L 16.12.2016/1144, 5§, 6§). Automaatiojärjestelmän osalta pykälä 55§ edellyttää asianmukaista toteutusta. Automaatiojärjestelmällä tarkoitetaan

elektronista tai ohjelmoitavaa järjestelmää, joka sisältää suojaus- tai lukitustoimintoja (L 16.12.2016/1144, 55§).

Käyttötarkastuksen osalta painelaitelainsäädännön pykälä 57§ edellyttää tarkastuksen osalta, että tarkastettavassa painelaitteessa on riittävät käyttöturvallisuuden varmistavat laitteet ja laitejärjestelmät ja että ne toimivat asianmukaisesti (L 16.12.2016/1144, 57§). Muutostarkastuksen osalta painelaitelainsäädäntö edellyttää pykälässä 61§, että muutostarkastus on tehtävä aina uudelle painelaitteelle ennen käyttöönottoa (L 16.12.2016/1144, 61§).

6.4 Toiminnallisen turvallisuuden saavuttaminen

Saavuttaakseen asianmukaisen turvallisuustason organisaation on tehtävä vaadittavia toimenpiteitä. Smith ja Simpson (2011, 38) toteavat tähän liittyen, että organisaation on pystyttävä osoittamaan suunnittelun, operaation toiminnan ja kunnossapidon sekä järjestelmän hallinnan olevan asianmukaisella tasolla. Tämä edellyttää turvallisuus suunnittelun hallintaa vaadittujen toimintojen määrittelemiseksi yhdessä jokaisen alueen vastuuhenkilöiden kanssa (SFS-EN 61511-1, 2017, 38).

Standardin IEC 61511 ensimmäisessä osassa määritellään vaatimuksia ja huomioon otettavia asioita toiminnallisen turvallisuuden saavuttamiseen. Smith ja Simpson (2011, 39) luettelevat alla olevassa listauksessa olennaisia asioita. Syytä huomata, että saavuttaakseen vaadittavan turvallisuustason olennaista on koulutus, tieto, kokemus ja pätevyys organisaation ja henkilöstön osalta.

- Vastuut ja valvonnan taso
- Seurausten vakavuuden ja pätevyyden asteen välisen yhteyden ymmärrys
- SIL ja siihen liittyvä osaamisaste
- Aiemman kokemuksen hyödyntäminen
- Teknisten sovellusten tuntemus
- Teknologiaosaaminen
- Turvallisuustekniikan tietämys
- Laki-/ säädöstiedostojen tuntemus
- Koulutusten tarve ja dokumentointi (Smith, Simpson 2011, 39.)

Seuraavassa luvussa käsitellään toiminnallisen turvallisuuden hallintaa aina organisaatiosta, laitteen tai tuotteen elinkaaren aikaisiin toimintoihin. Toiminnallisen turvallisuuden asianmukainen hallinta edellyttää yllä olevan kappaleen asioiden olevan asianmukaisella tasolla.

6.5 Toiminnallisen turvallisuuden hallinta ja organisaatio

Toiminnallisen turvallisuuden huomioon ottamista koko elinkaaren ajan korostaa Griffor (2017). Hänen mukaansa pohjana on käytettävä standardin IEC 61508 vaatimuksia, sekä huomioida huolellinen työskentely tuotteen tai laitteen kanssa koko vaadittavan prosessin ajan aina laitteiston poistoon asti (Griffor 2017, 5, 6–7.)

Lähtökohtana toiminnallisen turvallisuuden hallintaan on järjestelmällinen prosessi, jotta prosessia voidaan hallita ja siihen liittyvät tehtävät tunnistetaan, on tehtävät työt resursoitava oikein ja suoritettava asianmukaisesti sekä oikeaan aikaan. Todisteita prosessin systemaattisesta seurannasta on löydettävä ja yhdessä turvallisuusargumentin kanssa tulee turvallisuusperustelu. (Griffor 2017, 5, 6.)

Organisaation yleinen turvallisuuspolitiikka auttaa johdonmukaisuuden ja huolellisuuden varmistamisessa. Griffor (2017) toteaa tähän liittyen, että käyttämällä parhaita turvallisuuskäytäntöjä koko organisaation osalta sisältäen esimerkiksi analyysimenetelmiä turvallisuusvaatimusten täyttämiseksi sekä jäljittämiseksi (Griffor 2017, 5, 6).

Toteutuakseen toiminnallinen turvallisuus vaatii ihmisten osallistumista, riippumatta heidän roolistaan käytävässä yrityksessä koskee ennen kaikkea turvajärjestelmän parissa työskenteleviä henkilöitä (SFS-EN 61511-4, 2020, 446). Standardi IEC 61508 on kehys, jossa käydään läpi elinkaaren aikaiset vaatimukset turva-automaatiolle (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021). Standardin avulla saadaan hyvä yleiskatsaus turva-automaation elinkaaren aikaisiin vaatimuksiin ja tehtäviin.

Tuotantolaitosten turvallisuusjohtamisjärjestelmässä on huomioitava myös turva-automaatio ja sille on luotava toimintatavat, joiden avulla varmistetaan vaadittavien turvallisuuteen liittyvien vaatimusten toteutuminen elinkaaren aikana (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021). Standardi IEC 61511 korostaa myös yhtenäisen politiikan ja strategian tärkeyttä ja painottaa lisäksi organisaation sisällä tapahtuvan tiedottamisen tärkeyttä toiminnalliseen turvallisuuteen liittyen (SFS-EN 61511-1, 2017, 37).

Toimittajat, jotka toimittavat tuotteita tai palveluita yritykselle on oltava vastuu yhdestä tai useammasta elinkaaren aikaisesta toiminnallisen turvallisuuden vaatimuksesta. Toimittajan on pystyttävä osoittamaan näiden vaatimusten hallinta turvallisuusjohtamisjärjestelmällä. (SFS-EN 61511-1:2017, 39.)

Griffor (2017) määrittelee onnistuneelle turvallisuus organisaatiolle viisi keskeistä vaatimusta: Organisaatiolla on oltava kyvykkyys suorittaa vaaditut turvallisuustehtävät, turvallisuuden on oltava osa suunnittelua, turvallisuushenkilöstöllä urapolku sisältäen tarvittavat koulutukset, turvallisuusprosessi johdon hallinnassa sekä määräysten noudattamiseksi tarvitaan määräajoin johdon arviointi (Griffor 2017, 5, 7).

Organisaatiolta vaaditaan turvallisuuskulttuuria määräysten täyttämiseksi korostaa Griffor (2017). Tämä edellyttää hänen mukaansa turvallisuuden merkityksen tunnistamista koko projektin ajan suunnittelusta alkaen. Turvallisuuskulttuurin saavuttamiseksi vaaditaan johdolta resursseja käyttöhenkilöstön koulutukseen sekä toimenpiteitä vaaditulle tasolle pääsemiseksi. (Griffor 2017, 5, 7.)

Organisaation on määriteltävä vastuulliset henkilöt. Standardi IEC 61511 edellyttää kunkin elinkaaren vaiheen vastuuhenkilöiden nimeämistä ja määrätyt vastuut on tuotava heidän tietoonsa. Henkilöiden, organisaatioiden ja osastojen pätevyyttä on käsiteltävä ja huolehdittava pätevyyteen liittyvästä dokumentoinnista sekä huolehdittava vaadittavasta osaamistasosta. (SFS-EN 61511-1:2017, 37; SFS-EN 61511-2:2017, 11.)

Organisaatiolta vaaditaan koordinoitaitoja sekä tuntemusta turva-automaatiosta. Toteutettaessa turva-automaatiota on toiminnanharjoittajan pystyttävä sujuvaan kanssakäymiseen palvelu- ja laitetoimittajien kanssa sekä pidettävä huoli siitä, että oma henkilöstö tietää minkä onnettomuusvaaran ehkäisemiseksi mikäkin turvatoiminto on tehty (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021).

Standardi IEC 61511 edellyttää organisaatiolta toimivaa turvallisuusjohtamisjärjestelmää. Saavuttaakseen vaadittavan hallintajärjestelmän organisaation on pystyttävä osoittamaan sopivuus sopi-

valla menettelytavalla (SFS-EN 61511-1, 2017, 39). Kehitystyön yksi tarkoituksista on laatukäsikirjaan tämän hallintajärjestelmän lisääminen ja elinkaaren aikaisen kunnossapidon seurannan työmenetelmät ja tavat.

Dokumentoinnin on oltava toteutettavan henkilöstön käytettävissä ja ylläpidettävässä muodossa sekä asiaankuuluvat dokumentit helposti tunnistettavissa ja päivitettävissä (SFS-EN 61511-1, 2017, 91). Turva-automaatioprojektit sisältävät laajuuden mukaan useita eri toimijoita, jolloin tiedonhallinta korostuu eri osapuolien välillä (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021). Dokumentointia keskittämällä ja kehittämällä varmistetaan standardin vaatimusten täyttyminen.

6.6 Turvallisuuden eheystaso

Turvallisuuden eheyden taso (SIL) määritellään jokaiselle turva-automaatiotoiminnolle erikseen (SFS-EN 61511-2:2017, 139). SIL-määrittely tulisi tehdä työryhmässä, jonka kaikilla jäsenillä on tarvittava tiedot ja ymmärrys käsiteltävästä prosessilaitoksesta ja itse prosessista (Energy institute 2019). Käytettäviä menetelmiä eheystason määrittelyyn on mm. suojauskerrosanalyysi (LOPA) (kts. IEC 61511-3:2016, liite F). Lisää suojauskerrosanalyysistä seuraavassa kappaleessa.

Turvallisuuden eheyden tasoja on neljä, ja jokaisella luokalla on omat vaatimuksensa ja vaatimukset kastavat luokkanumeron mukaan (SFS-EN 61511-3:2017, 16). Yksinkertaisesti voisi sanoa, että SIL on turvatoimintojen laskentataso. Alla olevassa taulukossa 1 kuvataan tasojen luokittelua vahinkojen vakaavuuden ja työmäärän sekä kustannusten mukaan, mutta on hyvä huomioida, että eivät perustu standardiin eikä lainsäädäntöön vaan tuomaan selvyttä eroihin periaatteellisella tasolla.

Taulukko 1. SIL-tasojen luokittelu vahinkojen ja työmäärän mukaan

SIL (eheystaso)	Seuraukset	Työmäärä/kustannukset
1	Palautuva tai pienehkö vamma	Melko helppo saavuttaa noudattamalla laadukkaita toimintotapoja sekä dokumentoimalla hyvin
2	Vakava vamma	Vaati tarkempaa suunnittelua ja enemmän todentamista sekä testaamista
3	Yksi tai muutama kuoleman tapaus	Vaati merkittävästi enemmän työtä kuin SIL2. Työvaiheissa paljon todentamista ja kelpuutusta
4	Useita kuoleman tapauksia	Vaatii erittäin paljon työtä ja vaadittavaa osaamista hankala löytää. Yritetään välttää!

Haitallisten tapahtumien tavoitetaajuuden asettaminen on SIL-määrittämisprosessin perusedellytys. Toiminnallisuus määrittelee, kuinka se estää vaarallisen tapahtuman toteutumisen tai lieventää vaarallisten tapahtuman seurauksia. Kaikkia riskivähennysparametreja tulee hallita koko prosessilaitoksen käyttöajan ajan (Energy institute 2019, 31–32).

Riskivähennyskyky (RRF) kuvaa suojakerroksen suorituskykyä, joka havainnollistaa riskin vähentämisen käsitettä, joka saavutetaan vähentämällä haitallisten tapahtumien esiintymistiheyttä (Energy institute 2019, 26). Eheystasoon riskinvähennyskyky on suoraan verrannollinen ja vaadittava eheystaso saadaan riskienarvioinnin tuloksena alla olevassa taulukossa 2 esitetään eheystason suhdetta riskinvähennyskykyyn ja vikaantumistodennäköisyyttä (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021).

Taulukko 2. Eheystason (SIL) suhde riskinvähennyskykyyn ja vikaantumistodennäköisyyteen (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021, muokattu)

SIL (eheystaso)	RRF (riskinvähennyskyky)	PFDavg (vikaantumistaajuuden tavoitetaso)
1	$>10 \leq 100$	$\geq 0,01 < 0,1$
2	$>100 \leq 1000$	$\geq 0,001 < 0,01$
3	$>1000 \leq 10\,000$	$\geq 0,0001 < 0,001$
4	$>10\,000 \leq 100\,000$	$\geq 10^{-5} < 10^{-4}$

PFDavg kuvaa turvatoiminnon vikaantumistodennäköisyyttä ja kuvastaa tilannetta, että turvatoiminto epäonnistuu. Jokainen PFD avg arvo muunnetaan SIL-tason numeroksi ja on muistettava, että pyöristystä ei tehdä alaspäin. (SFS-EN 61511-3:2017, 84.) Tukes muistuttaa, että vikaantumistodennäköisyyden ollessa suurempi kuin kerran vuodessa tulee käyttää arvoa PFH (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021).

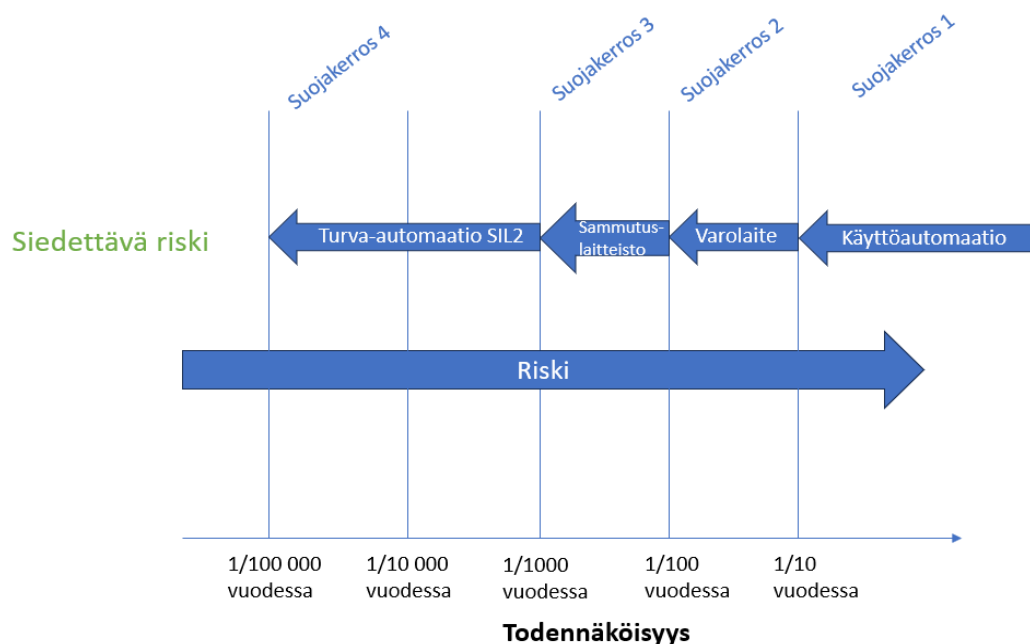
6.7 Suojauskerrokset

Laitosten riskienhallinta on aina kokonaisuus, joka sisältää useita eri valintoja sekä menetelmiä. Myös standardi IEC 61511 käsittelee eri riskien pienentämisen menetelmiä esimerkiksi teknistä suojakerroksista, sijoitussuunnittelusta aina turva-automaation käyttöön. (SFS-EN 61511-1, 2017, 12–13.)

Turva-automaatio on viimeisenä keinona riskien pienentämisessä. Turva-automaation käyttöön päädytään yleensä silloin, kun muut mahdolliset keinot on suljettu pois (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021). Yleisesti voidaan todeta, että on syytä tutkia kaikki muut riskienhallintakeinot ennen turva-automaation käyttöönottoa johtuen järjestelmän hintavuudesta sekä vaadittavista resurssien tarpeesta.

Määriteltäessä turva-automaatiotoiminnan tarpeita on tärkeä huomioida suojauskerrosten tarjoamat mahdollisuudet riskien pienentämiseen (SFS-EN 61511-2:2017, 26). Toteutuessa riskienarviointia on toiminnanharjoittajalla oltava matriisi, josta selviää siedettävän ja hyväksyttävän riskin taso (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021).

Siedettävän riskin määrittelyyn ei ole olemassa yleistä kaavaa, vaan riskin taso määritellään aina käyttäen apuna toimialakohtaisia määräyksiä, yrityksen omia käytäntöjä tai tuotantoprosessin vaatimuksia (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021). Seuraavalla sivulla olevassa kuviossa 3 on määritelty riskien pienentämistä suojakerrosten avulla.



Kuvio 3. Riskien pienentäminen suojauskerrosten avulla (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021, muokattu)

Todettaessa turva-automaatiojärjestelmän suojauskerroksen tarpeellisuuden riskien tarkastelun avulla on toiminnallisen turvallisuuden eheys määriteltävä kullekin kohdistetulle turvatoiminnolle erikseen (SFS-EN 61511-2:2017, 26). Eheystasojen määrittelemiseen voidaan käyttää esimerkiksi LOPA-tarkastelua, johon valitaan eri onnettomuusskenaarioita mutta ainakin vakavimman on syytä olla mukana (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021).

6.8 Turvallisuuden eheystasojen todentaminen

Laadittavalla todennusraportilla varmistetaan ohjausjärjestelmän turvallisuus laskennallisesti. Huelke, Hauke ja Lungfield (2016) toteavat, että tulostettavasta loppuraportista saadaan kaikki tarvittavat parametrit SIL-tason määrittämiseen (Huelke, Hauke & Lungfield 2016, 8–9). Raportin laadintaa varten pitää selvittää hankituista toimilaitteista taulukossa 3 esitetyt tiedot.

Taulukko 3. Painelähettimen tiedot SIL-tason määrittämiseen

Painelähettimen E+H Deltabar PMD75D lähtötiedot:	
PFD arvo: 6,6E-05 (T1= 1 vuosi)	
$\lambda DU = 15E-09$	
PFD = Vaarallisten vikaantumisien todennäköisyys vaadittaessa	
λDU = Vaarallinen piilevä vikaantuminen 1/h	
T1 = Määräaikaistestausväli	
PFH = Vaarallisen vikaantumisen keskimääräinen taajuus [h-1]	
Laskentakaava: $PFD = \lambda DU * T1/2$	
SIL tason määrittäminen PFD ja PFH arvosta "SFS-EN 61508-1"	
Turvallisuuden eheyden taso (TET)	Keskimääräinen vaarallisten vikaantumisten todennäköisyys turvatoiminnan vaaleesta (PFD_{avg})
4	$\geq 10^{-9} \dots < 10^{-8}$
3	$\geq 10^{-8} \dots < 10^{-7}$
2	$\geq 10^{-7} \dots < 10^{-6}$
1	$\geq 10^{-6} \dots < 10^{-5}$

Aikaa säästävänä ominaisuutena todennusraportissa on tietenkin haastavien ja monimutkaisten laskentakaavojen automaattinen laskenta malleista sekä kaavioista. Painelähettimen mallia tai muita turvapiirissä olevia laitteita vaihdettaessa toiseen laskennat pitää tehdä uudestaan. Prosessiteollisuudessa käytettävät todentamismenetelmät vaihtelevat riippuen raportin laatijasta. Koneturvallisuuspuolella käytössä on esimerkiksi SISTEMA-ohjelmisto. (Huelke, Hauke & Lungfield 2016, 8–9.)

7 Turva-automaatio osana prosessiturvallisuutta

Tässä luvussa tarkastellaan vaatimusten ja riskien hallintaa prosessiteollisuudessa. Luvussa käydään läpi yleiset vaatimukset vaarojen ja riskien tunnistamiseen sekä sitä, mitkä ovat yleiset menetelmät prosessiteollisuudessa näiden osalta. Turva-automaation rooli vaarojen ja riskien hallinnassa on suuri ja merkitys tulee edelleen lisääntymään tulevaisuudessa.

7.1 Vaarojen tunnistaminen ja riskien hallinta

Kortelainen, Komonen, Laitinen, Valkokari ja Hanski (2021, 50) toteavat, että menestyvän yrityksen ja organisaation toiminnassa riskienhallinnan avulla saavutetaan parhaat mahdollisuudet toimia toimintaympäristössä, johon liittyy epävarmuutta ja riskejä. Standardi IEC 31010 määrittelee

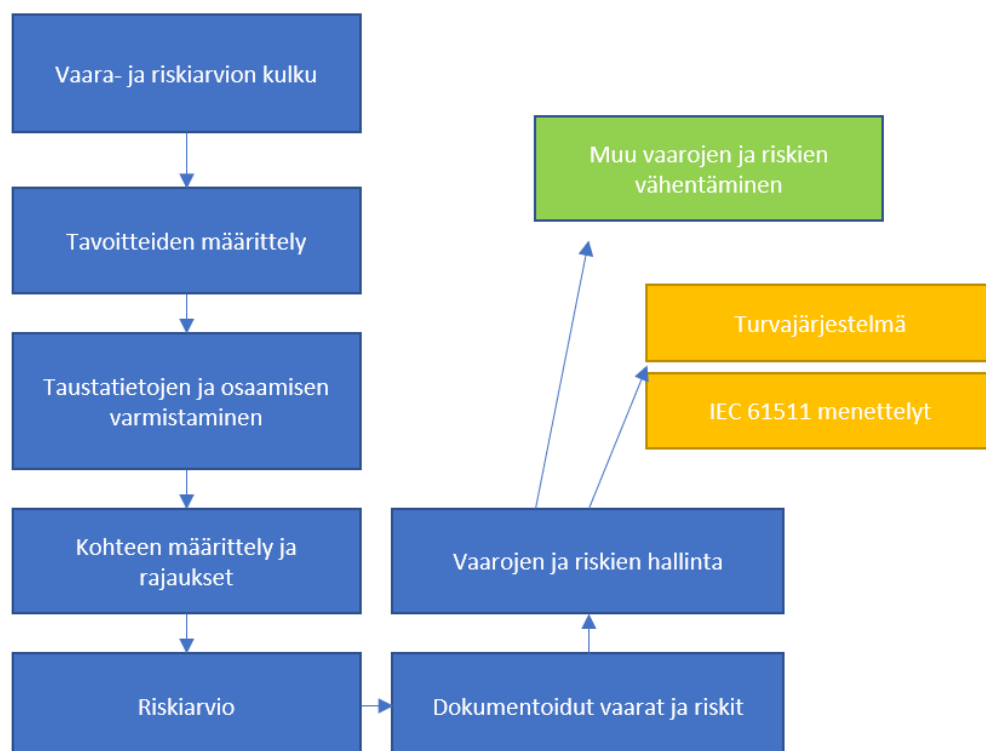
riskin niiden lähteiden, potentiaalisten tapahtumien, liittyvien seurausten sekä todennäköisyyksien kannalta (SFS-EN IEC 31010:2019, 9).

Kuten yritysten niin myös riskienhallinnan osalta on eroja toimintatapojen ja käytettävien menetelmien osalta. Riskien arvioinnin ja hallinnan osalta IEC 61511 esittää vaatimuksen tunnistaa ja löytää keinot riskien pienentämiseen. Toiminnanharjoittajan on hyvä muistaa, että on olemassa paljon erilaisia menetelmiä arviointien suorittamiseen. (SFS-EN 61511-2, 2017, 11.)

Riskienhallinnan rooli korostuu muuttuvassa liiketoimintaympäristössä. Merkityksen lisääntymiseen on olemassa monia syitä, joista keskeisimmät ovat muutosten suuri määrä yritysten toiminnassa sekä se, että kehittyvä teknologia mahdollistaa jatkuvasti uusia mahdollisuuksia. (Kortelainen ym. 2021, 50.) Saavuttaakseen hyvän riskienhallinnan tuotantolaitoksella edellytyksenä on hyvin tehty arviointi potentiaalisista riskeistä sekä tämä yhdistettynä laadukkaaseen prosessi- ja automaatio suunnitteluun (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021).

Prosessiturvallisuusjärjestelmän osalta valvova viranomainen on aloittanut projektin, jossa riskienhallintaa kehitetään vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin osalta (Ajankohtaista kemikaalien ja nestekaasun käytönvalvojille 2023). Standardi SFS-ISO 31000 esittelee ja kuvaa toimintamallin, jota voidaan käyttää pohjana ja soveltaa riskien hallintaan yritysten tarpeet huomioon ottaen (Kortelainen ym. 2021, 51–52; SFS-ISO 31000:2018, 5). Toiminnanharjoittajalla on mahdollisuus käyttää omaa hyväksi toteamaansa prosessiturvallisuusjärjestelmää, mutta edellytyksenä on kuitenkin määrättyjen vaatimusten täyttäminen (Ajankohtaista kemikaalien ja nestekaasun käytönvalvojille 2023).

Standardissa SFS-EN 61511-2:2017 tarkastellaan tyypillisen prosessisektorin projektin vaaran- ja riskien arviointia. Kuviossa 4 on esitetty tyypillisen vaara- ja riskiarvion kulku aina tavoitteiden määrittelystä riskien hallintaan. Lähtökohtana turva-automaation käyttöön on se, että mahdolliset vaarat on joko poistettu tai niitä on vähennetty käyttäen hyviä suunnittelukäytäntöjä sekä luontaisen vaarattomuuden periaatteita (SFS-EN 61511-2:2017, 23).



Kuvio 4. Vaara- ja riskiarvion kulun esimerkki (SFS-ISO 31000:2018, 5, muokattu)

Vaara- ja riskiarvioinnin aloittamisen edellytyksenä on se, että prosessiin liittyvät virtauskaaviot ovat tehtynä ja valmiina käytettäviksi sekä prosessin toimintaan liittyvät tiedot ovat saatavilla (SFS-EN 61511-2:2017, 23). Riskianalyysin lopputuloksena saadaan selville mahdollisten onnettomuuksien seuraukset ja esiintymis- todennäköisyydet (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021).

Poikkeamatarkastelua käytetään yleisesti prosessiteollisuudessa. Myös standardi SFS-EN 61511-2:2017, 143) näkee, että poikkeamatarkastelu menettelyllä päästään parhaiten tunnistamaan prosessihäiriöitä ja riskejä. Huomioon riskien tarkastelussa on otettava riittävät resurssit, riittävä prosessituntemus sekä tarpeellisten matriisien käytön osaaminen riskien vakavuuden ja suuruuden määrittämiseen (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021).

Prosessiturvallisuusriskien arviointi ja riskien hallinta dokumentoidaan toimeksiantajalla PROHARA nimisessä sovelluksessa. PROHARA-sovelluksessa prosessit tai prosessin osat jaetaan projekteihin, joiden alle ko. prosessia koskevat turvallisuustiedot, arviointi ja turvallistaminen dokumentoidaan.

7.2 Turva-automaatio prosessiteollisuudessa

Teollisuusautomaation tavoitteena on tuotantoprosessien turvallinen toiminta ja se koskee erityisesti henkilöstöä, laitteistoja sekä ohjelmistoja (CLC IEC/TR 63069, 2020, 10). Turvallisuus- ja kemikaalivirasto kertookin osuvasti, että tavoitellessa tuotantolaitoksen turvallisuutta on yksi keino siihen juuri turva-automaation oikean mukainen käyttö (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021).

Turva-automaatiojärjestelmän ylätasolla ovat DCS, PLC, RTU, SCADA ja SIS järjestelmät sekä näihin liittyvät tietojärjestelmät, kuten tehtaiden tiedonhallintajärjestelmät ja monimuuttujasäädöt. Alemmalle tasolle mentäessä puhutaan sisäisistä rajapinnoista sekä käyttöliittymistä. (CLC IEC/TR 63069, 2020, 10.) Laajempi kuvaus teollisuusautomaatioon sekä ohjausjärjestelmiin liittyvistä järjestelmistä löytyy esimerkiksi standardista IEC TR 61443-1-1:2009, 3.2.57.

Puhuttaessa tyypillisestä turva-automaatiojärjestelmästä, joka koostuu useammasta turva-automaatiotoiminnosta. Turva-automaatiojärjestelmä sisältää mittareita, jotka tarkkailevat prosessin muutoksia ja järjestelmään liittyvät logiikkaosat sekä toimilaitteet kuten pumput ja venttiilit ovat osa automaatiojärjestelmää. (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021.)

Toiminnallisen turvallisuuden saavuttamisen vaatimusten tunteminen on tärkeää turva-automaation osalta, koska lopulta hankittavat laitteistot siirtyvät loppukäyttäjälle (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021). Laatu- ja suorituskykymittareiden käyttö turva-automaatiojärjestelmän koko elinkaaren aikana mahdollistaa riskien pienentämisen ja havaittujen puutteiden korjaamisen tarvittaessa (CLC IEC/TR 63069, 2020, 11).

8 Turva-automaation turvallisuusvaatimukset

8.1 Elinkaarimalli

Vaadittavien toimenpiteiden hallinta ja käsittely järjestelmällisellä tavalla saavutetaan elinkaarimallin avulla (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021). IEC 61511-1 noudattamalla varmistetaan, että on olemassa vaadittavat elinkaaren aikaiset toiminnot aina alustavasta konsepti- ja suunnitteluvaiheesta aina turva-automaation käytöstä poistoon asti (SFS-EN 61511-1:2017, 58–

59). Määräysten ja säädösvaatimusten toteutumisen toiminnanharjoittaja pystyy osoittamaan noudattamalla kuhunkin elinkaaren vaiheeseen sidottuja vaatimuksia (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021). Alla olevassa kuviossa 5 on esitetty turva-automaation turvallisuuden elinkaaren vaiheet yksinkertaistettuna.



Kuvio 5. Turvallisuuden elinkaaren vaiheet ja toiminnallisen turvallisuuden hallinta (SFS-EN 61511-1:2017, 43, muokattu)

Kattostandardi määrittelee niin prosessiteollisuudelle kuin konesektorille elinkaarimallit, joista yllä olevassa kuviossa on näkyvissä yksinkertaistettu versio prosessiteollisuudessa käytössä olevasta eri elinkaaren vaiheisiin sidotuista vaatimuksista. Toiminnanharjoittajan on huomioitava oikean elinkaarimallin käyttämisen omassa toiminnassaan.

8.2 Turvallisuuden elinkaaren vaatimukset

Kortelainen, Komonen, Laitinen, Valkokari ja Hanski (2021, 32) toteavat, että elinjakso ja elinkaari löytyvät jokaiselta tuotteelta tai järjestelmältä. Kuten Kortelainen ja muut (2021, 32) lisäävät, niin

vaatimusten hallinta korostuu erityisesti puhuttaessa järjestelmäkokonaisuuksista, jotka ovat laajoja sekä monimutkaisia. Kaikki eri elinkaaren aikaiset vaatimukset on toteutettava turvallisesti, suunnitelmallisesti sekä kaikki vaadittavat kriteerit täyttäen. Määriteltujen kriteerien täyttäminen edellyttää asiaankuuluvien pätevien ja eri elinkaaren vaiheeseen nimettyjen henkilöiden tai erillisten tahojen käyttöä. (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021; SFS-EN 61511-1:2017, 60–62.)

Standardin SFS-EN 61511-1:2017 (2017, 62) mukaan elinkaaren aikaiset vaatimukset on tehtävä kaikille turva-automaatiojärjestelmille. Tähän sisältyy niin asennukset sekä käyttöönotot ja asennusten jälkeen tehtävien turva-automaatitoimintojen turvallisuuden eheyden varmistamisen. Myös tuotantoprosessien vaarojen hallitseminen on osa turvallisuusprosessia sisältäen niin ylläpitotoimet kuin esimerkiksi määräaikaistestaukset ja vikaantumisiin liittyvät analyysit. (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa; SFS-EN 61511-1:2017, 60–62.)

Myös Kataja-aho (2021, 37) on opinnäytetyössään todennut, että vaatimukset pitäisi luoda pohjautuen standardiin IEC 61151-1. Käyttäen lähtökohtana erityisesti riski- ja vaaranarviointia, mikä luo pohjan turva-automaation vaatimuksille. Turva-automaatiojärjestelmän (SIS) osalta vaatimusten tulisi olla mahdollisimman ymmärrettävät sekä toteutuskelpoiset ja näiden lisäksi avustaa niitä henkilöitä, jotka käyttävät kirjoitettua tietoa elinkaaren eri vaiheissa. (Kataja-aho 2021, 37; SFS-EN 61511-1: 2017, 59.)

Tiivistäen voidaan sanoa, että turva-automaatiojärjestelmän elinkaaren aikaiset vaatimukset on määritettävä turvallisuussuunnittelun yhteydessä. Lisäksi on otettava huomioon sovellusohjelmointi ja ohjelmointiin liittyvät vaatimukset (SIS). Tässä opinnäytetyössä käydään ohjelmointiin liittyvät asiat läpi mutta niihin ei paneuduta syvemmin.

8.3 Turvallisuuden suunnittelu

Standardissa SFS-EN 61511-1:2017 (2017, 38) esitetään lähtökohdat turvallisuuden suunnitteluun ja vaatimuksiin. Tukesin artikkeli tiivistää osuvasti, että laadittavaan suunnitelmaan on määriteltävä eri elinkaaren vaiheisiin tehtävien toimenpiteiden vastuuhenkilöt ja suunnitelmaan tulee sisällyttää dokumentointivaatimukset (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021).

Turva-automaatiojärjestelmän koko elinkaari tulee sisällyttää suunnitelmaan aina siihen asti, kunnes viimeisinkin turva-automaatiojärjestelmään liittyvä turvatoiminto poistuu käytöstä. Laadittava turvallisuussuunnitelma voidaan liittää yrityksen laatusuunnitelman osaan sekä vaihtoehtoisesti erilliseen dokumenttiin tai dokumentteihin. (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa; SFS-EN 61511-1:2017, 38.) Standardin SFS-EN 61511-1:2017 (2017,38) mukaan laadittava suunnitelma tulee nimetä ”Turva-automaatiojärjestelmän turvallisuuden elinkaaren suunnitelma”.

Lähtökohtana laadittavalle suunnitelmalle on onnettomuuksien estäminen (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021). Kortelainen ja muut (2021, 33) tähdentävät, että erityisesti tilanteissa missä ihminen ja tekniikka ovat vuorovaikutuksessa vaaraa ei voida useinkaan poistaa kokonaan. Tavoitteina onkin liittyvät uhan tai riskin pienentäminen ja sen saavuttaminen edellyttää hyvin toteutettua prosessi- ja automaatiosuunnittelua yhdistettynä hyvin tehtyyn riskien arviointiin. (Kortelainen ym. 2021, 33; Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021.)

Turvallisuuden suunnittelun osalta on varmistettava, että turva-automaatiojärjestelmän erittely on tehty, jolla varmistetaan se, miten käyttäjä haluaa turva-automaatiotoiminnon toimivan ja suunniteltavan ja lopulta integroitavan osaksi järjestelmää (SIS) (SFS-EN 61511-2:2017, 32). Erittelyn toteuttaa toimeksiantajalla vaaran- ja riskin arviointiryhmä yhdessä projektiryhmän kanssa, jotka ottavat turvallisuusvaatimusten erittelyssä huomioon yrityksen standardit ja käytännöt.

Erittelyssä olisi lisäksi määriteltävä tarpeelliset määräaikaisten testaukset, jossa turva-automaation toiminta ja ohjeistukset todetaan toimiviksi ja tarvittaessa niitä pystytään päivittämään. On myös varmistettava mukana olevien henkilöiden riittävä tietämys ja tekninen osaaminen. (SFS-EN 61511-2:2017, 33–34.)

8.4 Tieto- ja kyberturvallisuus

Goyal K.K (2022) toteaa kyberturvallisuuteen liittyen että, mahdolliset riskit voivat liittyä niin luonnollisiin syihin kuten sähkökatkoihin, tulipaloihin tai viestintäkanaviin liittyviin vikoihin sekä inhimillisiin uhkiin, joita ihmiset ovat aiheuttaneet tahattomasti tai aina kohdistettuun hyökkäykseen, joka on suunnattu tiettyä käyttäjää tai organisaatiota vastaan. (Goyal K.K 2022, 1,7.)

Omaisuuudelle tai turvallisuuudelle mahdollisesti aiheutuvia vahinkoja voidaan suojella, kun tarkastellaan mitä voi tapahtua ja toiseksi kuka tai mikä voisi aiheuttaa mahdollisen uhan (Goyal K.K 2022, 1,7).

Turva-automaation hallintaan liittyy oleellisesti tietoturvaluus. Organisaation on ehkäistävä ilman käyttöoikeutta tai vahingossa tehtävät muutokset, jotka liittyvät turva-automaatiojärjestelmän eri toimintoihin tai laitteisiin (SFS-EN 61511-2:2017, 166). Tietoturvariskien- ja vaatimusten hallinta on oltava niin tilaajan kuin järjestelmätoimittajien osalta selvillä ja liitettyä osaksi kokonaistoimitusta (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021).

9 Haastatteluiden analysointi

9.1 Kunnossapidon haastattelutulokset

Kunnossapidon henkilöstön haastattelut suoritettiin kahdessa eri sessiossa, joissa ensimmäisen pääpaino oli käydä läpi nykyisiä käytäntöjä turvallisuuuteen liittyvien järjestelmien- ja laitteiden kunnossapitoon, dokumentointiin ja testaukseen. Ensimmäinen sessio järjestettiin avoimen haastattelun periaatteella, jolloin aiheita käsiteltiin keskustelun omaisesti ja tuotiin nykyisiä toimintatapoja esille ja luotiin pohjia seuraavaa haastattelu sessiota varten.

Kunnossapidon toisessa haastattelu sessiossa käytössä oli puolistrukturoitu menetelmä, jotta käsiteltävistä aiheista saataisiin hyvää keskustelua ja näkökulmia. Käytettäviä kysymyksiä ei näytetty etukäteen vaan tarkoitus oli saada haastateltavat vastaamaan ilman ennakoasetelmia. Toinen sessio järjestettiin sen jälkeen, kun haastattelija oli perehtynyt lisää kehitystyön aiheeseen ja kunnossapito henkilöstölle laadittavat kysymykset olivat valmiina. Haastattelut kestivät, kummatkin kerrat mukaan laskettuna 90 minuuttia ja molemmissa mukana oli neljä henkilöä kunnossapito-osastolta.

Kysymykset liittyivät turva-automaation osalta erityisesti kunnossapidon kannalta oleellisiin elinkaaren vaiheisiin, tässä tapauksessa siihen miten asioiden pitäisi olla toteutettu ja miten toimintaa kehitettäisiin aina dokumentoinnista lähtien. Käsitelimme myös mm. suunnittelun ja laitehankintojen kannalta oleellisia asioita sekä yleisesti yhteistyön merkityksestä. Kunnossapidolle laaditut kysymykset löytyvät liitteestä 1.

Kaikki haastatteluun osallistuneet kunnossapidon henkilöstöstä pitivät dokumentoinnin roolia toiminnalliseen turvallisuuteen liittyvien piirien- ja laitteiden hallintaan merkittävänä ja oleellisena niin käyttöturvallisuuden kuin säännöllisten tarkastusten sekä laitedokumentoinnin kannalta. Päätoive dokumentoinnin osalta oli saada keskitettyä kaikki uuteen SharePoint verkkoympäristöön.

Dokumentoinnissa olisi syytä näkyä jokaisen turvapiirin kohdalla aikataulu, jolloin piirin seuraava tarkastusajankohta on. Tarkastusajankohta selviää turvapiirille tehtävästä SIL-todennuksesta, ja piirissä olevat laitteet testataan pienimmän tarkastusvälin omaavan laitteen mukaan vaikka virallinen tarkastusväli olisi esimerkiksi viisi vuotta tietyllä piirissä olevalla laitteella esimerkiksi turvareleellä.

Määräaikaistarkastusten työohjeet saatava myös mukaan turvapiiriin liittyvään dokumentointiin, jokaiselle turvapiirin laitteelle on olemassa omat testattavat asiansa, jotka selviävät toimilaitteen muka toimitettavista manuaaleista, joten yleistä jokaiselle piirin laitteelle täysin sopivaa työohjetta ei voida laatia.

Määräaikaistestausten helpottamiseksi olisi tärkeää käyttää, ennestään tuttuja laitemalleja ja valmistajia, jos nykyisin käytössä olevia laitteita on saatavilla SIL-hyväksytyinä. Tämä helpottaisi kunnossapidon työtä, kun testaukset tullaan lähtökohtaisesti ajoittamaan vuosiseisokin aikoihin, jolloin muitakin lakisääteisiä tarkastuksia- ja testauksia tehdään ja laitteet oisivat pääpiirteittäin henkilöstölle tuttuja.

Kunnossapidon toive suunnitteludokumenttien osalta oli selvä, jokaisen turvapiirin piirikaavioon olisi lisättävä SIL-merkintä sekä dokumentteihin lisättävä näkyviin mistä prosessikaaviosta kyseisen turvapiiri löytyy ja vastaavasti kuten piirikaavioihin lisättäisiin SIL-merkintä myös prosessikaavioon. Tuotantotilassa missä turvapiirin laitteet sijaitsevat lisättäisiin eriväriset kenttäkilvet, jotta tunnistettavuus paranisi näiden osalta.

Varaosien osalta kunnossapito oli sitä mieltä, että jokaiselle turvapiirin laitteelle olisi olemassa varaosa- tai laite valmiina ja varaosien määrä päätettäisiin tapauskohtaisesti. Tämä on ymmärrettävää koska muun kuin SIL-todennuksessa käytetyn laitteen käyttäminen ei ole sallittua ilman, että

SIL-todennukset päivitetään ja tarkastetaan vaihdettavan laitteen soveltuvuus laskennallisesti ja muutoksia on mahdollisesti tulossa lisäksi työohjeisiin tarkastusten osalta.

Yleisiä asioita, joita haastattelun aikana tuli ilmi ja vaatii kehitystä, liittyivät ohjeistuksiin päivittyvien ja uusien käytäntöjen osalta, kuin myös tuotannon osalta vuoromestareiden toimintaan SIL-piirien osalta. Vuoromestareiden on huomioitava turva-automaation liittyvät käytännöt, kuten esimerkiksi se, että käytetään hyväksyttyjä varalaitteita ja kunnossapitoon liittyvät työt tehdään ohjeistuksen mukaan. Tämän tärkeys nousi esille, kun viikonloppuisin kunnossapitoon liittyviä tehtäviä tekevät muut kuin yrityksen oma henkilöstö.

SAP-kunnossapitojärjestelmästä nähdään työtilaukset turvapiirille, jolloin turvapiirille tehtävät työt tulevat dokumentoitua ja nähdään työn suorittaja sitä kautta. Huomio tuli tähän liittyen haastateltavalta, että on tärkeää säilyttää historia, jos käytettävään järjestelmään tulee muutoksia tai se muuttuu.

9.2 Suunnittelun haastattelutulokset

Suunnitteluosastolta haastatteluun osallistui kaksi henkilöä, jossa haluttiin selvittää erityisesti SIL-piireihin liittyvää suunnitteluprosessia aina prosessista järjestelmätasoon asti. Haastatteluun oli varattu aikaa tunti, joka käytettiin kokonaan. Kysymykset olivat puolistrukturoituja keskustelun aikaan saamiseksi ja kysymysten sekä käsiteltävien aiheiden pohjana käytettiin havainnointia, jota haastatteli oli suorittanut aiheeseen liittyen kuluneen vuoden aikana.

Puolet kysymyksistä liittyivät suunnittelun tehostamiseen sekä yleisesti työskentelytapojen kehittämiseen, koska nämä liittyivät oleellisesti kehitystyön aiheeseen. Nykyiset käytännöt ja toimintatavat olivat myös nostettuna esille. Loput kysymyksistä liittyivät suunnittelutoimistojen ja laitetoimittajien rooliin sekä heidän osaamisensa ja vastuidensa osalta huomattuihin kehityskohteisiin. Suunnittelulle laaditut kysymykset löytyvät liitteestä 2.

Suunnittelun yhteinen huomio on se, että asia ei ole ennestään kovin tuttu ja nähtiin käytäntöjen vahvistamiselle tarvetta, joiden pohjalta tulee toimia aina suunnitteludokumentaatiosta lähtien.

Nykyisellään toimintaa tehdään yhteistyössä suunnittelutoimistojen kanssa, jota SIL-piireihin liittyvä elinkaaren aikainen hallinta edellyttääkin. Suunnitteluosastolta molemmat haastateltavat näkivät tärkeänä tiivistää yhteistyötä suunnittelutoimistojen kanssa.

Turva-automaation tarpeen tunnistamisen jälkeen valitaan käyttöön prosessiteollisuuteen ja toimeksiantajalle parhaiten sopiva järjestelmä, jonka valinnassa on syytä konsultoida toimittajia heidän mahdollisista vaihtoehtoistansa ja pyrittävä käyttämään samaa laitetoimittajaa kirjavuuden välttämiseksi sekä suunnittelun helpottamiseksi tulevia tarpeita varten.

Kunnossapidon sekä suunnittelun yhteinen näkemys on käyttää toimilaitteiden osalta samoja laitetyppejä, jos tähän on vain mahdollisuus helpottamaan niin asennuskuvien hallintaa kuin valitun toimittajan SIL-piirin toimilaitteille tekemien laskentojen tarkastelua. Työmäärän osalta turva-automaatioon liittyvät ratkaisut vaativat enemmän työtunteja sekä eri osastojen yhteistyötä.

Yrityksen käyttämien suunnitteluohjelmien osalta on tunnistettu SIL-piirien osalta käytäntöjen kehittämisen tarve, miten SIL-piireihin liittyvät piirikaaviot ja prosessikaaviot toteutetaan halutulla ja määräykset täyttävällä tavalla aina merkinnöistä lähtien. Prosessiturvallisuus insinööriltä ja kunnossapidolta tähän on saatu hyviä toteutus ideoita haastatteluiden pohjalta.

Koulutusten mahdollinen tarve turva-automaation liittyen on noussut myös suunnittelussa esille, jota yhdessä organisaation kanssa pitää tarkastella jo nykyisten järjestettyjen koulutusten lisäksi, tähän kuuluu myös automaatiosuunnittelijoiden osalta järjestelmä- ja ohjelmointi puoleen liittyvien määräysten tunteminen ja osaamisen kartoittaminen.

9.3 Turvallisuusinsinöörin haastattelutulokset

Käyttöturvallisuus asiantuntijalle tehtiin haastattelu, jossa käsiteltiin SIL-piirien riskientarkastelua aina käyttöönottoon asti. Haastatteluun oli varattu aikaa tunti, joka käytettiin kokonaisuudessaan. Haastattelun tarkoituksena oli käydä vaara- ja riskienarviointia läpi sekä pohtia myös kunnossapidon sekä suunnittelun asioita eri näkökulmasta. Haastattelua varten laaditut kysymykset olivat puolistrukturoituja tarkoituksena saada aikaan edellä mainittua keskustelua.

Kysymykset liittyivät riskientarkastusprosessiin sekä prosesseissa tehtäviin muutoksiin, koska nämä oleellisesti liittyivät kehitystyön eri elinkaaren vaiheisiin. Nykytilanteen läpikäyminen ja sieltä esiin nousset haasteet ja hyvät puolet olivat nostettuna esille. Loput kysymyksistä liittyivät toiminnallisen turvallisuuteen liittyvien laitteiden- ja järjestelmien määrän kasvamisen arvioon tulevaisuuden osalta tuotannonharjoittajalla sekä yleisesti kehityskohteiden läpikäyntiin. Turvallisuusinsinöörille laaditut kysymykset löytyvät liitteestä 3.

Poikkeamatarkastelussa SIL-tason riski tulee ajankohtaiseksi silloin, kun havaitun riskin toteuma on niin nopea, että operaattoripuolella siihen ei pystytä reagoimaan tarpeeksi nopeasti. Riskiluku on tällöin 1000, jossa kaava on vakavuus kerrottuna todennäköisyydellä, tällöin yhden varauman tulee olla SIL. Tämä on organisaation ohje siitä, miten toimitaan poikkeamatarkastelun osalta silloin kun operointi aika on liian suuri tällöin ei voida käyttää hälytykseen perustuvaa turvalayeria.

Yleisesti, jos mahdollisen riskin tapahtuman nopeus on semmoinen mihin ei riitä prosessilukitukset eikä mekaaniset suojat kuten varoventtiilit tämän jälkeen voi olla tarvetta SIL-tason turvapiirille. Olemassa olevan tuotannon osalta SIL-määrät tulevat kasvamaan tulevaisuudessa ja kun vanhoja käytössä olevia järjestelmiä tarkastellaan läpi, niin sieltä kautta tulevat tarpeet lisääntymään suurella todennäköisyydellä. Varsinkin Autoklaaveihin ja vety- tai korkeapaineeseen perustuvissa tuotantoprosesseissa.

Riskienhallinnan osalta on poikkeamatarkastelussa esiin nousseet tehtävät oltava tehtynä ennen käyttöönottoa, joita ovat esimerkiksi turvapiirin lukitukset tai SIL-piireihin liittyvät laskelmat sekä dokumentaatio. SIL-piirien osalta käynnissä pito kokonaisuuksia joudutaan tarkastelemaan eri tasolla kuin puhuttaessa normaalista instrumentoinnista prosessissa.

Muutosten osalta esimerkiksi poikkeamatarkastelun kautta tulevat pitää saada järjestelmällisesti ja dokumentoidusti vietyä eteenpäin. Poikkeamankäsittelyssä tulevat muutokset prosessinhallinta systeemiin tai ohjausjärjestelmään pitää liittää osaksi prosessinhallinta kokonaisuutta. Riskienarviointi on lisäksi päivitettävä muutosten osalta, jossa määritellään sekä dokumentoidaan muutosten osalta se, miten ne on tehty ja kirjataan tarvittavat tiedot ylös. Muutostenhallinnan osalta on huo-

mattu kehitettävää ja siihen tämä kehitystyö auttaa on kyseessä sitten SIL- tai Safety Critical System. Tehdyt toimenpiteet saada jalkautumaan riittävän laajalle ja ennen kaikkea tarpeellisille henkilöille.

Dokumentoinnin osalta näkemykset olivat samalaiset kuin kunnossapidolla eli keskittäminen nähtiin hyvänä lähtökohtana parantamaan SIL-piirien hallintaa niin riskienhallinnan, turvallisuuden, suunnittelun sekä kunnossapidon kannalta. SIL-osalta dokumentaatio pitää olla kunnossa sekä turvalaskelmat tehtynä, joko suunnittelutoimiston tai oman henkilöstön kautta. Turvalaskelmien osalta, jos tulee ilmi jotain mitä on syytä nostaa erikseen esille niin siitä olisi syytä olla maininta dokumentaation ohessa.

Suunnittelun- ja käyttöturvallisuuspuolien yhteinen näkemys oli, että jos tulee useampia turvalukituksia niin silloin käytetään logiikkaan perustuvaa ratkaisua eikä turvarele pohjaista toteutusta, joilla voidaan tarvittaessa yksittäisiä turvalukituksia tehdä. Arkkitehtuurin osalta suunnitteluosaston päätettävissä onko turvalukitukset samassa SIS- järjestelmässä vai eriytetäänkö tarvittaessa.

Laatukäsikirjan osalta toiveissa oli raami turva-automaation osalta, miten prosessi hoidetaan riskientarkastelusta aina laitteiston poistoon asti. SIL-lisäksi on organisaatiolla muitakin turvallisuuden kannalta kriittisiä järjestelmiä kuten palo- ja kaasuhälyttimet sekä hätäsulkuventtiilit, jotka vaativat myös oman kunnossapitosuunnitelman.

Safety Critical Systems osalta on täytyttävä myös samat pelisäännöt- ja periaatteet kuin SIL-piireillä, joita ovat kunnossapidon lisäksi esimerkiksi dokumentaation hallinta. Kehitystyön osalta saadaan varmasti uusia hyviä toteutustapoja myös näille osa-alueille. Huomionarvoista on myös, että niin konserni kuin turvallisuusviranomainen vaativat näiden osa-alueiden hallintaa.

9.4 IT-asiantuntijan haastattelutulokset

IT-asiantuntijan avoimessa haastattelussa käsiteltiin yrityksen SharePoint verkkoympäristöä ja miten suunnittelun, kunnossapidon sekä organisaation osalta halutut käytännöt saataisiin toteutettua toivotulla tavalla. Haastattelun lähtökohdat liittyivät käyttöoikeuksien hallintaan verkkoympäristössä sekä mitä rajoitteita, mahdollisuuksia tai ominaisuuksia verkkoympäristössä on.

Tehtyjen haastattelujen pohjalta oli olemassa raamit, joiden mukaan dokumentointiin liittyvät toiveet olisi tarkoitus saada toteutettua. Toteutusta lähdettiin viemään eteenpäin laatimani luonnoksen avulla, jonka jälkeen säännöllisin väliajoin keskustelimme haluamistani muutoksista sekä lisäyksistä. Dokumentaation osalta toteutetun verkkoympäristön sisällöstä tarkemmin kappaleessa 10.2.9

9.5 Organisaation edustajan haastattelutulokset

Organisaation edustajan haastattelun tarkoituksena oli käydä läpi organisaation näkökulmaa turva-automaation kehittämistyöhön liittyen. Haastattelu pidettiin sen jälkeen, kun muut osastot oli haastateltu suunnittelu, kunnossapito- ja käyttöturvallisuus. Laaditut kysymykset olivat puolistrukturoituja ja pohjautuivat pidettyihin haastatteluihin. Organisaation edustajalle laaditut kysymykset löytyvät liitteestä 4. Haastatteluun kului aikaa 30 minuuttia.

Haastattelun aikana pidettiin esiin tulleita kehitysideoita oikeina ja ehdottomasti toteuttamisen arvoisina. Haastattelun aikana selvisi yrityksen tulevan uuden verkkoympäristön tarjoamat mahdollisuudet, joiden käyttöönottoa kehitystyöhön ehdotettiin.

Uusi verkkoympäristö mahdollistaa tietokannan käytön puhelimella, joka itsessään helpottaisi kunnossapidon työtä kentällä niin käyttöönotto- kuin vikakeikalla ollessa. SIL-piiriin tai laitteeseen liittyvät tiedot, kuten tarkastusohjeet tai käyttöohjeet olisivat löydettävissä tabletilla tai kännykällä. Organisaation näkökulmasta dokumentointiin liittyvä verkkoympäristö olisi syytä suunnitella siten, että ylläpito- ja käyttö olisi mahdollista myös puhelimella.

Toinen kunnossapitoon liittyvä mahdollisuus ja nykyään yhä yleistyvänä asiana olisi QR-koodin käyttömahdollisuus uuden SharePoint-verkkoympäristön myötä, joka mahdollistaisi QR-koodin tulostuksen kentälle laitteen viereen tai minne vain käytön kannalta nähdään tarpeellisena.

Toimintajärjestelmään laadittavat käytännöt turva-automaation osalta ovat kehitystyön kohteena. Turva-automaatiolle luotua toimintaohjeita- ja käytäntöjä olisi tarkoitus hyödyntää, sitten mahdollisesti yrityksen muilla turvallisuuteen liittyvien järjestelmien kanssa ja mahdollisesti laajentaa käyttöä myös muille toimintajärjestelmään kuuluville kuten esimerkiksi hätäsulkuventtiileille.

Yhtenä tärkeänä asiana haastattelussa nousi esille se, että kehitystyössä syntyvien toimintaohjeiden- ja käytäntöjen jalkauttaminen käytäntöön olisi mahdollisimman sujuva sekä työntekijät sitoutuisivat niitä käyttämään ennen kaikkea siitä näkökulmasta, että työmäärä vähentyy ja työskentelytavat olisivat yhtenäiset. Henkilöstön osalta uusien asiantuntijoiden tarve selviää käyttökokemusten myötä ja suunnittelutoimistojen hyödyntäminen turva-automaation osalta tulee haastattelun perusteella kasvamaan tulevaisuudessa.

10 Turva-automaation toimintakäsikirja

Tämän kehitystyön avulla luotiin laadukas toimintakäsikirja turva-automaation eri elinkaaren aikaisiin vaiheisiin tuotannonharjoittajan käyttöön. Toimintakäsikirjaa varten hankittujen tietojen soveltamisesta ja käsikirjan sisällöstä tarkemmin alla olevissa kappaleissa.

10.1 Miten hankittuja tietoja sovelletaan toimintakäsikirjassa

Toimintajärjestelmän avulla organisaatio kehittää ja parantaa omaa toimintaansa. Field (2019) korostaa lisäksi toimintajärjestelmän merkitystä organisaatioiden ja järjestelmien riskien ja mahdollisuuksien hallintaan yhtenäisten ja sovittujen toimintamallien mukaan (Field 2019, 10). Tuotannonharjoittajalla toimintajärjestelmä kattaa standardien ISO 9001, ISO 14001 ja ISO 45001 vaatimukset sekä ohjaavina asiakirjoina toimivat toimintakäsikirjat sekä näihin liittyvät järjestelmä, menettely ja työohjeet.

Konsernin Kokkolan toimipaikan turva-automaation toimintakäsikirja pohjautuu standardien ja säädösten vaatimuksiin sekä noudattaa rakenteeltaan ja ulkoasultaan tuotannonharjoittajan vaatimuksia. Ohjeisiin kuuluu muun muassa menettelytavat, jos viitataan toisiin asiakirjoihin ja myös käsikirjan muutoksiin tai päivityksiin on olemassa omat käytäntönsä. Toimintakäsikirjan määräykseen kuuluu myös laatijan, tarkastajien sekä hyväksyjän allekirjoitukset.

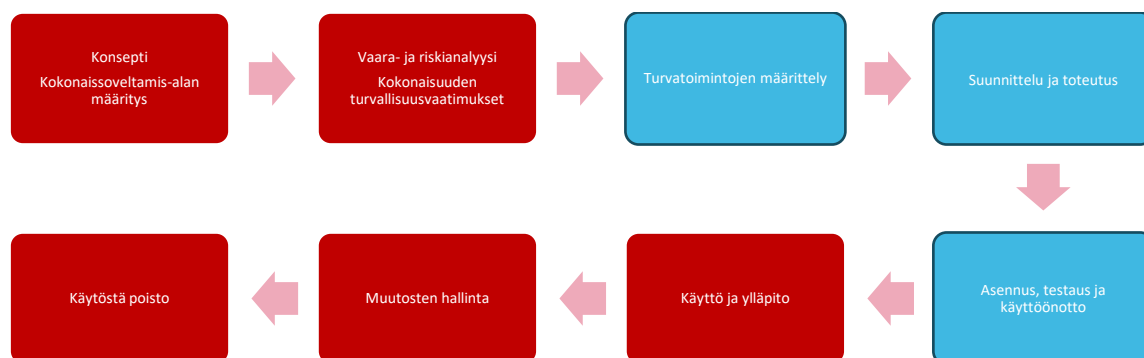
Tämän kehitystyön tarkoituksena on luoda toimintatavat turva-automaatioon osalta turvallisuusjohtamisjärjestelmään sekä parantaa turva-automaation ja prosessiturvallisuuden hallintaa sekä tietoisuutta yleisellä tasolla kaikille liittyville henkilöstöryhmille pääpainona kunnossapito, suunnittelu – ja PHA tarkasteluissa oleva henkilöstö.

Turva-automaation käsikirjan avulla pystymme perustelemaan käytännöt omalle henkilökunnalle sekä tarvittaessa esittämään tarkastavalle virastolle toimipaikkamme käytännöt ja päivittämään niitä tarvittaessa. Tiedottamiseen liittyvät velvoitteet täyttyvät myös noudattamalla tuotannonharjoittajan ohjeistuksia. Seuraavassa kappaleessa käydään läpi pääpiirteittäin toimintakäsikirjan sisältö ja menettelytavat.

10.2 Toimintakäsikirjan sisältö

Toimintakäsikirja esittää lähtökohdat ja käytännöt sekä vaatimukset turva-automaation eri elinkaaren vaiheisiin liittyviin tehtäviin ja käytäntöihin sisältäen mm. vaarojen- ja riskienhallinnan, suunnittelun-, testauksen-, kunnossapidon-, korjaus- ja dokumentointikäytännöt. TLJ-ohje pohjautuu standardien SFS-EN 61508 ja SFS-EN 61511 vaatimuksiin sekä tehtyihin haastatteluihin ja turvallisuuden hallinta varmistetaan noudattamalla elinkaarimallia.

Toimintakäsikirjan sisältö koskettaa konsepti, vaarojen- ja riskienhallintaryhmän, kunnossapito-osaston ja suunnitteluosaston toimintaa turva-automaation eri elinkaaren vaiheissa. Alla olevassa kuviossa 6 turva-automaation elinkaarimalli tiivistettynä.



Kuvio 6. Turva-automaation elinkaarimalli tiivistettynä (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2021, muokattu)

Kuviossa 6 on esitetty tuotannonharjoittajan vastualueet punaisella ja TLJ-toimittajan sinisellä väriellä, joskin tapauskohtaisesti voi suunnittelutoimistoja olla apuna eri elinkaaren vaiheissa tai yrityksen oma henkilöstö tehdä vastaavasti rajauksesta poiketen resurssien mukaan tai osaamisen kehittyessä enempi liittyen turva-automaation elinkaaren eri vaiheisiin.

Turva-automaatioon liittyvien määräysten ja velvoitteiden täyttymisen edellytyksenä on se että, työntekijät noudattavat toimintakäsikirjan sekä yrityksen työ- ja turvallisuusohjeita. Perehdytykset uuden järjestelmän käyttöön ja ylläpitoon on oltava perusteellisia ja on huolehdittava toimintakäsikirjan sekä laaditun kehitystyön jakelusta ja saatavuudesta.

Käytön- ja turvallisuuden kannalta on keskeisessä roolissa tietämys siitä, miten pitää toimia esimerkiksi turva-automaatioon liittyvän laitteen vikaantuessa. Tätä kehitettiin lisäämällä turva-automaatio osaksi laitoksen suunnittelua aina konsepti tasolta lähtien ja merkkamalla kentällä olevat toimilaitteet erottuvalla tavalla sekä yrityksen SAP kunnossapitojärjestelmään tieto kyseisen piirin kohdalle, että kyseessä on turva-automaatioon liittyvä laite, jolloin on noudatettava liittyviä työohjeita.

Alla olevissa alaotsikoissa käydään läpi toimeksiantajan vastuulla olevat eri elinkaaren vaiheet pääpiirteittäin ja käytäntöineen. Viitattujen- ja eri elinkaaren vaiheiden hallintaan liittyvien standardien vaatimusten pääkohdat tavoitteineen on lisätty laaditun toimintakäsikirjan sisältöön liitetiedostoksi ja on käyttöhenkilöstön saatavilla.

10.2.1 Konsepti, suunnittelu- ja hankinta

Perussuunnittelusta vastaa tuotannonharjoittajan erikseen nimeämä vastuhenkilö ja tehtäviin kuuluu huolehtia siitä, että noudatetaan laadittuja ohjeistuksia liittyen riskien tunnistamiseen, työ- ja turvallisuuteen ja – terveyteen ja huomioi standardin 61508–1 pykälien 7.2–7.3 vaatimukset sekä yhdistää turva-automaation laitoksen muun suunnittelun kanssa.

Standardi SFS-EN 61508-1 edellyttää viimeisempien säädösten, standardien ja teknisten spesifikaatioiden huomioon ottamista laitoksen suunnittelussa sekä havaintojen lisäämistä TLJ-turvallisuussuunnitelmaan. (SFS-EN 61508-1, 2017, 50.)

10.2.2 Vaara- ja riskiarviointiryhmän tehtävät

EHS-organisaatio vastaa tuotannonharjoittajalla siitä, että suunnittelu- ja muut tukioorganisaatiot tuottavat tarvittavat lähtötiedot ja ne ovat saatavilla sekä perustavat yhdessä projektiryhmän kanssa vaara- ja riskiarviointiryhmän.

Vaara- ja riskiarviointiryhmä tuotannonharjoittajalla vastaa turvallisuuden suunnittelun osalta, että turva-automaatiojärjestelmän erittely on tehty, jolla varmistetaan se, miten käyttäjä haluaa turva-automaatiotoiminnan toimivan ja suunniteltavan. Erittelyn tarkoitus on määritellä toimenpiteet, jotka on tehtävä todetun riskin tapahtuessa ja mitä toimia operaattoreiden on tehtävä uudelleen käynnistämistä varten (SFS-EN 61508-1, 2017, 54).

Turvatoimintojen eheysvaateiden (SIL-tason) määrittäminen kuuluu lisäksi vaara- ja riskiarviointiryhmän tehtäviin (SFS-EN 61508-1, 2017, 52). Määrittämisessä tulee noudattaa tuotannonharjoittajan ohjeistuksia ja huomioida standardin 61508–1 pykälän 7.4 vaatimukset ja määrittämisessä tavoitteena on tunnistaa turva-automaatiota toteuttavat turvatoiminnot. Vaara- ja riskiarviointiryhmä vastaa tarvittavien ja todettujen tehtävien välityksestä tukiorganisaatioille ja huolehtivat, että muutoksille on nimetty vastuhenkilöt.

10.2.3 Asennusten- ja testausten sekä käyttöönoton aikaiset käytännöt

Sähkö- ja automaatioryhmän työnjohtajat toteuttavat vaara- ja riskiarvioinnissa esiin tulleet tehtävät. Työnjohtajat tuotannonharjoittajalla vastaavat turva-automaation käyttöönotosta yhdessä TLJ-toimittajan kanssa. He määräävät käyttöönottoon osallistuvat asentajat ja huolehtivat, että käyttöönottoon tarvittavat testauspöytäkirjat ovat saatavilla ja noudattavat laadittua testausuunnitelmaa.

Työnjohtajat huolehtivat myös, että turva-automaatioon liittyvät laitteet on asennettu oikein ja merkitty erottuvalla tavalla muista prosessilaitteista laadittujen suunnitelmien mukaan. Käyttöönottodokumenttien tallennus SharePoint-verkkoympäristöön kuuluu työnjohtajien tai määrättyjen automaatioasentajien tehtäviin.

10.2.4 Käytön- ja ylläpidon sekä määräaikaistarkastusten aikaiset käytännöt

SAP-kunnossapitojärjestelmän ylläpidosta ja ennakkohuoltosuunnitelmasta vastaa ennakkohuoltosuunnittelija ja hänen tehtäviinsä kuuluu huolehtia varaosien osalta, että turva-automaation liittyvän piirin laitteille on olemassa vastaavia varaosia ja ne ovat saatavilla.

SAP-kunnossapitojärjestelmässä on oltava saatavissa muutoshistoria sekä ohjeet automaatioasentajille, kuinka turva-automaatioon liittyvän piirin laitteille tai järjestelmälle tehdään laitevaihtoja tai korjaustöitä. Tarvittavien suunnitelmien saatavuudesta ja toteutuksesta vastaa ennakkohuolto-suunnittelija yhdessä sähkö- ja automaatioryhmän työnjohtajien kanssa. Huomioivat lisäksi laadittavassa suunnitelmassa vaara- ja riskiarvioinnissa esiin tulleet tehtävät ja vastuut.

Sähkö- ja automaatioryhmän työnjohtajat vastaavat ja huolehtivat turva-automaation vaatimien määräaikaistarkastusten suorittamisesta laadittujen työohjeiden mukaan ja pöytäkirjojen tallentamisesta SharePoint-verkkoympäristöön. SAP-kunnossapitojärjestelmän ylläpidosta määräaikaistarkastusten osalta vastaa ennakkohuoltosuunnittelija.

10.2.5 Suunnitteluinsinöörin tehtävät

Suunnitteluinsinöörit tuotannonharjoittajalla vastaavat laitemanuaalien, piirikaavioiden, SIL-tarkastelu ja määrittely dokumenttien tallentamisesta SharePoint-verkkoympäristöön. Suunnitteluinsinöörit valitsevat yhdessä TLJ-toimittajan kanssa parhaiten soveltuvan turvaratkaisun ja käytävät komponenteissa- ja laitteissa samaa laitetoimittajaa kirjavuuden välttämiseksi sekä suunnittelun helpottamiseksi.

Toimilaitteiden osalta käytetään mahdollisuuksien mukaan olemassa olevia laitetyyppejä ja todettava yhdessä TLJ-toimittajan kanssa, että toimilaitte täyttää SIL-tason vaatimukset sekä varmistavat vaadittavien manuaalien- ja tarkastusohjeiden saatavuus kyseisen toimilaitteen osalta. Suunnitteluinsinöörit ylläpitävät olemassa olevaa listausta suositelluista toimilaitteista ja päivittävät sitä tarpeen mukaan.

Suunnitteluinsinöörit tallentavat TLJ-toimittajan tai vaihtoehtoisesti tuotannonharjoittajan suunnittelemaat piirikaaviot käytössä olevaan suunnitteluohjelmistoon sekä lisäävät niin piirikaavioihin kuin PI-kaavioihin SIL-merkinnän tunnistettavuuden helpottamiseksi. Automaatioinsinöörit vastaavat käyttöjärjestelmän osalta, että tarvittavat lukitus- ja ohjaustiedot ovat toteutettu suunnitelmien mukaan sekä toimilaitte on merkattu SIL-merkinnällä järjestelmään. TLJ-järjestelmän osalta on estettävä vahingossa tehtävät muutokset sekä myös muutoshistoria on tallennettava, jos kyseessä on ohjelmoitava piiri.

10.2.6 Muutosten hallinnan ja käytöstä poiston ohjeet

Turva-automaation osalta varmistetaan muutosten vaikutukset turva-automaation toimintaan ja hallintaan. Elinkaarenvaiheissa palataan taaksepäin aina siihen asti, minne muutos vaikuttaa. Huomioitava muutostenhallinta laitetyypin, lukitusarvojen tai prosessiolosuhteiden muuttuessa. (SFS-EN 61508-1, 2017, 90.)

Poikkeamatarkasteluiden kautta tulevat muutokset viedään järjestelmällisesti ja dokumentoidusti eteenpäin ja liitetään osaksi prosessinhallinta kokonaisuutta. Muutoksenhallinta menettelyssä nimetään vastuulliset henkilöt muutoksien läpiviemiseksi.

Turva-automaatioon liittyvien laitteiden käytöstä poiston vaikutukset ovat arvioitava ja jäljelle jäävän turva-automaation toiminnallisuus varmistettava (SFS-EN 61508-1, 2017, 92). Huolehdittava muutosten hallinnasta sekä dokumentoinnin päivittämisestä. Käytetään tuotannonharjoittajan muutoksenhallinta menettelyä ja huolehditaan lomakkeiden ja liittyvien dokumentaatioiden päivittämisestä kaikkiin käytössä oleviin järjestelmiin.

10.2.7 Urakoitsijoiden ja toimittajien hallinta

Oman henkilöstön lisäksi keskeisessä roolissa käyttöturvallisuuden toteutumisen kanssa on urakoitsijoiden osaaminen ja toiminta turva-automaation eri elinkaaren vaiheissa. Toiminnalliseen turvallisuuteen liittyvät toimilaitteet, järjestelmät ja asennustavat poikkeavat muista toimipaikalla tehtävistä asennuksista.

Urakoitsijat suorittavat toimipaikalla työskennellessään vaadittavat turvallisuuskoulutukset ja sitoutuvat noudattamaan yleisiä ohjeistuksia ja pitävät yllä työskentelyyn vaadittavia taitoja. Turva-automaation osalta tilaajan on mahdollistettava liittyvien ohjeistuksien- ja käytäntöjen toimitus urakoitsijoille ja mahdollistettava pääsy tarvittaviin materiaaleihin, joihin sisältyy mm. turva-automaation toimintakäsikirja sekä asennusten suorittamiseen liittyvät käytännöt.

Tuotannonharjoittajalla on olemassa olevat ohjeet sähkö-, instrumentointi- ja automaatioon liittyviin asennuksiin ja näihin sisältyviin merkintä käytäntöihin. Turva-automaation osalta kyseisiin ohjeisiin on päivitetty kehitystyön perusteella toteutustavat toiminnalliseen turvallisuuteen liittyvien

laitteiden ja järjestelmien osalta. Päivitetyt ohjeistukset toimitetaan urakoitsijoille ja tarjouskyselymateriaaleihin sisältyvään työselostukseen on lisätty myös yleisiä turva-automaation osalta keskeisiä asioita sekä vaatimuksia laadittujen käytäntöjen noudattamiseen.

Toimittajien on tiedettävä tuotannonharjoittajan käytännöt sekä vaatimukset niin toimitettaviin materiaaleihin liittyen kuin standardien IEC 61511 ja IEC 61508 eri elinkaaren vaiheisiin liittyviin vaatimuksiin. TLJ-toimittajan on pystyttävä osoittamaan turvallisuusjohtamisjärjestelmällä täyttävänsä standardien vaatimukset (SFS-EN 61511-1:2017, 39). Näillä toimenpiteillä yhdessä oman henkilöstömme asiantuntemuksen kanssa pidetään yllä prosessiturvallisuutta.

10.2.8 Henkilöstön osaaminen ja perehdyttäminen

Kouluttamalla ja perehdyttämällä turva-automaation parissa työskentelevän henkilöstön varmistamme tehokkaan ja ennen kaikkea turvallisen työskentelyn kaikissa eri elinkaaren vaiheissa. Varsinkin kun kyseessä on asia, joka ei ole ennestään kovin tuttu ja käytäntöjä on päivitetty. Toiminnanharjoittajalla on koulutusvelvoitteet, jotka mainitaan valtioneuvostonasetuksessa 856/2012. Pykälässä 64§ korostetaan riittävää käyttöhenkilöstön koulutusta, johon tulee sisällyttää tarvittavat opastukset sekä ohjeiden tuntemus (A 856/2012, 64§). Tarpeellisten koulutusten suorittaneista tulee pitää rekisteriä tuotannonharjoittajan ohjeiden mukaan (EHSQ-MO1-20).

Käyttökokemusten lisääntyessä ja lisäkoulutus tarpeiden tunnistamisen jälkeen pystymme organisaationa reagoimaan mahdollisiin lisäkoulutusten järjestämiseen sekä kehittämään laadittuja käytäntöjä. Käytäntöjen tai vaatimusten muuttuessa on varmistettava tiedon välitys niin sisäisesti omalle henkilöstölle kuin yhteistyökumppaneille ja mikäli tulee esille parannettavaa työturvallisuuden liittyen, on nämä vaateet vietävä myös urakoitsijoiden tietoon, jotta varmistamme turvallisen työskentelyn toimipaikallamme (EHSQ-MO1-20).

10.2.9 Turva-automaation elinkaaren aikaisen dokumentaation hallinta

Tämän kehitystyön avulla toteutettiin toimintakäsikirjan lisäksi turva-automaation vaativat elinkaaren aikaiseen hallintaan liittyvät dokumentointi käytännöt. Tähän sisältyy niin käyttöönottoon, tarkastuksiin kuin muutoksiin liittyvät toimintatavat.

Konsernin Kokkolan toimipaikalla sovelletaan RBM Document Management Procedure -ohjetta, johon sisältyy kaikkia toimintaa ohjaavien dokumenttien hallintaan liittyvät määräykset. Dokumentoidun tiedon avulla osoitetaan toimintajärjestelmän vaatimusten täyttyminen.

SharePoint-verkkoympäristö on paikka, jonne on tallennettu tuotannonharjoittajan kaikki toimintakäsikirjojen sekä valvontaa vaativat dokumentit. Jokaisen organisaation yksikön on huolehdittava, että käytössä on dokumentointiin liittyvä tallennus paikka verkkoympäristössä. Yksiköt huolehtivat konsernin ohjeiden ja määräysten täyttymisestä.

Dokumentoinnin hallinnan merkitys korostuu toimintakäsikirjojen kohdalla. Tähän liittyen Field (2019) toteaa, että välttääkseen riskien syntymistä ja parantamaan seuranta- ja mittausprosesseja on kohdistetulla raportoinnilla suuri merkitys myös käytetyn ajan kannalta (Field 2019, 13). Turva-automaation osalta dokumentointi toteutettiin yrityksen SharePoint -ympäristöön ohjeiden ja tehtyjen haastatteluiden perusteella. Myös standardi IEC-61511-1 edellyttää keskitettyä ja hallittua dokumentointi järjestelmää (SFS-EN 61511-1, 2017, 91).

Organisaation haastattelun perusteella toteutus tehtiin tulevaan uuteen verkkoympäristöön, jossa uusia käyttöominaisuuksia ja mahdollisuuksia on enemmän kuin nykyisessä verkkoympäristössä. Turva-automaation osalta toteutuksen keskeisimpiä asioita olivat rajata pääsy vain asianomaisille henkilöstölle ja sisällyttää verkkoympäristöön kaikki käyttöönottoon, kunnossapitoon ja suunnitteluun tarvittava tieto.

Verkkoympäristön toteutuksen lähtökohtana oli käytön mahdollistaminen älylaitteilla, jolloin dokumenttien tallennus tai turva-automaatioon liittyvän tallennetun tiedon tutkiminen tuotantoympäristössä on mahdollista tätä helpottamaan käytettäväksi, otettiin lisäksi QR-koodin sijoittamisen mahdollisuus laitteen, tai järjestelmän lähelle.

Tämä järjestelmän ominaisuuksiin kuuluu se, että standardin velvoittavista säännöllisistä tarkastuksista ilmoitetaan ennalta ja tarkastukseen kuuluvat mittaukset ja testaukset selviävät turva-automaatioon kuuluvalla laitteella tai järjestelmälle tehtävästä todennus raportista, joka on tallennettu verkkoympäristöön.

11 Johtopäätökset

Turva-automaatio toimii prosessiturvallisuuden osalta viimeisenä varotoimenpiteenä, jos turvallisuutta ei voida varmistaa muilla tehdyillä toimenpiteillä. Yleensä turva-automaation käyttöönotto merkitsee vakavan vahingon tai onnettomuuden mahdollisuutta, joka tapahtuessaan voi aiheuttaa yritykselle niin henkilö, tuotanto tai taloudellisia menetyksiä. Siksi prosessiturvallisuuden näkökulmasta on tärkeää, että käytetään riskien tunnistamiseen ja hallintaan oikeita menetelmiä.

Turva-automaation toimintakäsikirja on dokumenttina laaja ja sisällöltään koskettaa useiden eri osastojen toimintaa. Sisältöä tullaan tarkastelemaan tämän takia useammin kuin konsernin vaatiman kolmen vuoden välein ja tähän vaikuttaa myös tulevaisuudessa saatavat käytännön kokemukset kuin yhtä lailla vaatimusten muuttuessa esimerkiksi turva-automaatioon liittyvien standardien päivittyessä. Toimintakäsikirjaan liittyvistä muutoksista ja päivittämisestä vastaa toimintakäsikirjan laatija.

Tämän kehitystyön avulla tulevat muutokset vaativat kuitenkin huomattavasti vähemmän aikaa ja on tämän takia helpompi liittää osaksi laadittua kokonaisuutta. Myös materiaalina nykyisille työntekijöille tämä tuo kaivattuja käytäntöjä sekä perehdytystä eri elinkaaren vaiheisiin liittyviin vaatimuksiin sekä tehtäviin. Laaditut ohjeet liitteineen on käyttöhenkilöstön saatavissa SharePoint-verkkoympäristöstä. Yhtä lailla tutkimus on opetusmateriaalina käytössä uusille asiantuntijoille ja antaa urakoitsijoille sekä toimittajille tiedoksi yrityksen vaatimukset.

Laadittujen käytäntöjen ja ohjeiden avulla eri henkilöstöryhmien tietämys aiheesta kasvaa, joka lisää itsessään ymmärrystä ja valvettavuutta aiheesta ja siitä johtuen helpottaa eri osastojen välistä yhteistyötä ja auttaa vastaamaan tuleviin haasteisiin yhdessä. Tämä on edellytyksenä turva-automaation koko elinkaaren aikaisen turvallisuuden varmistamisen kannalta.

Aiheen laajuudesta ja lukuisista eri osastoihin vaikuttavista käytännöistä johtuen on selvää, että kehityskohteita kehitystyöhön liittyen jäi vielä ratkaistavaksi. Haastattelujen ja käytyjen keskustelujen pohjalta jatkokehityksen kannalta, on olemassa tarve valmiille dokumenttipohjille liittyen eri elinkaaren vaiheisiin ennen kaikkea niihin vaiheisiin, joita kehitystyössä käsiteltiin vähemmän.

Jatkotutkimusidea liittyy järjestelmien ohjelmointiin, joka on toiminnallisen turvallisuuden yksi osa-alue. Kuinka tulevat SIS- järjestelmät toteutettaisiin toimeksiantajan käyttöön mahdollisimman sopivaksi unohtamatta myöskään henkilöstön kouluttamista. Esiin tulleita kehityskohteita pystyy toimeksiantaja tarvittaessa toteuttamaan suunnittelu- tai järjestelmätoimittajia apuna käyttäen.

Tämän opinnäytetyön osalta olisi mielenkiintoista ottaa tarkasteluun eri mittareita liittyen mm. käytettyjen työtuntien seurantaan ja selvittää kuinka paljon aikaa kuluu uusien ohjeiden ja käytäntöjen käyttöönoton jälkeen. Käytetyn työajan perusteella pystyisimme resurssien osalta varautumaan tuleviin työmääriin ja tarvittaessa lisätä yhteistyötä suunnittelutoimistojen kanssa, joka oli itsessään yksi ilmi tulleista jatkokehityskohteista. Seurantaan ei tämän opinnäytetyön puitteissa ollut mahdollisuutta, johtuen lyhyestä laadittujen käytäntöjen voimassa oloajasta.

12 Pohdinta

Kokonaisuutena toiminnallisesta turvallisuudesta voidaan todeta, että merkitys on käyttöturvallisuuden kannalta merkittävä ja siksi yllä laaditut toimintatavat ja menetelmät ovat niin toimeksiantajan kuin yhteistyökumppaneiden kannalta tarpeellisia. Parantamalla turva-automaatioon liittyvien töiden hallittavuutta ja dokumentointia tehostamme toimintaamme niin käytettävien työtuntien kuin suorituskyvyn kannalta.

Kehittämistyön tavoitteena oli luoda käytännöt turva-automaation eri elinkaaren vaiheisiin ja sisällyttää työhön niin dokumentointikäytännöt kuin parantaa yleistä tietosuutta toimintakäsikirjan ja liittyvien ohjeiden avulla. Ohjeet ja turva-automaation toimintakäsikirja antavat selkeät toimintatavat ja vaatimukset elinkaaren hallintaan Konsernin Kokkolan toimipaikalla. Sen tarkoitus on myös parantaa käyttöturvallisuutta.

Tutkimuksellisen kehitystyön luetettavuutta pyrittiin varmistamaan tehdyillä haastatteluilla. Haastateltaviksi valittiin eri elinkaaren vaiheisiin liittyvää henkilöstöä, jotta saataisiin mahdollisimman laaja-alainen ja kattava näkemys kehityskohteista. Tarkemmin haastattelujen toteutuksesta sekä saaduista tuloksista luvussa yhdeksän.

Luetettavuuden näkökulmasta kehitystyössä käytetyt lähteet ovat korkeatasoisia ja monipuolisia sisältäen mm. standardien, lakien ja turvallisuus- ja kemikaaliviraston viimeisimpiä ohjeistuksia ja vaatimuksia. Konsernin EHS MO1-20 Process Safety Management standardi liittyvine asiakirjoina ottavat myös hyvin laajasti huomioon prosessiteollisuudessa käytettävät lainsäädännöt.

Laitteiden ja järjestelmien turvallinen käytettävyys, kunnossapito sekä dokumentointi yhdistettynä hyviin suunnittelu käytäntöihin olivat kehitystyön lähtökohtana. Opinnäytetyön voidaan katsoa saavuttaneen tavoitteensa, koska kehittämistyössä luotiin toimintakäsikirjan avulla käytännöt ja ohjeet yhteistyössä henkilöstön kanssa. Toimintakäsikirja jaetaan laajalti ja se on saatavissa yhdessä opinnäytetyö raportin kanssa. Henkilöstön kehitysmuuttaminen asenne ja osallistuminen mahdollistivat asetettuihin tavoitteisiin pääsemisen.

Tutkimuskysymysten selvittämiseksi aineiston keräämiseen käytettiin havainnointia, haastatteluja ja dokumentointia. Turva-automaation toimintakäsikirjaa varten liittyvien standardien, lakien ja tuotannonharjoittajan ohjeiden läpikäynti oli laaja työ. Ohjaavina asiakirjoina toimivat standardit ja prosessiturvallisuuteen liittyvä lainsäädäntö. Toimintatavat ja työskentelykulttuuri on luotava yhteistyössä ja yhdessä tarkastusten ja prosessiturvallisuuden parissa työskentelevän henkilöstön kanssa on nämä haasteet selvitettävissä.

Luvussa kymmenen, jossa käytiin läpi kehitystyön tuloksena syntyneitä turva-automaation toimintakäsikirjaa, selvisi useita kehityskohteina, jotka otettiin käyttöön toimipaikallamme täyttääksemme konsernin ja standardien esittämiä vaatimuksia. Vaatimukset toteutettiin tehtyjen haastattelujen, selvitysten- ja havainnoinnin tuloksena.

Toinen keskeinen kehitystehtävä oli luoda uuteen verkkoympäristöön paremmat ja toimivammat dokumentointikäytännöt, jota pystyisimme tarvittaessa myös laajentamaan muille dokumentointia vaativille aiheille kuten hätäsulku tai kaasuhälyttimiin liittyvään dokumentaatioon. Uutta luodessa on olemassa aina omat haasteensa mutta asetettuihin tavoitteisiin päästiin kehittämistehtävän tuloksena.

Yleisen tietoisuuden parantaminen oli kolmantena tutkimuskysymyksenä, johon laadittu opinnäytetyö raportti tuo kaivattuja tietoja. Yhdessä toimintakäsikirjan, opinnäytetyön ja liittyvien asiakirjojen kanssa on toimeksiantajalla mahdollisuus perustella käytäntöemme henkilöstölle ja saada halutut asiat nopeasti osaksi jokapäiväistä toimintaa.

Oma rooli turva-automaation parissa jatkuu kehittämistyön jälkeenkin ja tulen työskentelemään eri elinkaaren vaiheissa aina alun vaara- ja riskianalyyseista lähtien. Varsinkin kun korvaus- ja uusia investointeja on tulossa, joissa turva-automaation käytön lisääntyminen on tunnistettu ja liittyviä järjestelmiä ja toimilaitteita tulemme hankkimaan eri kohteisiin.

Turva-automaation elinkaaren hallinta vaati jatkossakin yhteistyötä niin konsernin sisäisesti kuin yhdessä suunnittelutoimistojen ja toimittajien kanssa myös valvovalle viranomaiselle on mahdollista esittää toimintatapamme ja päivittää niitä tarpeen mukaan. Asioiden saattaminen osaksi jokapäiväistä toimintaa vaatii kumminkin aikaa, jotta prosessista tulee sujuva aina alun konsepti suunnittelusta lähtien.

Turva-automaation määrän lisääntyessä ja uusien päivitysten tai käytäntöjen kehittyessä on tärkeää jalkauttaa nämä sujuvasti käytäntöön. On myös tärkeää kerätä palautetta niin suunnittelijoilta, operaattoreilta kuin kunnossapidosta, jotta pystymme jatkossakin vastaamaan eteen tuleviin ongelmiin tai haasteisiin. Prosessiturvallisuuden hallinta ja onnettomuuksien estäminen on jatkuvaa toimintaa ja siihen liittyen työ on käynnissä jatkuvasti.

Lähteet

A 856/20.12.2012 Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista. Viitattu 11.4.2023. <https://finlex.fi>, ajantasainen lainsäädäntö.

A 685/2015 Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin valvonnasta. Viitattu 11.4.2023. <https://finlex.fi>, ajantasainen lainsäädäntö.

Ajankohtaista kemikaalien ja nestekaasun käytönvalvojille. 2023. Turvallisuus- ja kemikaaliviraston uutiskirje. Viitattu 22.04.2023. <https://uutiskirje.tukes.fi/a/s/58607834-0f9060c9436742a5339f241c88abe281/1486377>.

American Institute of Chemical Engineers. 2015. Guidelines for Defining Process Safety Competency Requirements. E-kirja. Viitattu 17.9.2023. <https://janet.finna.fi>, Ellibs.

CLC IEC/TR 63069:2020:fi. Teollisuusprosessien mittaus, ohjaus ja automaatio. Toiminnallisen turvallisuuden ja tietoturvallisuuden viitekehys. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Vahvistettu 28.02.2020. Viitattu 06.10.2023. <https://janet.finna.fi/>, SFS Online.

Energy institute. 2019. Guidance on safety integrity level determination for safety instrumented system in support of IEC 61511. E-kirja. Viitattu 18.5.2023. <https://janet.finna.fi>, Ellibs.

Field, A. 2019. Implementing an Integrated Management System (IMS). E-kirja. Viitattu 15.09.2023. <https://janet.finna.fi>, Ellibs.

Goyal, K.K. 2022. Cyber Security. E-kirja. Viitattu 30.7.2023. <https://janet.finna.fi>, Ellibs.

Griffor, E. 2017. Handbook of system safety and security. E-kirja. Viitattu 4.4.2023. <https://janet.finna.fi>, Ellibs.

Huelke, M., Hauke, R., & Lungfield, A. 2016. The SISTEMA Cookbook 5. Berlin: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung. Viitattu 11.08.2023. https://www.dguv.de/medien/ifa/en/prasoftwa/sistema/kochbuch/sistema_cookbook5_en_2_0.pdf.

IEC/TR 61508-0:fi:2011. Sähköisten/elektronisten/ohjelmoitavien elektronisten turvallisuuteen liittyvien järjestelmien toiminnallinen turvallisuus. Osa 0: Toiminnallinen turvallisuus ja IEC 61508. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Vahvistettu 21.11.2011. Viitattu 22.4.2023. <https://janet.finna.fi/>, SFS Online.

IEEE Standard for Techniques and Measurement to Manage Functional Safety and Other Risks with Regards to Electromagnetic Disturbances. 2021. E-kirja. Viitattu 4.3.2023. <https://doi.org/10.1109/IEEESTD.2021.9416938>.

Kataja-aho, J. 2020. Turva-automaation erityisvaatimukset automaation sovellussuunnitteluprojektissa. Diplomityö, ylempi korkeakoulututkinto. Tampereen yliopisto, tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta, automaatiotekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma. Viitattu 11.4.2023. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202004304778>.

Kortelainen, H., Komonen, K., Laitinen, J., Valkokari, P., & Hanski, J. 2021. Tietämysperusteinen elinjakson hallinta. Viitattu 11.4.2023. [https://cris.vtt.fi/ws/portalfiles/portal/44305471/Tietämysperusteinen elinjakson hallinta.pdf](https://cris.vtt.fi/ws/portalfiles/portal/44305471/Tiet%C3%A4mysperusteinen%20elinjakson%20hallinta.pdf).

L 3.6.2005/390. Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta. Viitattu 12.03.2023. <https://finlex.fi>, ajantasainen lainsäädäntö.

L 16.12.2016/1144. Painelaitelaki. Viitattu 12.3.2023. <https://finlex.fi>, ajantasainen lainsäädäntö.

Ojasalo, K., Moilanen, T. & Ritalahti, J. 2015. Kehittämistyön menetelmät. ”Tutkimuksellisen kehittämistyön prosessi”. Helsinki: Sanoma Pro Oy. Viitattu 03.06.2023. <https://janet.finna.fi>, Ellibs.

Prosessiturvallisuus ja sen mittaaminen. 2016. Tukes opas. Viitattu 3.9.2023. [https://tukes.fi/documents/10197/8647605/Prosessiturvallisuus ja mittaaminen.pdf](https://tukes.fi/documents/10197/8647605/Prosessiturvallisuus_ja_mittaaminen.pdf).

Saukkonen, P. Tutkielmanteon tukisivut verkkojulkaisu. Viitattu 30.04.2023. <https://www.mv.helsinki.fi/home/psaukon/tutkielma/Tutkimusasetelma.html>.

SFS-EN 61511-1:2017. Toiminnallinen turvallisuus. Turva-automaatiojärjestelmät prosessiteollisuussektorille. Aihealueet: Rakenne, määritelmät, järjestelmät, laitteistot ja sovellusohjelmoinnin vaatimukset. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Vahvistettu 05.05.2017. Viitattu 10.4.2023. <https://janet.finna.fi/>, SFS Online.

SFS-EN 61511-2:2017. Toiminnallinen turvallisuus. Turva-automaatiojärjestelmät prosessiteollisuussektorille. Ohjeita standardin IEC 61511-1:2016 soveltamiseen. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Vahvistettu 05.05.2017. Viitattu 22.04.2023. <https://janet.finna.fi/>, SFS Online.

SFS-EN 61511-3:2017. Toiminnallinen turvallisuus. Turva-automaatiojärjestelmät prosessiteollisuussektorille. Ohjeita vaadittavien turvallisuuden eheyden tasojen määrittämiseen. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Vahvistettu 05.05.2017. Viitattu 22.04.2023. <https://janet.finna.fi/>, SFS Online.

SFS-EN IEC 31010:2019. Riskienhallinta. Riskien arviointimenetelmät. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Vahvistettu 30.08.2019. Viitattu 22.04.2023. <https://janet.finna.fi/>, SFS Online.

SFS-EN 61508-1:2011. Sähköisten/elektronisten/ohjelmoitavien elektronisten turvallisuuteen liittyvien järjestelmien toiminnallinen turvallisuus. Osa 1: Yleiset vaatimukset. 2. p. Helsinki: Suomen

Standardisoimisliitto SFS. Vahvistettu 24.1.2011. Viitattu 10.4.2023. <https://janet.finna.fi/>, SFS Online.

SFS-ISO 31000:2018. Riskienhallinta. Ohjeet. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Vahvistettu 23.02.2018. Viitattu 22.04.2023. <https://janet.finna.fi/>, SFS Online.

Smith, D.J., Simpson, K.G.L. 2011. Functional safety: a straightforward guide to applying IEC 61508 and related standards. E-kirja. Amsterdam: Butterworth-Heinemann/Elsevier. Viitattu 3.3.2023. <https://janet.finna.fi/>, Ellibs.

Toikko, T., Rantanen, T. 2009 Tutkimuksellinen kehittämistoiminta. Näkökulmia kehittämisprosessiin, osallistamiseen ja tiedontuotantoon. 3. p. Tampere: Tampereen Yliopistopaino.

Turva-automaatio prosessiteollisuudessa. 2021. Turvallisuus- ja kemikaaliviraston opas turva-automaatiosta prosessiteollisuudessa. Viitattu 10.04.2023. <https://tukes.fi/turva-automaatio-prosessiteollisuudessa>.

Trochim, W. 2016. Types of Surveys. Viitattu 03.06.2023. <https://conjointly.com/kb/types-of-surveys/>.

Umicore at a glance. N.d. Artikkelin Umicoren sivustolla. Viitattu 2.9.2023. <https://www.umi-core.com/en/about/umicore-at-a-glance/>.

Umicore Annual report. N.d. Artikkelin Umicoren sivustolla. Viitattu 2.9.2023. <https://www.umi-core.com/en/investors/annual-report/>.

Umicore EHS-MO1-20 2020. 1–3 Prosessiturvallisuuden hallinta RBMF:lla. Kokkola: Umicore Finland Oy.

Umicore Kokkolassa. N.d. Artikkelin Umicoren sivustolla. Viitattu 2.9.2023. <https://www.umi-core.fi/fi/sivustomme/>.

Umicore way. N.d. Artikkelin Umicoren sivustolla. Viitattu 3.9.2023. <https://www.umi-core.com/en/about/the-umicore-way/>.

Vilkka, H. 2021. Tutki ja Kehitä. Tutkimusmenetelmät. 5. p. Jyväskylä: PS-kustannus.

Wiley, J & Sons. 2015. Guidelines for Defining Process Safety Competency Requirements. E-kirja. Viitattu 3.9.2023. <https://janet.finna.fi/>, Ellibs.

Yozallinas, J. 2016. Functional Safety Evolution. Exidan blogi. Julkaistu 4.8.2016. Viitattu 21.10.2023. <https://www.exida.com/blog/functional-safety-evolution>.

Liitteet

Liite 1. Haastattelukysymykset kunnossapitoon

1. Keskeisimmät haasteet nykytilanteessa? Tärkeimmät kehityskohteet lyhyellä ja pitkällä aikavälillä?
2. Kuinka tärkeässä roolissa käyttöönottoon liittyvät ohjeistukset ovat?
3. Kuinka tärkeässä roolissa dokumentointi on toiminnallisesta turvallisuudesta puhuttaessa?
4. Toiminnalliseen turvallisuuteen liittyvän dokumentoinnin keskittämisen edut? Tärkeimmät saavutettavat hyödyt?
5. Olisiko toiminnallisen turvallisuuteen liittyvien laitteiden ja järjestelmien paremmasta merkkämisestä kentällä hyötyä turvallisuuden kannalta? Mitä hyötyä saavutettaisiin?
6. Miten tärkeässä roolissa laitteistoihin- ja järjestelmiin liittyvän dokumentoinnin saatavuus on?
7. Varaosien saatavuus laitevalintojen kannalta? Varalaitteiden hankinta ennakkoon? Hyödyt?
8. Toiveita suunnitteludokumentteihin ja niiden saatavuuteen?
9. Kuinka tärkeänä näette korvaavien laitteiden kartoituksen ennakkoon? Jos olemassa olevia vastaavia ei ole enää saatavilla.
10. Mitä kehitettävää SAP kunnossapitojärjestelmän osalta?

Liite 2. Haastattelukysymykset suunnittelijoille

1. Mitkä ovat oleelliset haasteet, joita kohdataan toiminnalliseen turvallisuuteen liittyvien laitteiden suunnittelussa?
2. Olisiko suunnittelua parempi keskittää toimittajan vastuulle?
3. Nykyinen osaaminen ja lisäkoulutuksen tarpeellisuus?
4. Järjestelmän osalta isoimmat haasteet?
5. Kuinka paljon enempi työaikaan toiminnalliseen turvallisuuteen liittyvät toteutukset tuovat?
6. Mitä suunnittelua tehostavia käytäntöjä olisi syytä kehittää?
7. Kuinka tärkeässä roolissa näette hankittujen laitteiden- ja järjestelmien dokumentaation ja niiden saatavuuden?

Liite 3. Haastattelukysymykset turvallisuusinsinöörille

1. Kuinka SIL-tason riskin tulee poikkeamatarkastelussa esille?
2. Kuinka tärkeänä näet poikkeamatarkastuksista tulevien muutoksien hallittavuuden mm. suunnittelun ja kunnossapidon kannalta?
3. Kuinka paljon toiminnallisen turvallisuuteen liittyvät laitteet- ja järjestelmät ovat kasvamassa tulevaisuudessa?
4. Mitkä ovat organisaation tärkeimmät kehityskohteet toiminnalliseen turvallisuuteen liittyen?
5. Olisiko dokumentaation keskittämisestä ja vastuuhenkilöiden määrittelemistä mitä hyötyjä?
Kuinka tärkeänä näet asian?
5. Miten näet turvalukituksen osalta, milloin käytettäisiin logiikkaan perustuvaa ratkaisua ja missä tapauksissa rele pohjaista toteutusta?
6. Asioita, joita syytä käsitellä ja nostaa esille kehitystyössä?

Liite 4. Haastattelukysymykset organisaation edustajalle

1. Miten näet kunnossapidolta, suunnittelulta- ja käyttöturvallisuus asiantuntijalta saadut haastattelutulokset?
2. Miten Sharepoint – verkkoympäristöä hyödynnettäisiin parhaalla tavalla?
3. Miten tärkeänä näet käytäntöjen- ja työohjeiden merkityksen?
4. Mitä toimintakäsikirjan olisi hyvä sisältää turva-automaation osalta?
5. Miten näet henkilöstön osalta, tarvitaanko lisää asiantuntijoita ja mikä tulee olemaan suunnittelutoimistojen rooli tulevaisuudessa?