



LUT yliopisto

School of Engineering Science

Tuotannonjohtamisen koulutusohjelma

Diplomityö

Juhana Hulmi

ÖLJYNJALOSTAMON REAGOIVAN RISKIENHALLINNAN LAADUN KEHITTÄMINEN

Työn tarkastaja: Dosentti, TkT (tekn. toht.) Petri Niemi

Työn ohjaaja: TkT (tekn. toht.) Harri Järvelin

TIIVISTELMÄ

Tekijä: Juhana Hulmi	
Työn nimi: Öljynjalostamon reagoivan riskienhallinnan laadun kehittäminen	
Vuosi: 2019	Paikka: Espoo, Suomi
Diplomityö. LUT yliopisto, Tuotantotalous. 93 sivua, 19 kuvaa, 10 taulukkoa ja 3 liitettä.	
Tarkastaja: Dosentti, TkT (tekn. toht.) Petri Niemi	
Hakusanat: Reagoiva riskienhallinta, riskianalyysit, suojakeinot, laadun kehittäminen	
<p>Öljynjalostuksessa riskienhallinta on merkittävä osa jalostamon toimintaa. Riskienhallintaa voidaan tarkastella proaktiivisesta ja reaktiivisesta näkökulmasta, jossa keskeisenä elementtinä toimii onnettomuusskenaarioiden ja vaarojen tunnistaminen erilaisilla riskianalyysimenetelmillä. Öljynjalostustoiminnassa ei-toivottujen tapahtumien eteneminen ilman toimivia suojakeinoja voi pahimmassa tapauksessa edetä suuronnettomuudeksi, aiheuttaa merkittäviä tuotannollisia menetyksiä tai aiheuttaa vahinkoa ihmisille ja ympäristölle. Tämän diplomityön tavoitteena on kehittää Porvoon öljynjalostamon reagoivan riskienhallinnan laatua.</p> <p>Työ toteutui laadullisena kehittämistyönä. Tutkimus kattaa Nesteen Porvoon jalostamon tuotantolinjojen toiminnan. Jalostamolla on olemassa lukuisia erilaisia ohjeistuksia toimintamenettelyistä sekä konserni- että jalostamotasolla, jotka ohjaavat riskienhallintatoimintaa. Nykytila-analyysin jälkeen, kehittämistyön tavoitteeksi asetettiin prosessikuvauksen mallintaminen riskianalyysien hierarkiasta sekä niiden kytkeytyvyydestä reaktiivisten suojakeinojen määrityksiin.</p> <p>Työn johtopäätöksissä painotetaan reagoivan riskienhallinnan kokonaisuuden ohjauksen merkitystä. Lopputuloksena työssä rakentui kaksi osaprosessikuvausta, joiden avulla tuotantolinjat kykenevät tarkastelemaan öljynjalostamon reagoivan riskienhallinnan yhtenäisyyttä sekä luomaan painopistealueita tunnistettujen tarpeiden mukaisesti. Merkittävänä jatkuvan parantamisen elementtinä prosessikuvauksissa toimii tuotantolinjojen vuosittaisien riskitarkasteluiden toteuttaminen. Toteuttamalla reagoivan riskienhallinnan elementtejä työssä kuvattujen osaprosessien kautta, jalostamon tuotantolinjojen riskienhallinnan tehokkuutta ja laatua on mahdollista parantaa.</p>	

ABSTRACT

Author: Juhana Hulmi	
Subject: Improving the quality of the oil refinery's reactive risk management	
Year: 2019	Place: Espoo, Finland
Master's thesis. LUT university, Industrial Engineering and Management. 93 pages, 19 figures, 10 tables and 3 appendices.	
Examiner: Adjunct Professor, D.Sc. (Tech.) Petri Niemi	
Keywords: Reactive risk management, risk analysis, barriers, quality improvement	
<p>Risk management at oil refining industry is an important part of refinery operations. Risk management consists both proactive and reactive perspective and the key element is to identify accident scenarios and hazards using different risk analysis methods. In oil refinery operations, the progression of unwanted events without effective barriers can proceed to major accident causing significant production losses or damage to people and the environment. The aim of this thesis is to improve the quality of the reactive risk management at Neste Porvoo oil refinery by creating an identified process description for an effective reactive risk management.</p> <p>This thesis was done by using a qualitative development work method and thesis covers the operations of the Neste Porvoo refinery's production lines. Neste has a lot of different guidelines for risk management procedures at both group and refinery level. Procedures guide the quality of risk management. After the analysis of the current state, the main aim of the development work was to describe the hierarchy of risk analysis and their connection to reactive barriers.</p> <p>The importance of managing a reactive risk management entity is emphasized in the thesis. This makes interdependent risk analysis work as an entire component to define effective reactive barriers. As a result, two sub process descriptions were created in the thesis, through which the production lines can examine the unity of the oil refinery's reactive risk management and to create priorities according to identified requirements. An important element of continuous improvement in quality is the implementation of annual risk analysis of production lines. Reviewing the elements of reactive risk management through the described sub processes, the refinery can improve risk management effectiveness at its production lines.</p>	

ALKUSANAT

Istuessani vuoden 2017 elokuun lopussa Lappeenrannan teknillisen yliopiston Viipuri-salissa yhdessä muutaman sadan maisterivaiheen opintoja aloittavan kanssa, sain kuulla mielenkiintoisia puheita, joista eräässä mainittiin menestyksen syntyvän aina tiimeissä. Tiiviillä yhteistyöllä, kohtaloverieni Jannen ja Jonin kanssa, oli merkittävä rooli myös meidän opinnoissamme. Ilman tiimityötä opintojen suorittaminen tiukassa aikataulussa hyvällä opintomenestyksellä ei olisi ollut mahdollista.

LUT yliopistolta haluan kiittää dosentti Petri Niemeä tehokkaasta diplomityön ohjauksesta. Kohdeyrityksestä haluan kiittää tekniikan tohtori Harri Järveliniä, jolla on erittäin laaja-alainen tuntemus öljynjalostamon prosessiturvallisuuden hallinnan kehittämistä. Työn toteutuksen mahdollistamisesta haluan kiittää Porvoon öljynjalostamolta Jim Holmbackiä. Eri-tyisen kiitoksen ansaitsee Saara, joka tuellaan auttoi jaksamaan diplomityön toteutuksessa muun työkiireen ohella.

Espoo, helmikuu 2019

Juhana Hulmi

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	4
1.1	TAUSTA	4
1.2	TYÖN TAVOITTEET JA RAJAUKSET	5
1.3	TYÖN TUTKIMUSMENETELMÄ	7
1.4	TYÖN RAKENNE	8
1.5	TYÖN KOHDE	9
2	ONNETTOMUUSMALLIT JA RISKIENHALLINTA	11
2.1	ONNETTOMUUSMALLIT	12
2.2	RISKIENHALLINTATOIMENPITEIDEN TYYPIT	15
2.3	RISKIENHALLINTAJÄRJESTELMÄT	18
2.4	RISKIEN JA ONNETTOMUUSKENAARIOIDEN TUNNISTAMINEN	20
2.5	LAADULLISET RISKITARKASTELUT SEKÄ ERITYISANALYYSIT	22
3	REAKTIIVISET ESTEET JA VAARATILANNEVALMIUS	26
3.1	LAINSÄÄDÄNNÖLLISIÄ VELVOITTEITA	26
3.2	PROSESSITURVALLISUUDEN REAKTIIVISET SUOJAKEINOT	27
3.2.1	<i>Passiiviset ja aktiiviset suojakeinot</i>	30
3.3	VAARATILANTEIDEN HALLINTA JA VARAUTUMINEN	34
3.3.1	<i>Vaaratilannevalmiuden suunnitteluprosessi</i>	36
3.3.2	<i>Vaaratilannevalmiuden osaamisen hallinta</i>	39
4	REAGOIVAN RISKIENHALLINNAN LAADUN KEHITTÄMINEN	41
4.1	NYKYTILANTEEN KARTOITUS JA TAVOITTEIDEN ASETTAMINEN	42
4.2	PDCA -SYKLI REAGOIVAN RISKIENHALLINNAN LAADUN KEHITTÄMISESSÄ	43
4.3	REAGOIVAN RISKIENHALLINNAN PROSESSIJOHTAMINEN	46
4.3.1	<i>Prosessien tunnistaminen ja kuvaus</i>	48
4.4	LAADUN KEHITTÄMISEEN KYTKEYTYVÄ KUSTANNUSTEHOKKUUS	50
5	NYKYTILAN ANALYYSI JA KEHITTÄMISTARPEET	52
5.1	TIEDONKERUU NYKYTILAN ANALYYSIIN	52

5.2	PORVOON JALOSTAMON TUOTANTOLINJOJEN NYKYTILANNE.....	53
5.2.1	<i>Riskianalyysitoteutusten nykytilanne Porvoon jalostamolla</i>	54
5.2.2	<i>Reaktiiviset suojakeinot</i>	60
5.2.3	<i>Tuotantolinjojen vaaratilannevalmius.....</i>	64
5.2.4	<i>Operointihenkilöstön koulutus sekä harjoitukset vaaratilanteiden varalle.....</i>	65
5.3	PROSEDUURIN KUVAUSTARPEET NYKYTILASSA	66
5.3.1	<i>Riskianalyysitoteutukset.....</i>	67
5.3.2	<i>Reaktiiviset suojakeinot ja vaaratilannevalmius</i>	68
6	EHDOTETTAVA TOIMINTAMALLI.....	69
6.1	TAVOITETILA JA ONGELMA-ALUEET NYKYTILAN ANALYYSISSA	69
6.2	TOIMINTAMALLIN KUVAUKSEN RAKENTAMINEN	71
6.3	REAGOIVAN RISKIENHALLINNAN PROSESSIKUVAUS.....	72
6.3.1	<i>Jalostusprosessiriskien arvion osaprosessi</i>	74
6.3.2	<i>Paloriskien arvioinnin osaprosessi.....</i>	80
7	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	87
7.1	TYÖN TUTKIMUSKYSYMYKSET JA TAVOITTEIDEN TOTEUTUMINEN	87
7.2	TOIMENPIDESUOSITUKSET	89
7.3	JATKOTUTKIMUS- SEKÄ KEHITTÄMISTARPEET	91
8	YHTEENVETO.....	92
	LÄHTEET.....	94

Liite 1: Riskianalyysin vaiheet

Liite 2: HSE -toiminnan ajoitukset hankkeissa

Liite 3: Tiedon keruun haastattelurunko

LYHENNELUETTELO

BLEVE	Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion
Bow-Tie	Visuaalinen menetelmä kuvaamaan vaarojen hallintaa
FTA	Fault Tree Analysis
CCPS	Center for Chemical Process safety
ESD	Emergency Shut Down
HAZOP	Hazard and operability study
HSE	Health, Safety, Environment
IPL	Independent Protection Layer
MHI	Major Hazard Identification
LEL	Lower Explosive Level
LOPA	Layers of Protection Analysis
NCR	Non Conformance Report
OSHA	Occupational health and safety administration
PHA	Preliminary Hazard Analysis
PTM	Pienet tekniset muutokset
SEVESO III	Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2012/18/EU
SIL	Safety Integrity Level
Tukes	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto
TET	Turvallisuuden eheystason tarkastelu
TVA	Toimintovirheanalyysi
Vna	Valtioneuvoston asetus
WIA	What-If analysis
QRA	Quantitative Risk Analysis

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Toimitusketjun hallinta sekä turvallisuuden johtaminen ovat öljynjalostamolla oleellisia elementtejä sekä tuotteiden toimitusvarmuuden että suunnittelemattomien tuotantotappioiden kannalta. Öljynjalostamon prosessiturvallisuuteen kytkeytyvät vaarat, joissa seurauksena voi olla vahinkoja ihmisille, omaisuudelle, ympäristölle tai liiketoiminnalle, saattavat olla erittäin vakavia tai jopa katastrofaalisia. Poikkeamat sekä onnettomuustapahtumat aiheuttavat vähintäänkin katkoksia tuotannossa ja siten ongelmia toimitusvarmuudelle. Kustannustehokkuuden näkökannasta prosessiturvallisuuden hallintaa tulisi toteuttaa siten, että turvallisuuden tehtävät investoinnit varmistavat tuotantotoiminnan ilman merkittäviä tuotantotappioita. Lisäksi yhtiöllä on myös lainsäädännöllinen velvoite suojata henkilöstöään sekä ympäristöä mahdollisilta vahingoilta.

Yhtiön ja öljynjalostamon tavoitellessa erinomaista turvallisuustasoa, tulee riskienhallintaan kytkeytyviä prosesseja kehittää. Jatkuvan turvallisuuden varmistamiseksi, riskienhallinnan elementtejä sekä toiminnan tehokkuutta tulee tarkastella jatkuvasti. (Kuusisto 2000, s.19 - 20) Vaarallisten kemikaalien käsittely on hyvin laaja-alaista prosessiteollisuudessa ja erityisesti öljynjalostuksessa. Nolan (2011, s.18 - 20) selostaa raakaöljyn jalostamisen tapahtuvan siihen tarkoitettulla öljynjalostamolla, jossa raaka-aineet erotetaan eri tuotteiksi kuten kaasuiksi, nestekaasuksi, moottoribensiiniksi, lentopolttoaineiksi, kerosiiniksi, dieselöljyksi sekä polttoöljyksi.

Öljynjalostustoiminnassa merkittävän onnettomuusvaaran ihmisille ja ympäristölle tuo vaarallisten kemikaalien ja kaasujen käsittely. Vaarallisia kemikaaleja ja kaasuja ovat palavat nesteet, maakaasu ja nestekaasu sekä terveydelle ja ympäristölle vaaralliset kemikaalit. 2000-luvulla on sattunut maailmalla lukuisia onnettomuuksia kemianteollisuudessa ja öljynjalostamoilla. Vuonna 2005 Texasissa BP:n öljyjalostamolla menehtyi 15 henkilöä ja lähes 200 loukkaantui, kun helposti syttyviä vaarallisia kaasuja pääsi ilmaan isomerointi-yksiköstä ja vapautuneet kaasut syttyivät palamaan räjähtäen (U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board 2005).

Turvallisuuden ja laadun tehostaminen ovat Neste Oyj:n vastuullisuusraportin (2017, s.49 - 50) mukaan keskeisiä yhtiön strategian ydin asioita ja päivittäisen toiminnan peruspilareita. Prosessiriskien hallinnan parantamisen tavoitteena on hallita prosessiturvallisuutta ja laitoksen luotettavuutta koskevia riskejä järjestelmällisesti yhteisten työkalujen ja käytäntöjen avulla. Henkilöturvallisuuden näkökulmasta Neste haluaa varmistaa, että kaikki työntekijät ja kumppanit pääsevät jokaisen työpäivän jälkeen terveinä kotiin. Prosessiturvallisuudessa yhtiön lähtökohtana on tunnistaa tuotanto- ja valmistusprosessien riskit etukäteen ja ehkäistä onnettomuuksien tapahtuminen. Laitosten hyvä kunnossapito, ammattitaitoinen operointi ja tarkkaan mietityt tekniset muutokset luovat perustan prosessiturvallisuudelle.

1.2 Työn tavoitteet ja rajaukset

Tämän diplomityön tavoitteena on kehittää Porvoon öljynjalostamolla toteutettavaa reagoivaa riskienhallintaa, jonka oleellisin tarkoitus on estää ei-toivottujen prosessiturvallisuustapahtumien eteneminen onnettomuudeksi ja edelleen suuronnettomuudeksi. Diplomityön avulla pyritään tunnistamaan erilaisia reagoivan riskienhallinnan elementtejä toiminnan kehittämiseksi. Työn päätavoite on selvittää nykytilanne ja peilata se teoreettiseen viitekehykseen, tunnistaa oleellimmat laadun kehittämisen kohteet ja rakentaa prosessikuvaus laadun kehittämiseksi.

Työ on ensisijaisesti rajattu käsittelemään reagoivan riskienhallinnan osalta öljynjalostamon toimintaympäristöä, jonka keskiössä on prosessiturvallisuus ja siihen liittyvät vaarallisten kemikaalien käsittelyn aiheuttamat vaaratekijät. Vaikka pääasiallisesti samat reaktiiviset toimintamenettelyt ja lainsäädäntöseikat sekä muut aiheita koskevat velvoitteet ja tavoitteet koskevat kaikkea öljynjalostustoimintaa sekä Nesteellä että yleisesti öljynjalostussektorin toimialalla, työ on rajattu koskemaan Neste Oyj:n Porvoon jalostamon tuotantolinjojen toimintaa.

Diplomityön ensisijaisena tavoitteena toimii prosessikuvauksen määrittäminen ja kuvaaminen laadukkaalle reaktiivisen riskienhallinnan toteuttamiselle. Tavoitteen toteutumiseksi työssä haetaan vastausta tutkimusongelmaan pääkysymyksellä:

Minkälainen on tehokas prosessi reaktiivisen riskienhallinnan toteutukselle öljyjalostamon toimintaympäristössä?

Vastauksia pääkysymykseen haetaan työssä seuraavien alakysymysten kautta:

Mitä on reagoiva riskienhallinta öljynjalostamolla?

Mikä on Porvoon jalostamon tuotantolinjojen nykytilanne reagoivan hallinnan osalta sekä mitkä ovat nykytilassa tunnistetut ongelma-alueet?

Mikä on haluttu tavoitetila sekä miten se saavutetaan prosessikuvauksen kautta?

Työn lopputulosta ja sen johtopäätöksiä voidaan yhtiössä Porvoon öljynjalostamoa koskevasta rajauksesta huolimatta käyttää yleistävänä menetelmänä siitä, miten reagoivan riskienhallinnan tehokasta toteutusta tulisi suorittaa missä tahansa yhtiön öljynjalostustoiminnassa sekä mitä elementtejä toteutuksissa tulisi ottaa huomioon. Työn teoreettinen viitekehys ja lähdeaineisto on koostettu sekä rajattu koskemaan tutkittavan kohteen kannalta merkityksellisistä kirjallisuuslähteistä, tieteellisistä artikkeleista sekä erilaisista verkkodokumenttilähteistä.

Työn ulkopuolelle on rajattu työ- ja henkilöturvallisuus, tuoteturvallisuus, erilaisten kuljetusten turvallisuus sekä tuotantolaitoksella toimiva urakoitsijaturvallisuus. Työssä ei myöskään oteta kantaa siihen, miten ihmisten toiminta ja turvallisuuskäyttäytyminen vaikuttavat reagoivan riskienhallinnan laadun kehittämiseen. Työssä ei pyritä ratkaisemaan reaktiivisten suojakeinojen laadun hallintaa yksittäisinä osina, vaan keskitytään kokonaisuuden hallintaan, mikä luo perustan kustannustehokkaalle riskienhallinnan toiminnalle.

1.3 Työn tutkimusmenetelmä

Tämä diplomityö toteutettiin laadullisena kehittämistyönä, jossa tutkitaan määriteltyä ilmiötä. Hirsjärvi et al. (2009, s.146) mukaan laadullinen tutkimus on luonteeltaan holistista tiedonhankintaa ja siinä hyödynnetään laadullisia menettelytapoja aineiston hankinnassa. Laadullisessa tutkimuksessa valitaan kohdejoukko tarkoituksenmukaisesti ja varsinainen tutkimussuunnitelma syntyy ja tarkentuu tutkielman edetessä. Laadullisessa tutkimuksessa pyritään siis lähestymään tutkittavaa asiaa mahdollisimman laajasti. Laine et al. (2008, s.9 - 15) kuvaavat, että laadullisella tapaustutkimuksella saadaan perusteellinen ja tarkkapiirteinen kuvaus tutkittavasta ilmiöstä. Tapaustutkimuksessa käsitellään yleensä ilmiötä tai tiettyä tapausta. Päämääränä on lisätä ymmärrystä tutkittavasta tapauksesta.

Kehittämistyö nojautuu aina teorioihin, metodeihin ja mahdollisiin aiempiin tutkimuksiin. Tapaustutkimus tuottaa tietoa nykyajassa tapahtuvasta ilmiöstä sen todellisessa tilanteessa ja toimintaympäristössä. Tapaustutkimuksen tarkoitus on pyrkiä tuottamaan yksityiskohdista tietoa tutkittavasta tapauksesta, joka voi olla esimerkiksi tuote, palvelu, toiminta tai prosessi. Kun tarkoituksena on tuottaa kehittämis ehdotuksia, on tapaustutkimus soveltuva menetelmä. Tapaustutkimuksessa tiedonkeruumenetelmänä käytetään usein haastatteluja, koska haastateltavat ovat usein kehitettävän ilmiön asiantuntijoita. (Ojasalo et al. 2009, 52 - 55; Hirsjärvi & Hurme 2004, 34) Tapauksen määrittely, analysointi ja ratkaisu ovat keskeisiä tavoitteita tässä diplomityössä.

Tiedonkeruu laadullisessa tutkimuksessa tapahtuu kartoittamalla ilmiöön liittyviä kirjallisia aineistoja sekä toteuttamalla haastatteluja. Saatavissa olevien kirjallisten aineistojen avulla on mahdollista tutustua tapaukseen ja rakentaa käsitys tutkittavasta tapauksesta. (Koskinen et al. 2005, s.157 - 159) Tässä työssä tiedonkeruu jakautuu sekä tiedon kuvaamiseen nykytilan analyysissä että tunnistetun kohderyhmän osallistamiseen. Työn ja sen tiedonkeruun ei ole tarkoitus tuottaa tieteellistä tietoa, vaan selvittää nykytilannetta reagoivan riskienhallinnan osalta Porvoon öljynjalostamolla sekä määrittää ongelma-alueet.

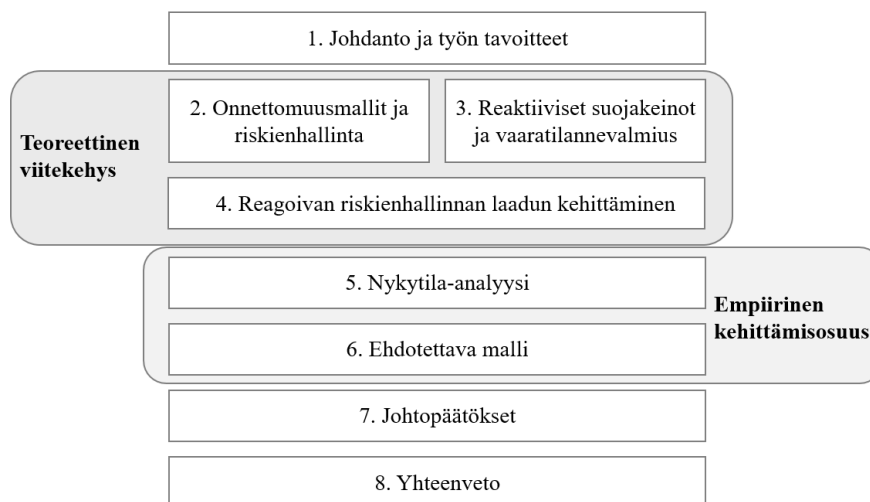
Tämä diplomityö on kehittämisprojekti, joka on vaiheistettu viiteen eri vaiheeseen (kuva 1). Vaiheessa yksi toteutettiin työn teoreettisen viitekehysten kirjoittaminen sekä nykytilan selvittämiseksi tiedonkeruun toteutus. Vaiheessa kaksi koottiin tiedonkeruun tulokset, toteutettiin analysointi sekä kuvattiin ongelma-alueet ja sitä seuraavassa vaiheessa kuvattiin tavoitetilä sekä menetelmä sen saavuttamiseksi. Vaiheessa neljä osallistettiin tunnistettua kohde-ryhmää ja rakennettiin työn päätavoitteena oleva proseduri. Työn viimeisessä vaiheessa laadittiin johtopäätökset sekä yhteenveto.



Kuva 1. Työn vaiheet kehittämisprojektina

1.4 Työn rakenne

Diplomityön kirjallinen osuus koostuu yhteensä kahdeksasta pääluvusta. Työn rakenne on esitetty kuvassa 2. Päälukujen on tarkoitus käsitellä teoreettinen viitekehys, nykytilan analyysi ja kehittämistarpeet, proseduurin rakentaminen, työn johtopäätökset sekä yhteenveto.



Kuva 2. Diplomityön rakenne

Ensimmäisessä luvussa käsitellään johdanto sekä työn tavoitteet ja rajaukset. Johdannon on tarkoitus toimia kytköksenä aihepiiriin sekä esittää työn tavoitteet ja tutkimuskysymykset. Toisessa luvussa käsitellään työn teoreettinen viitekehys, joka koostuu onnettomuusmalleihin sekä reagoivaan riskienhallintaan perustuvista teorioista, joissa painopistealueina toimii onnettomuuksien tapahtumaketju ja kausaalisuus, riskianalyysit, suojakeinot sekä vaaratilanteiden hallinta. Laadunkehittämisen teoreettisen taustan tarkoitus on kuvata, miten reagoivan riskienhallinnan kehittämistä voidaan toteuttaa laatujohtamisen menettelyillä. Lisäksi työn viitekehyksessä perehdyttiin lyhyesti lainsäädännön velvoitteisiin koskien onnettomuuksiin varautumista.

Luvussa 5 käsitellään tiedonkeruun perusteella syntynyt nykytilan analyysi sekä kuvataan analyysin perusteella syntyneet ongelma-alueet. Luvun 6 on tarkoitus kuvata proseduurin rakentaminen sekä ehdotettava malli prosessikuvaukselle. Luvut 7 ja 8 muodostavat johtopäätösosion sekä työn yhteenvedon. Johtopäätöksissä tiivistetään työn tulokset sekä tarkastellaan vastaukset työn tutkimuskysymyksiin. Lisäksi johtopäätöksissä pyrittiin tunnistamaan erilaisia kehittämiskohteita, jotta öljynjalostamon reaktiivista riskienhallintaa olisi mahdollista edelleen kehittää kohti Neste Oyj:n strategisia turvallisuustavoitteita.

1.5 Työn kohde

Työn kohteena toimivat Neste Oyj:n Porvoon jalostamon tuotantolinjat. Nesteellä on tuotantoa neljässä eri maassa. Nesteen uusiutuvat tuotteet valmistetaan Porvoon, Rotterdamin ja Singaporen jalostamoilla ja erilaiset raakaöljypohjaiset öljytuotteet puolestaan Naantalissa ja Porvoossa. Nesteellä on Suomessa yksi jalostamokokonaisuus, joka koostuu viidestä tuotantolinjasta. Tuotantolinjoista neljä on Porvoossa ja viides Naantalissa. Lisäksi Porvoossa toimii valmistuksen tuotantolinja. (Neste 2018b) Nesteen Porvoon jalostamotoinnot sijaitsevat Kilpilahden teollisuusalueella. Porvoossa raakaöljyn jalostuskapasiteetti on noin 10,5 miljoonaa tonnia vuodessa eli 206 000 barrelia päivässä. Raakaöljyn lisäksi Porvooseen tuodaan myös muita syöttöaineita jolloin tuotantokapasiteetti on yhteensä noin 13,5 miljoonaa tonnia vuodessa. Porvoon maanpäällisissä ja maanalaisissa säiliöissä on varastotilaa raaka-aineille ja tuotteille yhteensä 8 miljoonaa kuutiometriä. (Neste 2018c)

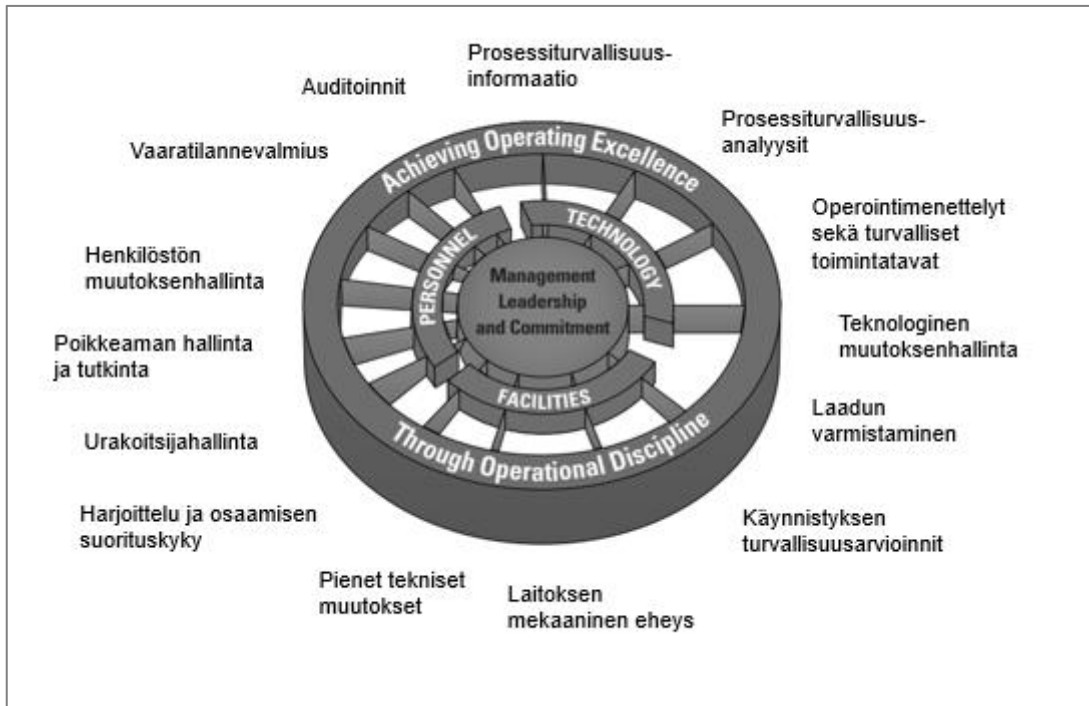
Porvoon jalostamo toimii Kilpilahden teollisuusalueella, jossa toimivat öljy- ja kemianteollisuuden yritykset muodostavat yhtenäisen tuotantoketjun, jossa raakaöljy muuttuu öljytuotteiksi, muoviteollisuuden raaka-aineiksi, muovituotteiksi ja kaasuiksi. Teollisuuslaitoksilla käsitellään, varastoidaan ja siirretään putkistoissa ja kuljetetaan autoilla sekä junilla palavia nesteitä ja kaasuja. Tuotantoalueella toimitaan korkeissa lämpötiloissa ja korkeissa paineissa, myös alipaineessa. Tuotantoprosessit ovat pääosin jatkuvatoimisia. Alueeseen kuuluu myös Suomen suurin satama, yksi Euroopan suurimmista maantiejakeluterminaaleista, rautatievaunujen purkaustermiinaali sekä teknologiakeskus koelaitoksineen. (Kilpilahti-sivusto 2018)

Nesteen Porvoon tuotantolaitokset ovat osa Nesteen konsernin Öljytuotteet-liiketoiminta-aluetta. Turvallisuusjohtamisen osalta Porvoon jalostamo, satama ja terminaalit muodostavat yhden organisaation. Jalostamon toiminnasta vastaa tuotantojohtaja, joka on Öljytuotteet-liiketoiminnan johtoryhmän jäsen. Tuotantolaitoksen kokonaishenkilömäärä on noin 1200 henkilöä. Prosessialueilla vuorokohtainen vahvuus on yhteensä noin 120 henkilöä. Vastuu laatu-, ympäristö-, terveys- ja turvallisuusasioissa on aina kunkin toiminnon linjaorganisaatiolla. Toimintojen johtajilla on juridinen vastuu toiminnoista. He valvovat yhdessä johtoryhmien kanssa, että tekninen taso, suoritustaso ja toimintatavat vastaavat asetettuja tavoitteita, lain asettamia vaatimuksia sekä toimintaperiaatteita. Tuotantopäälliköt ja kemikaalien käytönvalvojat vastaavat toiminnoista oman vastuualueensa osalta. (Neste 2016, s.9 - 10)

2 ONNETTOMUUSMALLIT JA RISKIENHALLINTA

Entistä suuremmat vaatimukset liiketoiminnan tehokkuudelle sekä korkeille taloudellisille tuotoille vaativat yhä suurempia tuotantolaitoksia sekä toiminnan tehokkuutta, jotta saavutetaan entistä suurempia skaalatuottoja. Siten toiminnassa saattaa esiintyä myös suuremmat onnettomuusriskit. Qureshin (2008, s.1) mukaan hyvin teknisissä systeemeissä ja toimialoissa, kuten ilmailu, meri- ja lentoliikenne, ydinvoimalaitokset, kemianteollisuus ja öljyteollisuus sekä terveydenhuolto, on turvallisuuden hallinta muuttumassa yhä monimutkaisemmaksi. Laajat monimutkaiset järjestelmät, joissa toimia toteutetaan usein aikapaineessa tai resurssirajoitteissa, onnettomuudet vähitellen kehittyvät ajan kuluessa useiden pienien epäonnistumisten kautta. Nolan (2011, s.1 - 2) määrittää, että organisaatiossa, joissa on korkean riskin toimintaa, tulee toteuttaa turvallisuuskriittistä toimintaa laitoksen toiminnan, kunnossapidon, suunnittelun ja rakentamisen suhteen. Kaikki suunnittelutoiminta on inhimillistä toimintaa ja siten niissä ilmenee virheitä. Myöhemmät muutokset laitoksella voivat tuoda esiin tapahtuman, jossa jokin tai jotain menee pieleen. Eri onnettomuustapaukset ovat osoittaneet, että monissa hyvin suunnitelluissa ja toiminnallisissa prosessilaitoksissa on tapahtunut erittäin vakavia onnettomuuksia.

Kemianteollisuuteen ja öljynjalostukseen turvallisuuden hallintaan kytkeytyy vahvasti prosessiturvallisuuden käsite. Prosessiturvallisuudella tarkoitetaan CCPS (2007, terminologia) mukaan vaarallisten aineiden käsittelyjärjestelmien ja jalostusprosessien hallitsemista soveltamalla hyviä suunnitteluperiaatteita, insinöörisuunnittelua sekä toimintatapoja. Prosessiturvallisuudessa käsitellään vaaratilanteiden ehkäisemistä sekä tapauksia, jotka voivat aiheuttaa toksisia vaikutuksia, tulipalon tai räjähdysten ja ne voivat lopulta johtaa katastrofaalisiin tai vakaviin henkilövahinkoihin, omaisuusvahinkoihin, menetettyyn tuotantoon ja negatiivisiin ympäristövaikutuksiin. DuPont (2018) kuvaa prosessiturvallisuuden hallinnan 14 elementillä (kuva 3).



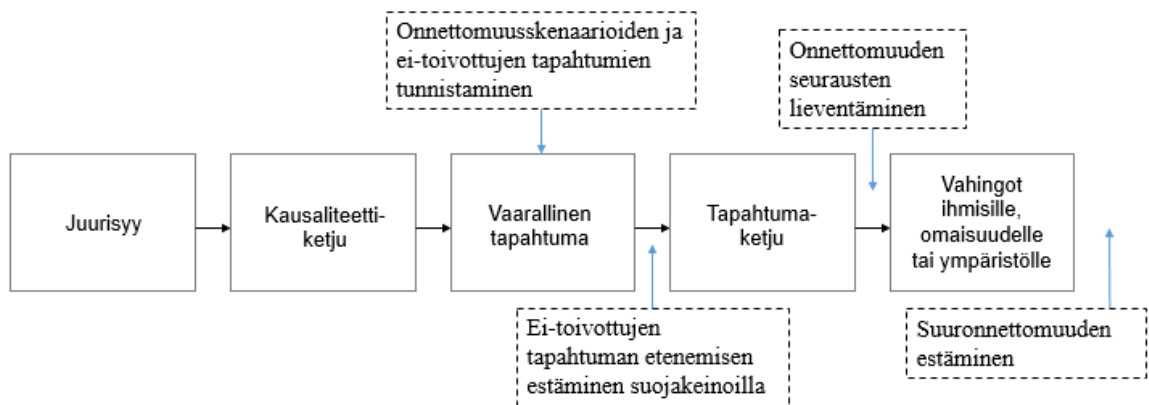
Kuva 3. Prosessiturvallisuuden hallinnan elementit (DuPont 2018)

Elementit ryhmitellään kolmeen osa-alueeseen, jotka ovat teknologia ja tekniikka, laitteisto sekä henkilöstö (DuPont 2018). Prosessiturvallisuuden hallintaa tulee toteuttaa Busickin (2013) mukaan teollisuuslaitoksilla, joissa vaaralliset kemikaalit ovat osana jalostusprosessia. Prosessiturvallisuuden hallinnan tavoitteena on estää tai minimoida seuraukset myrkyllisen, reaktiivisen, syttyvän tai räjähdyskelpoisen kemikaalin vuototapauksessa.

2.1 Onnettomuusmallit

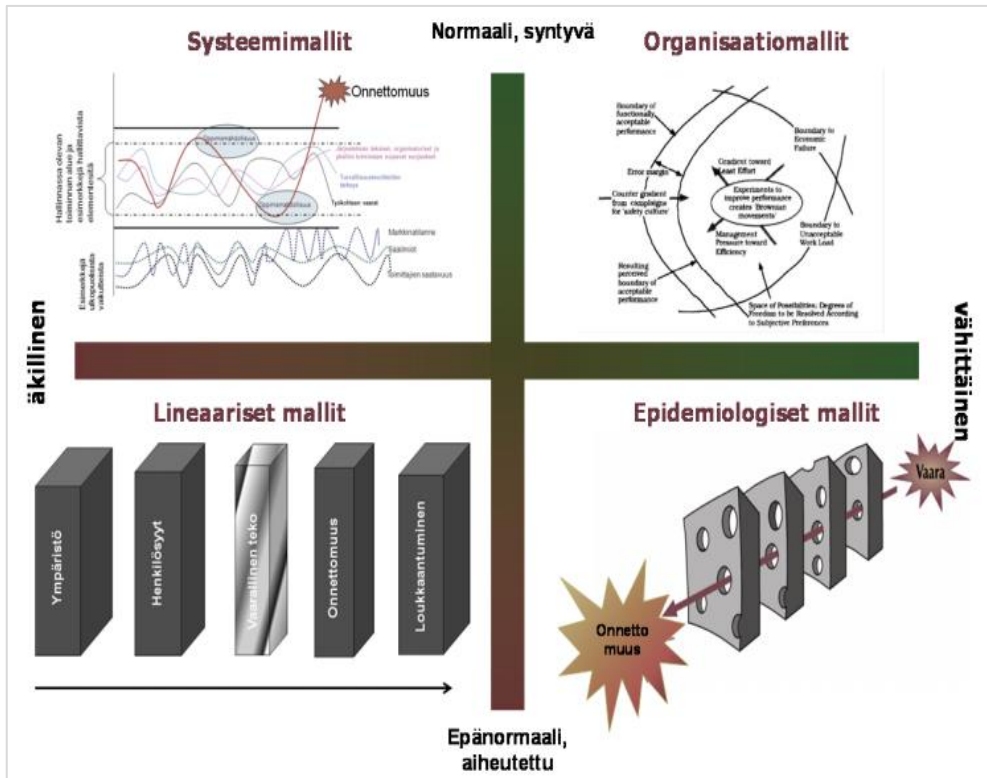
Qureshin (2008, s.1 - 2) mukaan onnettomuusmallit selittävät, miksi onnettomuuksia esiintyy. Malleja käytetään tekniikoina riskien arvioinnissa järjestelmän kehittämiseen. Nykyaikaisella teknologialla on merkittävä vaikutus onnettomuuksien luonteeseen, mikä edellyttää uusia syy-selittäviä mekanismeja onnettomuuksien ymmärtämiseksi sekä uusien riskinarviointitekniikoiden kehittämiseksi. Rasmussen ja Svedung (2000) kuvaavat onnettomuuden lineaarisena syy- ja tapahtumasarjana. Kuva 4 hahmottaa onnettomuusmallin, joka jakautuu viiteen tapahtumasarjaan, jonka keskellä sijaitsee vaarallinen tapahtuma. Joissakin tapauksissa voi olla vaikea määrittää, mistä tapahtumasta tapahtumasekvenssi olisi määriteltävä

vaaralliseksi tapahtumaksi. Mallin seuraava vaihe on tapahtumaketju, jossa kausaalisten sekvenssien osalta hyvin suunniteltujen järjestelmien on tarkoitus estää tai vähentää seurausten kehittymistä vaarallisen tapahtuman jälkeen. Näitä esteitä kutsutaan usein reaktiivisiksi esteiksi ja suojakeinoiksi. Tapahtumaketjun etenemiseksi esteissä on oltava "reikiä" tai ne eivät ole riittävän toimivia. Tapahtumaketjun etenemisen estämiseksi tulee olla sitten luotu uusia esteitä tai olemassa olevia tulee kyetä parantamaan. (Rausand 2011, s.141, 151)



Kuva 4. Rasmussenin ja Svendingin onnettomuusmalli (mukaiillen Rausand 2011, s.151).

Lähes kaikki riskien arviointitekniikat perustuvat lineaariseen kausaalisuhteeseen, jolla on huomattavia rajoituksia monimutkaisten järjestelmien mallinnuksessa ja analyysissä. Reimanin (2015, s.13) mukaan nykyaikaiset onnettomuusmallit perustuvat ajatukselle, että onnettomuuksilla on useita eritasoisia syitä. Syyt voivat olla ryhmän toimintatapoja, lähiesimiestoiminta, ylimmän johdon sitoutumista, teknologiaa ja sen käyttöä sekä jopa markkinataloutta käsitteleviä. Reiman on ryhmitellyt onnettomuusmallit lineaarisiin, epidemiologisiin ja systeemisiin malleihin, jotka on havainnollistettu kuvassa 5.



Kuva 5. Onnettomuusmallien jaottelu niiden ulottuvuuksien mukaan (Reiman 2015).

Yksinkertainen onnettomuusmalli perustuu ajatukseen, että onnettomuus kehittyy lineaarisessa järjestyksessä. Tapahtumille on olemassa jokin tekijä, eli tapahtumaketjun aiheuttaa esimerkiksi virhe tai epäonnistuminen. Yksinkertaisissa mallissa synn poistaminen estäisi onnettomuuden toistumisen. Lineaariset mallit eivät ota huomioon ympäristötekijöiden vaikutuksia, suojauksia tai organisaatiossa olevia latenteja tekijöitä. Lisäksi ne eivät myöskään huomioi, että onnettomuuksien syntymiseen vaikuttaa usein monta tekijää. (Reiman & Oewald 2008, s.191 - 193) Epidemiologisen mallin mukaan ongelmat syntyvät ylempien tason toiminnoissa. James Reasonin reikäjuustomalli (Swiss Cheese model) on tyypillinen esimerkki epidemiologisesta onnettomuusmallista. (Reiman 2015, s. 13) Epidemiologisen mallin mukaan onnettomuudet voidaan torjua erilaisilla teknisillä ja organisatorisilla suojauksilla, tapahtumien analysoinnilla sekä vahvalla turvallisuuskulttuurilla (Reiman & Oewald 2008, s.198 - 201).

Organisaatiomallien mukaan onnettomuudet syntyvät, kun organisaatiot ajan myötä rutinoituvat sekä normalisoivat ja yksinkertaistavat toimintaympäristöään, kunnes jokin havaittu

tai havaitsematon vaara toteutuu (Reiman 2015, s.12). Systemiset onnettomuusmallit pyrkivät kuvaamaan toimintaa koko sosioteknisen järjestelmän asteella sen sijaan, että pyrkisivät tunnistamaan syy-seuraussuhteita tai epidemiologisia seikkoja (Reiman & Oewald 2008, s.205). Sosioteknisissä järjestelmissä ihmiset ovat vuorovaikutuksessa tekniikan kanssa tulosten aikaansaamiseksi, joita ihminen tai teknologia eivät voi yksinään toteuttaa. Kompleksisten järjestelmien tutkiminen edellyttää ymmärrystä systeemien teknisten, inhimillisten, sosiaalisten ja organisatoristen näkökohtien vuorovaikutuksista ja keskinäisistä suhteista. (Quresh 2008, s.2)

Rausandin (2011, s.144 - 147) mukaan onnettomuuksien kehittyminen voidaan jakaa kolmeen määritelmään: ihminen, kalusto ja ympäristö. Ominaisuudet voidaan jakaa edelleen kolmeen määritelmään, jotka ovat aika ennen onnettomuutta, tapahtumisvaihe sekä tapahtuman jälkivaihe. Jälkivaiheessa oleellista olisi kyetä rajoittamaan vahinkojen kehittyminen sekä ryhtyä toimenpiteisiin vahinkojen korjaamiselle. Tapahtumisvaiheessa oleellista olisi muun muassa erottaa tapahtumasta vapautuva energia erilaisilla fysikaalisilla esteillä. CCPS (2003, s.8) kuvailee, että esimerkiksi tulipalossa kolme tekijää myötävaikuttavat tulipalon syttymiseen ja sen laajuuteen. Ensimmäinen koskee tekoa, laiminlyöntiä tai järjestelmän vikaa, joka mahdollistaa sytytyslähteen ja palavan aineen yhdistymisen. Toinen on mahdollisuus syttyneen palon laajenemiseen. Kolmantena tekijänä on palon sammutustoimet erilaisilla suojakeinoilla.

2.2 Riskienhallintatoimenpiteiden tyypit

Teollisuuslaitoksen riskienhallintateorioiden osa-alueet jakautuvat kahteen tai kolmeen osaan, joiden on tarkoitus kuvata erilaisia toimia riskin hallitsemiseksi. Käytännössä näillä tarkoitetaan toimia, joilla pyritään hallitsemaan ei-toivotun tapahtuman syntymistä sekä mahdollisten seurausten hallintaa tapahtuman ilmetessä. Britton (2016a) jakaa riskienhallintastrategiat kolmeen osaan, Riskienhallinnan eri strategiat voidaan jaotella ja kuvata taulukon 1 mukaisesti. Riskien valvomiseksi ja riskien vähentämiseksi Rausand (2011, s.133) määrittää riskienhallintatoimenpiteiksi kaksi päätyyppiä. Ensimmäinen käsittää ennaltaeh-

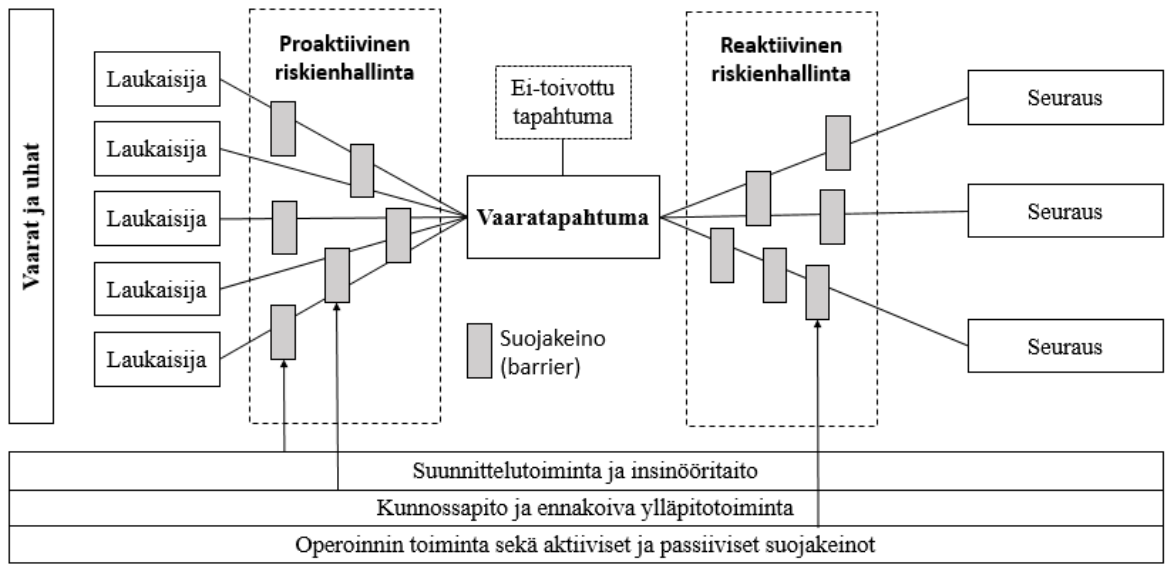
käisevät toimenpiteet yhden tai useamman vaarallisen tapahtuman todennäköisyyden vähentämiseksi. Ennalta estäviä toimenpiteitä kutsutaan myös proaktiiviseksi riskienhallinnaksi tai tapahtuman frekvenssin vähentämistoimenpiteiksi. Toinen osa-alue käsittää ei-toivotun tapahtuman lieventävät toimenpiteet, joilla pyritään välttämään tai vähentämään mahdollisen vaarallisen tapahtuman seurauksia. Osa-alueen toimenpiteitä kutsutaan myös reaktiiviseksi riskienhallinnaksi tai seurausten vähentämistoimenpiteiksi.

Taulukko 1. Riskienhallinnan strategian kolme päätyyppiä (mukaillen Britton 2016a).

	Reagoiva riskienhallinta	Proaktiivinen riskienhallinta	Predikatiivinen riskienhallinta
Määritelmä	Tunnistettuihin vaaratilanteisiin ja riskeihin kohdistuvat toimet.	Toimet, jotka käsittelevät havaitun vaaran tai vaarojen esiintymistä ennen kuin potentiaalinen vaara tapahtuu.	Menettelyt, joilla pyritään ennustamaan mahdollinen vaara ja riski.
Hallintatoimet	Kun vaara ilmenee, erilaisilla reaktiivisilla suojakeinoilla pyritään lieventämään onnettomuuden seurauksia. Vaarojen ja riskien esiintymisen jälkeen toteutetaan korjaavia toimenpiteitä, joilla estetään uusiutumisen.	Ennen kuin tunnistettu vaara ilmenee, luodaan toimenpiteitä estämään alkutapahtuma. Vaaratapahtumien ilmenemistä pyritään jatkuvasti estämään operointityössä ongelmien ja vaaratekijöiden tunnistamisella.	Nykytilanteen ja tulevaisuuden analysointi, jossa tunnistetaan mahdollisten sekä hypoteettisia tilanteita Toteutetaan tarkastelemalla ja analysoimalla olemassa olevia järjestelmiä ja prosesseja.

Brittonin (2016b) mukaan reagoivalla riskienhallinnalla tarkoitetaan kykyä reagoida nopeasti ei-toivottuihin tapahtumiin. Käytännössä se tarkoittaa kykyä lieventää seurauksia ja vaikutuksia, sopeutumiskykyä ja resilienssiä sekä päätöksentekokykyä. Rausandin (2011, s.133) mukaan reaktiivinen riskienhallinta on äärimmäisen tärkeää sekä uusille että jo kehittyneille turvallisuusohjelmille. Turvallisuusjärjestelmät, joilla ei ole vahvoja reaktiivisia riskienhallintastrategioita, altistuvat huomattaville riskeille. Reagoivan riskienhallinnan olennaisia osia ovat (1) seurausten lieventäminen vaaratapahtuman jälkeen; (2)

vahinkojen vähentäminen kriittisissä onnettomuustilanteissa; (3) nopea ja tehokas toiminta ei-toivottujen tapahtumien ilmetessä; ja (4) päätöksenteko uhkien ja vaarojen ilmetessä. Visuaalinen keino hahmottaa eroavaisuus proaktiivisen sekä reaktiivisen riskienhallinnan välillä on jakaa suojakeinot vaaratapahtuman molemmille puolille. Kuvassa 6 esitetään kaavio suojakeinojen erottamisesta vaaratapahtuman molemmille puolille.

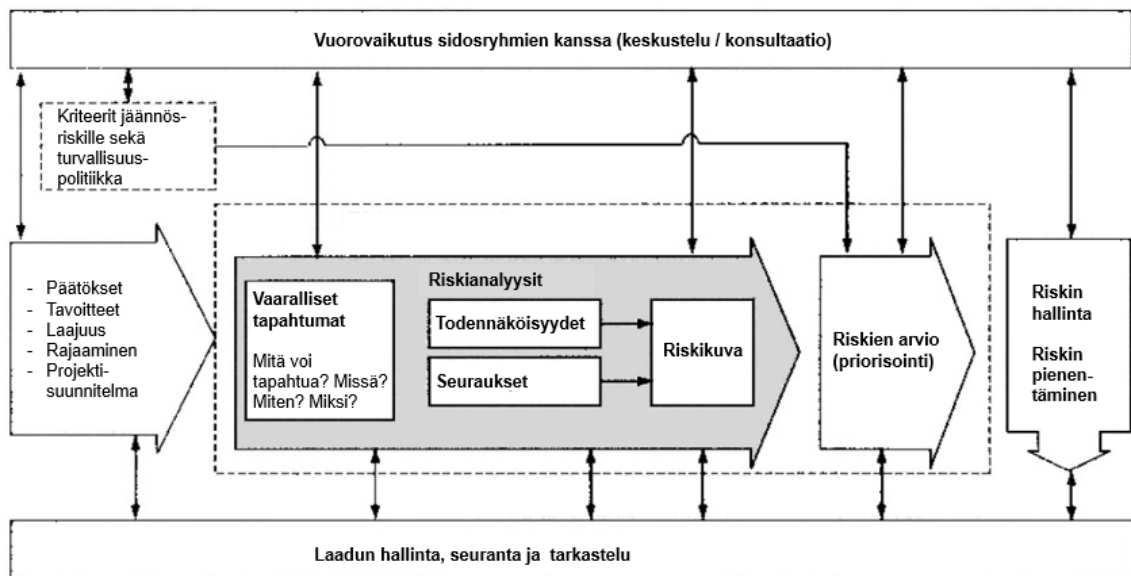


Kuva 6. Proaktiivisen ja reaktiivisen riskienhallinnan erottaminen Bow-tie diagrammilla (Rausand 2011, s.120)

Kaavio kuvaa tunnistetun vaarallisen tapahtuman, sen syyt ja seuraukset sekä esteet, joita on toteutettu todennäköisyyden vähentämiseksi vaarallisesta tapahtuman syntymisestä sekä sen vaikutusten lieventämisestä. Kaaviossa tulee huomioida, että jokaiselle vaaralliselle tapahtumalle on määritettävä oma kaavio. Kaavio kuvaa vaarat ja seuraukset sarjan tapahtumalinjojen kautta ja havainnollistaa reitit onnettomuuksiin. Suojakeinot ja esteet, jotka on toteutettu tai suunnitellaan toteutuvan, ovat yhteydessä tapahtumalinjaan, johon määritellyllä suojakeinolla on tehtävä. (Rausand 2011, s.119)

2.3 Riskienhallintajärjestelmät

Riskienhallintajärjestelmien toteutukset ovat perusluonteista toimintaa kemian, petrokemian ja öljynjalostuksen teollisuudessa. Yrityksen riskienhallinnan lähestymistapa heijastaa monesti organisaation uskomuksia ja arvoja. (CCPS 2003, s.8) Rausandin (2011, s.117 - 118) mukaan riskienhallinta tarkoittaa jatkuvaa prosessia, jonka tavoite on paljastaa, analysoida ja arvioida mahdollisia vaarallisia tapahtumia ja tunnistaa sekä ottaa käyttöön tehokkaita riskienhallintatoimenpiteitä, joilla eliminoidaan tai vähennetään mahdollisia haittoja ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle. Riskienhallinta tulee olla integroituna osaksi hyvää toiminnan johtamista. Riskienhallinnan elementteihin kuuluu kolme osa-aluetta, joita ovat riskianalyysi, riskien arviointi sekä riskien kontrollointi ja pienentäminen. Riskienhallintaprosessin liittyviä toimintoja on esitetty kuvan 7 mallissa.



Kuva 7. Riskienhallinnan elementit ja prosessi (Rausand 2011, s.118).

Rausandin (2011, s.121) mukaan riskienhallinnan ja siihen kytkeytyvien analyysien päätavoitteena on tukea päätöksentekoprosessia. Riskienhallinnan analyysieja ei tulisi toteuttaa ilman selkeää viittausta asiaan liittyvään päätöksentekoon. Päätöksenteon hyväksyntäkriteerit on määriteltävä selkeästi ennen riskianalyysin aloittamista. Ylimmän johdon osallistuminen

riskianalyysitavoitteiden määrittelyyn on tärkeä. CCPS (2007, s.24, 243 - 244) määrittää riskiperusteiden prosessiturvallisuuden koostuvan neljästä pääpilarista, joita ovat (1) sitoutuminen prosessiturvallisuuteen, (2) ymmärrys vaaroista ja riskeistä, (3) riskien hallinta sekä (4) tapahtumista ja kokemuksista oppiminen. Riskien hallinnan pilari koostuu yhteensä yhdeksästä RBPS:n elementistä (Taulukko 2). Elementtien on tarkoitus luoda käsitys siitä, miten jalostusprosesseja tulee operoida, tietää miten toteuttaa jalostusprosessien kunnossapitoa sekä teknistä ylläpitoa, hallita muutoksia sekä varautua vaaratilanteiden hallintaan ja hallita poikkeamia. Toiminnan johtamisjärjestelmät riskien hallinnan elementeille tulisi perustua toiminnanharjoittajan nykytilassa olevaan ymmärrykseen riskeistä. (CCPS 2007, s.24, 243 - 244)

Taulukko 2. Riskiperusteiden prosessiturvallisuuden hallintaelementit (CCPS 2007, s.24)

#	RBPS elementti
8	Operointimenettelyt
9	Turvalliset työmenettelyt
10	Laitteistojen eheys ja luotettavuus
11	Urakoitsijoiden hallinta
12	Koulutuksen ja suorituskyvyn varmuus
13	Muutosten hallinta
14	Operoinnin toimintavalmius
15	Toiminnallinen kurinalaisuus
16	Onnettomuuksien ja vaaratilanteiden hallinta

Riskiperusteisen prosessiturvallisuuden lähtökohtana toimivat onnettomuusskenaarioiden tunnistaminen sekä riskikuvan luominen, joiden perusteella rakennetaan prosessiturvallisuuden elementit. Talvitie (2018) määrittää merkittävimmäksi tekijöiksi suuronnettomuusvaarojen estämisessä toiminnanharjoittajan kyvyn tunnistaa käsittelemiensä kemikaalien vaarat, arvioida riskit sekä suhteuttaa toimintansa niiden mukaisesti. Säädökset edellyttävät, että toiminnanharjoittajalla on käytössä turvallisuusjohtamisjärjestelmä, joka pitää sisällään osaluokkia, joilla vaarat tunnistetaan ja hallitaan. Näistä tärkeimmät osa-alueet ovat riskien ar-

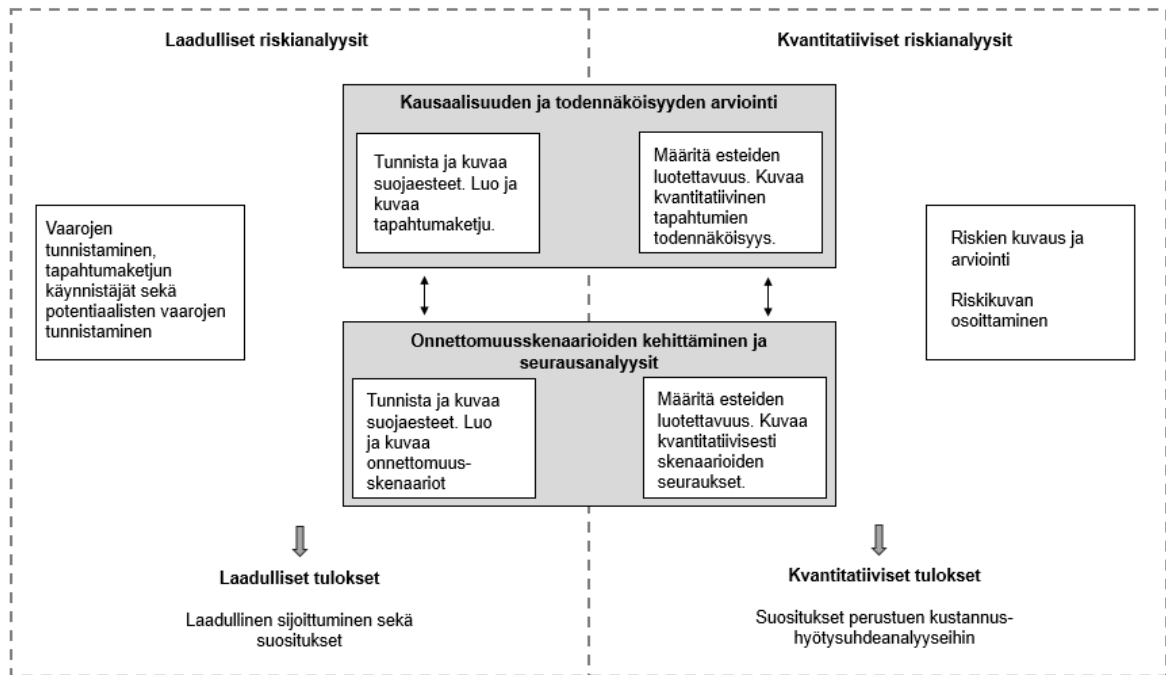
viointi, toimintojen ohjaus (ennakkohuollot ja kuntotarkastukset), muutosten hallinta, onnettomuuksiin varautuminen, suorituskyvyn tarkkailu (prosessiturvallisuusmittarit) sekä sisäiset auditoinnit ja katselmukset

Koko reaktiivisen riskienhallinnan suorituskyvyn voidaan katsoa käynnistyvän riskienhallinnan prosessista, jonka keskeisenä tavoitteena on tunnistaa toiminnassa esiintyvät ja oleelliset onnettomuusskenaariot sekä luoda toiminnasta siten kattava riskikuva. Suorituskykyisen prosessiturvallisuuden riskienhallinnan toteutus alkaa jo laitoksen sekä sen yksiköiden suunnitteluvaiheessa sekä jatkuu läpi koko sen elinkaaren. Keskeistä on onnettomuusskenaarioiden tunnistaminen ja kuvaaminen sekä riskienhallintatoiminnan mitoittaminen niiden mukaisesti.

2.4 Riskien ja onnettomuusskenaarioiden tunnistaminen

Tehokkaan sekä suorituskykyisen teollisuuslaitoksen riskienhallinnan kyvykkyys alkaa potentiaalisten riskien tunnistamisesta sekä oleellisten onnettomuusskenaarioiden kuvaamisesta. Rausandin (2011, s.121) mukaan riskianalyysijä ja riskinarviointeja voidaan luokitella eri tavoin, esimerkiksi laadullisesti ja kvantitatiivisesti. Laadullinen riskianalyysi käyttää sanoja tai kuvailevaa asteikkoa kuvaamaan havaittujen vaarallisten tapahtumien taajuutta ja näiden tapahtumien mahdollisten seurausten vakavuutta. Laadullista riskianalyysia voidaan käyttää muun muassa alustavien onnettomuusskenaarioiden tunnistamiseen, jotka vaativat yksityiskohtaisempaa analyysia tai kun saatavilla olevat tiedot ovat riittämättömiä kvantitatiivisen analyysin suorittamiseksi.

Semi-kvantitatiivisessa riskianalyysissä laadullisille asteikoille annetaan arvot. Arvot ja numerot voidaan yhdistää eri tavoin riskikuvan esittämiseksi. Tavoitteena on tuottaa yksityiskohtaisempi priorisointi, kuin mitä voidaan saavuttaa vain kvalitatiivista analyysia käyttäen. Tarkoitus ei ole määrittää realistisia arvoja riskeille, kuten kvantitatiivisessa analyysissä. Kvantitatiivinen riskianalyysi käyttää numeerisia arvoja taajuuksista, seurauksista ja vakavuudesta. Numeeriset arvot voivat tulla useista eri lähteistä. (Rausand 2011, s.123) Kuvassa 8 esitellään riskianalyysiprosessi laadulliselta sekä kvantitatiiviselta näkökulmalta.



Kuva 8. Laadullinen ja kvantitatiivinen riskienarvioprosessi (Rausand 2011, s.123).

Rausand (2011, s.124 - 125) jakaa riskianalyysien vaiheet 11 päävaiheeseen. Vaiheet seuraavat toisiaan. Vaiheet riippuvat analyysin laajuudesta ja tutkittavan kohteen monimutkaisuudesta. Vaiheet ovat loogisessa järjestyksessä, mutta jotkin vaiheista saattavat muuttua eri paikkaan riskianalyysin todellisessa suorituksessa. Kaikki vaiheet ja niiden väliset liitokset on esitetty liitteen 1 taulukossa. Olennaista reaktiivisen riskienhallinnan kannalta ovat vaiheet kolme, neljä, viisi, kuusi ja seitsemän. Vaiheessa kolme tunnistetaan vaaratapahtumat, mikä luo perustan sekä proaktiiviselle että reaktiiviselle riskienhallinnalle. Vaiheessa neljä määritetään tapahtumataajuudet, jonka avulla pyritään arvioimaan reaktiivisten suojakeinojen investointipanoja. Vaiheessa viisi seulotaan merkityksettömät skenaariot, jonka kautta saadaan relevantti listaus onnettomuusskenaarioista. Vaiheessa kuusi valitaan onnettomuusskenaariot, joihin halutaan varautua sekä vaiheessa seitsemän kuvataan seuraukset valituille skenaarioille. Kaiken kaikkiaan vaiheissa tunnistetaan toiminnassa esiintyvät vaarat ja uhat sekä määritetään kunkin skenaarion seuraukset. Lisäksi vaiheissa määritetään vaaratapahtumien arvioitu taajuus, kuvataan lopputapahtumat sekä määritetään relevantit onnettomuusskenaariot. Lopputuloksena syntyy tarkka seurausmäärittely kullekin lopputapahtumalle.

Merkittävin vaihe riskianalyysiprosessissa on vaarojen ja potentiaalisten vaaratapahtumien tunnistaminen. Mikäli vaaraa tai vaarallista tapahtumaa ei tunnisteta, sitä ei tule sisällytettyä riskianalyysiin. Onnettomuusskenaarioita tunnistettaessa jokainen vaarallinen tapahtuma on yhden tai useamman tapahtumasekvenssin lähtökohta. Mahdolliset tapahtumasekvenssit on tarkoitus tunnistaa ja kuvata tapahtumakaavion kautta. Jokainen polku esittää onnettomuusskenaariota. Kehitettäessä onnettomuusskenaarioiden hallintaa on olennaista määrittää mitkä reaktiiviset suojakeinot toteutetaan tapahtumaketjun pysäyttämiseksi tai seurausten lieventämiseksi. Tunnistettujen onnettomuusskenaarioiden määrää saattaa joissakin tapauksissa olla hyvin korkea, jolloin on oleellista määrittää relevantit ja tyypillisimmät skenaariot. Osa skenaarioista on tyypiltään samoja ja niillä on samat tai lähes samat seuraukset. Siksi on oleellista vähentää tapahtumien lukumäärää ja tutkia yksityiskohtaisesti vain joitain onnettomuustilanteita. Valittujen onnettomuusskenaarioiden seurausten määrittämisessä olennaista on selvittää, mitkä omaisuudet ovat uhattuna, mitkä suojakeinot on luotu estämään tai lieventämään vaikutusta lopullisesta tapahtumasta sekä mitkä resurssit myötävaikuttavat vaikutusten lieventämiseen. (Rausand 2011, s.127 - 130)

2.5 Laadulliset riskitarkastelut sekä erityisanalyysit

Riskikuvan luominen kuvaa toiminnassa esiintyvät riskit, mikä on kuvaus onnettomuusskenaarioista ja niihin liittyvistä frekvensseistä sekä seurauksista. Riskikuvalla on myös oleellinen merkitys kaavioiden laadinnassa ja määrittelyssä. (Rausand 2011, s.131) Laadulliset riskitarkastelut perustuvat osaavan henkilöstön kompetenssiin ja kokemukseen eikä niihin liity matemaattisia arvioita. PHA, What-If, Bow-Tie ja HAZOP-arvioinnit ovat yleisimpiä teollisuuden kvalitatiivisia menetelmiä, joita käytetään prosessin vaara-analyysihin. (Nolan 2011, s.84 - 86) Taulukossa 3 listataan öljynjalostusteollisuuden merkittävimmät laadulliset riskianalyysit, joilla luodaan perusta sekä onnettomuusskenaarioiden sekä riskien tunnistamiselle.

Taulukko 3. Tyypillisimmät laadulliset riskianalyysimenetelmät prosessiteollisuudessa (Nolan 2011, s.84 - 85).

Riskianalyysi	Kuvaus
HAZOP	Järjestelmällinen riskianalyysitekniikka, jonka tehtävänä on toteuttaa systemaattinen tarkastelu uusien tai olemassa olevien laitosten prosessista ja suunnittelusta. Tarkastelussa arvioidaan riskiominaisuudet, jotka johtuvat poikkeamasta suunnitteluspesifikaatioissa ja siitä aiheutuvista vaikutuksista. Analyysin tarkoituksena on tunnistaa sellaiset skenaariot, jotka voivat aiheuttaa vaaratilanteen tai toimintaongelman. Lisäksi arvioinnissa käsitellään vaaran seurauksia ja toimenpiteitä vaaratilanteen pienentämiseksi.
What-If analyysi (WIA)	Arviointimenetelmä, jossa tarkoitus on asiantuntijoiden toimesta esittää ”mitä jos” tutkintakysymyksiä. Mikäli on epäilyksiä mahdollisista ei-toivotuista tapahtumista, menetelmässä luodaan suosituksia tunnistettujen vaarojen lieventämiseen.
Suojausanalyysin tasot (LOPA)	Menetelmä haitallisen lopputuloksen todennäköisyyden analysoimiseksi, joka aloitetaan ei-toivotusta tapahtumasta ja epäonnistumisen todennäköisyydestä läpi useiden itsenäisten suojakerrosten ketjussa, jotka pystyvät estämään haitallisen lopputuloksen.
Bow-tie menetelmä	Menetelmä on kolmen tavanomaisen arviointijärjestelmän yhteensovitus, joita ovat vikapuuanalyysi (FTA), kausaalisten tekijöiden kartoittaminen ja tapahtumapuuanalyysi. Nykyiset suojatoimet tunnistetaan ja niiden riittävyys arvioidaan. Skenaarioiden uskottavat tapahtumat ja seuraukset kuvataan kaaviossa ei-toivotun tapahtuman jälkeisellä puolella ja kuhunkin tapahtumaan on liitetty suojatoimet. Menetelmän merkittävä ominaisuus on sen visuaalinen muoto. Arviota käytetään tyypillisesti silloin, kun tulee osoittaa, että vaaroja hallitaan. Lisäksi erityisesti silloin, kun on tarpeen havainnollistaa turvallisuusjohtamisjärjestelmässä yhteys turvallisuuden hallinnan ja sen elementtien välillä.
Alustava vaara-analyysi (PHA)	Turvallisuusarviointitekniikka, joka toteutetaan tapahtumasekvenssianalyysinä, jossa arvioidaan potentiaalisen vaaratilanteet ja niiden toteutuminen ei-toivotuksi tapahtumaksi. Menetelmässä haitalliset tapahtumat tunnistetaan ensin ja sitten analysoidaan erikseen. Jokaisen ei-toivotuun tapahtumaan tai vaaraan määritetään parannukset tai ennaltaehkäisevät toimet. Menetelmän tulos antaa perustan sille, mitä vaaraluokkia olisi tarkasteltava tarkemmin ja mitkä analyysimenetelmät ovat sopivimpia.

Tyypillisimpien laadullisten riskianalyysien lisäksi öljynjalostusteollisuudessa on myös oleellista toteuttaa erilaisia erityistarkasteluita, joiden avulla esimerkiksi varmistetaan lai-

toksen kyky suorittaa toimintaa tehokkaasti vaaratilanteessa. Arviointeja käytetään perusteina turvallisuusjärjestelmien toteuttamiseen tai poistamiseen. Erityisanalyysit valmistellaan kvantitatiivisesta riskianalyyseistä ja esitetään sitten kokonaisriskiskenaario. Taulukossa 4 on listattu reaktiiviseen riskienhallintaan kytkeytyviä erityisanalyysien malleja. (Nolan 2011, s.86 - 88)

Taulukko 4. Riskiperusteiset erityisanalyysit ja tarkastelut (Nolan 2011, s.86 - 88).

Analyysi	Kuvaus
Vuotolaskelmat	Mahdollisen hiilivetyjen vapautumisen todennäköisyys sekä määrä, joka voi tapahtua valituista prosesseista tai sijainneista. Yleensä todennäköisimmin korkean riskin aineet (eli erittäin myrkylliset tai palavat kaasut) valitaan riskiarvioinneille.
Palavan kaasun vapautuminen	Malli palavien kaasujen vapautumisen todennäköisyydestä, sijainnista ja etäisyydestä, kunnes laimennus pienentää pitoisuutta alle alemman syttymisraja-arvolle (LEL) tai sitä ei enää pidetä syttyvänä (määritellään tyypillisesti 50 prosentiksi LEL: stä).
Räjähdyspaine	Laskelma räjähdyspaineen voiman määrästä, joka voidaan olettaa ilmenevän poikkeamatapahtuman perusteella syttyvän kaasun vapautumisesta. Kuvataan ylipaineen säteeksi aloituskohdasta, kunnes ylipaineen suuruus ei ole enää merkittävä (< 0,02 bar).
Paloveden luotettavuus	Matemaattinen laskelma palovesijärjestelmän kyvystä tuottaa sammutusvettä tarpeiden mukaisesti.
Palomallinnukset	Matemaattinen arviointimalli, joka kuvaa lämmön, liekin ja savun leviämistä sekä palon kestoa ja laajuutta, joka voi syntyä palavan materiaalin vapautumisesta ja syttymisestä. Näiden arvioiden tuloksia verrataan suojausmekanismeja vastaan (esim. palovesi, palonsuojaus).
Hätäevakuointimallinnus	Tarkastelu mekanismeista, paikoista ja aika-arvoista, jotta kaikkien henkilöiden tehokas poistuminen välittömältä vaara-alueelta tai laitokselta voidaan toteuttaa.

Riskienhallintaprosessiin sekä siihen kytkeytyviin riskianalyysihin sekä erityistarkasteluihin sisältyy peruseriaatteita öljynjalostuksen toimialalla sekä olemassa oleviin laitoksiin että uusiin hankkeisiin, joita ovat Nolanin (2011, s.83 - 84) mukaan laitoksen määritelmä, jossa tunnistetaan laitoksen yleinen kuvaus, johon kuuluvat muun muassa tiedot tuotannosta, henkilöstöstä, perusprosessin ohjauksesta, hätäpysäytysjärjestelmistä, palontorjuntastrategiasta sekä vaarallisten aineiden koostumuksista. Lisäksi perusteisiin kuuluvat

vaarojen tunnistaminen, joita ovat esimerkiksi listaukset palavista materiaaleista jalostusprosessissa sekä varastoinnissa. Seurausmallinnukset sekä vaikutusten arviointi ovat olennainen osa perusteita. Reagoivan riskienhallinnan näkökulmasta tärkeää on lisäksi turvatoimenpiteiden vaikutusten arviointi, jossa toteutetaan arvio eri suojajärjestelmien kerrosten vaikutusten lieventämisvaikutuksista.

3 REAKTIIVISET ESTEET JA VAARATILANNEVALMIUS

Turvallisuuskriittisen sekä öljynjalostustoiminnan laadukkaan riskienhallintatoimien lisäksi onnettomuuksien estämiseen, seurausten lieventämiseen sekä toimiin suuronnettomuuden uhatessa velvoittaa kansallinen sekä kansainvälinen lainsäädäntö. Vaarallisten kemikaalien käytöstä on aiheutunut useita suuronnettomuuksia. Säädännölliset toimenpiteet EU:ssa ovat vaikuttaneet merkittävästi myös Suomessa kansallisen lainsäädännön sisältöön ja viranomaisten valvontatoimintaan. (Turvallisuustekniikan neuvottelukunta 2017, s.3) Erilaisiin menettelyihin velvoittaa sekä lainsäädäntö että yhtiön omat sisäiset velvoitteet, joilla pyritään mahdollisimman tehokkaaseen prosessiturvallisuuden hallintaan.

3.1 Lainsäädännöllisiä velvoitteita

Direktiivi 2012/18/EU (SEVESO III) määrittää velvoitteita suuronnettomuusvaaralliselle laitokselle. Direktiivin mukaan toiminnanharjoittajilla tulee olla yleinen velvoite toteuttaa kaikki tarvittavat toimenpiteet, joilla ehkäistään ennakolta suuronnettomuudet, lievennetään seurauksia ja korjataan onnettomuuden jälkiä. Kemikaaliturvallisuuslain (390/2005) kautta toteutuu SEVESO III direktiivin velvoitteet ja lain tarkoituksena on edistää yleistä turvallisuutta ja torjua vaarallisten kemikaalien käytöstä aiheutuvia henkilö-, ympäristö- ja omaisuusvahinkoja. Kemikaaliturvallisuuslaki määrittää, että toiminnanharjoittajan on ryhdyttävä kaikkiin tarpeellisiin toimiin onnettomuuksien ehkäisemiseksi sekä ihmisten terveydelle ja ympäristölle sekä omaisuudelle aiheutuvien seurausten rajoittamiseksi. Kemikaaliturvallisuuslain mukaan turvallisuusselvitys tulee laatia tuotantolaitoksessa, jossa vaarallisten kemikaalien käsittelystä ja varastoinnista voi aiheutua suuronnettomuus. Valtioneuvoston asetuksen 685/2015 mukaan toiminnanharjoittajan tulee turvallisuusselvityksessä esittää selvitys siitä, että tuotantolaitoksessa on tunnistettu suuronnettomuuden vaarat sekä ryhdytty tarpeellisiin toimiin niiden ehkäisemiseksi ja tällaisten onnettomuuksien ihmisille, ympäristölle ja omaisuudelle aiheuttamien seurauksien rajoittamiseksi.

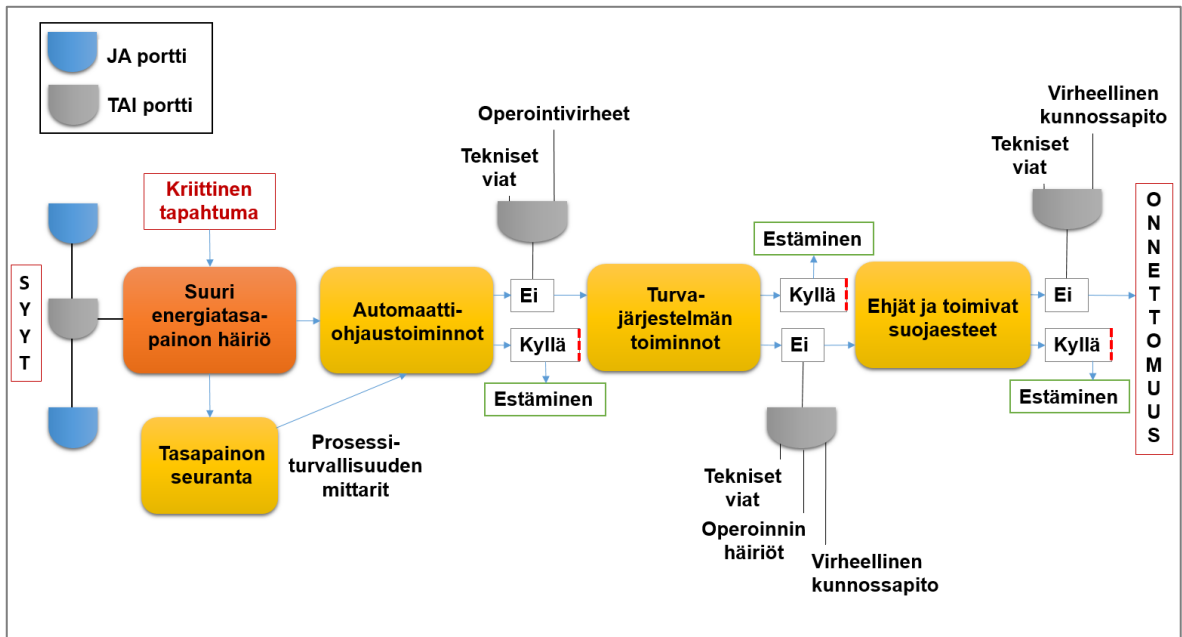
Pelastuslain (379/2011) yhtenä tavoitteena on, että onnettomuuden uhatessa tai tapahduttua ihmiset pelastetaan, tärkeät toiminnot turvataan ja onnettomuuden seurauksia rajoitetaan tehokkaasti. Toiminnanharjoittajan omatoiminen varautuminen on varautumista onnettomuuksiin ja normaaliolojen häiriötilanteisiin. Pelastuslaki velvoittaa toiminnanharjoittajaa omatoimiseen varautumiseen, jossa on ehkäistävä vaaratilanteiden syntymistä sekä varauduttava henkilöiden, omaisuuden ja ympäristön suojaamiseen vaaratilanteissa. Toiminnanharjoittajan on varauduttava tulipalojen sammuttamiseen ja muihin sellaisiin pelastustoimenpiteisiin, joihin ne omatoimisesti kykenevät sekä ryhdyttävä toimenpiteisiin poistumisen turvaamiseksi tulipaloissa ja muissa vaaratilanteissa.

3.2 Prosessiturvallisuuden reaktiiviset suojakeinot

Ihmisiä, infrastruktuuria ja ympäristöä koskevat suuronnettomuudet ovat Reasonin (1997, s.2 - 9) mukaan entistä todennäköisempiä, sillä ihmisen ja teknologian vuorovaikutus on yleistynyt innovatiivisesta teknologiasta johtuen. Jokaisella organisaatiolla tulee olla suojaus ja esteitä menetyksien estämiseksi. Suojauksissa on kuitenkin heikkouksia ja ne ovat koko ajan pienessä liikkeessä, mikä aiheuttaa toiminnassa mahdollisia puutteita. Svenson (2000, s.9) määrittää reaktiivisten suojakeinojen olevan toimintoja, jotka pystyvät pysäyttämään vaaratilanteen ja tapahtumaketjun etenemisen. Suojakeinot ovat esteitä toteuttavia järjestelmiä, joita voivat olla operaattori, toimintamenettelyohje, fyysinen erotus tai esimerkiksi hätäohjausjärjestelmä. Sama suojakeinotoiminto voidaan suorittaa erilaisilla estojärjestelmillä, kuten operaattorilla tai teknisellä järjestelmällä. Vastaavasti sama estojärjestelmä voi suorittaa erilaisia toimintoja. Esimerkiksi operaattori, joka kykenee suorittamaan lukuisia erilaisia estotoimintoja, jotka kohdistuvat eri osajärjestelmien suojaamiseen.

Qureshi (2008, s.11 - 14) määrittelee, että korkean luotettavuuden järjestelmillä tulee olla useita reaktiivisia suojakerroksia. Kuva 9 hahmottaa syy-seurausdiagrammin useilla suojakerroksilla ja esteillä. Osa on rakenteellisia, kuten hälytykset, fyysiset esteet tai automaattiset sammutusjärjestelmät. Osa koostuu ihmisten käyttäytymisestä sekä toiminnasta ja osa taas riippuu menettelytavoista sekä hallinnollisista toteutuksista. Ihanteellisessa maailmassa kaikki proaktiiviset suojakerrokset ovat ehjät ja estävät vaarallisen tapahtuman. Todellisessa

maailmassa suojaukset voivat kuitenkin huonontua ajan myötä. Esimerkiksi muutos tai uudelleensuunnittelu voi heikentää tai poistaa ennalta estäviä suojauksia. Tapahtumaketjun integrointi Reasonin reikäjuustomalliin sosioteknisissä järjestelmissä, jossa teknologia ja tekniikka ovat tiiviisti integroitu ihmisen toimintaan, lisää ymmärrystä erilaisten suojakeinojen luomiseen. Ymmärryksen lisäämiseksi suojajärjestelmät voidaan hajottaa kerroksiksi.



Kuva 9. Syy-seuraus diagrammi moninkertaisilla suojaesteillä (mukailten Qureshi 2008 s.22).

Erilaiset esteet ja suojakeinot ovat avainasemassa turvallisuuden monimutkaisissa järjestelmissä, erityisesti suuronnettomuusvaarallisessa toiminnassa. Reaktiiviset riskienhallintakeinot sekä suojatoimet kemianteollisuudessa noudattavat yleisiä periaatteita, joita ovat ei-toivotun tapahtuman tapahtumaketjun etenemisen estäminen, vaaratilanteen laajenemisen estäminen, prosessin eristäminen sekä hätäevakuointi. Perusvaatimusten toteuttaminen tulee olla jo osa laitossuunnittelua. (Nolan 2011, s.23) Ei-toivottujen tapahtumien eteneminen erilaisiksi seurauksiksi, kuten laaja kemikaalivuoto, tulipalo tai ihmisen loukkaantuminen tulisi estää mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Rausand (2011, s. 144) luokittelee suojakeinot ja esteet neljään kategoriaan, joita ovat (1) fyysiset suojakeinot, (2) toiminnalliset suojakeinot, (3) menettelyt sekä (4) aineettomat keinot, kuten lainsäädäntö, säännöt ja kulttuuriset

normit. Suojakeinojen ja tapahtumaketjun esteanalyysija tulisi suorittaa hallinnollisten, johdolliset ja fyysisten ominaisuuksien tunnistamiseksi, jotka voivat estää tai minimoida onnettomuuden todennäköisyyden ja vakavuuden.

Reaktiivisten suojakeinojen toteutusta tulee suunnitella sekä laitoksen suunnitteluvaiheessa että turvallisuustekniikan ja -toimintatapojen kehittyessä jatkuvasti. Nolanin (2011, s.27) mukaan useimpien öljy- ja kemikaalilaitosten suojakeinot perustuvat prosessin sisäisiin turvallisuus- ja valvontaominaisuuksiin, laitoksen suunnittelujärjestelyihin ja prosessin hätäpysäytykseen. Näitä ominaisuuksia käytetään välittömästi vaarallisen tapahtuman aikaan. Passiivisia ja aktiivisia räjähdys- ja palontorjuntatoimenpiteitä sovelletaan ei-toivotun tapahtuman jälkeen. Suojatoimenpiteitä toteutetaan, kunnes niiden kapasiteetti tapahtuman aikana on käytetty loppuun tai onnettomuustilanne on saatu haltuun.

Onnettomuuksien seurausten lieventämisen näkökulmasta Tukes näkee Talvitien (2018) mukaan tärkeäksi asiaksi öljyjalostamolla vaaratilanteen tai vaarallisen olosuhteen nopean havaitsemisen, joka perustuu esimerkiksi erilaisiin ilmaisimiin sekä operaattoreiden kykyyn tunnistaa poikkeavat tilanteet. Lisäksi esimerkiksi prosessilaitteistojen automaatiotasoa tulisi olla sellainen, että onnettomuuteen vaikuttavat energiat voidaan vähentää minimiin. Automaattisesti käynnistettävät ja kauko-ohjattavat sammutus- ja muut hätätilanteessa tarvittavat laitteistot ovat olennaisia vahinkojen minimoinnin kannalta ja keskeisiä teknisiä järjestelmiä prosessin häiriö- ja onnettomuustilanteissa.

Reaktiivisten suojakeinojen tulee perustua tunnistettuihin prosessiturvallisuusriskeihin sekä onnettomuusskenaarioihin peilaten. Rausandin (2011, s.365) mukaan prosessilaitoksella on tulipalo- ja räjähdysonnettomuuksille tyypillisiä suojakeinoja kuten palo- ja kaasuntunnistusjärjestelmät ja hätäjähdytysjärjestelmät, järjestelmät sytytyslähteiden ja ilmanvaihdon eristämiseksi, tulipalo- ja räjähdysseinät, passiivinen palontorjunta, sammutus- ja savunpoistojärjestelmät, paineentasausjärjestelmät sekä evakuointijärjestelmät. Nolan (2008, s.28) määrittää hierarkkisesti suojakerrokset, joita tavallisesti toteutetaan prosessiteollisuuden laitoksella. Suojakerrokset ja niiden käytettävyys etenee kronologisessa järjestyksessä ja niiden käyttöaika on riippuvainen onnettomuustyyppistä ja sen vakavuudesta. Lista suojakerroksista hierarkkisessa järjestyksessä on kuvattu taulukossa 5.

Taulukko 5. Suojatasojen hierarkkisuus ja ominaisuudet (Nolan 2011, s.28)

#	Suojaustason ominaisuus	Tyypillinen käyttö-aika	Onnettomuuden mahdollinen seuraustaso
1	Perusprosessisuunnittelu (esim. varastot, hyödykkeet, jalostusprosessit)	jatkuvasti toiminnan aikana ja hätätilanteissa	-
2	Hallintalaitteet, prosessihälytykset ja operaattorien valvonta	jatkuvasti toiminnan aikana ja hätätilanteissa	-
3	Kriittiset hälytykset, operaattorin valvonta ja prosessinohjaus	jatkuvasti toiminnan aikana ja hätätilanteissa	Ei seurausta tai lievä
4	Prosessin hätäpysäytys (ESD) toiminto: eristäminen, virrankatkaisu, paineenalennus	0-15 minuuttia tapahtumahetkestä	Lievät Merkittävät
5	Fyysiset prosessin suojatoimenpiteet (esim. päästöventtiilit, prosessin eheysominaisuudet)	0-2 tuntia tapahtumahetkestä	Merkittävät
6	Laitoksen passiiviset suojatoimenpiteet (esim. laajenemisen estäminen, vallit, sijoitukset, palon kesto)	0-4 tuntia tapahtumahetkestä	Merkittävät Vakavat
7	Laitoksen vaaratilannevalmius (esim. kiinteät palontorjuntalaitteet, pelastustoiminta)	0-4 tuntia tapahtumahetkestä	Vakavat Katastrofaaliset
8	Pelastuslaitoksen vaaratilannevalmius ja pelastustoiminta	0-24 tuntia tapahtumahetkestä	Katastrofaaliset

3.2.1 Passiiviset ja aktiiviset suojakeinot

Prosessipalot jatkuvat ja voivat pahentua, kunnes polttoaineen virtaus pysähtyy, polttoaine kuluu kokonaan tai tulipalo sammuu. Syttyvän tai myrkyllisen aineen vuototilanteessa erilaisilla passiivisilla ja aktiivilla suojakeinoilla on oleellinen merkitys seurausten rajoittamiseksi, lieventämiseksi sekä suuronnettomuuden estämiseksi. Kemikaalivuodon rajaaminen eristämällä on oleellinen suojakeino vuototilanteessa. CCPS (2003, s.123 - 124) mukaan eristysventtiilejä käytetään vähentämään tai eristämään syttyviä kaasuja tai nesteitä. Venttiilit tulisi asentaa kaikkiin vaarallisten aineiden linjoihin, jotka tulevat tai lähtevät laitoksesta, jotta yksikkö voidaan eristää vuoto- tai palotilanteessa. Lisäksi laitteissa, kuten pumpuissa, kompressoreissa ja säiliöissä, joissa on syttyvää kaasua tai nestettä, tulisi olla hätäpoisto-

venttiileitä aineen virtauksen pysäyttämiseksi vuotoilanteessa. Oleellisia ovat lisäksi erilaiset paineenalennusjärjestelmät. Kun esimerkiksi säiliön pinta altistuu äärimmäiselle lämmölle ulkopuolelta ja sisäpuolelta kaasulle, metallin lämpötilat voivat saavuttaa tasoja, joissa sen lujuus pienenee siten, että murtuminen voi tapahtua vaikka paine ei ylitä varoventtiilin painerajaa.

Passiiviset suojausjärjestelmät on yleensä toteutettu rakenteellisin ratkaisuin, joiden ansiosta rakenteet kestävät esimerkiksi lämpökuormitusta laskelmoidun ajan. Tavoitteena on suojata rakenteita ja ihmisiä siten, että estetään palon leviäminen, rakenteet pysyvät vakaana sekä varmistetaan poistumismahdollisuus ihmisille. Tyypillisiä ratkaisuja passiivisille suojakeinoille ovat laitoksen sijoitus, palon leviämisen estäminen rakenteiden ulko- ja sisäpinnoilla, jakaminen palosuojausyksiköihin (palo-osastot), kantavat rakenteet ja palosuojaus sekä palomuurit. Laitoksen yksiköiden sijoituksen ja layoutin tarkoituksena on suunnitella sijainti siten, että se minimoi henkilövahinkoja, yleisiä omaisuusvahinkoja ja liiketoiminnan keskeytyksiä, jotka johtuvat mahdollisista myrkyllisen kemikaalin vuotoista, tulipaloista ja räjähdyksistä. (CCPS 2003, s. 140 - 141)

Erilaiset palon leviämisen estävät seikat suojauksissa tulee ottaa CCPS (2003, s.142 - 143) mukaan huomioon, kun välimatka ei ole riittävä ja vaaroja ei kyetä torjumaan riittävästi aktiivisten palontorjuntalaitteiden avulla. Palonsuojauksella tarkoitetaan palonkestoa lisäävää elementtiä, jolla viivästytetään lämmön siirtymistä määritellylle pinnalle. Palonkestävyys on passiivisen palonsuojauksen muoto, joka suojaa voimakasta ja pitkäaikaista lämpöaltistusta vastaan, joka voi aiheuttaa teräksen ja suojaamattomien laitteiden heikkenemisen. Ensisijaisena tarkoituksena on parantaa laitteiden sekä rakenteiden kykyä säilyttää eheys, kunnes palo sammuu poistamalla polttoaineen lähteen tai aktiivisten palontorjuntamenetelmien kautta.

Aktiivisille suojausmenetelmille on tyypillistä, että ne aktivoituvat ei-toivotun tapahtuman seurauksena tai ihmisen toimesta. Tekniset suojaukset on asennettava sekä tarkastettava ja niitä on huollettava, jotta voidaan varmistaa niiden luotettavuus laitoksen koko elinkaaren ajan. Esimerkiksi aktiiviset palosuojaukset antavat tavallisesti hälytyksen tulipalon sattu-

essa. (CCPS 2003, s. 166) Aktiivisia suojakeinoja erityisesti palontorjuntaan voidaan toteuttaa automaattisilla tai manuaalisilla järjestelmillä. CCPS (2003, s.122) mukaan automaattinen aktivointi on järjestelmä, jossa palosuojauslaitteet on integroitu järjestelmään ja jossa havaitsemisjärjestelmä on suunniteltu aktivoitumaan automaattisesti palon havaittuaan. Automaattisen aktivoinnin etu on vasteajan minimoinnin viivästys ja siten merkittävästi pienentää palon kehittymistä. Manuaalinen aktivointi edellyttää, että ihminen aktivoi järjestelmän esimerkiksi painamalla painiketta tai avaamalla venttiilin havaitessaan palon tai saatuaan signaalin automaattisesta havaitsemisjärjestelmästä. Manuaalisten järjestelmien etuna ovat alhaisemmat kustannukset ja niiden monimutkaisuus on vähäisempi. Manuaaliset järjestelmät saattavat kuitenkin johtaa merkittävään aktivoinnin viivästymiseen.

Aktiivisia palontorjunnan suojakeinoja ovat erilaiset havaitsemisjärjestelmät sekä palon sammutukseen tai kaasupilven laimentamiseen liittyvät sammutusjärjestelmät. Palontorjuntajärjestelmän ja siihen liittyvien laitteiden laajuus ja kapasiteetti tulisi perustua oletukseen, että vain yksi suuri tulipalo ilmenee kerrallaan. Teollisuuslaitoksen palovesijärjestelmä voi perustua luonnon vesistä (meri, järvi, joki) saatavaan paloveteen tai säilöihin sekä vesialtasiin tai kunnalliseen vesijärjestelmään. Tyypillisesti merivesi luo rajoittamattoman palovesitarjonnan, mutta se voi aiheuttaa korroosiota putkistossa. Korroosion mahdollisuutta voidaan vähentää, jos meriveden otto otetaan huomioon järjestelmän suunnitteluvaiheessa. (CCPS 2003, s.166 - 167)

Sammutus- ja paloveden suurin mahdollinen tarvemäärä tulee perustua suurimpien vaatimusten mukaisen yksittäisen tulipalon laskemiin. Paloluokitusanalyysin tulisi toimia perustana palovesimäärän tarpeille. (CCPS 2003, s.169) Sammutusveden jakelu käsittää palovesilinjat ja -putkistot, venttiilit ja laitteet sekä palopostit. Palovesiverkosto tulee olla suunniteltu käsittelemään tarvittavia paineita palopumppujen avulla. (CCPS 2003, s.170, 173) Paloveden pumppauskapasiteetin tulisi olla riittävä antamaan tarvittava määrä vettä vaaditulla paineella paloalueille (CCPS 2003, s.175).

Erilaisten paloilmaisimien ja kaasutunnistimien on tarkoitus havaita alkanut vaaratapahtuma mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Talvitien (2018) mukaan nopea kyky havaita vaara-

tilanne on oleellinen elementti seurausten lieventämisessä. Erilaiset ilmaisimet ja operaattoreiden kyky tunnistaa poikkeavat tilanteet ovat tärkeitä. CCPS (2003, s.182 - 183) mukaan teollisuuslaitoksella tulisi olla järjestelmä, jossa havaitsee tulipalot ja antaa palohälytyksen. Havaitsemislaitteiden tulee soveltua mahdolliselle tulipalotyypille. Väärien tai heikkojen ilmaisinjärjestelmien seurauksena voi olla joko hidas vaste tai suuri määrä erheellisiä hälytyksiä. Aluekaasuilmaisimen tarkoituksena on CCPS (2003, s.193) mukaan havaita riittävän suuria kaasupilviä, jotka voivat syttyä aiheuttaen vaurioita palo- tai räjähdyspaineen seurauksena.

Palon sammuttaminen voi perustua tekniseen järjestelmään tai pelastustoiminnassa toteutettuun sammutustaktiikkaan. CCPS (2003, s.196) määrittää, että sammutusjärjestelmän toimivuus perustuu riittävään ja luotettavaan veden saantiin, järjestelmän automaattiseen käyttöön, tehokkaisiin vesisuihkumalleihin sekä hälytyksiin, jotka ilmaisevat järjestelmän toiminnan tai toimintahäiriön. Lisäksi tehokkaan toiminnan kannalta oleellista on tehokas huolto ja testaus. Automaattisia sprinklerijärjestelmiä on märkäjärjestelminä sekä kuivajärjestelminä. Vesisumujärjestelmät on tarkoitettu tulipalojen nopealle tukahduttamiselle käyttämällä vettä, joka päästetään täysin suljettuihin ja rajoitettuihin tiloihin (CCPS 2003, s.207). Vesisuihkutusjärjestelmiä käytetään suojaamaan kaasumaisia vaaroja vastaan sekä neste-mäisten palavien materiaalien ja palavien kiinteiden aineiden vaaroja vastaan. Järjestelmä voidaan asentaa tietyn alueen tai erityisten laitteiden suojaamiseksi palotilanteessa. (CCPS 2003, s.202)

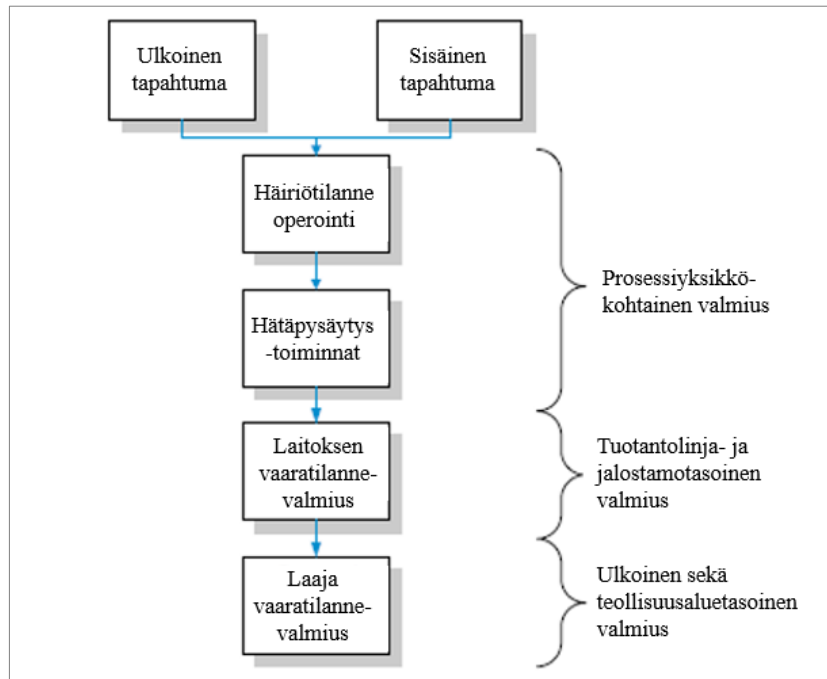
Vaahtojärjestelmissä vaahtoa käytetään ensisijaisesti pintapalojen sammuttamiseen, jotka sisältävät nesteitä ja jotka ovat kevyempiä kuin vesi. Vaahtoja voidaan käyttää eristämään ja suojaamaan säteilylämmön altistumista vastaan. Vaahtojärjestelmillä on enemmän komponentteja, jotka vaativat enemmän huoltoa ja ovat jonkin verran vähemmän luotettavampia kuin vain vettä sisältävät järjestelmät. (CCPS 2003, s.209) Vaahto-veispinklerijärjestelmä on käytännössä sama kuin vesispinklerijärjestelmä. Järjestelmästä voi virrata joko vettä tai vaahtoa tehokkaasti. Järjestelmä soveltuu erityisesti sammutusjärjestelmänä palavien nesteiden tulipaloissa. (CCPS 2003, s.219)

3.3 Vaaratilanteiden hallinta ja varautuminen

Huolimatta siitä, kuinka hyvin suunniteltu ja operoitu teollisuuslaitos on, riski ennalta arvaamattomalle vaara- tai hätätilanteelle on aina olemassa, jolloin tarvitaan välitöntä vaaratilannevalmiutta. Hätätilannetoiminta ja vaaratilannevalmius käsittävät aina ihmisten toimintaan liittyviä elementtejä, jolloin on välttämätöntä ymmärtää miten ihmiset reagoivat hätä- ja vaaratilanteessa. (Sutton 2010, s.543 - 544) Suurpalot, räjähdykset ja myrkyllisten aineiden vuodot ovat harvinaisia tapahtumia. Toiminnanharjoittajien tulee tarkkaan suunnitella vaaratilannevalmius, kouluttaa henkilöstöä sekä hankkia tarvittava vastekalusto. Keskeisiä periaatteita arvioitaessa vaaratilanteiden hallintaelementin toiminnanohjausjärjestelmää ovat luotettavien käytäntöjen toteuttaminen, varautuminen vaaratilanteisiin sekä määrääjain testata suunnitelmien riittävyttä ja varautumisen nykytilanteen tasoa. (CCPS 2007, s.513) Organisaation vaaratilannevalmiuden kyvykkyydellä on merkittävä vaikutus seurausten lieventämiseen ja suuronnettomuuden estämiseen. Pelastustoiminta ja vaaratilannevalmius ovat yksiä viimeisistä suojaustasoista laitoksessa. Jos hätätilanteita koskevat toimet ovat välttämättömiä, niin kaikki muut suojakerrokset eivät ole toimineet tai ovat epäonnistuneet. (CCPS 2003, s.359)

Sutton (2010, s.546) jakaa vaaratilannevalmiuden kolmeen vaiheeseen. Ensimmäisessä vaiheessa järjestelmä on hätärajoilla tai lähellä sitä, mutta operaattorit kykenevät palauttamaan laitoksen tavanomaisiin olosuhteisiin normaalin häiriötilannemenettelyjen ja toiminnan mukaan. Häiriö- ja vaaratilanteen hallinnan toinen vaihe toteutuu turvallisuustekniikalla sekä muilla korkean luotettavuuden automaattisilla laitteilla. Toisessa vaiheessa operaattorin tehtävänä on yksinkertaisesti varmistaa yksikkö, kun sitä ajetaan alas. Kolmannessa vaiheessa tilanne ei ole operoinnilla hallinnassa. Laitoksella saattaa häiriötilanteen seurauksena syttyä suuri palo tai vaarallisen aineen vuoto. CCPS (2007, s.510 - 511) mukaan onnettomuuksien ja vaaratilanteiden hallinta käsittää viisi osa-aluetta. (1) Suunnittelu mahdollisia vaaratilanteita varten, (2) resurssien määrittely suunnitelman toteuttamiseksi ja (3) harjoittelu ja suunnitelman jatkuva parantaminen. (4) Henkilöstön, urakoitsijoiden, naapureiden ja paikallisten viranomaisten kouluttaminen tai informointi siitä, miten toimia vaaratilanteessa, miten tiedotetaan sekä miten raportoidaan onnettomuus- tai vaaratilanteessa. Viimeinen osa-alue (5)

on tehokkaan viestinnän rakentaminen sidosryhmille onnettomuustilanteen ilmetessä. Vaaratilanteiden hallintatasot voidaan jakaa kuvan 10 mukaisiin osa-alueisiin.



Kuva 10. Vaaratilannevalmiuden tasot (Sutton 2010, s.547).

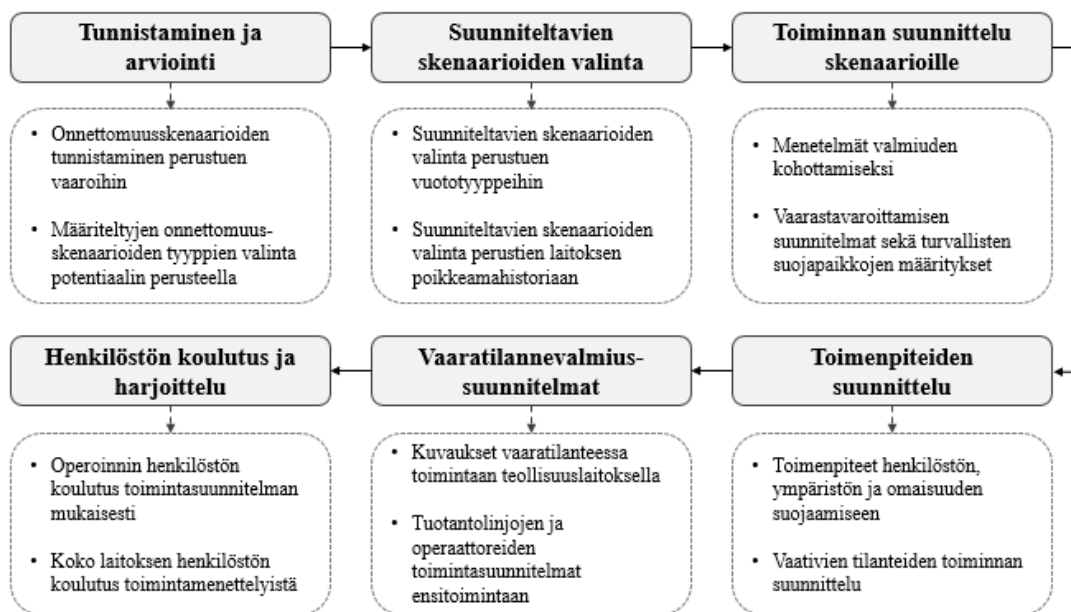
Sutton (2010, s.547 - 549) kuvaa vaaratilannevalmiuden kolme vaihetta, jonka yläosassa ovat mahdolliset vaaratilanteet, jonka aiheuttaa joko sisäinen, kuten esimerkiksi pumpun tiivisteeseen vaurioituminen tai ulkoinen tapahtuma, kuten sääilmiö tai onnettomuus läheisessä yksikössä. Ensimmäisen vasteen vaiheessa linja- tai valvomo-operaattori huomaa tilanteen kehittymisen ja nopealla reagoinnilla operoi järjestelmän turvalliseen tilaan. Esimerkiksi, jos pumpun tiiviste rikkoutuu ja syttyvät hiilivetykaasut tai -nesteet vuotavat, operoinnin tulee hätäpysäyttää pumppu sekä käynnistää varalaite, jolloin vaaratilanne on tunnistettu ja korjattu ensitoiminnan kautta. Operoinnin tunnistaessa, ettei tilanne ole heidän hallinnassaan, eikä tilannetta saada haltuun operoinnin ensitoimilla, ilmoitetaan hätätilanteesta. Seurausten lieventämiseksi tarvitaan koulutettu tiimi toteuttamaan toimenpiteitä tarvittavalla kalustolla. Viimeisessä vaiheessa vaaratilanteen kehittyessä suureksi, tulee onnettomuustilanne saada haltuun laaja-alaisella vaaratilanne valmiudella. CCPS (2003, s.359) huomauttaakin, että vakavat vaaratilanteet voivat olla monimutkaisia ja vaativat usein laaja-alaista koulutusta sekä kalustoa.

Varautuminen esimerkiksi luonnonmullistusten aiheuttamiin seurauksiin, vastaa käytännössä jalostusprosessin ongelmista aiheutuvien vaaratilanteiden varautumista ja minkä tahansa onnettomuuden seuraukset voidaan lieventää tehokkaalla varautumisella (CCPS 2007, s. 511). Mooren (2008, s.7 - 9) mukaan onnettomuuksiin varautuminen koostuu erilaisten toimenpiteiden valmisteluista, joilla voidaan vastata nopeasti ja tehokkaasti lähestyvään tai todelliseen onnettomuuteen sekä toipua siitä. Vasteella tarkoitetaan toimenpiteitä, jotka voidaan toteuttaa välittömästi, kun katastrofi tai onnettomuus ilmenee tai jos jonkinlainen varoitus tulevasta tapahtumasta ilmaantuu. Kriisinhallintaan liittyvällä elpymisellä tarkoitetaan prosessia, jolla organisaatiot saavat palautettua toiminnan, joka oli ennen katastrofia tai onnettomuutta.

3.3.1 Vaaratilannevalmiuden suunnitteluprosessi

Vaaratilannevalmiuden toteutus tapahtuu ennen mahdollista onnettomuustilannetta. Jokaisella vaaratilannevalmiuden tekijällä on kustannukset, joten vaaratilannevalmiuden suunnittelijoiden tulee tehdä päätökset riskiperusteisesti, tasapainottaen potentiaalista tarvetta suhteessa hankintakustannuksiin sekä ylläpitoon. Tulee kuitenkin huomioida, että epäonnistuminen suunnittelussa tai proseduurien toteuttamisessa saattaa muuttaa onnettomuustilanteen suuronnettomuudeksi. Kehitettäessä vaaratilanteiden hallinnan suunnitelmia, tulisi keskittyä kolmeen riskiperusteiseen kysymykseen. Ensimmäisen on määrittäminen siitä, mihin onnettomuusskenaarioihin ja vaaratilanteisiin tulee varautua. Toinen seikka on skenaarioiden seurausten suuruuden kuvaaminen. Kolmannessa arvioidaan onnettomuusskenaarioiden todennäköisyyttä. (CCPS 2007, s.512 - 516)

CCPS (2007) määrittää vaaratilannevalmiuden suunnitteluprosessin koostuvan erilaisista vaiheista, joiden kautta tuotantolaitokselle kyetään määrittämään riskiperusteinen vaaratilannevalmius. Kuvassa 11 esitetään vaaratilannevalmiuden suunnitteluprosessin kuusi vaihetta.



Kuva 11. Teollisuuslaitoksen vaaratilannevalmiuden suunnittelun ja toteutuksen vaiheet (mukailien CCPS 2007, s.517 - 521).

Vaaratilannevalmiuden suunnittelussa selvitetään ensin onnettomuusskenaariot, jonka jälkeen tulee määrittää resurssit skenaarioiden hallintaan. Vaaratilanteiden hallinnan suunnittelua olisi oleellista toteuttaa yhdessä operoinnin henkilöstön kanssa sekä tarkastella asiaa riskielementtien kautta. Operoinnin henkilöstö on tyypillisesti vastuussa välittömistä ensitoimista vaaratilanteessa, kuten prosessin alasajosta sekä vaarallisten aineiden eristämisestä. (CCPS 2007, s.511, 513) Varautumissuunnittelun tulisi käsitellä ennakoituja onnettomuusskenaarioita koskevia tapahtumia sekä vastetta kyseisiin tapahtumiin, mukaan lukien henkilöstön tasot, tarvittava kalusto, vastetoimet sekä harjoittelun. Prosessiyksiköiden hätäpysäytystoimenpiteet tulisi sovittaa yhteen vaaratilannesuunnitelmiin. (CCPS 2003, s.361) Laitoksen ja tuotantolinjan toimintamenettelyihin tulisi kuulua määritykset toimista, joita operointihenkilöstön olisi toteutettava vaaratilanteen ilmetessä (CCPS 2003, s.369).

Laaja-alaiset onnettomuudet käsittävät pääsääntöisesti kolme klassista onnettomuustyyppiä, tulipalot (lämpöefekti), räjähdykset (paine-efekti) sekä myrkyllisten aineiden aiheuttamat kaasupilvet (fysiologinen efekti). Määritetyt onnettomuusskenaarioiden tyypit ja laajuus potentiaalisista vaikutuksista tulee arvioida. Suunniteltavat skenaariot tulee valita perustuen muun muassa vuototyyppeihin, seurauksen perusteella sekä laitoksen poikkeamahistoriaan

perustuen. Suunniteltaessa tulisi yrittää löytää tasapaino erittäin vakavan seurauksen ja matalan taajuuden skenaarioiden sekä lievempien seurausten ja korkeataajuisten skenaarioiden välillä. (CCPS 2007, s.517 - 518)

Määritellyille onnettomuusskenaarioille tulee määritellä tarvittavat varautumistoimet. Vaaratilanteiden hallinnan ensisijainen tarkoitus on suojata ihmisiä, sekä välittömästi laitoksen alueella olevaa henkilöstöä että sen ulkopuolella olevia ihmisiä. Varautumisen toimet käsittävät erityisesti vaaratilanteen tunnistamisen, vaarasta varoittamisen, toimintavasteen vaaratilanteelle, turvalliset suojapaikat sekä milloin niitä tulee käyttää. Oleellista ovat myös ilmoitusmenettelyt laitoksen johdolle ja viranomaisille sekä johtokeskustoiminnan perustaminen onnettomuustilanteessa. Merkittävä tekijä suojatoimien toteuttamisessa on myös prosessiyksiköiden nopea operointi turvalliseen tilaan ennen evakuointia. Operoinnin toimet evakuointitilanteessa tulisi olla sisällytettynä operoinnin proseduureihin sekä harjoiteltuna mahdollisimman useasti, jotta varmistutaan siitä, että vaaratilanteessa operaattorit kykenevät nopeasti toteuttamaan tarvittavat toimet automaatiolla katsomatta toimintaohjeita. (CCPS 2007, s.518)

Toiminnanharjoittajilla on velvollisuus suojata henkilöstöään sekä ympäristöä vaaroilta ja suunnitella toimintaa koskevat pelastustoimenpiteet. Mikäli tulipalot ovat harvinaisia tapahtumia, riski käytettäessä teollisuuslaitoksen henkilöstöä pelastustoimenpiteisiin saattaa olla huomattavasti korkeampi kuin käytettäessä koulutettua pelastushenkilöstöä, joilla on jatkuva valmius ja suorituskyky erilaisia torjuntatoimenpiteitä varten. (CCPS 2007, s.520 - 521) Vaaratilannevalmiussuunnitelmat määrittävät perustan sille, mitä resursseja tarvitaan laitteisiin ja kalustoon, varusteisiin, henkilöstöön, koulutukseen ja harjoitteluun, kommunikointiin vaaratilanteessa sekä toiminnan koordinointiin. Suunnitelmissa oleellista on määrittää, milloin yksiköiden operaattorien valmius on tarkoituksenmukaista. (CCPS 2007, s.522)

Vaaratilannevalmius osaaminen on kuin mikä tahansa taito. Suuronnettomuudet ovat harvinaisia, joten kompetenssia tulee ylläpitää ja kehittää realistisen harjoittelun kautta. Dokumentoiduilla suunnitelmilla ei ole arvoa, mikäli ne eivät ole laajasti sisäistettyjä. Henkilöt, jotka saattavat joutua vaaratilanteeseen, tulee olla koulutettuja siihen miten heitä varoitetaan

vaarasta, mitä toimia heidän tulee toteuttaa sekä mitä tulee tehdä suojatakseen itsensä. Lisäksi henkilöstön tulisi ymmärtää vaaratilannevalmiuden tarkoitus. (CCPS 2007, s.523 - 524)

3.3.2 Vaaratilannevalmiuden osaamisen hallinta

Vaaratilannevalmiuksien suunnittelu oleellisesti nostaa todennäköisyyttä siihen, että ihmiset toimivat oikein vaaratilanteen ilmetessä. Laadittuja suunnitelmia tulee testauttaa säännöllisesti, sillä vaaratilannevalmiuden elementti vaikuttaa olevan hyvin alttiina heikentymiselle verrattuna muihin RBPS:n elementeille. (CCPS 2007, s.514) Suttonin (2010, s.544 - 545) mukaan tilanteessa, jossa ihmiset ovat äkillisen stressin alla tai pelkäävät, on virhemäärä todennäköisesti 10 - 20 %: n alueella tai korkeampi. Esimerkiksi, jos harjoittelematonta henkilöä pyydetään suorittamaan viisi toimenpidettä ja onnistumiskyky on 80 % kustakin toiminnosta, niin kokonaisuuden todennäköisyys onnistumiselle on 33 %. Suurin osa virheistä, joita ihmiset vaikuttavan tekevän hätätilanteessa, voidaan vähentää erilaisilla vaaratilannevalmiuden menettelyillä sekä toteuttamalla useita harjoituksia, jotta operoinnin henkilöstöllä on kokemusta simuloituista vaaratilanteista.

Teollisuuslaitoksen jokaisen työntekijän on tiedettävä, miten tulee suoriutua mahdollisessa vaaratilanteessa. Suoriutumiseen voi kuulua prosessiyksikön turvallinen pysäytys, rakennuksen tai alueen evakuointi tai koulutetun palontorjuntavasteryhmän koordinointi. Operoinnin henkilöstön osalta vaaratilanteiden tunnistamisen ja raportoinnin lisäksi osaamista tulisi olla välittömiin toimenpiteisiin seurausten rajoittamiseksi. (CCPS 2003, s.367) Valmiuden heikentyminen vaaratilanteisiin saattaa johtaa tilanteeseen, jossa puute ilmenee vasta pidemmän ajan kuluttua. Tästä syystä harjoituksissa tulee toteuttaa suunniteltuja menettelytapoja. (CCPS 2007, s.513)

Vaaratilannesuunnitelmien toimivuutta sekä varautumisen tasoa tulee testata säännöllisesti. Mikäli varautumisessa on puutteita, ainoat indikaatiot ja mahdolliset ongelmat ilmenevät joko vaaratilanneharjoittelussa tai varsinaisessa onnettomuustilanteessa. Harjoitukset eivät

korvaa varsinaisia koulutuksia. Harjoitusten tavoitteena on harjoitella vaaratilannevalmiuden määritettyjä menettelyitä, arvioida vastetta ja sen kyvykkyyttä sekä määrittää vaaratilannevalmiuden vaikuttavuutta ja tehokkuutta. (CCPS 2003, s.368, 372)

Vaaratilannevalmiutta koskevat karttajarjoitukset keskittyvät pääasiassa huomioimaan johtamista, kommunikointia, toiminnan koordinoitua ja logistiikkaa. Lisäksi tulee huomioida kriisiviestinnän harjoittelu. Kriisiviestintä on hyvin erilaista verrattuna muihin viestinnän muotoihin. (CCPS 2007, s.525) Harjoituksia sekä todellisten vaaratilanteiden toimintaa tulisi tarkastella kriittisesti. Oleellista on toteuttaa arviointeja ja auditointeja laitoksen vaaratilannevalmiudelle. Heikko suorituskyky saattaa olla huomiotta vuosia ja erityisesti mikäli teollisuuslaitos ei toteuta säännöllisiä ja tehokkaita harjoituksia tunnistetuille onnettomuuskenaarioille. Harjoitukset, arvioinnit ja auditoinnit tuottavat kaikki oivalluksia vaaratilanteiden hallinnan toiminnanohjausjärjestelmään. Arvon tuottamiseksi, huomiot tulee dokumentoida ja ne tulee kääntää toimenpiteiksi, jotka parantavat vaaratilanteiden hallinnan elementtiä. (CCPS 2007, s.526)

4 REAGOIVAN RISKIENHALLINNAN LAADUN KEHITTÄMINEN

Tuottavuuteen ja sen kehittämiseen sekä parantamiseen liittyy vahvasti laatu. Panostamalla laatuun voidaan karsia syntyviä kustannuksia niin lyhyellä kuin pitkälläkin aikavälillä. Riskienhallinnan laatua sekä proaktiivisesta että reaktiivisesta näkökulmasta tulee johtaa myös strategisesta näkökulmasta. Meristö et al. (2007, s.12) kuvailee, että strategian tavoitteena on pitää ennakkoiva ote ja huolehtia siitä, että organisaatio ja sen toiminta ei ajaudu missään tilanteessa hallitsemattomaan tilaan vaan tietoisesti hakeutuu toivomaansa päämäärään. Strateginen johtaminen sisältää vaiheita kuten nykytilanteen kartoituksen, vision ja päämäärien asettamisen, skenaarioiden laadinnan, toimintavaihtoehtojen luomisen, toimeenpanon sekä toiminnan arvioinnin. Kehittämisessä on oleellista määritellä nykytilan ja tavoitetilan välinen kuilu sekä miten ne tulevaisuudessa täytetään.

Laadunhallinnalla ja sen kehittämällä tarkoitetaan esimerkiksi toiminnan ohjaamista siten, että toiminta täyttää sille asetetut vaatimukset. Laadunhallinta edellyttää muun muassa, että organisaatiossa on tunnettu vastuunjako, hyväksi todetut toimintatavat sekä niihin kohdenetut voimavarat. Laadunhallintajärjestelmän käyttöönotto on organisaation strateginen päätös, joka voi auttaa sitä parantamaan kokonaisvaltaista suorituskykyään. ISO 9001 (2015, s.5) standardissa noudatetaan prosessimaista toimintamallia, johon yhdistyy PDCA -malli (suunnittele, toteuta, arvioi, toimi) sekä riskiperusteinen ajattelu. Standardin mukaan prosessimaisen toimintamallin avulla organisaatio voi suunnitella prosessinsa ja niiden vuorovaikutukset. PDCA-mallilla organisaatio voi varmistaa, että sen prosesseille on riittävät resurssit ja hallinta ja että parantamismahdollisuudet määritetään ja hyödynnetään.

Laadunhallinnan periaatteisiin kuuluu ISO 9001 (2015, s.6, 29) standardin mukaan muun muassa ihmisten täysipainoinen osallistuminen, prosessimainen toiminta sekä parantaminen. Prosessimaisen toimintamallin tavoitteena on parantaa vaikuttavuutta ja tehostaa laatuvaatimusten toteuttamista. Toisiinsa liittyvien prosessien muodostaman järjestelmän ymmärtäminen ja johtaminen parantaa organisaation vaikuttavuutta ja tehokkuutta ja auttaa sitä saavuttamaan halutut tulokset. Prosessien ja järjestelmän kokonaisvaltainen hallinta voidaan saavuttaa käyttäen PDCA -mallia. Käyttämällä prosessimaista toimintamallia laadunhallintajär-

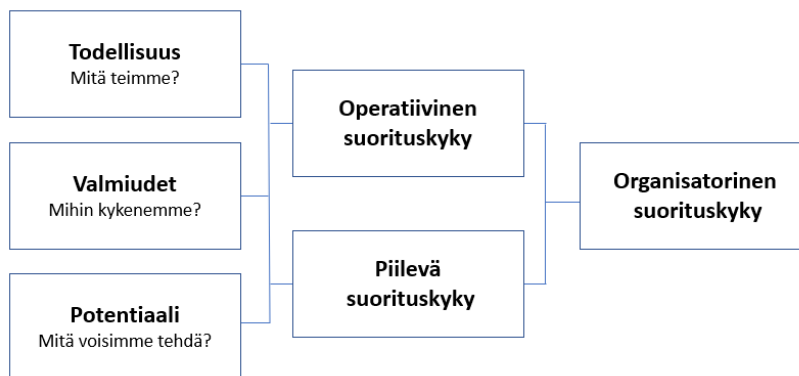
jestelmässä voidaan ymmärtää vaatimukset ja täyttää ne johdonmukaisesti, arvioida prosesseja sen perusteella, mitä lisäarvoa ne tuovat sekä saavuttaa vaikuttava prosessien suorituskyky. Standardin mukaisia parannuksia ovat esimerkiksi korjaukset, korjaavat toimenpiteet, jatkuva parantaminen, käänteentekevät muutokset, innovaatiot ja uudelleenorganisoinnit.

Kun henkilö saa itse osallistua ja vaikuttaa oman työn kehittämiseen sekä ongelmien ratkaisemiseen, hän näkee muutoksen tuomat hyödyt ja on tyytyväisempi. Reagoivan riskienhallinnan laadun kehittämisen menetelmänä toimii tunnistetun kohderyhmän osallistaminen sekä aktivointi nykytilakartoituksen sekä työpajatyöskentelyn kautta. Nykytilakartoitus sekä kehittämistoimien määrittäminen perustuvat tässä työssä ihmisten osallistamiseen, oppimiseen ja systemaattiseen prosessiin, jolla pyritään saavuttamaan nopeita muutoksia kehittämiskohteissa.

4.1 Nykytilanteen kartoitus ja tavoitteiden asettaminen

Jotta voidaan hahmottaa, mitä reagoivan riskienhallinnan laadun kehittäminen tulisi pitää sisällään, on oleellista pyrkiä ymmärtämään mahdollisimman tarkasti, miten asiat ovat tuotantolinjoilla nykytilanteessa ja mitkä ovat mahdolliset ongelmaseikat. Kaufman et al. (2003, s.46, 49 - 50) näkevät oleelliseksi siirtymisen pois mukavuusvyöhykkeeltä uuteen ajatteluun. Strategisessa suunnittelussa siirtyminen tulee ottaa käyttöön PDCA -ajattelumallin kautta. Uuden määrittelyssä tulee miettiä miten se tuottaa lisäarvoa esimerkiksi organisaation sekä sen henkilöstön suorituskyvylle.

Huomioitavaa on myös strategisen suorituskyvyn merkitys, jossa tiedon yhdistäminen on merkittävä seikka laadun toteuttamisessa (Hoverstadt et al. 2016, s.4 - 5). Kuvassa 12 on kuvattu menetelmä, jolla tavoitellaan strategian suorituskyvyn mittausta. Tehokkaan ja jatkuvan parantamisen näkökulmasta on oleellista luoda systemaattiset prosessit ja toimintamenettelyt sekä operatiivisen että piilevän suorituskyvyn maksimoiseksi.



Kuva 12. Organisatorisen suorituskyyyn kuvaaminen (Hoverstadt et al. 2016, 5).

Nykytilan analyysilla saadaan parempi ymmärrys toimintaympäristöstä ja sen tarjoamista mahdollisuuksista sekä uhkatekijöistä. Analyysin tulisi myös tuottaa päätelmiä, joiden avulla on mahdollista määrittää kriittiset menestystekijät. (Santalainen 2009, s.111) Ilman nykytila-analyysia tai ongelmakohtien selvittämistä on riskienhallinnan ja turvallisuuden kehittäminen mahdotonta. Kamenskyn (2003, s.102 - 105) mukaan nykytilan analyysityöskentelylle tulisi asettaa kolme keskeistä tavoitetta, joista ensimmäinen on perustan luominen toiminnan johtamiselle ja kehittämiselle. Oleellista on myös kehittää lähtötilanteen tuntemusta niin ympäristöstä kuin yrityksestä sekä luoda edellytyksiä organisaation yhteisen näkemyksen syntymiselle. Analyysit muodostavat perustan, jonka päälle menestyksellinen toiminta rakennetaan.

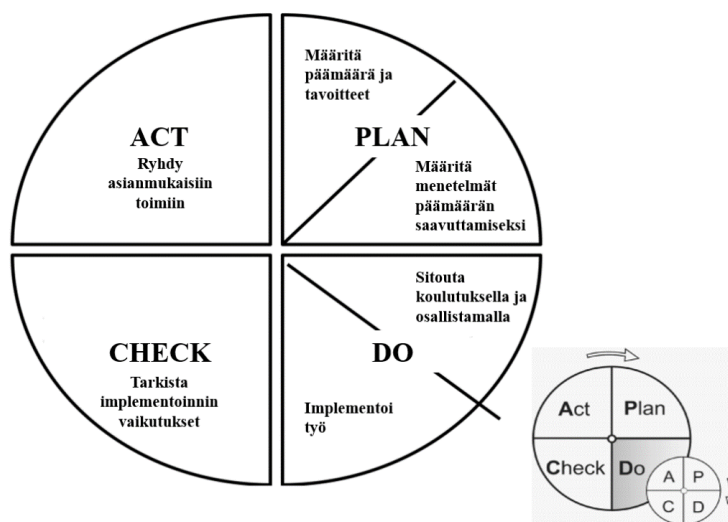
Reagoivan riskienhallinnan laadun kehittämiseksi on oleellista määrittää toimintaan liittyvä nykytila. Kuvaus siitä missä reaktiivisen riskienhallinnan menettelyiden halutaan olevan, ovat yhtä oleellisia kuin kuvaukset siitä, miten nykytilasta päästään haluttuun tavoitettiin. Laadun kehittämiseksi on useita erilaisia menetelmiä, työkaluja ja toimintatapoja.

4.2 PDCA -sykli reagoivan riskienhallinnan laadun kehittämisessä

PDCA -ongelmanratkaisumenetelmä on klassinen ongelmanratkaisun sekä kehäoppimisen malli ja laadunhallintajärjestelmä (ISO 9001) kuvailee, että PDCA-mallilla organisaatio voi

varmistaa, että sen prosesseille on riittävät resurssit ja hallinta ja että parantamismahdollisuudet määritetään ja hyödynnetään. Öljynjalostamon reagoivan riskienhallinnan laadunkehittämiseksi työssä sovelletaan yleisiä laadun kehittämisen työkaluja. PDCA -menetelmä avulla työssä on tarkoitus toteuttaa systemaattista toiminnan laadun kehittämistä nykytilanteen kuvaamisen, tavoitteiden määrittämisen sekä määritettävien menetelmien kautta. Lisäksi kehäoppimisen mallin kautta reagoivan riskienhallinnan elementit pyritään saamaan nykytilasta kohti jatkuvan parantamisen menettelyitä.

Henshallin (2017) mukaan PDCA käsittelee prosessin parantamista keskittymällä prosessin mekaniikkaan. Oleellista on löytää sekä määrittää prosessi, jota halutaan parantaa. Seuraavaksi tulee ymmärtää syyt prosessin vaihteluun sekä tunnistaa miten vähentää vaihtelua. Ishikawa (1985, s.59) jakaa PDCA -kehän neljästä osa-alueesta kuuteen osa-alueeseen. Suunnitteluvaihe sekä toteutusvaihe on edelleen jaettu Ishikawan mallissa kahteen osaan. Suunnitteluvaiheessa lisäosat ovat tavoitteen määrittäminen ja tavoitteen saavuttaminen. Toteutusvaiheeseen on lisäksi sisällytetty sitouttaminen harjoittelulla ja koulutuksella sekä kehityksen implementointi. Kuva 13 esittää PDCA -syklin sekä Ishikawan tarkennusten yhteyden. Toteutusvaiheessa on mahdollista ottaa mukaan mini PDCA kunnes täytäntöönpanoasiat ovat ratkaistu (Sokovic et al. 2010).



Kuva 13. PDCA -kehä jaettuna kuuteen osa-alueeseen (mukaillen Ishikawa 1985 s.59; Sokovic et al. 2010)

Dynaamisen kehittymisen peruseriaatteita ovat jatkuva toiminnan ja prosessien kehittäminen. Organisaatiossa jokaiselta yksilöltä tulee odottaa osallistumista kehittämiseen tehtävänkuvasta riippumatta. Jatkuva parantaminen tarkoittaa Torkkolan (2016, s.113 - 118) mukaan sitä, että kaikkia prosesseja parannetaan joka päivä. Parantamisen prosessi on johtamisen menetelmä, jolla saavutetaan systemaattinen jatkuva kehittyminen koko organisaatiossa. Prosessi koostuu haasteen asettamisesta, nykytilan selvittämisestä, seuraavan tavoitetilan asettamisesta sekä kokeista kohti tavoitetilaa. Haasteen on tarkoitus kuvata organisaation uutta toimintamallia ja tarkoitus on muuttaa systeemiä. Nykytilanteen ymmärtäminen on oleellista, ennen kuin mitään muutetaan.

Jatkuvan parantamisen kehittämisessä voidaan soveltaa laadun kehittämisen työkaluja ja Sokovic et al. (2010) huomauttaakin, että PDCA -sykli on merkittävä laatu työkalu. Sykli on käsite jatkuvan parantamisprosessin kulttuuriin. Käyttämällä sykliä pyritään jatkuvasti parempien menetelmien etsimiseen. Osa-alueita sovelletaan sisäisiin laadunvarmistusmenettelyihin, joita voidaan tarkastella kolmen kysymyksen kautta: (1) Mitä yritämme suorittaa ja saavuttaa, (2) miten tiedämme, että muutos on parannus sekä (3) mitä muutoksia voimme toteuttaa toiminnan parantamiseksi.

Laadun kehittämisen näkökulmasta yksi oleellinen lisäarvon tuottaminen on hukan vähentäminen organisaation toiminnassa. Ceriffi (2016) määrittää, että laadun kehittäminen tulisi perustua jatkuvan parantamisen periaatteeseen ja yksi hukan muoto on henkilöstön ideoiden ja luovuuden käyttämättä jättäminen. Metodeita tulisikin kehittää muun muassa henkilöstön parannusehdotusten kautta, jotta toiminnasta saadaan virtaviivaisempaa ja tehokkaampaa. Hokkanen & Strömberg (2006, s.40) mukaan jatkuvan parantamisen ominaispiirteenä on systemaattinen ongelmien ratkaisu ennalta estävästi ja toiminnan laatu syntyy ongelmien hallinnalla. Ongelmia voidaan lähestyä kolmesta eri näkökulmasta. Ensimmäisessä näkökulmassa toteutetaan esiin nousseitten ongelmien ratkaisu, joka sitoo henkilöstöä jatkuvaan reaktiiviseen ongelmaratkaisuun. Toisessa näkökulmassa toteutetaan systemaattista ongelman ratkaisumallia, jossa haetaan järjestelmällisesti ratkaisuja estäen samojen ongelmien toistumista. Kolmannessa näkökulmassa toimitaan jatkuvan parantamisen mallilla, jossa ongelmat estetään ennakolta rakentamalla systematiikkaa.

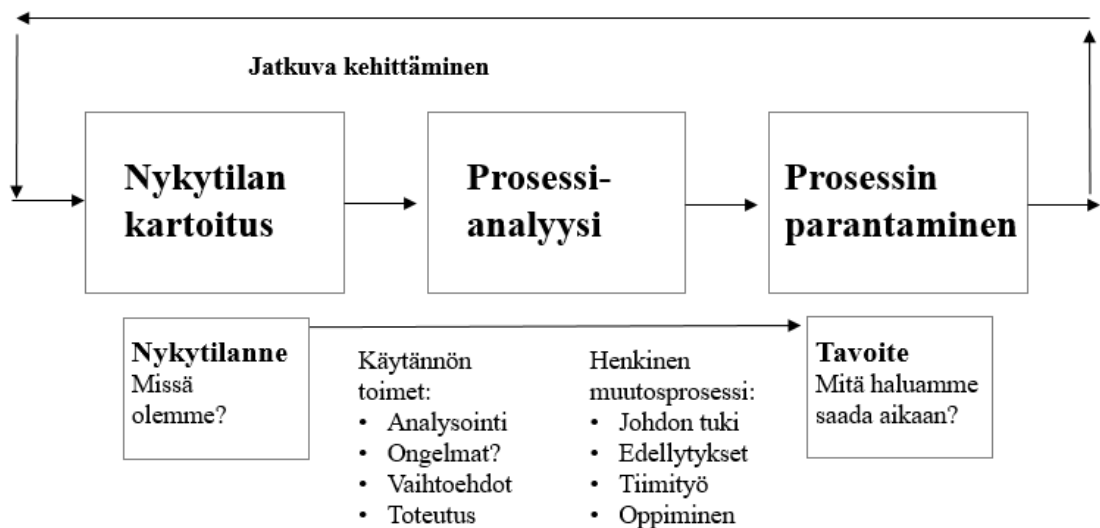
Tässä diplomityössä toteutetaan reagoivan riskienhallinnan laadun kehittämistä PDCA -menetelmällä, joka aloitetaan nykytilanteen kuvauksella. Nykytilaselvityksessä selvitetään riskianalyysien toteutuksia, aktiivisten ja passiivisten suojakeinojen määrityksiä sekä tuotantolinjojen omatoimista vaaratilannevalmiutta. Nykytilan selvittämisen kautta pyritään tunnistamaan oleelliset ongelma-alueet, kehittämistarpeet sekä toimenpideratkaisut. Ongelmien ja sen syiden tunnistamisvaiheessa tehdään päätös parannettavasta prosessista. Toteutusvaiheessa työn ensisijaisena implementointikeinona työssä käytettiin kohderyhmän jatkuvaa osallistamista sekä ryhmän omien kehittämisideoiden esille nostamista.

4.3 Reagoivan riskienhallinnan prosessijohtaminen

Laadun kehittämiseen ja laatutyöhön kuuluu prosesseihin perustuva johtaminen. Tässä diplomityössä keskeisenä periaatteena on, että toiminnan kehittäminen tapahtuu kehittämällä niitä prosesseja, joiden tuloksena halutut suoritteet syntyvät. Tehokkaassa toiminnassa keskeinen pyrkimys tulisi olla jouheva virtaus prosesseissa. Lecklin (2006, s.27 - 28) toteaa, että johtamisjärjestelmän tulee perustua luotettavaan tietoon sekä eheään prosessikokonaisuuteen. Prosessien toimivuudeksi tulee olla asetettu selkeät tavoitteet ja mittarit sekä seurantajärjestelmät. Uudistamisen tai kehittämistoimien jälkeen työtä on välittömästi jatkettava. Erinomaisen suorituskyvyn organisaatioon kuuluu muun muassa ketteryys, suuntaus tulevaisuuteen, tähtäys arvon luomiseen sekä systeeminäkökulma.

Kokonaisuutta hahmottavien sekä selkeästi kuvattujen riskienhallinnan menettelyiden prosessien kulku luo merkittävää lisäarvoa öljynjalostamon turvallisuuden hallinnalle. Laamanen (2004, s.10, 19 - 20) määrittääkin kokonaisuuden hahmottamisen ja ymmärtämisen olevan oleellisessa asemassa, jotta joustavuudesta ei synny vaaratekijää organisaation suorituskyvylle. Tärkeä kehityssuunta organisaatiolle on prosessien tunnistaminen ja niiden kehittäminen. Prosessissa ollaan kiinnostuneita organisaatiossa tapahtuvasta toiminnasta. Toiminnan lisäksi on huomion arvoista jäsentää resurssit, eli panokset. Tuominen (2010, s.9) kuvaa prosessin olevan tapa tehdä asioita, jossa prosessi on sarja tehtäviä ja päätöksiä, jotka tuottavat lisäarvoa asiakkaille ja muille sidosryhmille.

Reagoivan riskienhallinnan tehokkuuden ja tuottavuuden kehittäminen tapahtuu kehittämällä niitä prosesseja, joiden tuloksena riskienhallinnan suoritteet syntyvät. Prosessien kehittäminen tapahtuu Lecklinin (2006, s.134 - 135) määrittelyssä 3-vaiheisella kehittämismallilla. Kehittämisessä ja maaliin pääsemiseksi on tiedettävä nykytilanne. Kartoitusvaiheen päätehtäviä ovat prosessityön organisointi, prosessikuvausten ja -kaavioiden laadinta sekä prosessin toimivuuden arviointi. Prosessianalyyssivaiheessa sisältyy prosessissa olevien ongelmien selvittäminen ja ratkaiseminen. Kun prosessi on analysoitu ja uusi toteutustapa valittu tulee laatia parannussuunnitelma ja pyrkiä kohti jatkuvaa kehittämistä. Onnistumisessa tulee lisäksi huomioida henkinen muutosprosessi, sillä onnistuminen ei ole pelkkää tekniikkaa. Tekniset ja henkiset puolet tulee kehittyä rinnakkain. Kuva 14 hahmottaa prosessien jatkuvan kehittämisen osa-alueet sekä käytännön toimien että henkisen muutosprosessin rinnakkaisuuden.



Kuva 14. Prosessien kehittäminen tapahtuu käytännön toimenpiteiden sekä henkisen muutosprosessin kautta (mukaiillen Lecklin 2006, s.134 - 136).

Prosessien kehittämistyössä tulisi jo heti alkuvaiheessa luoda sekä nimetä pääprosessit. Prosessianalyyssivaiheessa käytetään nykytilan kartoituksessa kerättyjä tietoja, minkä tarkoituksena on luoda ja kehittää suunnitelmia prosessin parantamiseksi. Prosessianalyyssissa pureudutaan ongelmien syihin ja seurauksiin. Laatukäsitteeseen kuuluu myös kustannustehokkuus

ja määrittämällä sekä analysoimalla prosessin laatu- ja kustannukset voidaan ne ottaa kehittämistyössä huomioon. (Lecklin 2006, s.136, 149) Prosessien kehittämistyö lisäksi laadunhallinnan kehittämiseksi tulee myös huomioida dokumentoitu tieto, jonka organisaatio on määrittänyt laadunhallintajärjestelmän vaikuttavuuden kannalta välttämättömäksi. Dokumentoitua tietoa tulee hallita, jotta voidaan varmistaa, että se on aina tarvittaessa saatavilla käyttötarkoitukseen sopivassa muodossa. Dokumentointi on keskeinen osa toiminnanohjausta ja laadunvarmistusta. (ISO 9001, s.18 - 19, 33)

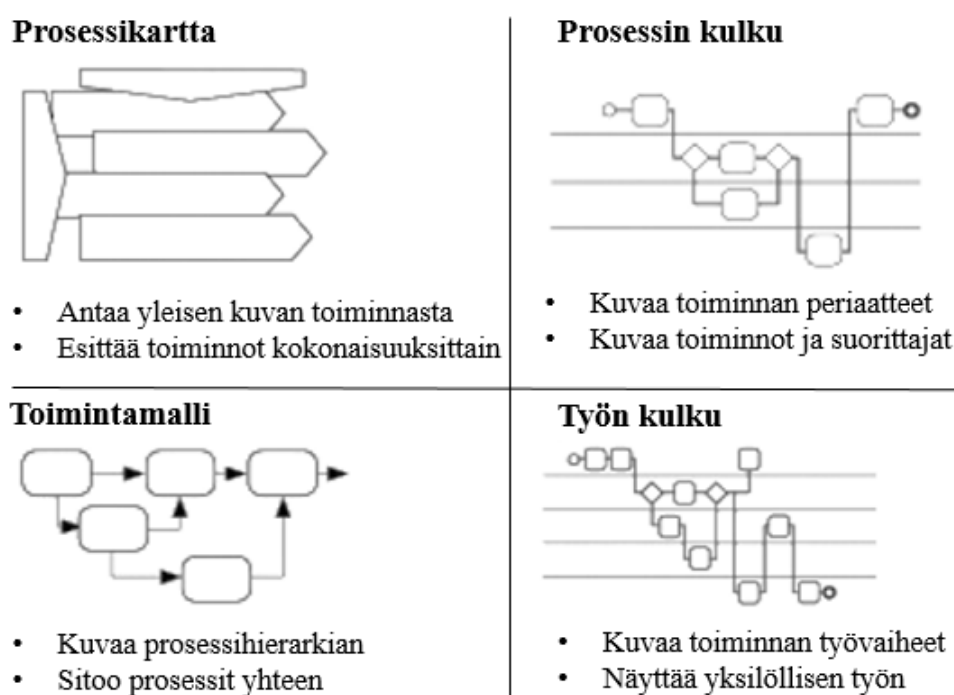
4.3.1 Prosessien tunnistaminen ja kuvaus

Prosessikuvaukset ovat Lecklinin (2006, s.137, 139) mukaan osa johtamisjärjestelmää. Soveltamisalueessa tulee määrittää mihin prosessia sovelletaan sekä mistä se alkaa ja mihin se päättyy. Prosessin tavoite ja päämäärä tulee määrittää sekä siihen kytkeytyvät mittarit. Tuomisen (2010, s.7) mukaan optimaalisen prosessin menettelyssä jokainen tietää oman osuutensa hukan vähentämisessä ja toiminnan jatkuvassa kehittämisessä. Prosessiajattelussa se tarkoittaa, että tuodakseen ongelmat esiin, luodaan jatkuva prosessin virtaus. Vaiheet, jotka muuten olisivat erillään, kytketään yhteen. Laamanen (2004 s.76 - 78) määrittää hyvään prosessikuvauksen vaatimukseen kuuluvan prosessin kannalta kriittiset asiat sekä niiden väliset riippuvuudet. Prosessin kuvaus sisältää sen, mikä on tärkeää organisaation menestymiselle. Taulukkoon 6 on listattu olennaisimmat kiteytykset prosessikuvauksen mallista.

Taulukko 6. Prosessikuvauksen mallin laadinnan vaiheet (Laamanen 2004, s.78).

#	Vaihe	Kuvaus
1	Soveltamisala	Mihin prosessia sovelletaan, mistä se alkaa ja mihin se päättyy?
2	Asiakkaat ja tarpeet	Keitä ovat prosessin asiakkaat ja sidosryhmät sekä millaisia vaatimuksia he asettavat?
3	Tavoite	Mikä on prosessin päämäärä sekä mitkä ovat prosessin menestystekijät?
4	Syötteet ja tuotteet	Mitkä ovat prosessin syötteet, tuotteet ja palvelut?
5	Prosessikaavio	Mikä on prosessin karkea vaiheistus ja millainen on prosessikaavio?
6	Vastuut	Mitkä ovat keskeiset roolit ja tiimit sekä mitkä ovat niihin liittyvät tärkeimmät tehtävät ja vastuut?

Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta kuvailee suositusraportissaan JHS 152 (2012), että prosesseja kuvattaessa tulee olla selvillä, minkä tason kuvausta laaditaan, ja erityisesti, mitä käyttötarkoitusta varten kuvausta tehdään. Kuvauksen tulee välittää tarpeellinen ja olennainen informaatio. Prosesseja voidaan kuvata monella eri tasolla, joiden yksityiskohtaisuus vaihtelee. Kuvassa 15 prosessit jaetaan neljään kuvaustasoon: prosessikarttaan, toimintamalliin (prosessitaso), prosessin kulkuun (toimintotaso) ja työn kulkuun. Tasojen väliset erot voivat olla joissain tapauksissa pieniä. Eri tasojen kuvaukset voivat mennä päällekkäin tehtävien monipuolisuuden ja kuvausten käyttötarkoituksen vuoksi.



Kuva 15. Prosessien kuvaustasot (mukaillen JHS 152 2012).

Aguilar-Savén (2014, s.134) kuvailee artikkelissaan prosessien mallinnuksen menetelmiä. Vuokaavio on mallinnusmenetelmä, joka käyttää vaiheittaisia toimia kuvaillakseen prosesseja. Vuokaaviossa kuvataan toimintoja, dataa, kulkusuuntia tavoitteena määrittellä prosessi. Vuokaavion merkittävä ominaisuus on sen joustavuus, jossa prosessi voidaan kuvata laajasti eri tavoin. Toisaalta prosessin rajaviivat eivät välttämättä ole selviä, jolloin kaavion heikkous on sen liiallinen laaja-alaisuus. Kaaviossa ei myöskään välttämättä ole merkittävää eroa päätoiminnan ja alatoiminnan välillä. Prosessin visualisointi vuokaavion avulla luo joka tapauksessa mahdollisuuden nopeasti tunnistaa pullonkauloja tai tehottomuutta tilanteissa, jossa

prosessia voidaan virtaviivaistaa tai parantaa. Vuokaaviotekniikan paras käyttötarkoitus on kun käsitellään korkean tason tarpeita yksityiskohtaisesti. Sitä vastoin, vuokaavio ei ole kovin hyvä antamaan yleiskuvaa.

Tämän diplomityön olennaisena kehittämisalueena on luoda tarvittava prosessikuvaus PDCA -kehässä tunnistetuille kehittämistarpeille. Prosessikuvauksen kehittämistarve tunnistetaan nykytilaselvityksen kautta, jonka kautta muodostetaan käsitys toimintamenetelyistä ja niiden dokumentaatiosta, laadituista ohjeista sekä niiden yhteydestä toisiinsa. Riskienhallinnan prosessikuvauksen merkittävin tavoite on yksiselitteisesti luoda käsitys siitä, miten haluttujen suoritteiden on tarkoitus syntyä sekä miten erilaiset menettelyt ja määritykset kytkeytyvät toisiinsa. Öljynjalostamon reaktiivinen riskienhallinta on laaja-alainen ja useasta eri elementistä koostuva kokonaisuus ja reaktiivisiin suojakeinoihin saattaa syntyä latenteja ongelmia, jotka ilmenevät pahimmillaan vasta niiden toimivuutta tarvittaessa.

4.4 Laadun kehittämiseen kytkeytyvä kustannustehokkuus

Laatujohtamiseen kuuluu kustannustehokkuus. Lecklin (2006, s.158 - 159) määrittää laadun kehittämisen yhtenä tavoitteena olevan laatu-kustannusten vähentäminen. Yleisimmät laatu-kustannuksia pienentävät tekijät ovat virheiden vähentäminen ja prosessisyklin nopeuttaminen. Erityisesti tietyissä prosesseissa virheet voivat johtaa katastrofeihin. Laatu-kustannuksiksi voidaan tulkita myös virheinvestoinnit ja kustannuspotentiaali. Lisäksi esimerkiksi tuotantohäiriöistä johtuvat katemenetykset voidaan laskea virhekustannuksiin.

Riskianalyysien toteutuksien tuloksena organisaation tulisi kehittää erilaisia suojausstrategioita, kuten palosuojausstrategia. Tämä mahdollistaa kustannustehokkaan ja tehokkaan käyttöönottoon sekä jatkuvaan parantamiseen reaktiivisen riskienhallinnan järjestelmässä. CCPS (2003, s.8) määrittää palosuojelustrategian olevan on yksi osa yleistä ohjeistusta, jonka avulla riskien johdonmukainen ja järjestelmällinen arviointi sekä hallinta voidaan varmistaa. Ylisuojaaminen johtaa tarpeettomiin investointeihin ja korkeampiin ylläpitokustannuksiin. Mitä suurempi järjestelmä ja sitä monimutkaisemmat komponentit, sitä enemmän pääomaa on investoitava ja lisäksi koulutusvaatimukset torjuntatoimintojen toimintaan, testaukseen ja

huoltoon lisääntyvät. Ylivarautuminen voi lisäksi johtaa liialliseen luottamukseen järjestelmän kyvystä.

Merkittävää on kuitenkin huomioida, että vähäiset reaktiiviset suojaustoimet voivat aluksi vähentää investointeja ja siten pääomasidonnaisuutta sekä jatkuvia ylläpitokustannuksia. Lisäksi yhtiön omaisuutta, työntekijöitä sekä ympäristöä kohtaan voi kuitenkin olla huomattava. Potentiaali onnettomuuden eskaloitumisesta kuitenkin lisääntyy muun muassa palosuojelujärjestelmien puutteen takia. Mikäli yritys valitsee vähäisemmät reaktiiviset sekä palosuojelutoimet, mahdolliset kielteiset vaikutukset saattavat lisääntyä, kuten maineen vahingoittuminen, kasvavat vakuutuskustannukset, liiketoiminnan menetykset sekä mahdolliset rikosoikeudelliset vastuut. (CCPS 2003, s.8)

Kustannus-hyötysuhteiden määrittelyillä on kriittinen rooli päätöksenteossa prosessin reaktiivisille suojakeinoille sekä palontorjuntalaitteille. Kustannus-hyötyanalyysin on tarkoitus summata tavoitteet sekä miten tavoitteet jakautuvat laskelmoidulla investointitarpeella. Paloturvallisuudessa arvioidut hyödyt voidaan määrittellä mahdollisen menetyksen väliseksi erotukseksi ilman suojaa ja menetyksen kustannukset suojauksella. Kustannukset sisältävät palosuojauksen aloituskustannukset sekä vuosittaiset testaus- ja ylläpitokustannukset. Vaaratilanteen todennäköisyys otetaan huomioon jäännösriskien saamiseksi. Jäännösriskiä verrataan hyötyyn sekä vuosittaisiin kustannuksiin. (CCPS 2003, s.9) Nolan (2011, s.86) määrittää yhdeksi toteutettavaksi erityisanalyysiksi kustannus-hyötyanalyysin. Arvioinnilla on tarkoitus määrittää investoinnin panosten ja tuotosten kokonaisarvio, jonka avulla arvioidaan perusteluita turvallisuusinvestoinneille.

5 NYKYTILAN ANALYYSI JA KEHITTÄMISTARPEET

Nykytilan analyysissä käsitellään tiedonkeruun kautta saatuja tietoja sekä prosessiriskienhallintaa koskevaa yhtiön sisäistä ohjeistusta, joiden perusteella työssä määritettiin oleellimmat ongelma-alueet sekä kehittämistarpeet eri osa-alueissa. Tässä luvussa esitellään saatuja tuloksia nykytilasta.

5.1 Tiedonkeruu nykytilan analyysiin

Nykytilan hahmottamiseksi työssä toteutettiin tiedonkeruumenetelmällä teemahaastattelu tunnistetulle kohderyhmälle. Kohderyhmäksi valikoituivat Porvoon jalostamon tuotantolinjojen tekniset päälliköt, jotka toimivat omalla vastuualueellaan kemikaalien käytönvalvojan roolissa. Vna 685/2015 luo velvoitteet tuotantolaitokselle kemikaalien käytönvalvojalle, jonka mukaan vastuuhenkilönä vaarallisia kemikaaleja laajamittaisesti käsittelevissä ja varastoivissa tuotantolaitoksissa toimii käytönvalvoja. Tuotantolaitoksessa voi olla useita käytönvalvoja. Tukesin (2018) mukaan käytönvalvoja huolehtii siitä, että tuotantolaitoksessa toimitaan vaarallisia kemikaaleja koskevien säännösten ja lupaehtojen sekä laadittujen toimintaperiaatteiden ja suunnitelmien mukaisesti. Vastuuhenkilön tulee tuntea tuotantolaitoksen toiminta, sitä koskevat säädökset sekä turvallisen toiminnan edellytykset.

Porvoon tuotantolaitosten turvallisuus selvityksen (2016 s.13) mukaan käytönvalvojat vastaavat, että kaikki riskienhallinta tapahtuu lainsäädännön ja Neste ohjeiden mukaisesti. Käynnin aikaisten riskien arviointien käynnistämisestä ja toimenpiteiden toteutuksesta vastaavat käytönvalvojat. Näin ollen käytönvalvojat hyväksyvät kaikki riskikartoitukset sekä niiden toimenpideseurannat. Projekteissa hankevastuiset vastaavat siitä, että kaikki tarvittavat riskinarvioinnit tehdään ja hankkeeseen liittyvät riskinhallintatoimenpiteet tehdään asianmukaisella tavalla, jotka käytönvalvojat hyväksyvät ennen hankkeen käyttöön ottoa. Porvoon jalostamon teknisillä päälliköillä on merkittävä asiantuntija- sekä vastuuhenkilörooli tuotantolinjansa prosessiturvallisuuden hallinnassa ja siihen kytkeytyvän reagoivan riskienhallinnan toteutuksissa, ylläpidossa sekä kehittämisessä. Teknisiä päälliköitä Porvoon jalos-

tamon tuotantolinjoilla on yhteensä seitsemän, joista kuudella on tuotantolinja tai prosessiyksikkökohtainen vastuualue. Vastuualueita teknisillä päälliköillä ovat tuotantolinjat 1-4, tuotantolinja valmistus sekä Nexbtl -uusiutuvien tuotteiden prosessiyksiköt. Tiedonkeruahaastattelussa nykytilan analysoimiseksi kerättiin yhteensä kuudelta tekniseltä päälliköltä. Tiedonkeruun haastattelurunko on kuvattu työn liitteessä 3. Lisäksi nykytilan selvittämisessä toteutettiin sähköpostihaastatteluita yhtiön prosessiturvallisuusasiantuntijoille näkemysten laajentamiseksi. Prosessiturvallisuusasiantuntijoiden tehtäväkenttään kuuluu konsernin jalostamoiden sekä tuotantolinjojen tukeminen matriisissa prosessiriskienhallinnassa.

5.2 Porvoon jalostamon tuotantolinjojen nykytilanne

Nykytilan analyysissa tarkasteltiin reagoivan riskienhallinnan elementtejä kahdesta näkökulmasta. Näkökulmina olivat riskianalyysien toteutukset sekä reaktiiviset suojakeinot, jotka jakautuivat aktiivisiin sekä passiivisiin suojakeinoinhin sekä vaaratilannevalmiuteen. Neste Oyj on ohjeistanut erilaisia toimintamenettelyitä sekä minimivelvoitteita koko yhtiön tasolla että paikallisesti toimipaikoilla. Koko yhtiötä koskevassa ohjeistuksessa käytetään NOQD-tunnusta ja toimipaikan paikallisen tason ohjeessa käytetään OQD-tunnusta. Kummankin tunnuksen jäljessä on numerosarja, jonka ohje saa kun se luodaan yhtiön ohjeiden laadunhallintajärjestelmään. Taulukossa 7 on listaus yhtiön sisäisistä ohjeista, joita nykytilanteen selvittämiseksi työssä analysoitiin.

Taulukko 7. Työssä analysoidut konserni ja jalostamotason ohjeet

#	Ohje	Nimi
	Riskianalyysimenettelyt	
1	NOQD-458	<i>Hazard identification and risk analysis</i>
2	NOQD-432	<i>Prosessilaitosten riskianalyysimenettelyt</i>
3	OQD-101447	<i>Investointien hallinta tuotannossa</i>
4	OQD-2712	<i>Muutosten hallinta</i>
5	OQD-717519	<i>Prosessiriskien hallinta Suomen tuotannossa</i>
6	NOQD-215	<i>Prosessin vaara-analyysi</i>
7	NOQD-468	<i>Layers of protection analysis for process hazards</i>

8	NOQD-230	<i>Six Step procedure in investment projects</i>
	Reaktiiviset suojakeinot ja vaaratilannevalmius	
9	OQD-2179	<i>Palovesijärjestelmän käytettävyys</i>
10	OQD-6640	<i>Automaattisten palosammutuslaitteistojen hoitaminen</i>
11	OQD-4970	<i>Porvoon jalostamon sisäinen pelastussuunnitelma</i>
12	OQD-1184	<i>Toiminta onnettomuus tai vaaratilanteessa Porvoon jalostamolla</i>
13	OQD-638	<i>Vaaratilanneharjoitukset</i>

Yhtiön sekä jalostamon sisäisten ohjeiden lisäksi nykytilan selvityksessä arvioitiin tilaa Porvoon tuotantolaitosten turvallisuusselvityksen kautta, jossa kuvataan toiminnan merkittävimpiä onnettomuusskenaarioita sekä erilaisia reaktiivisia varautumiskeinoja.

5.2.1 Riskianalyysitoteutusten nykytilanne Porvoon jalostamolla

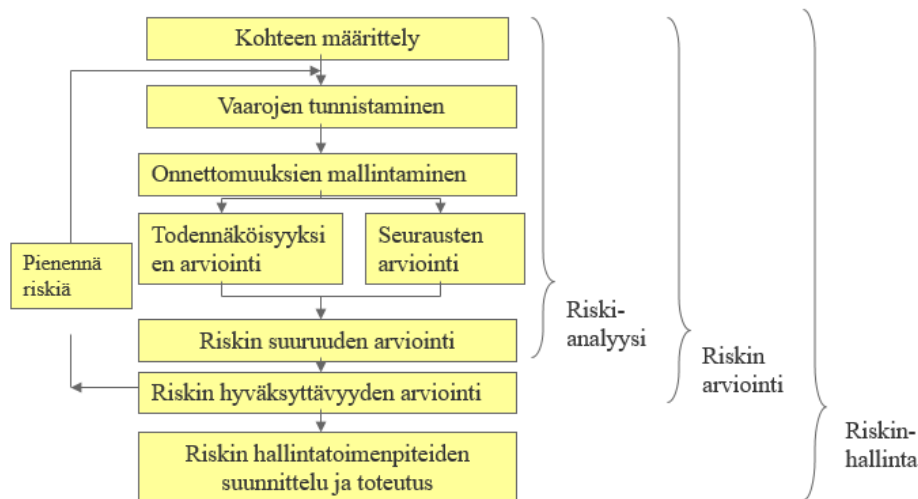
Suuronnettomuus- ja muiden prosessiriskien arvioinnissa jalostamolla käytetään erilaisia riskianalyysimenetelmiä. Lisäksi investointi- ja muutosprojektien yhteydessä riskianalyysit ovat työvälineitä hyvän suunnittelutuloksen aikaansaamiseksi. Riskianalyysien lähtötietoina käytetään tekoajankohtien mukaisia prosessikuvauksia, tietoja eri kemikaalien ominaisuuksista ja analyyseihin osallistuneiden henkilöiden asiantuntemusta. Jalostamon prosessialueiden kvantitatiivisen riskinarvioinnin on tarkoitus kattaa jalostamon suuronnettomuusriskit lainsäädännön tarkoittamalla tavalla. Näitä täydentävät säiliöalueen, terminaalien ja satamien seurausanalyysit. Näiden avulla on pystytty kattavasti mallintamaan koko tuotantolaitosten suuronnettomuuksien vaikutusalueet Tukesin ohjeistuksen mukaisella tavalla. (Neste Oyj 2016, s.13 - 14)

Riskianalyysitoteutukset

Nesteen konserniohje NOQD-458 *Hazard identification and risk analysis* kuvaa menettelytavat ja prosessiriskienarvioinnin periaatteet koko yhtiössä. Lisäksi menettelytapoja on kuvattu konsernitason ohjeessa NOQD-432 *Prosessilaitosten riskianalyysimenettelyt*, jossa kuvataan riskianalyysiprosessin eri työvaiheet ja menettelytavat analyysin valmistelusta toimenpideseurannan loppuunsaattamiseen asti. Investointihankkeet toteutetaan ohjeen OQD-

101447 *Investointien hallinta tuotannossa ja satama- ja terminaalit toiminnossa* mukaisesti. Ohje OQD-2712 *Muutosten hallinta* kuvaa hankkeissa käytettävän Six step -menettelyn vaiheet ja vastuut. Ohje OQD-717519 *Prosessiriskien hallinta Suomen tuotannossa* kuvaa prosessiriskien tunnistamisen vaiheet ja vastuut tuotantolinjoilla.

NOQD-458 kuvaa yhtiön yleisen tason riskienhallintaprosessin (kuva 16). Ohjeen mukaan prosessin vaara-analyysi (PHA) vaaditaan projekteissa ja jokaisessa muutoksessa olemassa olevassa asennuksessa. Vaatimukset ja PHA-menetelmät riskienhallintaprosessin vaara-analyysille kuvataan erillisessä konsernitason ohjeessa NOQD-215 *prosessin vaara-analyysi*.



Kuva 16. Riskienhallintaprosessi Nesteen periaatteen mukaisesti (NOQD-458).

Konsernitason ohje NOQD-432 *Prosessilaitosten riskianalyysimenettelyt* kuvaa riskianalyysiprosessin eri työvaiheet ja menettelytavat analyysin valmistelusta toimenpideseurannan loppuunsaattamiseen asti. Ohje kuvaa riskianalyysimenettelyiden yleiset vastuut, joihin kuuluvat hankevastuinen, käytönvalvoja, operoinnista vastaava päällikkö, projektipäällikkö sekä riskianalyysin vetäjä. Ohjeen mukaan suuronnettomuusvaaraa aiheuttavat prosessit tulee tarkastella aina systemaattisilla riskianalyysimenetelmillä (esim. HAZOP). Ohjeen mukaisia riskianalyysimenetelmiä ovat HAZOP, What-If, paloriskianalyysi sekä layout riskianalyysi ja toimintovirheanalyysi (TVA). Riskianalyysin avainhenkilöitä ovat HAZOPissa sekä What-If analyysissä tuotantolinjan käytönvalvoja tai hänen valtuuttamansa henkilö, käyttöinsinööri, prosessisuunnittelija ja automaatioasiantuntija tai -suunnittelija. Vastaavasti

palo- ja layout-riskianalyyseissä avainhenkilöitä ovat käytönvalvoja tai hänen valtuuttamansa henkilö, käyttöinsinööri, teollisuuspalokunnan edustaja, layout-suunnittelija ja prosessisuunnittelija.

Tuotantolinjojen riskianalyyseprosessit on kuvattu jalostamotason ohjeessa OQD-717519 *Prosessiriskien hallinta Suomen tuotannossa*, joka kuvaa prosessiriskien tunnistamisen vaiheet ja vastuut tuotantolinjoilla. Ohje määrittää riskien tunnistamiseen käytettävät riskianalyysemenetelmät ja laitokselle tehtävistä riskien arvioinneista tulee laatia suunnitelma vastualueittain. Suunnitelman laadinta- ja päivitysvastuu on alueen teknisellä päälliköllä (kemikaalien käytönvalvoja). Ohjeistuksen mukaan tuotantolinjoilla tulisi kerran vuodessa käydä läpi riskianalyysejen ja niissä määriteltyjen toimenpiteiden tilanne. Jalostamon tuotantolinjoilla käytettäviä riskianalyysemenetelmiä ovat HAZOP, paloriskianalyysi, toimintovirheanalyysi (TVA), eheystasotarkastelut, seurausanalyysit, What-If, pienet tekniset muutokset (PTM), vika- vaikutusanalyysi sekä ympäristöriskianalyysi. Prosessiyksiköiden pääsääntöinen riskianalyysemenetelmä on HAZOP. Jalostamolla on suunnitelma, jossa jokaiselle tuotantolinjan prosessiyksikölle on tarkoitus toteuttaa HAZOP -riskianalyysi vähintään 10-vuoden välein. HAZOP -analyysin lisäksi yksiköille laaditaan samassa yhteydessä hätäalasajo-ohjeen toimintovirheanalyysi (TVA) sekä eheystasotarkastelu LOPA-menetelmällä.

Paloriskianalyysi tehdään uusien laitteiden ja yksiköiden suunnittelussa ennen layout-tarkastelua. Toimintovirheanalyysin avulla tarkastellaan yksittäisten toimintojen suorittamisessa mahdollisesti esiintyviä virheitä ja näiden vaikutuksia prosessin tai laitteiston toimintaan ja sen turvallisuuteen. HAZOP-tarkastelujen yhteydessä laaditaan toimintovirheanalyysi kyseisen yksikön hätäalasajo-ohjeistuksesta. Toiminnallisen turvallisuuden lähtökohtana on ohjattavan kohteen riskin arviointi ja vaatimusten määrittely, joiden perusteella määritellään varautumiselle tarvittava turvallisuuden eheyden taso (TET). Konserniohje NOQD-468 *Layers of protection analysis for process hazards and SIL determination* määrittelee miten TET-tarkastelu etenee prosessina. LOPA (Layer Of Protection Analysis) kuvaa eri suojakerrosten tehokkuutta riskien vähentämisen ja kriittisten vaatimusten määrittämiseksi suojakerroksille. Laajemmat seurausanalyysit tehdään turvallisuusselvityksen päivityksen yhteydessä.

Jalostamon suuronnettomuusvaarat kartoitetaan ohjeen OQD-717519 mukaan tuotantolinjojen prosessiyksiköille määräajoin tai hankkeen yhteydessä tehtävien HAZOP-riskitarkastelujen yhteydessä. Myös muissa prosessiriskianalyseissa tunnistetut suuronnettomuusvaarat tulisi listata mukaan kyseisen yksikön suuronnettomuusvaaroihin. Suuronnettomuusvaaroja ovat lähtökohtaisesti kaikki ne riskit, joiden seuraus on luokiteltu kategoriaan 3 (erittäin vakava) tai 4 (katastrofaalinen). Porvoon jalostamon suuronnettomuusvaaroista on laadittu seurausanalyysiraportti, jossa on kuvattu eri tuotantolinjojen ja toimintojen onnettomuusskenaarioita. Kaikista tunnistetuista suuronnettomuusvaaroista tulisi olla laadittuna yksityiskohtainen kuvaus onnettomuuden kulusta sekä siitä, millä todennäköisyydellä tai minkälaisissa olosuhteissa se voi esiintyä. Kuvauksen lisäksi ohjeen mukaan tulee esittää kaikki ne toimenpiteet, joilla estetään onnettomuuden syntyminen ja eteneminen sekä rajoitetaan onnettomuuden seurauksia. Tuotantolinjoilla on toimintaperiaatevastaavan mukaan implementointivaiheessa menettely, jossa esitetään suuronnettomuusskenaarion hallinta Bow-tie mallilla käsittäen suojautumistoimenpiteet, jotka estävät tapahtuman syntymisen sekä sen seurauksia pienentävät suojautumistoimenpiteet. Turvallisuusselvityksen päivityksen yhteydessä on tarkoitus koota yhteen kaikkien toimintojen suuronnettomuusvaarojen kuvaukset, vaikutusalueet sekä hallintakeinot. Näistä valitaan turvallisuusselvitykseen esitettäväksi merkittävimmät ja keskeisimmät suuronnettomuusskenaariot.

Konsernitason ohje NOQD-230 *Six Step proseduuri investointiprojekteissa* kuvaa kuusi vaihetta, joissa määritetään, mitkä riskianalyysit sisältyvät kuhunkin vaiheeseen ja niiden ajoitukseen investointihankkeen elinkaaren aikana. Vaiheet on sisällytetty investointihankkeen eri osa-alueisiin, joita ovat prosessitekniikan kehittäminen, esitutkimus, soveltuvuus selvitys, perustekniikan määrittelyvaihe, investointihankkeen toteutus (yksityiskohtainen suunnittelu ja hankinta, rakentaminen ja käyttöönotto), käyttöönotto ja käynnistys sekä laitoksen toiminta. Toteutettavat riskianalyysit eri vaiheissa on kuvattu tarkemmin liitteessä 2. Jalostamon prosessiturvallisuusasiantuntijan mukaan prosessiturvallisuuteen tehtävät riskianalyysit jalostamolla perustuvat keskeisesti jalostamolla tehtäviin muutoksiin, joiden prosesseissa edellytetään erilaisia riskianalyysejä tai vähintään riskianalyysitarpeiden tarkastelua. Prosessiturvallisuuteen kytkeytyviä riskianalyysejä edellytetään ja laaditaan erityisesti hankkeiden yhteydessä tehtävän Six Step -tarkastelun kautta. Ohjeen mukaisia oleellisimpia riskianalyysejä ovat taulukossa 8 esitetyt riskianalyysimenetelmät.

Taulukko 8. Investointihankkeissa käytettävät riskianalyysimenetelmät (NOQD-230).

#	Riskianalyysimenetelmä
1	Alustava vaara-analyysiselvitys (Preliminary Hazard Study)
2	Reaktiomatriisi (Reaction Matrix)
3	Seurausanalyysi (Consequence Analysis)
4	QRA (Quantitative risk assessment)
5	Suuronnettomuusvaarojen tunnistaminen ja sijoitusanalyysi (Major Hazard Identification including Siting Analysis)
6	Layout tarkastelu (Layout Review)
7	Paloriskianalyysi (Fire Risk Analysis)
8	HSE-suunnittelun kriteerit ja palontorjuntastrategia (HSE Design Criteria inc. Fire Protection Philosophy)
9	Ympäristövaikutusten arviointi (Environmental Compliance Analysis / Environmental Impact Assessment)
10	Layout-riskianalyysi (Layout Risk Analysis)
11	Palontorjunnan tarkastelu (Fire Protection Review)
12	HAZOP / jäsenneily What-if analyysi
13	Täydentävä HAZOP tai muu riskianalyysi toimittaja-arvioinneille
14	Turvallisuuden eheystason arviointi (SIL Evaluation)
15	Toimintovirheanalyysi (Action Error Analysis)

Jalostamalla erilaisten hankkeiden tuottamat riskianalyysit kuvataan hankkeiden dokumenteissa. Prosessiyksiköiden HAZOP -analyysien riskiluokat toimenpiteineen tuodaan Non Conformance Report (NCR) tietojärjestelmään ja kuvataan järjestelmän Incident management -Dashboardeissa tuotantolinjoittain. Tulevaisuudessa on tarkoitus saada muidenkin riskianalyysien kuvaamat riskit toimenpiteineen NCR -järjestelmään. 1-tason riskit, jotka ovat yhtiön riskimatriisin mukaisesti vihreällä, jätetään pois NCR -järjestelmän kuvauksesta.

Laadun kehittämiseen kytkeytyvä kuvaus nykytilasta

Yhtiössä sekä jalostamotasolla toteutetaan varsin kattavasti erilaisia riskianalyysimenetelyitä, joita on ohjeistettu useissa eri dokumenteissa. Sisäiset dokumentit ohjaavat tuotanto-

linjojen riskianalyysitoteutuksia, joista ohjeiden mukaan toteutusvastuullisia ovat tuotantolinjojen nimetyt käytönvalvojat. Lisäksi muita vastuuta on kuvattu jalostamotason ohjeistuksessa yleisellä tasolla tehtävänimikkeiden mukaisesti. Riskianalyysikohtaisia vastuuta ei sisäisissä dokumenteissa ole tarkemmin kuvattu. Teknisten päälliköiden mukaan riskianalyytisprosesseissa tuotantolinjoilla kokonaisvastuu on käytönvalvojalla ja yksityiskohtaisemmat vastuut riskianalyytien toteutuksissa ovat epäselvempiä tuotantolinjoilla. Lisäksi käytännön toteutuminen on hyvin riippuvainen yksittäisten henkilöiden ja organisaatioiden osaamisesta ja kyvykkyydestä. Jalostamon toimintaperiaatevastaavan tulee huolehtia siitä, että riskien arviointiprosessi on tarkoituksenmukainen, ja että sitä seurataan ja arvioidaan säännöllisesti. Vastuiden toteuttamiseen ei ole ohjeissa prosessikuvauksia eikä määriteltyjen vuosittaisten tai muiden frekvenssien tarkasteluille ole systemaattisesti kuvattua menettelyä. Lisäksi menettelyille ei ole määritetty ohjeistuksissa sisäisiä auditointitoteutuksia.

Hankkeisiin liittyen tuotantolinjoilla toteutetaan HAZOP -analyysieja sekä What-If analyysin tarkasteluja. Tuotantolinjoilla on 10-vuotis HAZOP -suunnitelma yksiköiden nykytilanteen selvittämiseksi. Tällä hetkellä ne on yhdistetty investointihankkeisiin. Teknisten päälliköiden mukaan tuotantolinjoilla ei ole varsinaisesti priorisoitu eri onnettomuusskenaarioita, joita riskianalyyssimenettelyissä on tunnistettu. Mahdollista priorisointia toteutetaan investointihankkeita mietittäessä. Tuotantolinjojen onnettomuusskenaarioiden ja riskianalyytien kokonaistilannetta arvioidaan tulevaisuudessa tuotantolinjan vuosittaisessa riskitarkastelun kokouksessa ohjeen OQD-7519 mukaisesti. Teknisten päälliköiden mukaan tuotantolinjoilla riskikuvaa ei varsinaisesti päivitetä säännöllisesti, vaan pääasiassa reaktiivisesti kun tuotantolinjoilla toteutetaan uusia investointeja. Vaaratapahtumiin kytkeytyvät suojakeinot on tuotantolinjoilla kuvattu suojausten ja säätöjen toiminnankuvauksissa, tuotantolinjan prosessiyksiköiden häiriötilanneohjeissa sekä prosessiyksiköiden kohdekorteissa. Varsinaista visuaalista menettelyä ei tuotantolinjoilla ole käytössä nykytilassa.

Sisäisten ohjeiden määrä sekä konserni että jalostamotasolla on kattava. Ohjeissa kuvataan seikkaperäisesti erilaisia minimi- sekä muita vaatimuksia, vastuuta sekä riskianalyytien yleisiä kuvauksia sekä yksityiskohtaisempia menettelytapoja. Ohjeissa viitataan usein ja vahvasti toisiin jalostamo- tai konsernitason ohjeeseen, mikä tekee luettavuudesta, ymmärryksestä sekä laadun ja kokonaisuuden hallinnasta haastavaa. Riskianalyytien kytkeytyvyyttä

toisiinsa tai syy-seurauskuvauksia ei ole kuvattu ohjeissa. Yleisen tason riskianalyysiprosessi on kuvattu konserniohjeessa, mikä kuvaa prosessin kulun hyvin yleisellä tasolla. Vastuita riskianalyysien toteutuksissa on jalostamotasolla määritetty yleisellä tasolla. Riskianalyysikohtaisia vastuita ei ole ohjeissa kuvattu. Poikkeuksen tekee konserniohje investointihankkeiden kuudenvaiheen proseduurista, jossa käytettäviä riskianalyyseja on vaiheistettu proseduurin mukaisesti. Ohje koskee uusia hankkeita, ei menettelytapoja käytössä olevalle laitokselle.

Riskianalyysimenettelyissä on huomattavaa irrallisuutta, joissa analyyseista saatu tieto kulkeutuu toisiin analyysihin ja tuotantolinjan kokonaisriskikuvaan satunnaisesti tai ei lainkaan. Systemaattista kokonaisuuden hallintaa riskianalyysien toteutuksista ei ole jalostamotasoisesti tai tuotantolinjakohtaisesti. Teknisten päälliköiden mukaan riskianalyysitoiminta jalostamolla pitäisi saada järjestettyä kokonaisuudessaan ohjeen OQD-717519 mukaisesti. Epäkohtana tällä hetkellä on kokonaiskuvan uupuminen jalostamon tuotantolinjoilta, jossa tiedot ja dokumentaatiot ovat eri järjestelmissä hajautetusti. Erityisesti hankkeissa laadittujen riskianalyysien tuloksista ei ole laadittu yhteenvetoa. Yhtenä tavoitetilana jalostamolla on määritetty, että kaikki hankkeissa laaditut riskianalyysit on kuvattu NCR -järjestelmässä, niistä on suunnitelma ja tulokset on mahdollista nähdä alueittain kootusti.

5.2.2 Reaktiiviset suojakeinot

Porvoon jalostamon tuotantolaitosten turvallisuusselvityksessä (2016, s.51 - 53) varautumistoimenpiteitä tyypillisimmille onnettomuuksille on kuvattu yhteensä kuudelle erilaiselle onnettomuustyyppille. Niitä ovat nestekaasuvuodon seurauksena tapahtuva paineenalaisen nesteytetyn kaasun räjähdys (BLEVE), kaasupilviräjähdys prosessialueella, varastosäiliön valtilan lammikkopalo, bentseenivuoto, fluorivetyhappovuoto ja rikkivetyvuoto. Ohjeen NOQD-458 mukaan prosessin riskejä lievennetään teknisillä esteillä (suojukerrokset), jotka joko estävät tapahtuman etenemisen tunnistetuksi skenaarioksi tai vähentävät sen seurauksia. Ihmisen toimintaa, kuten toimintamenettelyt ja ohjeet, voidaan käyttää prosessiin liittyvien riskien lieventämiseen tiukoin edellytyksin, koska ihmisen luotettavuutta ja tehokkuutta on vaikea tarkistaa luotettavasti.

Tuotantolinjoilla yksiköitä on rakenneltu 60-luvulta 2000-luvulle, joten on selvää, että tuotantolinjoilla esiintyy eritasoisia ratkaisuja sekä prosessitekniisten että passiivisten ja aktiivisten suojakeinojen toteutuksissa. Erityisesti rakennusaika vaikuttaa passiivisten suojakeinojen toteutuksiin ja tästä syystä erityisesti paloriskien passiiviset suojakeinot eivät ole niin toimivia tuotantolinjojen vanhojen prosessiyksiköiden osalta kuin uusien yksiköiden nykytilassa. Prosessiyksiköiden riskitarkasteluilla yksiköiden suojakeinojen tilaa tarkastellaan ja pyritään nykyaikaistamaan mahdollisuuksien mukaan.

Porvoon jalostamon tuotantolaitosten turvallisuusselvityksen (2016, s.68 - 74) mukaan jalostamolla on laaja palovesijärjestelmä. Jalostamolla on yli 600 palopostia ja -vettä saadaan tekojärvestä, satamasta tai merivesitunnelista. Prosessialueiden palontorjunnan on suunniteltu pääsääntöisesti tapahtuvan sammutusautojen ja palovesitykkien avulla. Kantavien rakenteiden passiivisen palosuojauksen taso vaihtelee eri yksiköissä rakennusajankohdan mukaisen vaatimustason vaihteluista johtuen. Taulukossa 9 on listattu jalostamolla olevia onnettomuuksiin varautumisen kalustoa jalostamon turvallisuusselvityksen mukaisesti.

Taulukko 9. Jalostamolla käytössä olevia suojakeinoja palontorjuntatoimiin

#	Palontorjunnan passiivinen tai aktiivinen suojakeino
1	Palovesipumppaamot, palovesiputkistot ja palopostit
2	Kiinteät valelu- ja sammutusjärjestelmät: Kauko-ohjattavat palovesitykit, Höyrysammutus, inergen-sammutusjärjestelmät, CO2 sammutusjärjestelmät, vaahtoputkistot, vesivalelujärjestelmät ja vesiverhojärjestelmät
3	Liikutettava kalusto: Kuusi raskasta sammutusautoa, ensihoitoyksikkö, siirrettävä suurtehotykki ja tykillinen sammutuskontti
4	Palosuojaukset (eri yksiköiden kantavat rakenteet, vaatimustaso vaihteleva)
5	Paloilmoittimet ja kiinteät kaasunilmaisimet: Noin 10 000 osoitteellista paloilmoitinta ja noin 600 kiinteää kaasunilmaisinta

Jalostamotasoinen ohje OQD-2179 *palovesijärjestelmän käytettävyyden hallinta* kuvaa palovesijärjestelmään kuuluvien laitteiden käyttöön, tarkastukseen, testaukseen ja kunnossapitoon liittyvät toimenpiteet, joilla varmistetaan palovesijärjestelmän toimivuus ja turvallinen

käyttö. Ohjeen mukaan palovesijärjestelmään kuuluvat palovesipumput, palovesilinjat, palopostit ja palovesitykit, linjaventtiilit, vesivalelut, kauko-ohjattavat palovesitykit sekä kuivanusut. Järjestelmän kunnossapitovastuu on tuotantolinjoilla alueiden mukaisesti. Palovesipumput on luokiteltu jalostamon kunnossapitojärjestelmässä kriittisiksi laitteiksi, joiden tarvittavat korjaustyöt on suoritettava viivytyksettä. Vesivalelulaitteilla sekä kauko-ohjattavilla vesitykeillä tulee olla käytönvalvojan nimeämä vastuuhenkilö, joka valvoo tarkastusten, testausten ja kunnossapidon toteutumista. Tehdyt tarkastukset ja testaukset tulee ohjeen mukaan dokumentoida, jotta ne voidaan tarvittaessa todentaa laitekohtaisesti.

Jalostamotasoinen ohje OQD-6640, *automaattisten palosammutuslaitteistojen hoitaminen*, kuvaa yhtenäisiä menettelytapoja automaattisten palosammutuslaitteistojen hoitoon jalostamolla. Ohjeen mukaan automaattinen sammutuslaitos on tarkastettava ennen laitteiston käyttöönottoa ja tämän jälkeen määrävälein. Automaattisten sammutuslaitteistojen määräaikatarkastus on tehtävä kahden vuoden välein. Kaasusammutuslaitteistoilla tarkastusväli voi olla neljä vuotta. Ensimmäinen määräaikaistarkastuksen ajankohta määräytyy laitteiston käyttöönottoajankohdasta. Tuotantolinja on ohjeen mukaan vastuussa laitteistojen hoitajan nimeämisestä sekä kouluttamisesta.

Suojakeinojen nykytila tuotantolinjoilla

Passiivisten palontorjunnan suojakeinojen osalta prosessiyksiköiden sijoittelu toisiinsa on teknisten päälliköiden mukaan todennäköisesti suurin puutteellisuus, eli yksiköt sijaitsevat nykyratkaisuihin nähden lähellä toisiaan. Myös passiiviset palosuojaukset ovat yleisesti koko jalostamolla yksi merkittävä passiivisen suojakeinon puute. Palosuojauksia on tarkoitus parantaa tällä hetkellä uuden spesifikaation mukaisesti ja uusiin yksiköihin tulee jo rakennusvaiheessa riittävät palosuojaukset.

Aktiivisten suojakeinojen osalta tuotantolinjojen alueilla on muun muassa hiilivetyhaistajia, jotka hälyttävät ohjaamoon havaitessaan pitoisuuksia. Automaatiojärjestelmään on rakennettu suojauksia, hälytyksiä ja lukituksia sen mukaan miten suunnittelun aikana on riskianalyseissä havaittu. Tuotantolinjojen uusimmissa yksiköissä on jalostamon ohjaamosta käytettävät kauko-ohjattavat vesitykit mahdollisen vaaratilanteen varalle. Alueella on runsaasti

pikaerotusventtiileitä (venttiilit omassa erillisessä paikassa, josta turvallista tehdä erotus) sekä mahdollisuus erottaa laitteita kauempaa kaukoerotustauluista. Osa painelaitteista on varustettu vesivalelumahdollisuudella. Teknisistä suojakeinoista erityisesti kaukoeristys- ja turvasulkuventtiilit, kaasuhaistelijat, paloilmaisimet, hätäpaineenalennustoiminnot toimivat vaaratapahtuman alkuvaiheen suojakeinona tapahtumaketjun etenemisen estämiselle.

Tuotantolinjalla kaksi erityisesti suuronnettomuusvaaralliseen alkylointiyksikköön määritetty lieventäviä suojakeinoja kemikaalivuodon eristämiseen ja rajoittamiseen, joita ovat esimerkiksi kauko-ohjattavat vesitykit, HF-laseranalysointilaitteet kemikaalivuodon havaitsemiseen, jotka ovat merkittävä ei-toivotun tapahtuman alkuvaiheen suojakeino tapahtumaketjun mahdollisimman aikaiselle katkaisemiselle. Onnettomuustapahtuman etenemistä tuotantolinjoilla pyritään vaaratilanteessa toiminnallisesti estämään muun muassa yksikön hätäpysäytyksellä ja alasajolla, mikäli muut keinot eivät ole riittäviä. Häiriötilanneohjeistukset kriittisiksi määritellyissä yksiköissä ovat merkittäviä ihmisten toimintaan liittyviä suojakeinoja. Valvontakeskuksen kautta ohjaamo-operoinnissa saadaan kattava kuva valvottavan yksikön tilasta. Yksiköiden fyysistä aluetta valvotaan kenttäkierroksin, kameroiden avulla sekä hiilivetyhaistajilla. Kauko-ohjattavia palovesitykkeitä voidaan operoida ohjaamosta, mikäli alueelle ei ole turvallista mennä.

Puutteena teknisten suojakeinojen toteutuksissa on monelta osin teknisten päälliköiden mukaan se, ettei tuotantolinjoilla ole toimintaprosesseja esimerkiksi palovesijärjestelmien ja sammutushöyryjen testaukseen. Tuotantolinjalla numero yksi vastuu on määritetty tuotantolinjan huoltomestarille. Tosin vastuuta ei varsinaisesti ole dokumentoitu tai esimerkiksi kirjattu virallisesti toimenkuvaan. Suojausten ja lukitusten ohituksen kirjataan ohjeistuksen mukaisesti ja niiden tila raportoidaan viikoittain esimerkiksi tuotantolinjan yksi palaverissa. Toimintamenettelyä ei kuitenkaan ole kokonaisuuden hallintaan, vaan menettelyssä on enemmänkin kyse sovitusta toimintatavasta, jolloin standardoitua menettelyä ei ole olemassa. Teknisten päälliköiden mukaan järjestelmien jatkuvaa toimintakykyä valvotaan ja ylläpidetään määräaikaistarkastusten ja toiminnallisten testausten perusteella. Kaasunhaistajien ja paloilmaisimien osalta teknisillä päälliköillä ei ole käsitystä asiasta. Lisäksi palovesitykeille, kauko-ohjattaville vesitykeille, sammutushöyry- tai vesivalelujärjestelmille ei ole tuotantolinjoilla systemaattista ja standardoitua toiminnallista testausta.

5.2.3 Tuotantolinjojen vaaratilannevalmius

Porvoon tuotantolaitosten turvallisuusselvityksessä kuvataan jalostamotasoisesti vaaratilannevalmiutta. Turvallisuusselvityksen (2016, s.13 - 14) mukaan jalostamon vaaratilannevalmius perustuu riskien arviointiin, kokemukseen, poikkeamaraportointiin sekä siihen liittyvään tutkintamenettelyyn ja säännölliseen vaaratilanneharjoitteluun. Jalostamolle on laadittu asetuksen 685/2015 mukainen sisäinen pelastussuunnitelma. Selvityksen mukaan sisäisen pelastussuunnitelman laadinnassa on otettu huomioon tunnistetut onnettomuusriskit ja vaaratilanteet sekä Itä-Uudenmaan pelastuslaitoksen valmius. Vaaratilanneharjoitussuunnitelmat pohjautuvat tunnistettuihin suuronnettomuusriskeihin ja onnettomuustapauksiin. Harjoituksen arvioinnissa päähuomio kiinnitetään sisäisen pelastussuunnitelman toimivuuteen ja voimassa olevien toimintaohjeiden osaamiseen ja kattavuuteen.

Porvoon jalostamon sisäisen pelastussuunnitelman (2015, s.2 - 5) mukaan jalostamon pelastusorganisaatio muodostuu omasta öljynjalostuksen ja kemianteollisuuden onnettomuuksiin erikoistuneesta organisaatiosta. Tarvittaessa Porvoon jalostamon valmiusjohtoryhmä käynnistyy tilanteen vaatimusten mukaisesti. Neste- tai kaasuvuototapauksissa tuotanto pyrkii rajoittamaan ja sulkemaan vuodon operoimalla venttiileitä ohjaamosta sekä kentällä. Pelastushenkilöstön tehtävänä on suojata operaattorien toimintaa, estää vuotavan aineen syttyminen, ohjata se turvalliseen suuntaan, rajoittaa leviäminen, tyrehdyttää vuoto ja ottaa mahdollisuuksien mukaan vuotava neste talteen.

Nykytilanteessa jalostamon sekä tuotantolinjojen vaaratilannevalmius on kuvattu jalostamon tasoisessa ohjeessa OQD-1184 *Toiminta onnettomuus- ja vaaratilanteessa Porvoon jalostamolla*, jossa määritellään välittömät toimenpiteet, joihin on ryhdyttävä vaaratilanteissa. Tällaisia tilanteita ovat ohjeen mukaan esimerkiksi tulipalo, räjähdys, kaasui- tai kemikaalivuoto tai niihin mahdollisesti johtava vaaratilanne. Teknisten päälliköiden mukaan tuotantolinjoilla tuotantomestarin tuuraajaksi ja mestariksi nimetyt käyvät ohjeen läpi, henkilön esimies hyväksyy läpikäynnin.

Tuotantolinjojen henkilöstön vaaratilannevalmius perustuu monelta osin vaaratilanneharjoitteluun. Tuotantolinjojen operoinnin henkilöstön omatoimista vaaratilannevalmiutta erilaisia onnettomuustilanteita varten ei ole erikseen kuvattu missään dokumenteissa. Prosessiyksiköiden kohdekorteissa on kuvattu tuotantolinjojen voimavarat teknisten laitteiden osalta. Tuotantolinjoilla voimavarat sekä henkilöresurssit ovat teknisten päälliköiden mukaan pääsääntöisesti hyvät vaaratilanteessa toimimiseen. Tuotantolinjoilla on määritelty yleinen henkilöstöbudjetti, jolla pidetään riittävät resurssit tuotantolinjoilla. Operoinnin osaamiset dokumentoidaan määritettyyn tietojärjestelmään, josta on nähtävissä jokaisen vuoron operointihenkilöstö sekä osaaminen.

Tuotantolinjan omakohtaisia kuvauksia menettelyistä mahdollisessa evakuointi- ja suojautumistilanteessa (yksiköiden operointi turvalliseen tilaan, alueen henkilöstön evakuointi kokoontumispaikalle) ei tuotantolinjoilla ole laadittu ja toiminta perustuu jalostamotasoiseen ohjeeseen. Tuotantolinjojen yksiköiden yleinen operointi turvalliseen tilaan on kuvattu OQD -ohjeissa prosessiyksiköittäin. Mahdollisessa vaaratilanteessa tuotantolinjoilla varoitetaan sisäisestä tai ulkoisesta vaarasta yleisen hälytyskuulutusjärjestelmän lisäksi sisäisellä radiopuhelinkanavalla.

5.2.4 Operointihenkilöstön koulutus sekä harjoitukset vaaratilanteiden varalle

Vaaratilanneharjoituksia pidetään sisäisen pelastussuunnitelman (2015) mukaan suunnitelmallisesti määräajoin. Harjoittelu toteutetaan erillisen sisäisen vaaratilanneharjoitukset ohjeen mukaan. Turvallisuusselvityksen (2016, s. 11 - 12) mukaan vaaratilanneharjoituksia järjestetään säännöllisesti vuosittain määritellyn suunnitelman mukaisesti onnettomuusvaarojen ehkäisemiseksi ja niiden hallitsemiseksi. Prosessialueella vakituisesti työskentelevät henkilöt osallistuvat yksikkökohtaiseen vaaratilanneharjoitukseen vähintään kerran vuodessa. Harjoitusten suunnittelussa on tarkoitus huomioida olemassa olevat vaaratilanneohjeet, riskinarvioinnit ja tunnistetut suuronnettomuusriskit, tapahtuneet poikkeamat jalostamolla sekä edellisen vuoden aikana pidettyjen harjoitusten opit. Vaaratilanneharjoitukset on tarkoitus arvioida harjoituksen jälkeen ja korjaavat toimenpiteet toteutetaan linjaorganisaation toimesta. Harjoituksissa on tarkoitus arvioida sisäisen ja yksikkökohtaisen pelastussuunnitelman toimivuutta.

Teknisten päälliköiden mukaan sekä kenttäoperaattoreiden että valvomohenkilöstön koulutus vaaratilannevalmiuteen tapahtuu pääsääntöisesti harjoittelun kautta. Osa tuotantolinjojen operoinnin henkilöstöstä kuuluu jalostamon puolivakinaiseen palokuntaan, mihin henkilöt saavat koulutuksen kurssitusten kautta. Muun henkilöstön osalta varsinaista koulutusta vaaratilannevalmiuteen ei ole. Osaamisen hallintaa toteutetaan käytännössä harjoittelun kautta. Muuta kompetenssin ja osaamisen hallinnan elementtejä ei tuotantolinjoilla ole käytössä vaaratilannevalmiuden osalta. Harjoittelut on kuvattu ohjeessa OQD-638 *Häiriötilanne- ja vaaratilanneharjoitukset*. Ohje velvoittaa tuotantolinjoja harjoitusten toteuttamiseen. Ohjeen mukaan häiriötilanneharjoittelun tavoitteena on pyrkiä ehkäisemään ennalta häiriötilanteiden syntyminen sekä luoda edellytyksiä tilanteiden ja niiden seurausten hallintaan, jotta varsinaisia vaara- tai onnettomuustilanteita ei synny. Vaaratilanteiden harjoituskäytännöllä varmistetaan, että jalostamoilla, satamissa ja jalostamoalueiden rakennuksissa ylläpidetään toimintavalmiutta mahdollisia onnettomuustilanteita varten.

Vaaratilanneharjoitusohje (OQD-638) määrittelee, että Porvoossa tuotantolinjojen käytönvalvojat (tekniset päälliköt) suunnittelevat vuosittaiset harjoitukset omille vastuualueilleen. Teknisten päälliköiden mukaan häiriötilanneharjoittelua toteutetaan henkilöä kohden neljä kertaa vuodessa sekä yksi vaaratilanneharjoitus vuodessa. Tuotantolinjoilla tunnistettuja onnettomuusskenaarioita ei ole systemaattisesti kytketty vuosittaiseen vaaratilanneharjoitus-suunnitelmaan. Harjoitusten aiheet päätetään vuosittain, mukana ovat tuotantolinjan turvallisuusinsinööri, tekninen päällikkö sekä tuotantopäällikkö. Tuotantomestari suunnittelee omalla vastuullaan olevat harjoitukset. NCR -järjestelmään teknisten päälliköiden mukaan kirjataan harjoitussuunnitelma. Mikäli harjoituksen yhteydessä tunnistetaan puutteita, niistä laaditaan korjaavia toimenpiteitä ja ne viedään NCR -järjestelmään toimenpiteeksi.

5.3 Proseduurin kuvaustarpeet nykytilassa

PDCA -menetelmän mukaisesti laadun kehittämisessä määritettiin nykytilanteen kautta oleellimmat ongelmat ja kehittämistarpeet, joita halutaan parantaa. Seuraavissa alaluvuissa käsitellään analyysia nykytilasta, jonka kautta syntyi käsitys oleellisimmista ongelmista sekä prosessikuvauksen tarpeet.

5.3.1 Riskianalyysitoteutukset

Merkittävimmät prosessikuvaustarpeet riskianalyysien toteutuksille laadun kehittämisen näkökulmasta ovat riskianalyysien toteutusten systemaattisuus sekä toisiinsa kytkeytyvyys. Laadukkaan sekä kustannustehokkaan reaktiivisen riskienhallinnan lähtökohtana toimii oleellisten onnettomuusskenaarioiden tunnistaminen riskianalyysimenetelmiä käyttäen, jolloin analyysien tulisi keskustella keskenään operoinnin tasolla ja hankkeista tuotantolinjoille.

Tarkempi kokonais kuvan määrittäminen sekä yksityiskohtaisempi kuvaus riskianalyysiprosessista ja sen eri vaiheista lisää merkittävästi lisäarvoa sekä kokonaisuuden hallinnalle että reagoivan riskienhallinnan laadun hallinnalle. Riskianalyysien kehittämiseksi konkreettinen menettely olisi saada visualisoitua laadittuja riskianalyysijä Bow-tie kaavioksi ja saada kuvaus koko tuotantolinjan käyttöön. Visualisointeja voisi hyödyntää esimerkiksi hanke-ehdotuksissa, vaara- ja häiriötilanneharjoituksissa, poikkeamatutkinnoissa sekä vajaakuntoisten laitteiden arvioinneissa.

Koko jalostamon riskikuva muotoutuu tuotantolinjakohtaisten riskikuvien kautta, mikä mallintuvat tunnistettujen onnettomuusskenaarioiden kautta. Riskikuva toimii lähtöpisteenä sekä proaktiivisen että reaktiivisen riskienhallinnan menettelyille. Jotta riskien, vaarojen ja onnettomuusskenaarioiden tunnistaminen olisi systemaattista, tulee tuotantolinjoilla sekä jalostamolla toteutettavien riskianalyysien kytkeytyvyyttä toisiinsa kehittää työssä laadittavan proseduurin kautta. Laadittavan kuvauksen tavoitteena tulee olla tuotantolinjojen vastuuhenkilöiden käsityksen lisääminen siitä, mikä on kunkin riskianalyysien hierarkia ja tavoite sekä miten ne kytkeytyvät määritettäviin reaktiivisiin suojakeinoihin. Päätöksenteossa kokonaisuuden hahmottaminen mahdollistaa tarvittavien toimien kohdistamisen sinne missä tarve on merkittävin. Nykyhetken sekä tulevaisuuden mahdolliset investointitarpeet riskienhallinnassa sekä proaktiivisesta että reaktiivisesta näkökulmasta tulisi olla luokiteltuna tarpeellisuuden mukaisesti, joiden lähtökohtana toimivat riskianalyysit sekä niistä koostuva riskikuva.

5.3.2 Reaktiiviset suojakeinot ja vaaratilannevalmius

Kuvattavaan proseduurin tulee määrittää reaktiivisten suojakeinojen suunnittelu sekä toteutushierarkia. Suojakeinojen määrittysten perustana toimivat riskianalyysien tulokset. HAZOP -analyysien toteutuksia tulee toteuttaa tuotantolinjoilla, jonka kautta on mahdollista määrittää tarvittavia reaktiivisia suojakeinoja kohdennetusti. Reaktiivisten suojakeinojen toteutukset tulee olla selvennettyinä työssä kuvattavassa proseduurissa. Suojakeinojen määrittymiset tulee kuvata hierarkiassa, jonka tarkoitus on antaa selvyyttä siitä, missä järjestyksessä reaktiiviset suojakeinot tulee suunnitella sekä toteuttaa riskianalyysien pohjalta.

Aktiivisten palontorjuntaan kytkeytyvien suojakeinojen kehittämisessä merkittävää olisi teknisten päälliköiden mukaan paloilmalaitteiden käyttöönotto. Paloilmalaitteiden asennusten toteutukset sekä selkeiden operointi-ikkunoiden määrittäminen olisivat oleellisia reaktiivisten suojakeinojen kehittämistoimia. Sekä aktiivisille että passiivisille suojakeinoille toteutusten suunnittelulle ei ole jalostamolla käytännössä laadittuja ohjeistuksia. Jotta sekä aktiivisia että passiivisia suojakeinoja kyettäisiin systemaattisesti toteuttamaan, tulee niihin liittyvien spesifikaatioiden sekä analyysimenetelmien kytkeytyvyyttä kehittää selkeästi osaksi jalostamon tuotantolinjojen riskianalyysiprosessia. Oleellisia kehittämistarpeita prosessikuvausten kannalta on myös reaktiivisten suojakeinojen ylläpitoon liittyvät dokumentoidut menettelyt.

Tuotantolinjojen operointihenkilöstön kompetenssi ja osaamisen hallinta vaaratilanteessa toimimiseen perustuu monelta osin nykytilanteessa vaaratilanneharjoituksiin. Harjoitusten aiheet eivät ole systemaattisesti synkronoitu tunnistettuihin onnettomuusskenaarioihin. Eriyisesti kenttäoperointihenkilöstön kompetenssia tulee kehittää, jotta tuotantolinjan omatoiminen varautuminen vaaratilanteisiin henkilöstön osalta saavuttaisi korkealaatuisen tason. Osaamisen hallinnan suunnittelun lähtökohtana toimivat jalostamon sisäinen pelastussuunnitelma sekä tuotantolinjakohtaiset vaaratilannevalmiussuunnitelmat. Suunnitelmien toteutushierarkia tulee kuvailla osana proseduurin kuvausta.

6 EHDOTETTAVA TOIMINTAMALLI

Tässä luvussa käsitellään reagoivan riskienhallinnan tavoitetilaa sekä ehdotettavaa prosessikuvausta tavoitetilaan pääsemiseksi.

6.1 Tavoitetila ja ongelma-alueet nykytilan analyysissä

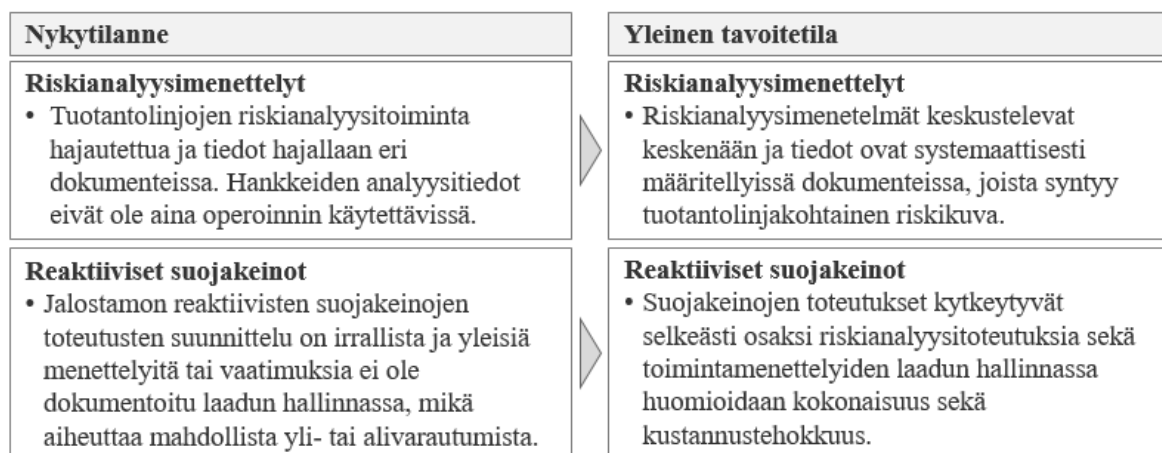
Prosessiturvallisuuden näkökulmasta sekä proaktiivisen että reaktiivisen riskienhallinnan lähtökohtana toimii oleellisten onnettomuusskenaarioiden ja vaaratapahtumien tunnistaminen. Tunnistamisen työkaluna toimivat erilaiset riskianalyysimenetelmät, joita toteutetaan riskienhallintaprosessin kautta.

Nykytilan analyysissä havaituissa ongelmissa kiteytyvät tekijät, joita ovat riskianalyysiprosessien sekä dokumentaation hallinnan puutteellisuudet. Riskianalyysien toimintamenettelyt on kuvattu lukuisissa eri ohjeissa. Menettelykuvauksissa on jokseenkin enemmän päällekkäisyyttä kuin tarkentavia menettelytapoja. Lisäksi ohjeet sekä konserni- että jalostamotasolla ovat pääosin kirjallisessa tekstimuodossa ja kokonaisuuden hahmottavaa prosessikarttaa tai tarkennettua toimintakuvausta ei ole. Merkittävä ongelma on myös, etteivät riskianalyysit systemaattisesti keskustele keskenään ja analyyseistä saatavan tiedon hajanaisuus eri dokumenteissa.

Nykytilassa reaktiivisten suojakeinojen suunnittelu ja toteutukset eivät ohjeistuksissa systemaattisesti kytkeydy riskienhallintaprosessin kuvaukseen sekä riskianalyysitoteutuksiin. Puutteellinen laadunhallinta dokumentaatioineen vähentää prosessiturvallisuuden hallintaa ja kustannustehokkuutta. Tuotantolinjakohtaisessa vaaratilannevalmiudessa oleellisin ongelma-alue on dokumentaation puute. Toimintasuunnitelma vaaratilannevalmiuden osalta perustuu kokonaan jalostamotasoiseen suunnitteluun. Lisäksi operointihenkilöstön osaamisen hallinta toimintavalmiudessa perustuu ainoastaan vaaratilanneharjoitusten toteuttamiseen.

Jalostamon merkittävimppänä riskianalyysimenettelynä toimii HAZOP -analyysi, jonka tarkoitus on tunnistaa prosessiyksiköissä esiintyvät ei-toivotut tapahtumat sekä määrittää niitä koskevat suojaustasot. Jalostusprosessia koskevat ensitason sekä ihmisen toiminnan suoja-keinojen toteutusten kuvaaminen ei ole riskianalyysitoteutusten ohjeistuksissa kuvattuna, mikä aiheuttaa haasteita kokonaisuuden hallintaan reagoivan riskienhallinnan osalta. Prosessiturvallisuuden reaktiivisten suojakeinojen hierarkiaa ei ole toimintamenettelyissä kuvattu.

Prosessiturvallisuuden kokonaisuuden hahmottamisen haasteena ovat useat eri yhtiö- ja jalostamotasoiset ohjeet. Kokonaisuuden hallinnan parantamiseksi tulisi toiminnan osa-alueet kuvata yhtenä prosessikarttana, jonka yksi osa-alue on reagoiva riskienhallinta. Menettelyt reagoivan riskienhallinnan osa-alueessa tulee olla kuvattuna omana toimintamenettelynä, joka sitoo osa-alueen sisäiset prosessit toisiinsa. Laadunhallinta riskianalyysien toteuttamisessa tulee perustua toimintamenettelyn kuvausten kulkuun, jonka lähtökohtana toimii hyvin selvitetty vuokaaviokuvaus. Lisäksi prosessikuvaukseen tulee kytkeä reagoivaan riskienhallintaan liittyvät reaktiivisten suojakeinojen elementit. Kuvassa 17 hahmotetaan reagoivan riskienhallinnan laadun kehittämisen kannalta merkittävimmät tavoitetilat nykytila-analyysin näkökulmasta.



Kuva 17. Reagoivan riskienhallinnan ongelmakuvaukset nykytilasta tavoitetilaan

Tavoitetilassa tuotantolinjoilla toteutettavat riskianalyysit keskustelevat keskenään sekä dokumentaatiot analyysien tuloksista ovat selkeästi saatavilla. Jalostamolla ja sen tuotantolin-

joilla tulee olla kunkin tuotantolinjan omakohtainen riskikuva, joka luodaan myös visuaalisen kuvauksen kautta. Sekä systemaattisen riskianalyysimenettelyiden että visuaalisten riskikuvausten kautta tuotantolinjojen reaktiiviset suojakeinot kyetään tehokkaasti kohdentumaan tunnistettuihin onnettomuusskenaarioihin, jotka ovat tarvittaessa priorisoitu riskiarvion perusteella.

Keskeisenä menetelmänä nykytilasta tavoittilaan pääsemiseksi tässä työssä toimii prosessikuvauksen laadinta siitä, miten riskianalyysit kytkeytyvät toisiinsa ja mikä on toteutettavien analyysien hierarkia. Prosessikuvaus toteutuu toimintamallin kuvauksena, joka sitoo reagoivaa riskienhallintaa koskevat menettelyt sekä prosessit yhteen. Reaktiivisten suojakeinojen kuvaaminen toimintamalliin luo mahdollisuuden systemaattisiin ja kustannustehokkaihin suojakeinojen toteutukseen. Kun reagoivan riskienhallinnan toiminnan pohjana toimivat määritetyt riskianalyysit - jotka kytkeytyvät johdonmukaisesti määritettäviin reaktiivisiin suojakeinoihin - paranee prosessiturvallisuuden laadunhallinnan taso.

6.2 Toimintamallin kuvauksen rakentaminen

Tavoittilaan pääsemiseksi riskianalyysien toteutukset tulee olla sisällytettynä reagoivan riskienhallinnan toimintamallin kuvauksessa. Laadunhallinnan näkökulmasta analyysien toteutusten virtaviivaisuus on oleellista, mikä mahdollistaa tehokkaan riskienhallintaprosessin. Toimintamallin kuvauksen kautta laadunhallinta paranee mahdollistaen lisäksi kehittyneemmän ja kustannustehokkaan riskienhallintatoiminnan.

Nykytilan analyysissa todettujen ongelma-alueiden ja tavoittilaan pääsemiseksi toimintamallin kuvausta rakennettiin laatujohtamisen näkökulmasta tunnistettua kohderyhmää osallistaen. Osallistaminen aloitettiin nykytilan selvittämisellä, jossa kohderyhmälle toteutettiin tiedonkeruuhaastattelu. Tiedonkeruun kautta tunnistettiin oleelliset ongelmakohdat, jonka kautta rakentui tavoittilan kuvaus sekä menetelmä siihen pääsemiseksi.

Toimintamallikuvausta rakennettiin yhteistyössä yhtiön prosessiturvallisuusasiantuntijoiden kanssa kahden työpajamenettelyn kautta, joissa kirjallisuudesta sekä yhtiön ohjeistuksista

tunnistettuja riskianalyysimenetelmiä sijoitettiin hierarkiajärjestykseen ja kytkettiin toisiinsa tietovirran mukaisesti. Toimintamallin kuvaus jaettiin laadintavaiheen alussa kahteen osaprosessiin riskianalyysien ja reaktiivisten suojakeinojen selventämiseksi öljynjalostusteollisuuden näkökulmasta. Ensimmäiseksi osaprosessiksi rakentui suoraan jalostusprosessiin kytkeytyvät riskianalyysit ja niistä muodostuvat reaktiiviset suojakeinot. Toinen osaprosessi muodostui öljynjalostamon paloturvallisuuden liittyvistä elementeistä.

Rakennettuja osaprosesseja testautettiin haastatteluun vastanneiden teknisten päälliköiden työpajalla. Testaustyöpajan päätavoite oli aktivoita tuotantolinjojen kemikaalien käytönvalvonnasta vastaavia teknisiä päälliköitä, joilla on lainsäädännöllinen vastuu tuotantolinjakohdasta prosessiturvallisuudesta. Teknisiä päälliköitä koskevassa työpajassa selvennettiin käytössä olevan jalostamon riskianalyysien sekä reaktiivisten suojakeinojen tarkoituksia. Selvennystä seurasi prosessiturvallisuusasiantuntijoiden kanssa rakennettujen osaprosessien läpikäyminen ja esiintyneiden tarkennusten huomioiminen. Työpajan alustamisessa käytettiin työssä laadittua teoreettista viitekehystä, jonka avulla ensin selvennettiin reagoivan riskienhallinnan ja reaktiivisten suojakeinojen määrittelyä öljynjalostamolla sekä laadun kehittämiseen liittyviä elementtejä työssä.

6.3 Reagoivan riskienhallinnan prosessikuvaus

Prosessikuvauksen laadinta aloitettiin selventämällä sen soveltamisala, jossa määritettiin prosessikuvauksen tarkoitus, asiakkaat ja tarpeet sekä kuvauksen tavoite. Lisäksi määrittämiseen kuului prosessin syötteiden ja tuotteiden selvennys sekä prosessikaavion laatiminen. Selvennykset rakentuivat nykytilan analyysissa tunnistettujen tarpeiden kautta. Taulukossa 10 on listattu prosessikuvauksen soveltamisalaan liittyvät seikat.

Taulukko 10. Prosessikuvauksen soveltamisala

#	Vaihe	Kuvaus
1	Soveltamisala	Prosessikuvauksen on tarkoitus luoda perusta reaktiivisten suojakeinojen määrittelyihin, jotka muodostuvat eri riskianalyyysien kautta. Prosessikuvaus alkaa lähtötiedoista ja päättyy tuotantolinjan riskikuvaan sekä vuosittaiseen riskitarkasteluun, josta se iteratiivisesti alkaa alusta tai kohdennusta vaiheesta.
2	Asiakkaat ja tarpeet	Prosessin asiakkaina toimivat tuotantolinjojen prosessiturvallisuudesta vastaavat henkilöt, joita ensisijaisesti ovat kemikaalien käsittelyn käytönvalvojat, tuotantopäällikkö sekä jalostusyksiköiden käyttöinsinöörit. Sidosryhmänä toimivat matriisiorganisaatioiden henkilöstö, joita ovat prosessiturvallisuuden asiantuntijat sekä investointihankkeiden vastuulliset.
3	Tavoite	Päämääränä on toteutettavien riskianalyyysien hierarkian kuvaaminen sekä niistä tuotettavan tiedon kytkeminen reaktiivisten suojakeinojen määrittelyyn. Tavoitteena on myös riskianalyyysien tietovirran kytkeytyminen toisiinsa, jolla selkeytetään tuotantolinjojen riskienhallintaprosessin toteutusta.
4	Syötteet ja tuotteet	Syötteenä prosessille toimivat lähtötiedot sekä riskianalyyysien data, joiden kautta syntyy käsitys ja riskiperusteinen ymmärrys tuotantolinjan toimintaa koskevista vaaroista ja onnettomuuskenaarioista. Prosessikuvauksen tuotteena toimii prosessiriskienhallinnan selkeytyminen sekä tehokkuus tuotantolinjoilla ja siten koko öljynjalostamolla.
5	Prosessikaavio	Prosessikaavio kuvataan vuokaaviona, jossa kuvataan mitä tehdään, missä järjestyksessä sekä miten kaavion sisäiset tuotteet (output) kytkeytyvät toisiinsa. Kaaviossa kytketään riskianalyytit ja niistä saatava tieto reaktiivisten suojakeinojen määrittelyyn.
6	Vastuut	Kaaviossa ei kuvata tarkemmin työn kulkuun liittyviä vastuita, joissa jokaisella toteutettavalla riskianalyyysillä on omat toteutusvastuut ja roolit. Tuotantolinjan riskianalyyysien kokonaisuuden toteutuksista vastaa nimetty kemikaalien käytönvalvoja ja jalostamotasoisesti toimintaperiaatteista vastaava.

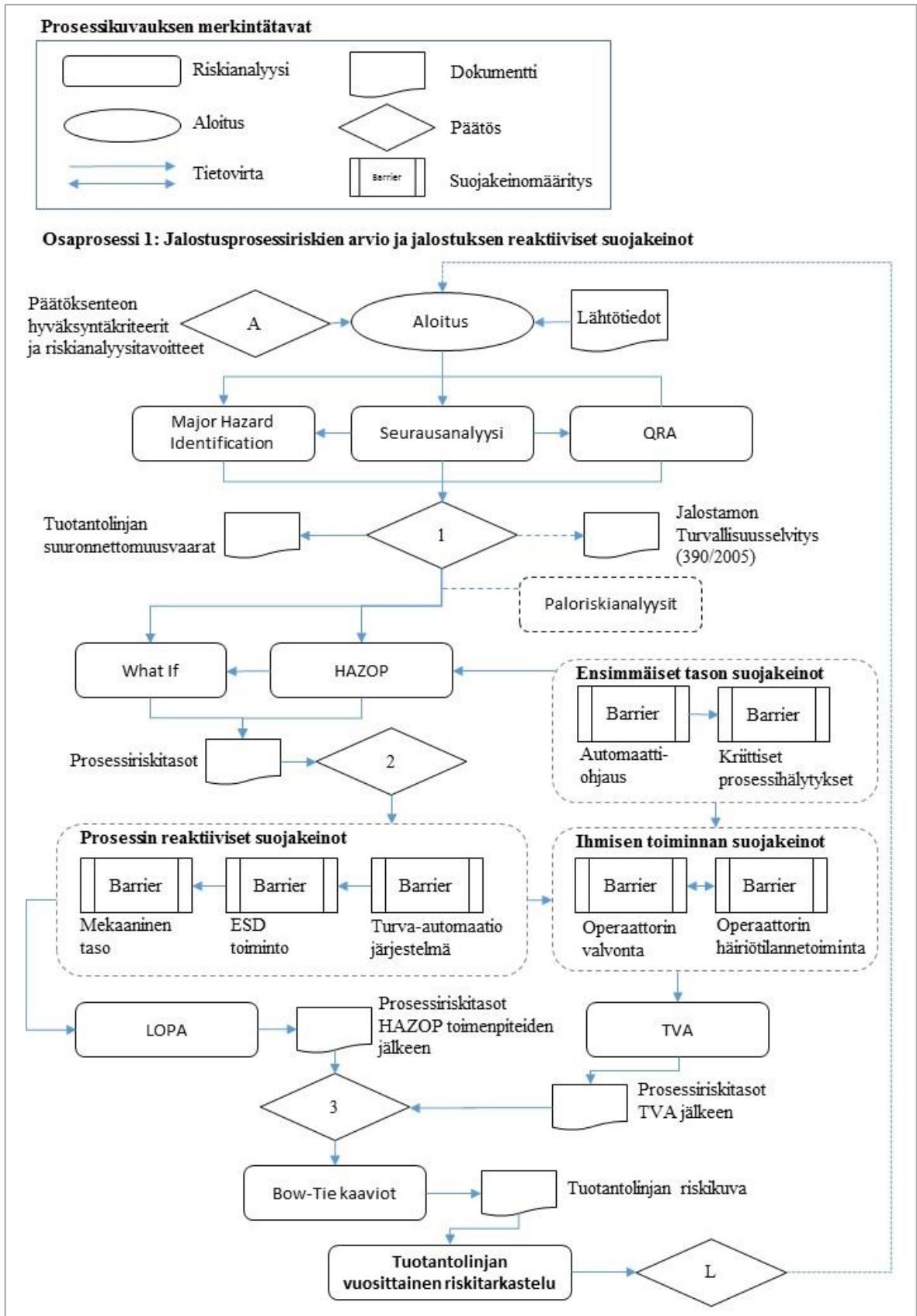
Toimintamalli kuvataan kahtena osaprosessina, joista ensimmäinen kytkeytyy öljynjalostuksen jalostusprosessiriskien arvioon sekä jalostusprosessin reaktiivisiin suojakeinoin. Toinen osaprosessi nivoutuu tuotantolinjojen ja öljynjalostamon paloturvallisuuden hallintaan, jossa kuvataan laitoksen paloriskien arvioinnit ja niiden kytkeytyminen reaktiivisiin palon-

torjuntakeinoihin. Paloturvallisuus on osa prosessiturvallisuuden kokonaisuutta öljynjalostamolla. Osaprosessien kuvaus tapahtuu vuokaaviona, jota täydennetään tekstimuotoisella selvennyksellä. Vuokaavio osaprosessista yksi esitetään kuvassa 18 ja osaprosessin kaksi vuokaavio kuvassa 19. Lisäksi ensimmäisessä osaprosessissa on selvennetty kumpaakin osaprosessia koskevat merkinnät ja niiden merkitys. Tietovirrat kuvataan nuolilla. Tietovirtojen kulkeminen on käytännön toteutuksissa iteratiivista, vaikka vuokaavioissa tietovirta kulkee pääsääntöisesti yhteen suuntaan. Tarkoituksena on kuvata tietovirtaa siten, että syntyy ymmärrys tarvittavista toteutuksista ennen tietovirran seuraavaa vaihetta. Riskianalyysit on kuvattu omalla merkinnällä sekä tietovirrat niiden välillä. Tavoitteena on luoda visuaalinen kuvaus analyysien hierarkiasta sekä niiden kytkeytymisestä toisiinsa.

6.3.1 Jalostusprosessiriskien arvon osaprosessi

Osaprosessien aloituksessa tulee huomioida tarvittavat lähtötiedot, jossa olennaisena osana ovat selkeät määrittelyt päätöksenteon hyväksyntäkriteereistä sekä kuvaus riskianalyysien tavoitteista. Ylimmän johdon osallistuminen riskianalyysitavoitteiden määrittelyyn on välttämätöntä laadun ja tehokkuuden kannalta.

Erityisen oleellista on huomioida kattavat lähtötiedot laitoksesta sekä kohteena olevasta tuotantolinjasta. Lähtötiedoissa tunnistetaan yleinen kuvaus tuotannosta, henkilöstöstä, perusprosessin ohjauksesta, hätäpysäytysjärjestelmistä sekä vaarallisten aineiden koostumuksista. Ensimmäisen osaprosessin lähtötietoina toimivat nykytilanteen kuvaus tuotannosta, henkilöstörakenteesta, perusprosessin ohjauksesta ja jalostuksessa käytettävien kemikaalien koostumuksista. Samat lähtötiedot tulee tarvittaessa huomioida kussakin riskianalyysissä, mikäli osaprosessia toteutetaan muusta kuin aloitusvaiheesta. Kuvassa 18 esitetään osaprosessi 1 jalostusprosessin riskienarviosta ja jalostuksen reaktiivisista suojakeinoista.



Kuva 18. Osaprosessi 1: Jalostusprosessiriskien arvio ja reaktiiviset suojakeinot

Prosessiriskienarviossa oleellista on luoda käsitys ja ymmärrys tuotantolinjaa koskevista suuronnettomuusvaaroista. Suuronnettomuusvaroja tunnistetaan Major Hazard Identification (MHI) -riskianalyysillä, seurausanalyysillä sekä QRA-riskianalyysillä. MHI -analyysi on tarkoitus toteuttaa laitoksen investointihankkeessa tai mahdollisissa tuotantolinjan merkittävässä muutostilanteissa. Tavoitteena on tunnistaa merkittävät vaarat, joista voi aiheutua suuronnettomuus tilanteessa, jossa suojakeinot eivät toimi tarkoituksen mukaisesti. Suuronnettomuusvaarojen tunnistamisen tarkoituksena on myös tuottaa tietoa laitoksen sijoitusanalyysiin. Seurausanalyysi kytkeytyy vahvasti MHI -analyysiin, jota varten seurausanalyysillä tunnistetaan vakavimmat onnettomuusskenaariot. Seurausanalyysia tarvitaan erityisesti tilanteessa, jossa sijoitetaan suurehkoja jalostusprosessin laitteita tai laiteryhmiä uuteen tai operatiivisessa tilassa olevalle laitokselle. Tarvittaessa QRA -riskianalyysi tukee suuronnettomuusvaarojen ja -skenaarioiden tunnistamista.

Merkittävimpien onnettomuusskenaarioiden sekä suuronnettomuusvaarojen tunnistamista seuraa ensimmäinen päätösvaihe, jossa luodaan kattava käsitys sekä ymmärrys tuotantolinjaa koskevista suuronnettomuusvaaroista, kuten teollisuuslaitoksella käsiteltävien kemikaalien vaaroista ja minkälaisia onnettomuusskenaarioita seurauksineen ne voivat mahdollisesti aiheuttaa. Siten toiminta tulee mitoittaa tunnistettujen suuronnettomuusvaarojen mukaisesti. Tuotantolinjan merkittävimmät onnettomuusskenaariot kuvataan tuotantolinjan riskikuvaukseen. Jokaisella tuotantolinjalla työskentelevällä tulee olla riskiperusteinen ymmärrys oman toiminnan sekä välittömästi lähellä olevien tuotantolinjojen merkittävimmistä onnettomuusskenaarioista. Suuronnettomuusvaarat sekä merkittävimmät onnettomuusskenaariot kuvataan myös säädäntöperusteiseen jalostamon turvallisuusselvitykseen.

Paloriskianalyysit kytkeytyvät osaksi tuotantolinjan ja öljynjalostamon prosessiriskien arviota. Paloriskianalyysit toteutetaan pääsääntöisesti ennen prosessiriskien HAZOP -analyysiä, joilla vältetään päällekkäisyyttä. Pääpaino paloriskianalyysissä on ohjata suunnittelua paloturvallisuuden kannalta oikeaan suuntaan. Paloriskianalyysi sekä siihen kytkeytyvät reaktiiviset suojakeinot kuvataan omana osaprosessina, joskin niiden tulokset tulee tarvittaessa huomioida osana prosessiriskien arvion osaprosessia.

Merkittävä prosessiriskienarvion riskianalyysinä toimii HAZOP -analyysi, jonka toteutus alkaa ensimmäisen päätösvaiheen sekä paloriskianalyysitoteutusten jälkeen. Analyysi on merkittävä prosessin vaara-analyysi, joka perustuu teknisiin kaavioihin sekä operointi- ja kunnossapitoproseduureihin. Prosessiriskien arviointi on systemaattinen tapa arvioida prosessin aiheuttamia riskejä. HAZOP -tarkastelussa käydään läpi kohdejärjestelmän muutokset erityisten avainsanojen avulla. Tarkastelun pohjana käytetään PI-kaavioita. Analyysin tarkoituksena on tunnistaa sellaiset skenaariot, jotka voivat aiheuttaa vaaratilanteen tai toimintaongelman jalostusprosessissa.

What If -analyysin tavoitteena on myös tuottaa tietoa mahdollisista toimintaongelmista. Analyysi ei ole vastaavalla tavalla perinpohjainen ja systemaattinen prosessin vaara-analyysi. Analyysi on arviointimenetelmä, jossa toteutetaan kysymyksiä asiantuntijoiden toimesta ja mikäli on epäilyksiä mahdollisista ei-toivottavista tapahtumista, menetelmässä luodaan suosituksia tunnistettujen vaarojen lieventämiseen. Prosessiriskien arvioinnin päätyökalu on HAZOP -menetelmä ja What If -analyysi voidaan valita tapauskohtaisesti. Prosessiyksiköille, joille on toteutettu päätyökalulla analyysi, voidaan toteuttaa myöhemmin tarkentava tarkastelu What If -analyysillä uuden tiedon tuottamiseksi, jossa HAZOP -analyysi toimii tietovirtana.

Laitoksen ja prosessiyksiköiden suunnittelu- ja insinööriyössä määritetään ensimmäisen tason suojakeinot prosessin ei-toivottuihin tapahtumiin. Vaihe on osa normaalia suunnittelu-prosessia, joka voidaan toteuttaa HAZOP -analyysin yhteydessä. Ensimmäisen tason reaktiivisia suojakeinoja ovat automaattiohjaustoiminta sekä kriittiset prosessihälytykset. Automaattiohjauksella pyritään pitämään jalostusprosessi määritellyissä parametreissa ja operointiolosuhteissa. Kriittiset prosessihälytykset antavat signaalin operoinnin valvomassa tilanteessa, jossa jalostusprosessi on ajautumassa ei-toivottuun tilaan operointiparametrien ulkopuolelle. Kriittisissä hälytysrajoissa valvomo-operaattori ei voi muuttaa hälytysrajoja. Ensimmäisen tason suojakeinot toimivat prosessin alkuvaiheen häiriötilanteessa, joiden on tarkoitus estää ei-toivottu tapahtuma tai sen eteneminen alkuvaiheen vaaratilanteeksi.

HAZOP ja What If -analyyseistä muodostuu kuvaus prosessin riskitasoista, joiden perusteella muodostuu ymmärrysvaihe prosessin raakariskitasoista ennen prosessien reaktiivisten

suojakeinojen määrittämiä. Ymmärrystä kuvaa päätösvaihe kaksi, jossa hyväksytään määritellyt raakariskitasot ja -kuvaukset. Päätösvaiheen jälkeen määritetään prosessin reaktiiviset suojakeinot, joita ovat ensisijaisesti turva-automaatiojärjestelmä ja hätäpysäytysjärjestelmä (ESD) sekä mekaaniset tasot. Turva-automaatiojärjestelmässä toiminto vie automaattisesti prosessiyksikköä kohti turvallista tilaa. Hätäpysäytysjärjestelmän aktivoituessa tapahtuu lukitus ja suojaus, jota seuraa sarja tapahtumia, joiden tarkoituksena on viedä prosessiyksikkö kohti turvallista tilaa. Mekaanisen tason suojakeinoilla pyritään katkaisemaan prosessiyksikön laitteessa syntynyt vaaratapahtumaketju. Mekaanisia suojakeinoja ovat päästö- ja varoventtiili, murtolevy, räjähdyspaneeli, takaisku- ja lisävirtausventtiili.

Prosessin reaktiivisia suojakeinoja tarkastellaan määrittämisen jälkeen suojaustason analyysillä (LOPA). Analyysissä pyritään varmistamaan siitä, että prosessilaitteisto täyttää sille määritellyn suoja- ja eheystason. Analyysi aloitetaan tunnistetusta ei-toivotusta tapahtumasta, jonka jälkeen käydään läpi kaikki määritellyt itsenäiset suojakerrokset, jotka pyrkivät estämään haitallisen lopputuloksen. LOPA -tarkastelua seuraa kuvaus prosessiriskitasoista HAZOP -toimenpiteiden jälkeen. Suojakeinojen määrittämiin kuuluu myös ihmisen toimintaan liittyvät suojaukset, joita ei pääsääntöisesti lasketa kuuluvan itsenäisten suojakerrosten määrittämiin. Ihmisen toimintaan liittyvät suojakeinot määritetään ja kuvataan HAZOP -analyysin suojakerrosten määrittämisen yhteydessä sekä ensimmäisen tason suojakeinojen määrittämisen jälkeen. Ihmisen toiminnan suojakeinoja ovat operaattorin valvonta ja häiriötilanetoiminta. Operaattorin valvonnalla kontrolloidaan automaatiojärjestelmän toimintaa, tarvittaessa muutetaan manuaalisesti prosessiyksiköiden ohjausta sekä reagoidaan mahdollisiin poikkeaviin tilanteisiin. Jalostusprosessin häiriötilanteissa operaattori toimii häiriötilanteen ja ohjeistuksien mukaisesti pyrkien palauttamaan manuaalisesti prosessiyksikön turvalliseen tilaan mahdollisimman vähäisillä seurauksilla.

Toimintovirheanalyysi (TVA) toteutetaan ihmisen toiminnan suojakeinojen määrittämisen jälkeen. HAZOP-tarkastelujen yhteydessä laaditaan TVA analysoitavan yksikön hätäalasajo-ohjeistuksesta. Toimintovirheanalyysin avulla tarkastellaan yksittäisten toimintojen suorittamisessa mahdollisesti esiintyviä virheitä ja näiden vaikutuksia prosessin tai laitteiston toimintaan ja sen turvallisuuteen. Toimintovirheanalyysi on kehitetty ihmisen virhetoimintojen arviointiin määritellyissä toimintosarjoissa. Nämä voivat liittyä esimerkiksi prosessien tai

laitteistojen käyttö-, ohjaus- ja valvontatehtäviin. Toimintovirheanalyysiä seuraa kuvaus prosessiriskitasoista, jotka kytkeytyvät ihmisen toimintaan sekä ihmisen toiminnan suoja-keinoihin.

Prosessiriskitasojen kuvausta seuraa päätösvaihe kolme, jossa tarkastellaan prosessiriskitasot ja määritellyt toimenpiteet sekä jäännösriski. Merkittävä tapa kuvata tunnistettujen ei-toivottujen sekä vaaratapahtumien riskienhallintakeinot sekä proaktiivisesti että reaktiivisesti on käyttää Bow-Tie menetelmää. Skenaarioiden tapahtumat ja seuraukset kuvataan kaaviossa ei-toivotun tapahtuman jälkeisellä puolella ja kuhunkin tapahtumaan on liitetty määritellyt suojatoimet. Kaavion avulla esitetään visuaalinen kuvaus siitä, että vaaroja hallitaan sekä havainnollistaan yhteys turvallisuusjohtamisjärjestelmään. Merkittävien onnettomuus-skenaarioiden tunnistamisesta, toteutetuista riskianalyyseistä sekä niiden tuloksena määritellyistä suojakeinoista muodostuu tuotantolinjan riskikuva. Riskikuvaa havainnollistetaan muun muassa Bow-tie kaaviota käyttäen.

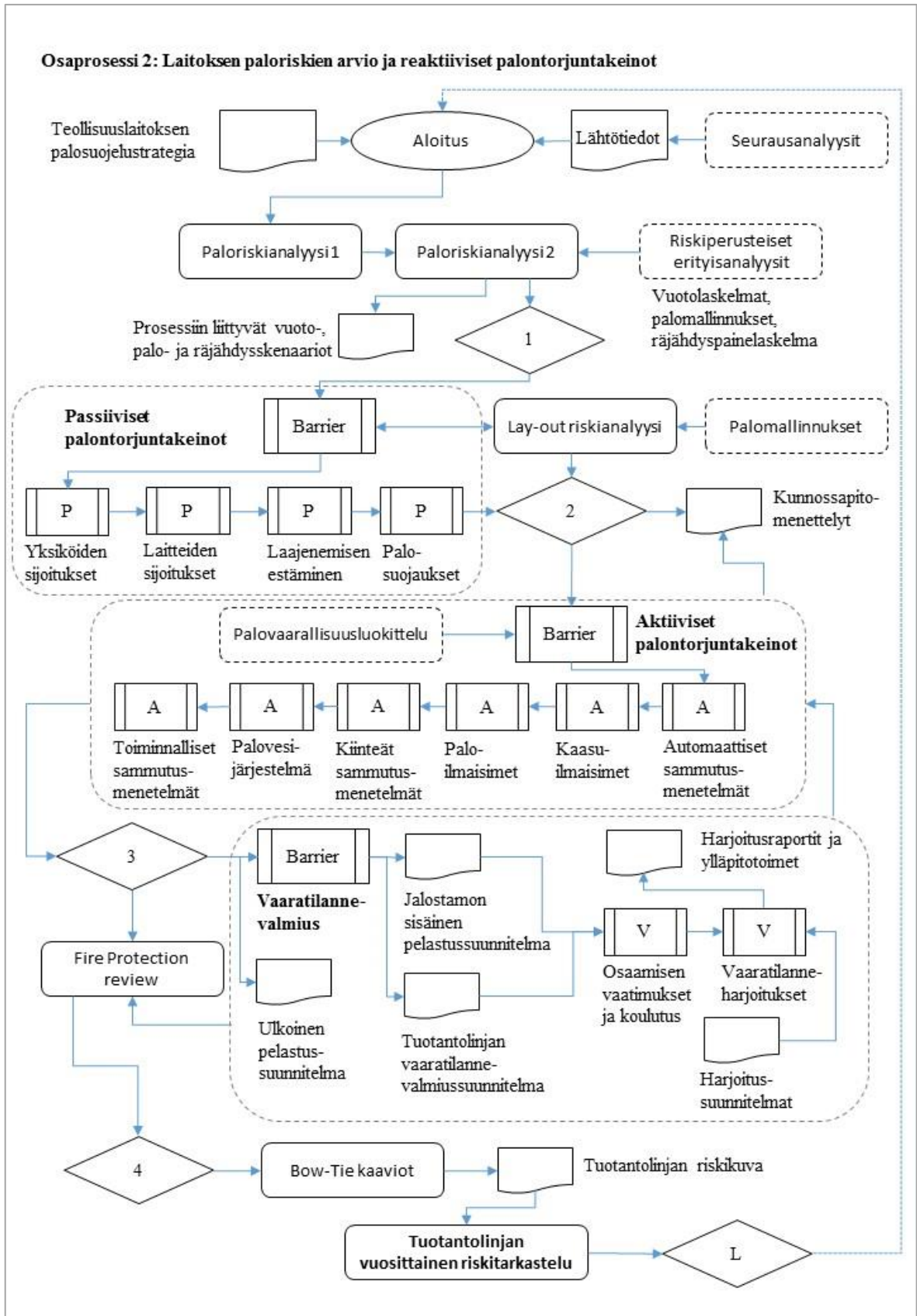
Osaprosessin viimeisessä vaiheessa toteutetaan vuosittain toistuva tuotantolinjan riskitarkastelu. Tarkastelussa käydään läpi tuotantolinjan riskikuvaa sekä osaprosessin haluttua vaihetta. Vuosittaisen riskitarkastelun yhteydessä määritetään kehittämiskohteet osaprosessin tunnistetussa vaiheessa. Kehittämiskohteena voi olla myös tietyn riskianalyysin toteuttaminen tai päivittäminen, reaktiivisten suojakeinojen parantaminen tai kustannustehokkuuden arvio riskienhallinnan toimenpiteistä. Vuosittainen riskitarkastelu pyrkii tunnistamaan ongelma-alueita sekä ylläpitämään riskienhallinnan jatkuvan parantamisen elementtiä. Vuosittaista riskianalyysia seuraa lopetuspäätösvaihe, jossa syntyy käsitys tarvittavista toimenpiteistä prosessiriskien hallinnan laadun ylläpitämiseksi. Tarvittaessa päätösvaiheessa seurataan riskienhallinnan suorituskyvyn toteutumista.

6.3.2 Paloriskien arvioinnin osaprosessi

Osaprosessi kaksi esitetään kuvassa 19, joka kuvaa teollisuuslaitoksen paloriskien hallintaa ja palontorjunnan reaktiivisten suojakeinojen toteutusta. Paloriskianalyysien tavoitteena on tunnistaa jalostusprosessiin liittyvät päästö-, palo- ja räjähdyskkenaariot. Paloriskianalyysit tehdään uuden laitoksen tai yksikön suunnittelussa tai suurten prosessimuutosten yhteydessä. Se tehdään myös, jos yksittäisten suurten laitteiden sijoittelu muuttuu.

Oleellisia lähtötietoja osaprosessin aloituksessa ovat teollisuuslaitoksen palosuojelustrategia sekä tarkentavat tiedot tarkasteltavasta kohteesta ja laitteista sekä vaarallisen aineiden koostumuksista. Palosuojelustrategia on osa yleistä ohjeistusta, jonka avulla riskien johdonmukainen ja järjestelmällinen arviointi sekä hallinta voidaan varmistaa. Ylivarautuminen taas johtaa tarpeettomiin investointeihin sekä korkeampiin ylläpitokustannuksiin. Kaikilla vastuullisilla organisaatioilla tulee olla palosuojelustrategia henkilöstön ja omaisuuden suojaamiseen. Johdon sitoutuminen palonsuojelustrategiaan on välttämätöntä, jotta torjuntamenetelyt ovat vaaratilanteessa suorituskykyiset. Sitoutuminen käsittää hyväksyntäkriteerit riskitasolle ja suojakeinoille sekä tarvittavan henkilöstöresursoinnin.

Aloitusvaiheessa oleellista on toimintaa koskevien lähtötietojen kerääminen osaprosessin yksi mukaisesti. Lisäksi tärkeää on määrittää paloriskianalyysikohteen kemikaalit sekä niiden koostumukset. Oleellista on muun muassa palavien aineiden luokittelu sekä aineominaisuudet. Lisäksi tarvitaan kohteen laitetiedot sekä tiedot laitteiden sisältämän palavan nesteen maksimimäärästä normaalioperoinnissa. Tarvittaessa osaprosessissa yksi kuvattu seurausanalyysi antaa lähtötietoja paloriskianalyysin aloitukselle tai antaa osviittaa yksiköstä tai laitteesta, jolle paloriskianalyysi tulee toteuttaa.



Kuva 19. Osaprosessi 2: Laitoksen paloriskien arvio ja reaktiiviset palontorjuntakeinot

Osaprosessin ensimmäisessä varsinaisessa vaiheessa aloitetaan paloriskianalyysien toteutus. Paloriskianalyysit jakautuvat kahteen osaan. Ensimmäisessä osassa toteutetaan laitteiden palovaarallisuusluokitus. Kohteen laitteille tehdään palovaarallisuusluokittelu laitteiden sisälön ja sen ominaisuuksien perusteella. Ensimmäisen osa tuottaa tietovirtana tarkemman tason lähtötiedot paloriskianalyysin osalle kaksi, jossa tunnistetaan palovaarat, kuvataan tunnistetut paloskenaariot sekä luodaan paloriskien luokittelu. Laitteiden palotapauksia mietittäessä otetaan kantaa myös seurausten vakavuuteen ja tapahtuman todennäköisyyteen. Esimerkiksi kaasupilviräjähdyks tai pitkään jatkuva hallitsematon tulipalo aiheuttavat katastrofaaliset seuraukset, mutta tällaiset tapahtumat ovat usein epätodennäköisiä. Vastaavasti pienet syttymät tai pienet vuodot ovat todennäköisiä, ja niillä on usein lievät seuraukset.

Paloriskianalyysien toteutuksia tukevat seurausanalyysien tiedot sekä tarvittaessa laaditaan riskiperusteisia erityisanalyysieja, joiden avulla saadaan tarkentavia tietoja muun muassa palavien aineiden vuotolaskelmilla, palomallinnuksilla tai räjähdyspainenlaskelmilla. Vuotolaskelmalla voidaan kuvata mahdollisen laitteiden tai prosessiyksiköiden hiilivetyjen vapautumisen todennäköisyys sekä määrä. Palomallinnuksella voidaan arvioida lämmön, liekin ja savun leviämistä sekä palon kestoa ja laajuutta, joka voi syntyä palavan materiaalin vapautumisesta ja syttymisestä. Räjähdyspainenlaskelmalla voidaan tuottaa laskelma räjähdyspainen voiman määrästä, joka voidaan olettaa ilmenevän syttyvän kaasun vapautumisesta.

Paloriskianalyysieistä sekä mahdollisista erityisanalyysieistä muodostuu dokumentaatio, jossa kuvataan tuotantolinjaa koskevat vuoto-, palo-, ja räjähdyskenaariot. Osaprosessin ensimmäisessä päätösvaiheessa luodaan käsitys laitosta ja tuotantolinjaa koskevista paloriskeistä ilman määritettyjä torjuntatoimia. Päätösvaiheen jälkeen aloitetaan varautumistoinpiteiden kuvaukset ja ensimmäisessä vaiheessa määritellään tuotantolinjaa ja sen yksiköitä sekä laitteita koskevat passiiviset palontorjunnan suojakeinot. Passiivisten palontorjunnan määrittelyä tukee laitosta koskeva layout-riskianalyysi. Palomallinnukset ja muut tarvittavat erityisanalyysit tulevat layout-riskianalyysia. Passiivisten palontorjuntakeinojen toimivuutta voidaan arvioida päivitetyillä layout-riskianalyysilla.

Passiivisia palotorjunnan keinoja ovat suunnitteluvaiheessa yksiköiden ja laitteiden sijoitusten suunnittelu sekä rakentamisvaiheessa leviämisen estämisen huomioiminen. Sekä rakentamisvaiheessa että operoitavan laitoksen kantaville rakenteille ja laitteille voidaan määrittää palosuojauksia, joilla lisätään palon kestoa tulipalotilanteessa. Tarvittaessa myös operoitavalle laitokselle voidaan rakentaa leviämisen estäviä palomuureja, mutta yksiköiden ja laitteiden uudelleen sijoitukset ovat erittäin haastavia toteuttaa investointihankkeen toteuduttua. Mikäli tuotantolinjalla on puutteita passiivisen palontorjunnan elementeissä, tulee puutteita vahvistaa muilla mahdollisilla suojakeinoilla, kuten palosuojauksella tai aktiivisilla palontorjunnan keinoilla.

Toisessa päätösvaiheessa kuvataan ja luodaan ymmärrys paloriskeistä passiivisten palontorjunnan suojakeinojen määrittämisen jälkeen. Lisäksi mahdolliset passiivisten menettelyiden kunnossa- ja ylläpitotoimet kuvataan kunnossapidon toimintaohjeessa. Päätösvaihetta seuraavat aktiivisten palontorjuntakeinojen määrittämiset, mikä pohjautuu paloriskianalyseissä tunnistettuihin riskeihin sekä tunnistettuun riskitasoon passiivisten suojakeinojen jälkeen. Paloriskianalyysin ensimmäisessä vaiheessa toteutettu palovaarallisuusluokittelu tukee aktiivisten palontorjuntakeinojen määrittämistä. Aktiivisten suojakeinojen määrittäminen aloitetaan automaattisten sammutuslaitteistojen suunnittelulla. Laitteiston on tarkoitus tunnistaa syttynyt palo sekä automaattisesti laukaista sammutusmenetelmät palon rajaamiseksi tai sammuttamiseksi.

Automaattista sammutuslaitteistoa tukee tarvittaessa seuraavan vaiheen suojakeinot, joita ovat kaasuilmaisimet sekä paloilmalaisimet. Lisäksi ne toimivat omana elementtinä tarkoitukseensa hälyttää kaasuvuoto tai alkanut palo mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta tapahtumaan kyetään reagoimaan erilaisilla vaaratilannevalmiusmenettelyillä tapahtumaketjun alkuvaiheessa. Ilmaisimien sijoittelun perusteena toimii muun muassa laitteistojen palovaarallisuusluokittelu sekä layout-riskianalyysi. Kiinteitä sammutusmenetelmiä ovat kauko-ohjattavat tai manuaalisesti käytettävät vesitykit tai vaahtotykit. Myös kiinteiden sammutusmenetelmien sijoittelua ohjaa laitteistojen palovaarallisuusluokittelu sekä layout-riskianalyysi.

Öljynjalostamon palovesijärjestelmä (pumppaamot, palovesilinjat ja palopostit) on jalostamon turvallisuuskriittinen järjestelmä ja se toimii sammutusjärjestelmien toiminnan osana. Ilman toimivaa palovesijärjestelmää ei aktiivisten palontorjunnan suojakeinoja tai vaaratilannevalmiutta kyetä toteuttamaan. Palovesijärjestelmän toteutusta suunnitellaan aktiivisten palontorjuntakeinojen seuraavassa vaiheessa ja mitoituksen perustana toimivat paloriskianalyysit sekä niiden perusteella mitoitettut automaattiset- tai kiinteät sammutusjärjestelmät ja niiden laskennallinen sammutusveden tarve tunnistetuissa onnettomuusskenaarioissa. Lisäksi määrittäsvaiheessa tulee huomioida palovesijärjestelmän kapasiteettitarve toiminnallisia sammutusmenetelmiä varten. Seuraavassa vaiheessa suunnitellaan tuotantolinjaa ja prosessiyksiköitä koskevat toiminnalliset sammutusmenetelmätarpeet, joihin kuuluvat muun muassa hyökkäysreittien suunnittelu, palopostien ja vaahtoputkistojen sijoitukset.

Aktiivisten palontorjuntakeinojen suorituskyvyn varmistamiseksi on erityisen tärkeää kuvata kunnossapitomenettelyt. Merkittävä osa aktiivisten suojakeinojen laadunhallintaa on kyetä kustannustehokkaaseen päätöksentekoon, jonka jälkeen suojakeinojen haluttu ja tarvittava suorituskyky mahdollisessa vaaratilanteessa varmistetaan säännöllisellä laitteiston testauksella, ennakoivalla ylläpito-ohjelmalla sekä tunnistettujen puutteiden kunnossapidolla. Päätösvaiheessa kolme luodaan päätös sekä käsitys tuotantolinjaa koskevista aktiivista palontorjunnan menettelyistä ja suojakeinoista, joiden perusteella toteutetaan tarvittaessa palontorjuntatarkastus (Fire Protection Review) sekä siirrytään vaaratilannevalmiuksien suunnitteluun ja kuvaamiseen.

Vaaratilannevalmiuden määrittelyn ensi vaiheessa luodaan säädäntöperusteiset dokumentit jalostamon sisäisestä pelastussuunnitelmasta, jonka laadinnasta vastaa toiminnanharjoittaja. Ulkoisen pelastussuunnitelman laadintavastuu on alueen pelastusviranomaisella yhteistyössä toiminnanharjoittajan kanssa. Ulkoisen pelastussuunnitelman on tarkoitus luoda suunnitelma toimintaan suuronnettomuustilanteessa tai sellaisen uhatessa. Sisäisen pelastussuunnitelman on tarkoitus kuvata koko tuotantolaitoksen alueella suoritettavat onnettomuuden torjuntaa koskevat toimenpiteet. Sisäiseen pelastussuunnitelmaan kuvataan varautumistoimenpiteet tunnistetuille onnettomuusskenaarioille. Miten onnettomuudet rajataan ja hal-

litaan niiden seurauksien minimoimiseksi sekä miten toteutetaan tarvittavat toimenpiteet ihmisten ja ympäristön suojelemiseksi onnettomuuksien seurauksilta. Lisäksi tulee kuvata varautuminen onnettomuusjälkien korjaamiseen ja ympäristön puhdistamiseen.

Henkilöstöllä, joiden tehtäväkenttään kuuluu toiminta vaaratilannevalmiuden eri tasoissa, tulee olla määritetty koulutus sekä kompetenssi vaaratilanteessa toimintaan. Operoinnin osaamisen hallinnassa kuvataan määritettyjen tehtävien kompetenssi sekä koulutus sen saavuttamiseksi. Kompetenssivaatimukset muodostuvat operoinnin henkilön toimintavalmiudesta vaaratilannevalmiuden halutussa tasossa. Vaatimusten kautta muodostuvat koulutusvaatimukset osaamisen hallinnalle. Sisäisessä pelastussuunnitelmassa kuvataan suunnitelma vaaratilanneharjoitusten toteuttamisesta tuotantolinjoilla sekä laaja-alaisesti jalostamalla. Harjoitussuunnitelma tarkentuu tuotantolinjojen vaaratilannevalmiussuunnitelmassa, jolla ylläpidetään valmiutta tuotantolinjan omatoimiseen varautumiseen. Yleinen toiminta prosessihäiriötilanteessa kuvataan tuotantolinjan vaaratilannevalmiussuunnitelmaan ja niiden harjoitukset linkitetään osaksi harjoitussuunnitelmaa. Ulkoisen pelastussuunnitelman toimitusta tulee alueen pelastusviranomaisen harjoitella yhteistyössä toiminnanharjoittajan kanssa. Harjoitussuunnitelman laadinnasta vastaa alueen pelastusviranomainen. Sisäisen pelastussuunnitelman mukaisista järjestetyistä vaaratilanneharjoituksista laaditaan raportti, jossa kuvataan harjoituksen suunnittelu ja toteutus sekä havaitut puutteet ja kehityskohteet.

Osaprosessin palontorjuntatarkastus (Fire Protection Review) vaihe järjestetään, mikäli toiminnan paloturvallisuudessa on muutoksia. Palontorjuntatarkastelussa selvitetään tarvittaessa tuotantolinjan layout, kantavien rakenteiden ja laitteiden palosuojauksen tila, palovesijärjestelmän kokonaisuus, kriittisten laippojen sijainti sekä suunta. Lisäksi tarkastellaan palosuojattuja kaapeleita sekä kaapelireittejä ja lisäksi kaasunilmaisimia sekä paloilmäisimia. Suurissa investoinneissa toteutetaan sekä dokumentoidaan aina palontorjuntatarkastus. Tarvittaessa vaaratilannevalmiuden elementit otetaan tarkasteluun mukaan. Tarkastelua seuraa päätösvaihe neljä, jossa syntyy lopullinen käsitys laitosta tai tuotantolinjaa koskevista paloriskeistä, miten niihin on varauduttu passiivisilla sekä aktiivisilla suojakeinoilla ja mikä on jäljelle jäävä riskitaso, jota hallitaan vaaratilannevalmiuden elementeillä. Päätösvaiheessa luodaan myös käsitys jalostamon sekä tuotantolinjojen omatoimisen varautumisen vaatimuksista.

Päätös vaiheen jälkeen kuvataan paloriskianalyysissä tunnistetut ja halutut onnettomuuske-
naariot sekä vaaratapahtumat Bow-Tie menetelmällä vastaavasti, kuten ensimmäisen osa-
prosessin menettelyissä. Kaavion avulla esitetään visuaalinen kuvaus siitä, miten jalosta-
molla eri suojakeinoilla varauduttu tunnistettuihin paloriskeihin. Paloriskit ja niihin varau-
tuminen on tärkeää kuvata erillisenä osiona jalostusprosessin riskeistä, jotta vaarojen hallin-
nan kuvaus on yksiselitteistä ja selkää suhteessa turvallisuusjohtamisjärjestelmään. Vastaa-
vasti paloriskit sekä varautumistoimet kuvataan tuotantolinjan riskikuvassa ja toisen osapro-
sessin viimeisessä vaiheessa toteutetaan vuosittain toistuvaa tuotantolinjan riskitarkastelua.
Tarvittaessa vuosittaisissa riskitarkasteluissa luodaan painopistealueita, joiden määräytyymi-
nen perustuu tunnistettuihin ongelmiin sekä säännönmukaisten riskianalyysitoteutusten tois-
tuvuuteen. Tuotantolinjan riskitarkastelussa yhdistyvät molemmat osaprosessit ja niiden tu-
loket, jolloin tuotantolinjan palo- ja prosessiturvallisuutta kyetään tarkastelemaan yhtenä
kokonaisuutena.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tavoitteena oli kehittää reagoivan riskienhallinnan laatua Porvoon öljynjalostamolla prosessikuvauksen kautta, joka toimii työkaluna nykytilassa tunnistettujen ongelmien kehittämisessä kohti haluttua tavoitetilaa. Osallistamisen kautta pyrittiin luomaan PDCA -ajattelun mukaisesti tahtotila työtä seuraavien toimenpiteiden toteuttamiseen öljynjalostamolla. Kehittämistoimien implementoinnissa merkittävässä asemassa on työssä tunnistettu kohderyhmä, jonka kautta luotiin analyysi nykytilasta.

Erittäin vakavien onnettomuuksien tai jopa katastrofaalisten tapahtumien syntymekanismi on tyypillisesti useamman eri tekijän yhteissumma. Syntymekanismia tulee kyetä proaktiivisesti hallitsemaan. Todellisuus on kuitenkin systeemin monimutkaisuus ja riski on aina olemassa, jolloin osa riskienhallinnan kokonaisuutta on varautuminen tunnistettuihin uhkiin ja vaaroihin.

7.1 Työn tutkimuskysymykset ja tavoitteiden toteutuminen

Työn ensisijaisena tavoitteena oli luoda laadun kehittämistoimia reagoivan riskienhallinnan elementeille öljynjalostamolla. Tavoitteen toteutumista tavoiteltiin PDCA -syklin ensimmäisen (suunnittelu) sekä toisen (toteuta) vaiheen kautta. Syklin kaksi viimeisintä vaihetta, tulosten arviointi ja tarkistaminen sekä vakiinnuttaminen ja jatkuva parantaminen, tapahtuvat työssä pääsääntöisesti johtopäätösten sekä esiin nostettujen suositusten kautta. Koska PDCA -sykli on merkittävä työkalu jatkuvan parantamisen toimintaan ja kulttuuriin, ovat työssä määritellyt suositukset olennaisessa osassa tehokkaan reagoivan riskienhallinnan jatkuvan parantamisen tilan saavuttamisessa. Suosituksia pyrittiin työssä identifioimaan tunnistetun kohderyhmän parannusehdotusten kautta.

Reagoivan riskienhallinnan teoreettisella taustalla pyrittiin hakemaan vastausta työn alakysymykseen: *mitä on reagoiva riskienhallinta öljynjalostamolla?* Teoreettisen viitekehyksen kautta muotoutui nykytilaselvityksen haastattelurunko kohderyhmälle. Teorian kautta tun-

nistettiin oleelliset osa-alueet öljynjalostamon toimintaympäristöön liittyen, joka rakentuu ensisijaisesti erilaisten riskianalyyseihin toteutuksista, joiden avulla tunnistettiin mahdolliset onnettomuusskenaariot, vaaratapahtumat sekä ei-toivotut tapahtumat. Reaktiiviset suojakeinot öljynjalostamon vaaratilanteiden hallintaan voidaan jakaa karkeasti kahteen osa-alueeseen, jotka ovat suoraan jalostusprosessiin liittyvät keinot sekä paloturvallisuuteen liittyvät keinot. Vaaratapahtuman edetessä jalostusprosessissa, suojakeinojen tulee ensisijaisesti katkaista ei-toivottu tapahtumaketju mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Paloturvallisuuteen varsinaisesti kytkeytyvät suojakeinot tilanteessa, jossa esimerkiksi erittäin herkästi syttyvää kemikaalia vapautuu jalostusprosessin laitteesta hallitsemattomasti ilmaan.

Öljynjalostamon teknisille päälliköille suunnatulla puolistrukturoidulla tiedonkeruulla selvitettiin vastausta työn toiseen alakysymykseen: *mikä on Porvoon jalostamon tuotantolinjojen nykytilanne reagoivan hallinnan osalta sekä mitkä ovat nykytilassa tunnistetut ongelma-alueet?* Nykytilanteen merkittävimmät ongelma-alueet olivat riskianalyyseihin sekä reaktiivisten suojakeinojen tarkempi kytkeytyvyys toisiinsa, analyysistä saatujen tietojen hajainaisuus sekä vaaratilannevalmiuden suunnittelun puutteellisuus tuotantolinjoilla. Työn kolmanteen alakysymykseen, *mikä on haluttu tavoitetilä sekä miten se saavutetaan prosessikuvauksen kautta*, haettiin vastausta vertaamalla tiedonkeruussa esiintyneitä asioita laatujohtamisen sekä reaktiivisen riskienhallinnan teoreettiseen viitekehykseen. Tavoitetilassa riskianalyysit kytkeytyvät toisiinsa siten, että niiden välillä on hierarkiatasossa kulkeva tietovirta. Riskianalyysit seuraa reaktiivisten suojakeinojen hierarkia, jolla tarkoitetaan niiden toimintajärjestystä ei-toivotun tapahtuman tilanteessa sekä niiden suunnittelujärjestystä investointihankkeissa ja toiminnassa olevalla jalostamolla.

Alakysymysten kautta rakentuivat vastaukset työn pääkysymykseen: *minkälainen on prosessikuvaus tehokkaalle reaktiivisen riskienhallinnan toteuttamiselle öljynjalostamon toimintaympäristössä?* Tehokkaan reaktiivisen riskienhallinnan toteutumiseksi menettely kuvattiin vuokaavioina kahden osaprosessin kautta. Toimintamalli alkaa tarvittavista lähtötiedoista, rakentuu hierarkkisesta tietovirrasta ja päättyy vaiheeseen, jossa jatkuvan parantamisen ideologiaa toteutetaan tuotantolinjoilla vuosittaisia riskitarkasteluja. Tietovirtahierarkiaa huolimatta, prosessikuvauksen eri vaiheet toimivat tarvittaessa iteratiivisesti. Säännöllinen toistuvuus osaprosessien vaiheissa on oleellinen osa laadun jatkuvaa parantamista ja

toistuvuuden tarpeet tunnistetaan vuosittaisen riskitarkastelun kautta. Tehokas reagoiva riskienhallinta rakentuu kokonaisuuden hallinnasta, jossa huomioidaan kustannushyötysuhde, riittävä varautumisen taso sekä myös ylivarautumisen välttäminen.

Haasteita työn toteutuksessa aiheutti tunnistetun kohderyhmän aktivointi, jotta osallistamisen kautta saataisiin mahdollisimmat relevantti nykytilanteen kuvaus sekä tiedot kuvattavan proseduurin tarpeista. Osallistaminen onnistui joka tapauksessa hyvin, jossa osallistaminen laajennettiin koskemaan myös jalostamon prosessiturvallisuusasiantuntijoihin ja saatiin siten merkittävää tukea osaprosessien kuvaukseen. Työssä laadittu reagoivan riskienhallinnan prosessikuvaus on esimerkki tasapainoisesta kuvauksesta, joka antaa mallin laaja-alaiselle riskienhallinnan johtamiselle sekä luo perusteet toiminnan jatkuvalle parantamiselle.

Toimitusketjun hallinnan ja johtamisen mukaisesti koko riskienhallinta ja riskianalyysitoimintaa sekä prosessia tulee tarkastella kokonaisuutena. Lisäksi reaktiivisten suojakeinojen määrittämisessä tulee katsoa laaja-alaisesti, arvioida missä on ongelmia sekä puutteita ja miten niitä kehitetään. Kustannushyötysuhteen maksimoimiseksi, tulee menettelyitä tarkastella kokonaisuutena, jossa tehokkaan reaktiivisen riskienhallinnan keskiössä ovat tietovirta riskianalyysien välillä sekä reaktiivisten suojakeinojen holistinen tarkastelu.

7.2 Toimenpidesuosituks

Tilastot ja historia osoittavan sen, että jopa hyvin katastrofaalisia onnettomuuksia sattuu öljynjalostamoilla edelleen. Erityisesti ulkoisia uhkatekijöitä, kuten sääilmiöitä, on haastavaa hallita, jolloin oleellista on tehokkailla reaktiivisilla riskienhallintakeinoilla varautua vaaratapahtuman hallintaan sekä seurausten lieventämiseen. Mikäli toiminta ja ympäristö sosioteknisissä järjestelmissä muuttuvat yhä monimutkaisemmaksi, reaktiivisen riskienhallinnan laatu ja siihen kytkeytyvät suojakeinot ei-toivotun tapahtuman etenemisen estämiseksi saattavat muotoutua yhä kriittisemmiksi. Mikäli esimerkiksi robotiikka tai tekoäly korvaavat ihmisen toimintaa, ovat monet nykyisistä inhimillisten virheiden elementeistä paremmin hallittavissa, jolloin proaktiivinen riskienhallinnan suorituskyky paranee.

Tekniikan ja erityisesti tekoälyn kehittyminen voi kuitenkin tuoda kasvaneen potentiaalin erilaisten piilevien tekijöiden syntyminen systeemissä, jotka voivat yhteistekijänä laukaista äkillisen ison yksittäisen ei-toivotun tapahtuman. Tapahtuman etenemisnopeus voi aiheuttaa erittäin vakavan tai jopa katastrofaalisen onnettomuuden joko ihmisten, ympäristön tai liiketoiminnan kannalta. Siksi tulevaisuudessa reaktiivisten suojakeinojen merkitys tulee todennäköisesti kasvamaan entisestään, vaikka erilaisten tapahtumien taajuus vähenisi ennalta estävän turvallisuuden paremman hallinnan johdosta. Tilanteissa, jossa ei-toivottu tapahtuma voi laukaista erittäin vakavan onnettomuuden, tulee tapahtumaketju kyetä katkaisemaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa sekä ylläpitää toiminnan resilienssiä uhkaavassa tilanteessa.

Oleellisena toimenpiteenä jalostamalla tulisi olla työssä kuvattujen osaprosessien implementointi osaksi tuotantolinjojen vuosittaista riskitarkastelua. Vuosittaisessa riskitarkastelussa tulisi katselmoida tuotantolinjan nykyhetken riskikuvaa ja -tasoa sekä tunnistaa mahdollisten riskianalyysojen toteuttaminen tai päivittäminen esimerkiksi mahdollisten isojen muutosten tilanteissa prosessiyksiköillä. Lisäksi vuosittaisessa tarkastelussa tulisi katselmoida reaktiivisten suojakeinojen tehokkuutta sekä nykytilan mahdollisia puutteita ja määrittää toimenpiteet niiden korjaamiseksi.

Työssä kuvatut osaprosessit olisi hyvä ottaa käytäntöön myös investointihankkeissa, joiden suunnitteluratkaisuilla on merkittävä vaikutus reagoivan riskienhallinnan tehokkuuteen. Investointihankkeissa tulee tarkastella asian kokonaisuutta sekä kohdistaa reaktiiviset suojakeinot mahdollisimman kustannustehokkaihin toimiin. Arviot siitä, miten investointikustannukset ovat suhteessa mahdollisiin arvioituihin menetyksiin eri onnettomuusskenaarioissa, on laatujohtamisen kannalta keskeistä. Jalostamon tulisi toteuttaa systemaattista riskianalyysoimennettelyä ja kustannushyötysuhteen arviointia.

Prosessiturvallisuuden merkittävä pilari on sitoutuminen prosessiturvallisuuteen. Keskeinen elementti riskienhallinnan kannalta on lisätä yhtiön ja tuotantolaitoksen johdon sitoutumista. Sitoutumisen lisäämiseksi ja kustannustehokkaan investointien hallinnan näkökulmasta tarvitaan lisää holistista riskiajattelua. Osaprosesseissa kuvattu Bow-tie kaavion käyttö lisäisi

merkittävästi ymmärrystä, mikä mahdollistaa entistä paremman sitoutumisen prosessiturvallisuuteen sekä tehostaisi kokonaisuuden hallintaa. Kaavion käyttö tulisi kehittää osaksi tuotantolinjan riskitarkastelua.

7.3 Jatkotutkimus- sekä kehittämistarpeet

Tässä työssä keskityttiin tutkimaan sekä kehittämään kokonaisuuden hallintaa reagoivalle riskienhallinnalle. Jatkossa olisi ensiarvoista tutkia miten jalostamon riskienhallintajärjestelmää voitaisiin kehittää siten, että riskianalyysien keskinäinen sidonnaisuus paranisi riskienhallintaprosessia kehittämällä. Laadullisten ja kvantitatiivisten riskianalyysien tarkempaa kytkettyvyyttä toisiinsa tulisi tutkia näkökulmasta, jossa riskienhallintajärjestelmä tuottaa tuloksia kustannushyötysuhteeseen sekä toisaalta mahdollisimman pieneen jäännösriskiin.

Edellä mainitun ongelman lisäksi olisi merkittävää tutkia, miten lisätä ymmärrystä riskeistä. Jotta ymmärrys olisi mahdollisimman kattavaa, tulisi tutkia täsmällisempää käyttöönottoa visuaalisille menetelmille, joilla kuvataan tunnistettujen vaarojen hallintaa sekä proaktiivisesti että reaktiivisesti. Erityisesti liiketoiminnan sekä yhtiön johdolle visuaalisen työkalujen käyttö kehittäisi sitoutumista prosessiturvallisuuden hallintaan sekä tukisi merkittävästi päätöksentekoa. Tuotantolinjojen vuosittaisen riskitarkastelun kuvaaminen osaksi riskienhallintaprosessia kehittäisi merkittävästi jalostamon prosessiriskienhallintaa sen tuotantolinjoilla.

Kehittämällä vuosittaisen tarkastelun rakennetta sekä systematiikkaa lisääntyisi oleellisesti riskiperusteinen ymmärrystä sekä johtotasolla että tuotantolinjoilla. Tuotantolinjakohtaisen riskikuvan määrittäminen osaksi vuosittaista riskitarkastelua tukisi osaltaan laadun kehittämistä sekä jatkuvan parantamisen elementtiä. Tästä syystä olisi perusteltua tutkia mistä koostuu tuotantolinjan riskikuva sekä miten sitä voi hyödyntää kustannustehokkuuden näkökulmasta.

8 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli kehittää Porvoon öljynjalostamon reagoivan riskienhallinnan laatua, mikä toteutui laadullisena tutkimus- ja kehittämistyönä. Päämääränä työssä oli luoda reagoivan riskienhallinnan kokonaisuutta kuvaava prosessi, joka kuvaa riskianalyysitoteutusten hierarkian ja sitoo ne yhteen reaktiivisten suojakeinojen määrityksiin. Työssä laadittu prosessikuvaus heijastaakin selkeästi kokonaisuuden hallintaa, jonka avulla kyetään selkeämmin johtamaan toiminnan laatutasoa ja siten myös kustannustehokkuutta.

Laadun kehittäminen koostuu merkittävilta osin nykytilanteen selvittämisestä ja mahdollisten ongelmien kuvaamisesta. Nykytilanteessa oleellisimmaksi haasteiksi tarkentui öljynjalostamolla tehtävien riskianalyysien hajanaisuus sekä reaktiivisten suojakeinojen toteutusten irrallisuus. Tavoitetilaksi laadun kehittämiseksi työssä määritettiin riskianalyysien kytkeytyvyys toisiinsa, analyyseistä saatavan tiedon systemaattisuus halutuissa dokumenteissa sekä reaktiivisten suojakeinojen laaja-alaisempi yhdistyvyys riskianalyyseistä saataviin tietoihin.

Työn lopputuloksena prosessiturvallisuuden kytkeytyvät riskianalyysit sekä yleisen tason reaktiiviset suojakeinot kuvattiin kahtena osaprosessina, joissa analyyssit ovat hierarkkisessa järjestyksessä ja joiden välillä kulkee keskinäinen tietovirta. Lisäksi osaprosesseissa on reaktiiviset suojakeinot asetettu hierarkkiseen järjestykseen niiden kronologisen toiminnan ja suunnittelutoiminnan pohjaksi. Koko reagoivaa riskienhallintaa tulee katsoa kokonaisuutena, jossa hyvin tai huonosti toteutettu menettely vaikuttaa seuraavan elementin toimintaan. Kokonaisuuden tarkastelun avulla kyetään parempaan laadun hallintaan.

Merkittävässä osassa jalostamon reagoivan riskienhallinnan jatkuvan parantamisen elementtinä on tuotantolinjojen vuosittaisen riskitarkasteluiden systemaattinen toteutus, jonka avulla kyetään tarkastelemaan kokonaisuutta sekä luomaan lyhyen aikavälin tavoitteita ja painopistealueita. Vuosittaisen riskitarkastelun erinomaisen toteutuksen mahdollistaa toiminnan tarkastelu työssä kuvattujen osaprosessien avulla. Lisäksi oleellisessa laadun kehittämisen asemassa on visuaalisten menetelmien käyttö, jonka avulla tuotantolinja kykenee muun muassa selventämään riskienhallinnan toiminnan yhteyttä jalostamon turvallisuusjohtamisjärjestelmään. Tarkastelemalla reagoivan riskienhallinnan elementtejä työssä

kuvattujen osaprosessien kautta, jalostamo kykenee välttämään yli- tai alivarautumista ja optimoimaan siten toiminnan kustannustehokkuutta.

Jatkuvan parantamisen periaatteen mukaisesti tämän työn toteutuksen jälkeiset vaiheet ovat kuvattujen osaprosessien implementointi jalostamon laadunhallintajärjestelmään, toiminnan vakiinnuttaminen sekä saavutettujen tulosten tarkastelu ja tarvittaessa parantaminen. Jalostamon prosessiturvallisuuden mahdollisissa tulevaisuuden laadun kehittämistoimissa olisi oleellista selvittää jalostamon riskienhallintaa koskevan prosessikartan kuvaaminen. Riskianalyysitoteutuksia koskettava prosessin sekä työnkulun kuvaukset vastuineen yksilöllisellä tasolla parantaisi merkittävästi koko riskienhallinnan laatua.

LÄHTEET

Aguilar-Savén, R. S. (2004). Business process modelling: Review and framework. *International Journal of Production Economics*. Vol. 90, No 2, pp. 129–149.

Busick, J. (2013). Process Safety Management. *Safety Compliance Letter*. Mar 2013, Issue 2547, pp.5-6. New York.

Britton, T. (2016a). Difference between reactive, predictive and proactive risk management in aviation SMS. *Aviation Safety Software blog*. NorthWest Data Solutions. [Verkkosivusto]. [Viitattu 23.8.2018] Saatavilla: <http://aviationsafetyblog.asms-pro.com/blog/understand-reactive-predictive-and-proactive-risk-management-in-aviation-sms>

Britton, T. (2016b). What is reactive risk management? *Aviation Safety Software blog*. NorthWest Data Solutions. [Verkkosivusto]. [Viitattu 23.8.2018] Saatavilla: <http://aviation-safetyblog.asms-pro.com/blog/what-is-reactive-risk-management-why-its-essential-for-aviation-sms>

CCPS (2003). *Guidelines for Fire Protection in Chemical, Petrochemical, and Hydro-carbon Processing Facilities*, Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers. New York.

CCPS (2007). *Guidelines for Risk Based Process Safety*. Center for Chemical Process of the American Institute of Chemical Engineers. John Wiley & Sons, Inc. Hopoken. New Jersey.

Ceriffi. (2016). Kahdeksan hukan muotoa. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 28.9.2018]. Saatavissa: <http://www.ceriffi.fi/palvelut/kahdeksan-hukan-muotoa>

DuPont. (2018). *Quik 4-step Review of Process Safety Management*. [PDF-dokumentti]. [Viitattu 18.10.2018]. Saatavissa: http://www2.dupont.com/DuPont_Sustainable_Solutions/en_US/assets/downloads/Quick_4-Step_Review_Sheet.pdf

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2012/18/EU

Henshal, A. (2017). How to use the determining cycle for continuous quality improvement. Process Street. [PDF-dokumentti]. [Viitattu 22.9.2018].

Saatavilla: <https://www.process.st/deming-cycle/>

Hirsjärvi, S. & Hurme, H. (2004). Tutkimushaastattelu - teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Yliopistopaino. Helsinki.

Hirsjärvi, S., Remes, P., Sajavaara, P. (2009). Tutki ja kirjoita. Kustannusosakeyhtiö Tammi. Kariston kirjapaino Oy. Hämeenlinna

Hokkanen, S. & Strömberg, O. (2006). Laatuun johtaminen. PainoPorras. Jyväskylä.

Hoverstadt, P., Loh, L. & Marguet, N. (2016). Performance Measurement – the glue between Strategy, Organisation & Change. ResearchGate.

Ishikawa, K. (1985). What is total quality control? The Japanese way. Library of Congress Cataloging in Publication Data. USA.

Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta. (2012). Prosessien kuvaaminen. Raportti 152. Valtiovarain ministeriö. Helsinki.

Kamensky, M. (2003). Strateginen johtaminen. Talentum. Jyväskylä.

Kaufman, R., Oakley-Browne, H., Watkins, R., & Leigh, D. (2003). Strategic Planning For Success: Aligning People, Performance, and Payoffs (Hardcover). Chapter two: Critical Success Factors for Strategic Thinking That Works. Jossey-Bass/ Pfeiffer. San Francisco.

Kilpilahti. (2018). Porvoon Kilpilahdessa toimivien yritysten yhteinen sivusto. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 8.11.2018] Saatavissa: <https://www.kilpilahti.fi/>

Koskinen, I., Alasuutari, P., & Peltonen T. (2005). Laadulliset menetelmät kauppatieteissä. Tampere. Vastapaino.

Kuusisto, A. 2000. Safety Management Systems : Audit Tools and Reliability of Auditing. Technical Research Centre of Finland. VTT Publications 428. Espoo.

Laine, M. Bamberg, J & Jokinen, P. (2008). Tapaustutkimuksen taito. Yliopistokustannus. Helsinki.

Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 390 / 2005

Lecklin, O. 2006. Laatu yrityksen menestystekijänä. Helsinki. Talentum.

Meristö, T., Molarius, R., Leppimäki, S., Laitinen, J. & Tuohimaa, H. (2007). Laadukas SWOT. Työkalu PK-yritysten innovaatiovetoisen tulevaisuuden menestyksen turvaamiseksi. Corporate Foresight Group CoFi / Åbo Akademi. Turku.

Moore, T. (2008). Disaster and Emergency Management System. British Standards Institution. London.

Neste Oyj. Vuosikertomus 2017. Neste Oyj. Espoo.

Neste Oyj. (2018a) Vastuullisuus. Turvallisuus. [Verkkosivusto]. [Viitattu 20.11.2018] Saatavissa: <https://www.neste.com/fi/konserni/vastuullisuus/turvallisuus>

Neste Oyj. (2018b). Tietoa meistä. Jalostamot Suomessa. [Verkkosivusto]. [Viitattu 8.11.2018] Saatavissa: <https://www.neste.com/fi/fi/konserni/tietoa-meist%C3%A4/tuotanto/jalostamot-suomessa>

Neste Oyj. (2018c). Tietoa meistä. Tuotanto. [Verkkosivusto]. [Viitattu 8.11.2018] Saatavissa: <https://www.neste.com/fi/konserni/tietoa-meist%C3%A4/tuotanto>

Nolan, D. (2011). Handbook of Fire and Explosion Protection Engineering Principles for Oil, Gas, Chemical and Related Facilities, 2nd ed. Elsevier.

NOQD-458. Hazard identification and risk analysis. Neste Oyj.

NOQD-432. Prosessilaitosten riskianalyysimenettelyt. Neste Oyj.

NOQD-215. Prosessin vaara-analyysi. Neste Oyj.

NOQD-468. Layers of protection analysis for process hazards. Neste Oyj.

NOQD-230. Six Step procedure in investment projects. Neste Oyj

OQD-101447. Investointien hallinta tuotannossa. Neste Oyj.

OQD-2712. Muutosten hallinta. Neste Oyj.

OQD-717519. Prosessiriskien hallinta Suomen tuotannossa. Neste Oyj.

OQD-2179. Palovesijärjestelmän käytettävyys. Neste Oyj.

OQD-6640. Automaattisten palosammutuslaitteistojen hoitaminen. Neste Oyj.

OQD-4970. Porvoon jalostamon sisäinen pelastussuunnitelma. Neste Oyj.

OQD-1184. Toiminta onnettomuus tai vaaratilanteessa Porvoon jalostamolla. Neste Oyj.

OQD-638. Vaaratilanneharjoitukset. Neste Oyj.

Ojasalo, K., Moilanen, T. & Ritalahti, J. (2009). Kehittämistyön menetelmät. Uudenlaista osaamista liiketoimintaan. WSOYpro. Helsinki.

Pelastuslaki 379 / 2011

Porvoon jalostamon turvallisuusselvitys. (2016). Neste Oyj.

Rausand, M. (2011). Risk Assessment. Theory, Methods and Applications. John Wiley & Sons, Inc.

Reason, J. (1997). Managing the risks of organisational accidents. Aldershot, Ashgate Publishing Limited.

Reiman, T., Oewald, P. 2008. Turvallisuuskriittiset organisaatiot. Onnettomuudet, kulttuuri ja johtaminen. 2. painos. Helsinki, Edita Prima Oy.

Reiman, T. 2015. Turvallisuusasiantuntijoiden roolit, työtavat ja tarvittavat kyvyt ja taidot. VTT. Espoo.

SFS-EN ISO 9001. (2015) Laadunhallintajärjestelmät. Vaatimukset. Standardi. Suomen standardoimisliitto SFS ry. Helsinki.

Sokovic, M. Pavletic, D. Kern Pipan, K. (2010). Quality improvement methodologies – PDCA cycle, RADAR matrix, DMAIC and DFSS. Journal of Achievements in materials and manufacturing engineering. Volume 43, issue 1, November 2010. International OCSCO Word Press. Poland.

Sutton, I. (2010). Process risk and reliability management. Operational integrity management. Elsevier Inc. Burlington. USA.

Svenson, O. 2000. Accident Analysis and Barrier Function (AEB) Method. Manual for Incident Analysis. SKI Report 00:6. [PDF-dokumentti]. [Viitattu 10.11.2018] Saatavissa:

<https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/contentassets/15001ab810cc425683bbd5308aef47cd/0006-accident-analysis-and-barrier-function-aeb-method.-manual-for-incident-analysis>

Talvitie, T. (2018). Tiedonkeruuhaastattelu. 3.5.2018. Tukes. Helsinki

Torkkola, S. (2016). Lean asiantuntijatyön johtamisessa. Talentum Media Oy. Helsinki.

Turvallisuustekniikan neuvottelukunta. (2017). Vaarallisten kemikaalien käytöstä aiheutuvien suuronnettomuusvaarojen ehkäisemistä koskeva toimintaohjelma. Työ- ja elinkeinoministeriö. Helsinki.

Tukes. (2018). Vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin käytönvalvoja. [Verkkosivusto]. [Viitattu 24.10.2018].

Saatavissa: [http://rekisterit.tukes.fi/fi/Tutkinnot/Kaytonvalvojatutkinto-/](http://rekisterit.tukes.fi/fi/Tutkinnot/Kaytonvalvojatutkinto/)

U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board. (2005). Investigation report. Refinery explosion and fire. BP. Texas City. [PDF-dokumentti]. [Viitattu 1.8.2018].

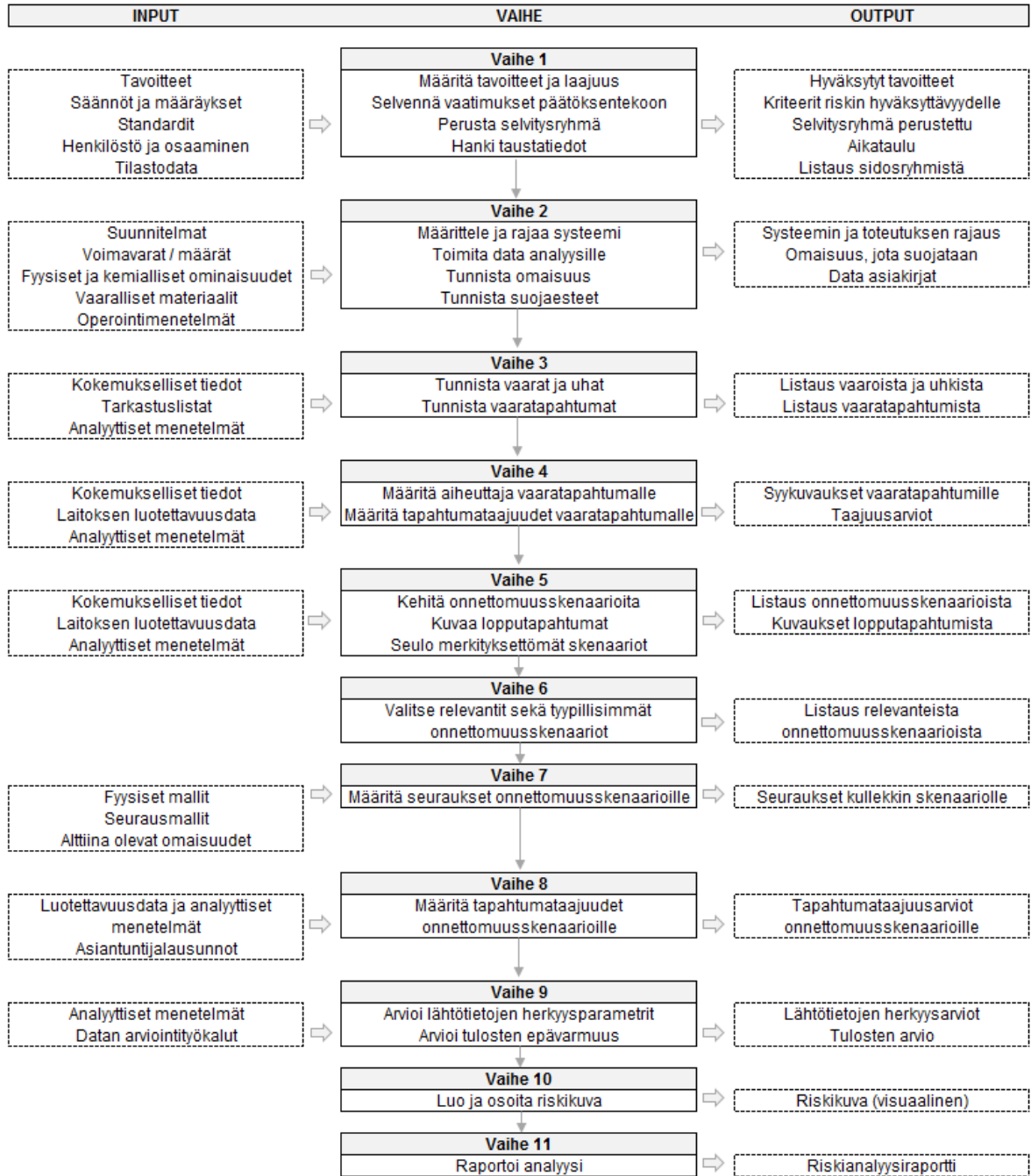
Saatavilla: <http://www.csb.gov/bp-america-refinery-explosion/>

Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien käsittelystä (685/2015)

Qureshi Z. (2008) A review of accident modeling approaches for complex critical sociotechnical systems. Command, Control, Communications and Intelligence Division. Department of defence. Defence Science and Technology Organisation. Edinburgh. South Australia.

LIITE 1. Riskianalyysin vaiheet (Rausand 2011)

Riskianalyysin vaiheet sekä niiden kytkeytyvyys toisiinsa (Rausand 2011, s.125)



LIITE 2. HSE toiminnan ajoitukset hankkeissa (NOQD-230)

INVESTMENT PROJECT LIFECYCLE									
0	PROCESS TECHNOLOGY DEVELOPMENT	PRE-STUDY	FEASIBILITY STUDY	BASIC ENGINEERING	PROJECT IMPLEMENTATION			COMMISSIONING / START-UP	PLANT IN OPERATION
					DETAILED ENGINEERING AND PROCUREMENT	CONSTRUCTION	PRE-COMMISSIONING		
STEP 1	Project HSE plan and Summary	Project HSE plan and Summary	Project HSE plan and Summary	Project HSE plan and Summary	Project HSE plan and Summary				
	Preliminary Hazard Study	Preliminary Hazard Study	Preliminary Hazard Study						
	Reaction Matrix	Reaction Matrix	Reaction Matrix						
STEP 2			Consequence Analysis	Consequence Analysis update	Consequence Analysis update				
			QRA	QRA update	QRA update				
			Major Hazard Identification including Siting Analysis						
				Layout Review					
			Fire Risk Analysis, part 1	Fire Risk Analysis, part 2					
			HSE Design Criteria (inc. Fire Protection Philosophy)	HSE Design Criteria (inc. Fire Protection Philosophy)	HSE Design Criteria (inc. Fire Protection Philosophy)				
			Constructability Plan	Constructability Plan update	Constructability Plan update				
			Environmental Compliance Analysis / Environmental Impact Assessment (EIA)	Environmental Compliance Analysis / Environmental Impact Assessment (EIA) (update)	Regulatory requirements evaluation (in case of changes during the project)				
				Environment Response Plan or Update of existing Plant Environment Response Plan	Environment Response Plan or Update of existing Plant Environment Response Plan				
				Study of Best Available Technology (BAT)					
			Layout Risk Analysis	Layout Risk Analysis update (and 3D model review)					
			Fire Protection Review	Fire Protection Review					

(jatkuu)

LIITE 3. Teemahaastatetturunko, tekniset päälliköt

Tuotantolinjan reagoivan riskienhallinnan nykytila sekä kehittäminen

Teemahaastattelu: Porvoon jalostamon tekniset päälliköt

OSA 1: Tuotantolinjan riskienarvioprosessi ja onnettomuusskenaarioiden tunnistaminen

1. Prosessiturvallisuuden riskianalyysiprosessi ja riskikuva:

- Minkälaiset ovat tuotantolinjasi riskianalyysiprosessit? (miten toteutettavat riskianalyysit on kuvattu prosessiksi / prosesseiksi?)
- Missä ja miten riskianalyysiprosessit on kuvattu sekä kuinka säännöllisesti tuotantolinjalla esiintyvät riskikuvat päivitetään?
- Miten vastuut tuotantolinjan riskianalyysiprosesseista on kuvattu ja määritetty sekä miten varmistutaan, että vastuulliset henkilöt toteuttavat vastuunsa analyysiprosessissa?

2. Laadulliset riskienarviointityökalut sekä vaaratapahtumien kuvaaminen:

- Miten tuotantolinjallasi arvioidaan laadullisia riskienarviointityökaluja käyttäen toiminnassa esiintyviä onnettomuusskenaarioita? Missä dokumenteissa ja asiakirjoissa laadulliset riskiarviot on esitetty?
- Minkälaisilla visuaalisilla keinoilla sekä missä dokumenteissa tuotantolinjalla on kuvattu erilaiset ei-toivotut tapahtumat ja vaaratapahtumat sekä niihin kytkeytyvät suoja-keinot?
- Miten tuotantolinjan onnettomuusriskit on priorisoitu (asetettu riskiperusteiseen järjestykseen)? Missä ne on dokumentoitu ja kuvattu?

(jatkuu)

3. Tuotantolinjan prosessiturvallisuuden riskienhallinnan kehittäminen:

- Miten tuotantolinjalla tulisi mielestäsi laadullisesti arvioida sekä kuvata toiminnassa esiintyviä riskejä? Onko riskianalyysiprosessissa jonkinlaisia puutteita?

OSA 2: Tuotantolinjan reaktiiviset suojakeinot ja esteet

1. Tuotantolinjan fyysiset ja tekniset suojakeinot (Prosessin hätäsulut, ilmaisin ja hälytysjärjestelmät, passiiviset ja aktiiviset tekniset suojatoimet)

- Mitä fyysisiä ja passiivisia suojakeinoja (yksiköiden sijoitus, rakenteelliset ratkaisut onnettomuuden leviämisen estämiseen yms.) tuotantolinjalla on erilaisille onnettomuusskenaarioille? Mitä puutteita on passiivisissa suojakeinoissa tuotantolinjalla?
- Mitä teknisiä suojakeinoja (eristäminen, sammutus, vuodon rajoittaminen, kaasupilven laimennus yms.) tuotantolinjalla on käytössä erilaisille vaaratapahtumille? Mitä puutteita teknisissä suojakeinoissa tuotantolinjalla on?
- Mitkä em. suojakeinoista ovat ei-toivotun tapahtuman alkuvaiheen suojakeinoja tapahtuman etenemisen estämiselle?
- Millä suojakeinoilla tuotantolinjalla estetään onnettomuuden leviäminen suuronnettomuudeksi?
- Miten teknisten järjestelmien jatkuvaa toimintakykyä valvotaan ja ylläpidetään?

2. Tuotantolinjan toiminnalliset suojakeinot (operoinnin valvonta ja prosessin ohjaus, toiminta kriittisissä hälytyksissä)

- Mitä toiminnallisia suojakeinoja tuotantolinjalla esiintyy liittyen ei-toivotun tapahtuman hallitsemiseen sen alkuvaiheessa?
- Millä toiminnallisilla keinoilla tuotantolinjalla estetään onnettomuustapahtuman eteneminen sekä pyritään lieventämään onnettomuuden seurauksia?

(jatkuu)

3. Tuotantolinjan reaktiivisten suojakeinojen ja esteiden kehittäminen

- Miten tuotantolinjalla tulisi kehittää fyysisiä sekä teknisiä suojakeinoja estämään tapahtumaketjun eteneminen mahdollisimman tehokkaasti sekä lieventämään onnettomuuden seurauksia?
- Miten tuotantolinjalla tulisi kehittää toiminnallisia suojakeinoja siten, että ei-toivottu tapahtuma hallittaisiin tapahtumaketjun mahdollisimman aikaisessa vaiheessa?

OSA 3: Tuotantolinjan vaaratilannevalmius ja operaattoreiden toiminta vaaratilanteessa

1. Tuotantolinjan sisäinen suunnittelu sekä resurssien määrittely mahdollisia vaaratilanteita varten

- Miten ja missä tuotantolinjalla on kuvattu vaaratilannevalmius sekä tuotantolinjan omatoiminen varautuminen erilaisia onnettomuustilanteita varten?
- Minkälaiset ovat tuotantolinjan voimavarat sekä resurssit (henkilöt ja turvallisuuslaitteet) mahdolliseen onnettomuustilanteeseen sekä sen seurausten lieventämiseen?
- Missä ja miten edellä mainitut voimavarat on kuvattu ja dokumentoitu tuotantolinjalla?

2. Tuotantolinjan vaaratilannevalmiuden harjoittelu sekä henkilöstön kompetenssi

- Miten tuotantolinjan kenttä- ja valvomohenkilöstö on koulutettu onnettomuus- ja vaaratilanteessa toimintaan? Kuinka usein osaamisen hallintaa vaaratilanteessa päivitetään tuotantolinjalla?
- Miten tuotantolinjalla tunnistetut onnettomuusskenaariot on kytketty vuosittaiseen vaaratilanneharjoitussuunnitelmaan? Onko tunnistetut onnettomuusskenaariot priorisoitu harjoittelussa?

(jatkuu)

LIITE 3. (jatkoa)

- Miten ja missä harjoitusten sisältö (skenaario, osallistujat, havainnot, kehitystoimenpiteet) kuvataan ja dokumentoidaan? Mitä puutteita on harjoituksen kuvauksessa sekä dokumentoinnissa?

3. Tuotantolinjalla ja sen alueella olevan henkilöstön suojaaminen sekä vaarasta varoittaminen

- Miten tuotantolinjalla on kuvattu menettelyt (yksiköiden operointi turvalliseen tilaan, alueen henkilöstön evakuointi kokoontumispaikalle) mahdollisessa evakuointi- ja suojautumistilanteessa? Mitä puutteita on menettelyiden kuvauksessa?
- Miten tuotantolinjalla varoitetaan sisäisestä tai ulkoisesta vaarasta yleisen hälytyskuulutusjärjestelmän lisäksi?
- Miten vaarasta varoittamista sekä alueella olevan henkilöstön evakuointimenettelyitä tulisi kehittää? Mitä puutteita vaarasta varoittamisessa on?