



# Prosessiturvallisuusmittariston laadinta Forchem Oyj:lle

Hilla Roos

OPINNÄYTETYÖ  
Maaliskuu 2022

Biotuote- ja prosessitekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Biotuote- ja prosessitekniikka

ROOS, HILLA:  
Prosessiturvallisuusmittariston laadinta Forchem Oyj:lle

Opinnäytetyö 58 sivua, joista liitteitä 3 sivua  
Maaliskuu 2022

---

Opinnäytetyön toimeksiantaja oli Forchem Oyj, ja opinnäytetyö tehtiin yrityksen mäntyöljytislaamolle. Työn tarkoituksena on kehittää suoraan käyttöönotettavat prosessiturvallisuuden mittarit ja laatia esimerkki niiden toiminnasta ja niistä saatavasta tiedonkeruusta.

Mittariston kehittämiseen hyödynnettiin organisaation omaa aineistoa turvallisuudesta ja sen tilastoinnista. Työssä selvitettiin organisaation onnettomuusskenaariot ja riskienhallintakeinot, joiden avulla niitä pyritään ehkäisemään. Riskienhallintakeinoilla tavoiteltavat lopputulokset listattiin ja lisäksi selvitettiin ne toiminnot, joiden tulee toimia oikein, jotta tavoiteltava lopputulos saavutetaan. Näiden selvittämisen jälkeen prosessiturvallisuuden mittarit voitiin kohdistaa oikeisiin kohtiin organisaatiossa.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi käyttöönotettava prosessiturvallisuusmittaristo kohdelaitoksen tarpeisiin. Mittaristo pitää sisällään niin ennakoivat kuin myös jälkikäteiset mittarit. Mittareita kohdistettiin seuraamaan teknisiä järjestelmiä, turvallisuuskulttuuria, ei-toivottuja tapahtumia sekä johtamisjärjestelmiä ja menettelytapoja. Työssä laadittiin myös esimerkki mittariston datan keräämisestä.

Prosessiturvallisuusmittaristo vaatii jatkuvaa päivittämistä. Kehitetty mittaristo on yleisluonteinen ja osa mittareista voi organisaatiossa tapahtuvien muutosten myötä käydä tarpeettomiksi. Mittareille tulee asettaa myös toleranssit, jotta poikkeamat saadaan selville. Jälkikäteismittareiden kustannuksia seuraamalla voidaan tulevaisuudessa arvioida ennakoivien mittareiden taloudellisia vaikutuksia.

---

Asiasanat: prosessiturvallisuus, mittaaminen, ennakoiva mittari, jälkikäteismittari

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Bioproduct and Process Engineering

ROOS, HILLA:  
Development of Process Safety Indicators for Forchem

Bachelor's thesis 58 pages, appendices 3 pages  
March 2022

---

This thesis was commissioned by the Forchem tall oil distillery. The purpose of this thesis was to develop deployable process safety indicators and to provide an example of the collection of data from them.

The organization's own material of safety and its compilation of statistics were used to develop the indicators. The accident sequences and risk management methods used for preventing accidents in the organization were analyzed. The final results to be pursued by risk management tools were listed and the functions that need to work properly in order to achieve the pursued outcome were further clarified. After this, the indicators could be aligned to the right parts of the organization.

As a result of the thesis project, process safety indicators were developed to meet the needs of the target plant. Instrumentation includes leading and lagging indicators. Indicators were aligned to the technical systems, security culture, unwanted occurrences and management systems and policy. An example of data collection from indicators was created.

Developed instrumentation set requires continuous updating. Developed instrumentation set is of a general nature and some of the indicators may become superfluous as a result of changes in the organization. Tolerances should be set for the indicators to discover the deviations. By tracking the cost of the lagging indicators, the economic impact of the leading indicators can be evaluated.

---

Key words: process safety, measurement, leading indicator, lagging indicator

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	5
2	FORCHEM OYJ.....	6
	2.1 Yleiset tiedot .....	6
	2.2 Prosessikuvaus.....	7
3	PROSESSITURVALLISUUDEN MITTAAMINEN.....	9
	3.1 Prosessiturvallisuus .....	9
	3.1.1 Prosessiturvallisuuteen liittyvä lainsäädäntö .....	11
	3.1.2 Prosessiturvallisuuden mittaaminen .....	12
	3.2 Mittareiden valinta .....	13
	3.3 Mittariston laadinta.....	16
4	MITTARISTON LAADINTA FORCHEM OYJ:LLE.....	20
	4.1 Prosessiturvallisuuden nykytilanne Forchem Oyj:llä .....	20
	4.2 Mittareiden kattavuus ja onnettomuusvaarojen tunnistaminen.....	21
	4.3 Riskienhallintakeinojen tunnistaminen .....	23
	4.4 Riskienhallintakeinoilla tavoiteltavat lopputulokset.....	26
	4.5 Riskienhallintakeinojen kriittiset tekijät ja ennakoivat mittarit .....	32
	4.6 Jälkikäteismittareiden valinta .....	40
5	EHDOTETUT MITTARISTOT .....	44
	5.1 Ennakoivat mittarit.....	44
	5.2 Jälkikäteismittarit.....	47
	5.3 Datan keruu .....	50
6	POHDINTA .....	52
	LÄHTEET.....	54
	LIITTEET .....	56
	Liite 1. Luokittelukaavio.....	56
	Liite 2. Prosessiturvallisuusmittaristo .....	57

## 1 JOHDANTO

Prosessiturvallisuudella pyritään ehkäisemään kemikaalionnettomuuksia ja se on tärkeä osa kemikaaleja käsittelevien laitosten turvallisuutta. Prosessiturvallisuusmittariston kehittäminen on yksi keino varautua ja saada tietoa prosessista ja toimintatavoista ja näin ennakoida mahdollisia tulevia onnettomuuksia sekä minimoida vahingot. Opinnäytetyö tehtiin toimeksiantona Forchem Oyj:n mäntyöljytislaamolle.

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Forchem Oyj:lle prosessiturvallisuusmittaristo. Ennakoivien mittareiden tavoitteena on saada tietoa prosessista, käytännöistä ja toiminnasta ennen kuin onnettomuus tapahtuu, jolloin niihin voidaan reagoida ennaltaehkäisevästi. Jälkikäiteismittareiden avulla voidaan tutkia ennakoivien mittareiden toimivuutta. Tarkoituksena oli selvittää organisaation pahimmat onnettomuusskenaariot, käytössä olevat riskienhallintakeinot ja niiden kriittiset tekijät ja pohtia näiden pohjalta organisaatiolle sopivat ennakoivat ja jälkikäiteiset mittarit. Opinnäytetyössä esitetyn prosessiturvallisuusmittariston laadinta perustuu Tukesin materiaaliin ”Prosessiturvallisuus ja sen mittaaminen” ja Iso-Britannian turvallisuus ja työterveysviranomaisen Health and Safety Executiven laatimaan portaittaiseen menetelmään.

Opinnäytetyössä käydään läpi yleinen katsaus Forchem Oyj:n toimintaan, perehdytään prosessiturvallisuuteen, mittareiden valintaan sekä mittariston laatimisprosessiin. Prosessiturvallisuusmittaristo käsittelee niin ennakoivat kuin myös jälkikäiteismittaritkin sekä niistä saatavan datan keruun. Toimeksiantajan pyynnöstä mittariston pääpaino on ennakoivien mittareiden kehittämisessä, mutta myös jälkikäiteismittarit on huomioitu. Opinnäytetyössä ei nimetä projektiryhmää, koska opinnäytetyö tehdään toimeksiantona ilman projektiryhmää. Opinnäytetyössä ei oteta kantaa mittareiden taloudellisuuteen, mutta kustannusten esittäminen huomioidaan datan keruussa esitetyssä esimerkissä.

## 2 FORCHEM OYJ

### 2.1 Yleiset tiedot

Forchem Oyj on 2000-luvun alussa perustettu mäntyöljytislaamo (Tarinamme n.d). Yrityksen päätoimiala on muiden orgaanisten peruskemikaalien valmistus. Vuonna 2020 yrityksen liikevaihto oli 104,9 miljoonaa euroa. Forchem Oyj työllistää noin 50 henkilöä ja sen kotipaikka sijaitsee Raumalla. (Asiakastieto n.d.) Yrityksellä on lisäksi konttoreita Saksassa, Ranskassa sekä Iso-Britanniassa (Ota yhteyttä n.d). Vuonna 2013 yrityksen yksi isoimmista asiakkaista, Respol Group, osti Forchemin (Respol 2013). Yrityksen asiakaskunta koostuu erilaisten kemiallisten tuotteiden jatkojalostajista (Sitra 2019).

Raakamäntyöljyä syntyy sellunkeitosta sivutuotteena. Tämä sivutuote hyödynnetään lähes kokonaan energianlähteenä tai se jatkojalostetaan polttoaineeksi liikenteeseen, vaikka tuotetta on kuitenkin jo vuosien ajan jalostettu myös arvokkaammiksi tuotteiksi. Raakamäntyöljyä jalostamalla saadaan pidempi-ikäisempiä tuotteita ja siinä oleva hiili saadaan sitoutumaan pidemmäksi aikaa tuotteisiin. (Sitra 2019.) Forchem Oyj testaa ja jalostaa mäntyöljyä nykyaikaisiin ratkaisuihin. Mäntyöljy soveltuu moneen ja se on esimerkiksi uusiutumattomille raaka-aineille kestävämpi vaihtoehto moniin tuotteisiin. (Tarinamme n.d.) Forchem Oyj ei valmista itse lopullisia lopputuotteita, mutta jalostusprosessinsa ansiosta mäntyöljyn arvo saadaan nousuun verrattuna siihen, että se hyödynnettäisiin energianlähteenä (Sitra 2019). Yrityksen jalostamat mäntyöljytuotteet soveltuvat moniin erilaisiin teollisiin prosesseihin (Tuotteet n.d).

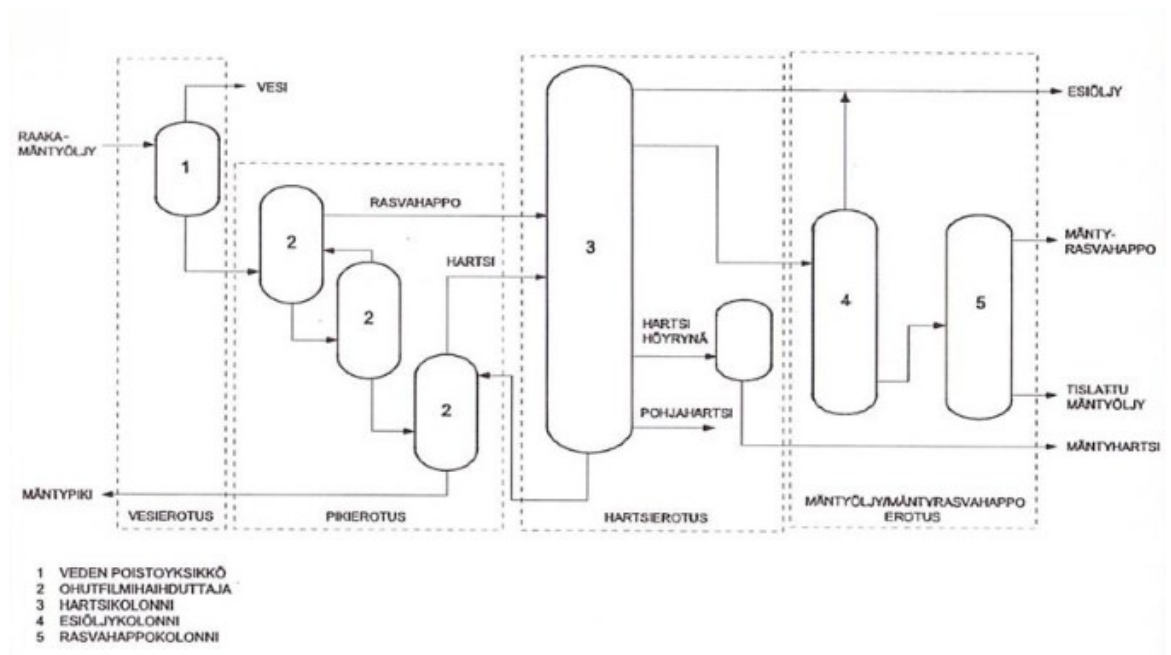
Yrityksen laajaan tuotevalikoimaan kuuluvat mäntyöljyrasvahappo, tislattu mäntyöljy, mäntyöljyhartsit, pikipolttoaine sekä muut mäntyöljytuotteet, kuten esimerkiksi hartsisaippua. Näitä tuotteita käytetään korvaamaan fossiilisia raaka-aineita esimerkiksi pinnoitteissa, maaleissa ja painomuisteissa. (Tuotteet n.d.) Forchem Oyj tekee jatkuvasti myös kehitystyötä ja etsii uusia käyttötarkoituksia mäntyöljylle. (Innovaatiot n.d).

## 2.2 Prosessikuvaus

Raakamäntyöljy on luonnollinen metsistä peräisin oleva raaka-aine, joka sisältää hartsia, rasvahappoja sekä muita neutraaleja yhdisteitä. Raakamäntyöljyä pystytään jatkojalostamaan eri jakeiksi, esimerkiksi hartsiksi, steroleiksi sekä rasvahapoiksi. (Stora Enso n.d.)

Mäntyöljyn tislusprosessi on esitetty kuviossa 1. Tislauksen periaate voidaan jakaa kuuteen eri erotusvaiheeseen. Ensimmäisenä vaiheena on kuivaus, joka suoritetaan kaksiportaisesti, jolloin kevyet komponentit saadaan poistettua ennen varsinaista tislausta. Kuivauksen jälkeen seuraavana vaiheena on pien erotus, joka tapahtuu kahden ohutfilmihaihduttimen avulla. (Mäntyöljyn tislauksen periaatteita 2020, 1–2.)

Kolmantena vaiheena on hartsin erotus, joka tapahtuu ensimmäisessä kolonnissa. Kolonnin pohjatuote ohjataan hartsin uudelleentislaukseen, ja yläosasta saatava tisle esiöljyn erotukseen. Seuraavana prosessin vaiheena on esiöljyn erotus. Sen pohja pumpataan prosessin viimeiseen vaiheeseen, rasvahapon erotukseen. (Mäntyöljyn tislauksen periaatteita 2020, 2–3.)



KUVIO 1. Mäntyöljyn tislusprosessi (Riistama, Laitinen & Vuori 2003, 140.)

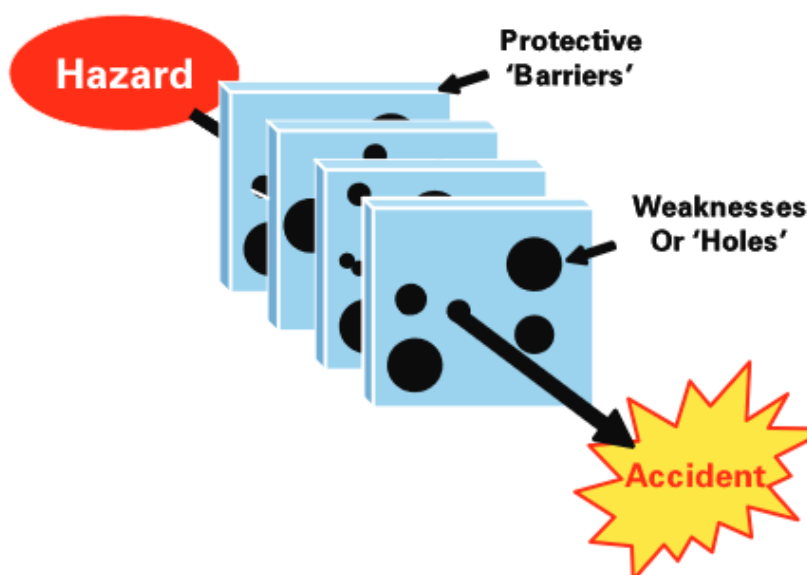
Prosessissa käytettävien mäntyöljykomponenttien korkeiden kiehumispisteiden ja lämpöherkkyyksien vuoksi tislaukset tapahtuu mahdollisimman alhaisessa paineessa. Mäntyöljyn korkean kiehumispistealueen vuoksi operointilämpötilat ovat erittäin korkeat. Raaka-aineena käytettävä raakamäntyöljy on ihoa herkistävää. Syntyvistä päätuotteista mäntyhartsi on luokiteltu ihoa herkistäväksi ja hartsisaippua puolestaan silmiä ärsyttäväksi. Ejektoriöljyä lukuun ottamatta raakamäntyöljy ja sen tislejakeet eivät ole palavia nesteitä. (Turvallisuusselvitys 2018, 15,17, 19.)

### 3 PROSESSITURVALLISUUDEN MITTAAMINEN

#### 3.1 Prosessiturvallisuus

Prosessiturvallisuus on tärkeä osa kemikaalilaitoksien kokonaisturvallisuutta ja sen avulla pyritään ehkäisemään mahdollisia kemikaalionnettomuuksia. Yrityksen panostaessa omaan prosessiturvallisuuteen, paranee myös koko prosessin hallinta, jolloin esimerkiksi prosessissa syntyvät päästöt saadaan hallintaan. Pahimmassa tapauksessa ilman kunnollista prosessiturvallisuutta voi tapahtua mitavia ympäristö-, henkilö- ja omaisuusvahinkoja. (Tukes 2016, 2.)

Turvallisuusjärjestelyjen heikkouksien yhteisvaikutuksia voidaan kuvata Sveitsin juustomallilla, joka perustuu James Reasonin tutkimuksiin. Mallissa jokainen yksittäinen juustoviipale kuvaa tiettyyn vaaraan liittyvää turvatoimintoa tai varotoimenpidettä. Juustoviipaleissa olevat reiät edustavat heikkouksia järjestelmissä. Mitä vähemmän reikiä on ja mitä pienempiä ne ovat, sitä paremmalla tasolla järjestelmä on. Reikien ollessa kohdakkain jokaisella siivulla, pääsee vaara niiden lävitse ja tapahtuu onnettomuus. Juustomallilla kuvataan onnettomuuden todennäköisyyden satunnaisuutta. Tämä tarkoittaa sitä, että onnettomuus tapahtuu, kun useampi turvatoiminta pettää yhtä aikaa ikään kuin sattumalta. Kuviossa 2 on esitetty Sveitsin juustomalli. (CCPS 2011, 5; Murtola 2015, 3–4; PSNet n.d.)



KUVIO 2. Sveitsin juustomalli (CCPS 2011, 5.)

Prosessiturvallisuuden edistämisen tavoitteena on henkilö- ja ympäristövahinkojen välttämistä, kohtuuttoman pitkien tuotantokatkojen syntymistä ja omaisuuden menetyksiä (Kavonius-Hietanen 2013, 3). Tätä turvallisuutta on mahdollista parantaa kohdistamalla toimenpiteitä niin laitokseen, prosessiin kuin myös siellä työskenteleviin ihmisiin. Nämä kolme osatekijää muodostavat prosessiturvallisuuden, ja niihin tulee kiinnittää huomiota laitoksen käyttöajan aikana, jotta riskit saadaan minimoitua muutosten hallinnan avulla. (Tukes 2016, 3.) Kuviossa 3 on esitetty prosessiturvallisuuden osatekijät sekä muutosten hallinta.



KUVIO 3. Prosessiturvallisuuden osatekijät ja muutosten hallinta (Tukes 2016, 3.)

Prosessiturvallisuutta ei tule kuitenkaan sekoittaa työturvallisuuden kanssa, vaikka ne jollain tasolla liittyvätkin toisiinsa. Prosessiturvallisuudessa piilevät riskit johtuvat usein monimutkaisista järjestelmistä ja tällöin ne kohdistuvat moneen eri toimintaan laitoksella. Teollisuusyrityksien tilastot läheltä piti -tilanteista ja tapaturmista antavat tietoa, jonka avulla voidaan parantaa työtaturmien ehkäisyä. Tällaiset tapahtumat johtuvat pohjimmiltaan työturvallisuuden puutteista. Työturvallisuus tehtailla pohjautuu siellä työskentelevien ihmisten käyttäytymiseen ja ympäristöön, joka tulee myös huomioida prosessiturvallisuuden kehittämisessä. Yleensä yrityksillä on henkilöstölle paremmin esillä tietoa työturvallisuudesta, kuten esimerkiksi päivät viimeisimmästä onnettomuudesta. Harvemmin

kerrotaan samalla tavalla päivät esimerkiksi viimeisimmästä tulipalosta. Prosessiturvallisuudessa ei ole pelkästään kyse laitteiden kunnosta ja toiminnasta tai kemiasta, vaan myös inhimillisillä tekijöillä on osansa. (Tukes 2016, 4–5.)

Inhimillisillä tekijöillä tarkoitetaan ihmisten suhdetta heidän organisaatioonsa ja toimintaympäristöönsä, sekä muihin henkilöihin, työvälineisiin ja laitteisiin. Lisäksi työn edellyttämä pätevyys liittyy osaltaan inhimillisten tekijöiden määrittämiseen. Ihmiset ovat lähes aina osana onnettomuuksissa suoraan tai välillisesti, sillä ihmiset ovat vastuussa laitoksen toiminnasta ja huollosta, riskienkartoituksesta ja muista toimintatavoista tehtaalla. Inhimilliset virheet jaotellaan rikkomuksiin ja tarkoituksettomiin virheisiin. Rikkomuksilla tarkoitetaan tahallisia menettelytapoja jonkin asiaan suhteen, kun taas tarkoituksettomat virheet ovat unohduksia ja ajatteluvirheitä. Organisaation oma turvallisuuskulttuuri vaikuttaa vahvasti myös prosessiturvallisuuteen. Organisaation johdolla on suurin vaikutus turvallisuuskulttuurin, sillä he määrittelevät asiat, joihin kiinnitetään huomiota. Turvallisuuskulttuurin ollessa heikkoa, yritys altistuu helpommin prosessiturvallisuuden onnettomuuksille. Vakavat onnettomuudet ovat hyvin harvinaisia nykypäivänä, mutta silti niiden mahdollisuus on pidettävä mielessä. (Tukes 2016, 5–6.)

### **3.1.1 Prosessiturvallisuuden liittyvä lainsäädäntö**

Prosessiturvallisuuden liittyä eri lainsäädäntöjä. Sen lainsäädännöllinen perusta pohjautuu EU-tasoiseen Seveso III -direktiiviin (2012/18/EU), jonka tarkoituksena on vaarallisista aineista aiheutuvien suuronnettomuusvaarojen torjunta (Direktiivi 2012/18/EU). Tämä direktiivi on käyttöön otettu Suomen lainsäädäntöön kemikaaliturvallisuuslailla (390/2005) ja sen nojalla annetuilla asetuksilla. Kyseinen lainsäädäntö käsittelee prosessiturvallisuuden osa-alueita sekä niihin liittyviä velvoitteita. Kemikaaliturvallisuuslain mukaan toiminnanharjoittajan on ryhdyttävä kaikkiin mahdollisiin toimiin, jotta onnettomuudet saadaan ehkäistyä. Onnettomuuksien ehkäisemiseksi on tehtävä myös ennalta seurattavia toimenpiteitä. Johdolla ja henkilökunnalla tulee olla tarpeellinen koulutus tehtäviin ja heidän tulee tuntea omat tehtävät ja vastualueet. Kunnossapidon osalta johdon tehtävänä on varmistua laitteiden ja laitteistojen kunnollisesta toiminnasta. (Tukes 2016, 2.)

Toinen prosessiturvallisuutta määrittelevä lainsäädännön osa on Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien käsittelystä ja varastoinnin valvonnasta (685/2015). Tällä asetuksella säädetään esimerkiksi sisäisestä pelastussuunnitelmasta sekä käytönvalvojasta, joka vaaditaan vaarallisia kemikaaleja käyttäville laitoksille. Kolmantena lainsäädännön osana on Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista (856/2012). Kyseisen asetuksen avulla säädetään esimerkiksi putkistoja ja laitteistoja sekä valvonta- ja turvajärjestelmiä koskevat vaatimukset. Lisäksi asetuksella 856/2012 edellytetään toiminnanharjoittajalta toimintasuunnitelmat kemikaalien käsittelyyn ja varastointiin tarkoitetuilta laitteilta, putkistoilta ja säiliöistä sekä niiden toiminnankunnon tarkastaminen niille soveltuvilla menetelmillä. (Tukes 2016, 2.)

Prosessiturvallisuuteen liittyy muutakin lainsäädäntöä. Näitä ovat esimerkiksi pelastus-, painelaite- ja sähkölaitelaki. Myös maankäyttö- ja rakennuslaki sekä ympäristönsuojelulaki (527/2014) määräävät prosessiturvallisuuteen liittyviä asioita. (Keskitalo 2015, 17.)

### **3.1.2 Prosessiturvallisuuden mittaaminen**

Turvallisuutta voidaan mitata ja parantaa monin eri keinoin, mutta parhaimman tuloksen saa yhdistelemällä montaa eri keinoa. Yksi keino on prosessiturvallisuusmittariston kehittäminen, jota tämä opinnäytetyö käsittelee.

Prosessiturvallisuuden mittaaminen on tärkeää, sillä pelkästään satunnaisten poikkeamien seuraaminen omien järjestelmien heikkouksista ei ole taloudellisesti kannattavaa. Kun prosessiturvallisuuden tasoa tarkkaillaan järjestelmällisesti erilaisten mittareiden avulla, saadaan tarkka kuva tehtaan prosessiturvallisuuden tasosta. (Tukes 2016, 7.) Prosessiturvallisuuden tason hallinnassa on oleellista, että riskit tunnistetaan aikaisessa vaiheessa ja niihin on varauduttu, ellei niitä voida täysin poistaa (Afry n.d).

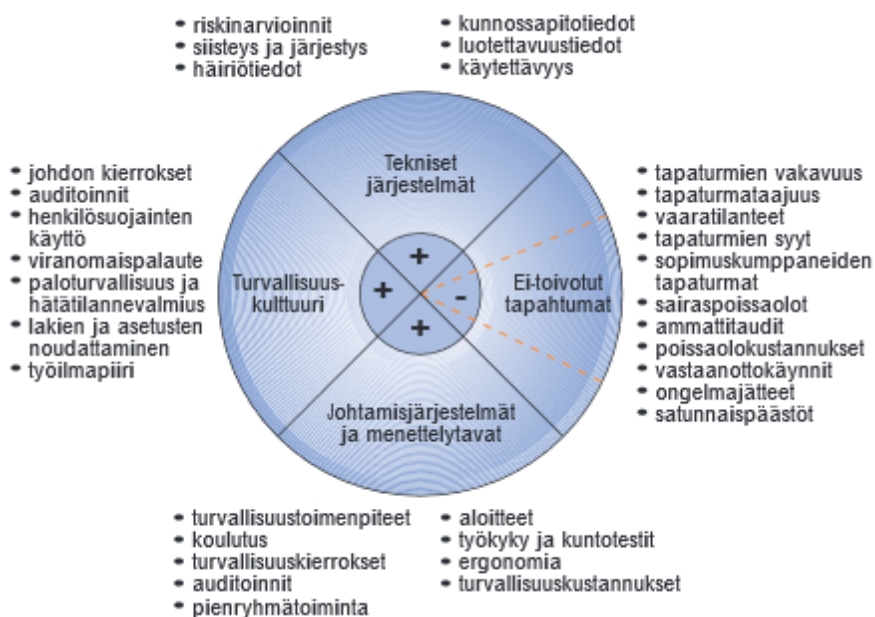
Yritys hyötyy prosessiturvallisuusmittareista monin tavoin. Mittarit kertovat esimerkiksi laitoksen turvallisuusjohtamisjärjestelmän tehokkuudesta ja varoittavat

etukäteen kehittymässä olevista ongelmista. Niiden avulla voidaan parantaa onnettomuuksien ennakointia ja täten pienennetään niiden todennäköisyyttä. Mittarit antavat tietoa, jonka perusteella voidaan tehdä ennakoivia toimenpiteitä laitteiden luotettavuuden takaamiseksi. Mittareista saadaan systemaattista tietoa prosessin ja prosessiturvallisuusjohtamisjärjestelmästä ja ne auttavat löytämään paikat, joita laitoksella tulee parantaa. Ne myös auttavat seuraamaan tehtyjen toimenpiteiden toimivuutta. Lisäksi mittarit antavat konkreettista tietoa henkilöstölle prosessiturvallisuudesta ja sen tärkeydestä, ja täten tukevat koko yrityksen turvallisuuskulttuurin kehittymistä. (Tukes 2016, 7.)

### **3.2 Mittareiden valinta**

Prosessiturvallisuuden edistämiseksi tehtyjen toimenpiteiden ja sen mittaamisen avulla ehkäistään kemikaalien aiheuttamia onnettomuuksia. Onnettomuuksiin johtavat syyketjut saadaan analysoimalla tehtaalla tunnistettuja onnettomuuskeinoja ja ne pyritään estämään erilaisten riskienhallintakeinojen avulla. (Tukes 2016, 8.)

Turvallisuutta voidaan mitata käyttämällä apuna osa-alueisiin jaottelemista. Turvallisuuden mittaaminen voidaan jakaa neljään eri osa-alueeseen, teknisiin järjestelmiin, turvallisuuskulttuuriin, johtamisjärjestelmiin ja menettelytapoihin sekä ei-toivottuihin tapahtumiin. Tekniset järjestelmät pitävät sisällään esimerkiksi koneet, laitteet ja prosessit. Turvallisuuskulttuurin mittaamisella voidaan tutkia esimerkiksi organisaation turvallisuuskäyttäytymistä, asenteita ja arvoja. Johtamisjärjestelmillä ja toimintatavoilla tutkitaan toimintatapoja ja ei-toivotuilla tapahtumilla erilaisia häiriöitä, vuotoja ja tapaturmia. (Turvallisuuden mittaaminen teollisuudessa n.d.) Kuviossa 4 on esitetty mittaamisen osa-alueet ja esimerkkejä niihin kuuluvista mittareista.



KUVIO 4. Mittaamisen osa-alueet (Turvallisuuden mittaaminen teollisuudessa n.d.)

Prosessiturvallisuutta voidaan mitata ennakoivilla mittareilla sekä jälkikäteismittareilla. Ennakoivien mittareiden avulla voidaan esimerkiksi osoittaa toimintatarve silloin, kun ei pysytä asetettujen rajojen sisällä. Ne lisäksi kertovat syyn, miksi asetettua turvallisuustavoitetta ei ole saavutettu, ja ne usein heijastavat tuloksiltaan onnettomuuksien piileviä syitä. Ennakoivat mittarit kertovat prosessin eheydestä. Jälkikäteismittareiden avulla voidaan arvioida haluttuun lopputulokseen pääsemistä. Nämä mittarit kertovat, ovatko asetetut vaatimukset saavutettu, mutta eivät kerro miksi tavoitteet saavutettiin tai miksi ne jäivät saavuttamatta. Jälkikäteismittarit antavat myös tietoa ennakoivien mittareiden laadusta ja antavat lisäksi mahdollisuuden organisaatiolle korjata järjestelmien puutteet. (Tukes 2016, 9–10.) Sekä ennakoivat- että jälkikäteismittarit voivat olla määrällisiä ja laadullisia ja objektiivisiä sekä subjektiivisiä. Määrällisiä mittareita esitetään lukuarvoina, kun taas laadulliset ovat kuvailevia. Mittareiden objektiivisyys tai subjektiivisyys riippuu siitä, onko mittauksen tekijällä mahdollisuutta vaikuttaa mittarista saatavaan tulokseen. (Henttonen 2000, 18, 20.) Sekä ennakoivia että jälkikäteisiä mittareita käytettäessä saadaan aikaan parempi prosessiturvallisuuden kokonaisvaltainen kehittäminen. Useimmiten kuitenkin käytössä on vain jälkikäteismittarit, jolloin kehittämistarpeet saadaan selville vasta, kun jotain on tapahtunut. Ennakoivat mittarit soveltuvat paremmin uudistusten ja muutosten suunnitteluun.

(Tukes 2016, 9–10.) Taulukkoon 1 on koottu lisää esimerkkejä erilaisista ennakkoivista mittareista sekä jälkikäteismittareista.

TAULUKKO 1. Esimerkkejä prosessiturvallisuuden mittareista (Henttonen 2000, 19–20; Tukes 2016, 15–16)

ENNAKOIVIA MITTAREITA	JÄLKIKÄTEISMITTAREITA
Turvallisuuskoulutuksen määrä	Laitteiden viat
Johdon panos, kierrokset tehtaalla	Vuotojen määrä
Avoimena olevien tehtävien lukumäärä	Syttymien määrä
Turvajärjestelmien testaus	Ei-suunnitellut seisokit
Työlupien oikeaoppinen täyttömäärä	Inhimilliset virheet
Dokumenttien ja riskienarviointien päivitys	Turvajärjestelmien päälle meneminen
Investoinnit turvallisuuteen	Aiheettomat hälytykset
Henkilösuojainten käyttö	Tapaturmat
Kunnossapitoon ja huoltoon käytetty aika	Viranomaisten määräämät toimenpiteet
Auditointien tulokset	Erilaiset reklamaatiot
Henkilöstön asenne turvallisuuteen	Sairauspoissaolot
Vaatimusten täytyminen lakisääteisesti	Omaisuuksivahingot
Siisteysindeksit	Tilanteet, joissa käytetään hätäjärjestelmää
Turvallisella toiminnalla saavutetut säästöt	Vertailu muiden yritysten turvallisuustoimintaan

Hyvälle prosessiturvallisuuden mittarille on asetettu muutamia vaatimuksia. Mittarin tulee olla sellainen, että se mittaa juuri sitä mitä halutaankin mitattavan. Mittarin tulee olla relevantti, edustava, toistettava ja tarkka. Lisäksi mittarin tulee mahdollistaa yhdenmukainen vertailu organisaation sisällä ja se ei saa olla manipuloidavissa. Mittarin tulee olla sen verran herkkä, että muutokset tuloksissa on helposti osoitettavissa. Lisäksi mittareista saadun tiedon keruu ja analysointi tulee olla kustannustehokasta verrattuna mahdollisesta mittaamattomuudesta aiheutuviin kustannuksiin ja seurauksiin. (Tukes 2016, 10.)

Mittareiden valinta perustuu onnettomuusvaarojen tunnistamiseen riskienarviointimenetelmillä. Tällä riskienarvioinnilla tunnistetaan ne kohdat, johon mittareita tulisi kohdistaa. Jokaista prosessiturvallisuusjohtamisjärjestelmän kohtaa ei ole tarvetta mitata, vaan mittarit kohdistetaan tunnistettujen onnettomuusvaarojen riskienhallintakeinoihin. Prosessiturvallisuusmittareiden olisi hyvä integroitua jo tehtaalla valmiiksi oleviin mittareihin, jolloin ne täydentävät toisiaan tarkkailujärjestelmissä. Onnettomuusskenaarioita pohdittaessa tehtaan turvallisuuskriittiset laitteet tulee olla valmiiksi tunnistettuna. Turvallisuuskriittiseksi laitteeksi kutsutaan sellaista laitetta, joka on turvallisuuden kannalta niin tärkeä, että sen toimivuus on taattava jokaisessa tilanteessa. (Tukes 2016, 10–11.)

### **3.3 Mittariston laadinta**

Mittariston laadinta on omanlaisensa prosessi. Kaikki lähtee liikkeelle laitoksen riskien arvioinnista ja kysymyksestä, kuinka voidaan varmistua keinoista, kuten laitteistoista, joilla pyritään ehkäisemään onnettomuuksia ja niistä koituvia seurauksia. Prosessiturvallisuusmittariston laadintaan on olemassa erilaisia malleja, joita voi hyödyntää. Tässä opinnäytetyössä hyödynnetään Iso-Britannian turvallisuus- ja työterveysviranomaisen Health and Safety Executiven (HSE) laatimaa porrastettua menetelmää mittariston laatimiseen. Tämä porrastettu menetelmä on laadittu vuonna 2006. (Tukes 2016, 12.) Tässä opinnäytetyössä esitettävä mittariston laadinta on mukailtu ja koottu Health and Safety Executiven ja Tukesin laatimista esimerkeistä.

Mittariston kehittämisen ensimmäisenä vaiheena on kehitysprojektin tiimin nimeäminen. Tiimin nimeämisessä on tärkeää, että työntekijöitä olisi jokaiselta organisaation tasolta. Tällä varmistetaan tiedon kulkeminen, uusien ideoiden synty sekä edesautetaan koko henkilöstön ymmärrystä prosessiturvallisuudesta. Organisaation johdolla on merkittävä rooli mittariston kehittämisessä ja sen onnistumisessa, minkä vuoksi heidänkin tulee olla osana kehitystiimiä. Nimetyllä tiiminvetäjällä on vastuu esimerkiksi asian eteenpäin viemisestä, käyttöönoton koordinoimisesta, tiedon keräämisestä sekä hyötyjen arvioimisesta. Organisaation sisällä tulee järjestää asiat niin, että mittarit saadaan lopulta käytäntöön. (Health and Safety Executive 2006, 11; Tukes 2016, 12.)

Toisena vaiheena määritetään mittareiden kattavuus sekä tunnistetaan onnettomuusvaarat. Mittareiden kattavuudella määritetään se, koskevatko mittarit koko organisaatiota, jotakin tiettyä osastoa vai esimerkiksi yhtä yksittäistä asennusta. Mittareiden koskiessa koko organisaatiota ovat ne tällöin yleisluonteisia. Yhtä osastoa tai yksittäistä asennusta mitattaessa keskitytään avaintoimintoihin ja niistä saatava data on hyvinkin yksityiskohtaista. Onnettomuusvaarojen tunnistaminen on tärkeää, sillä niiden avulla saadaan tietoon ne kohdat, jotka mahdollisesti vikaantuvat ja mitä niistä voi seurata. Tärkeintä on tunnistaa pohjimmiltaan onnettomuuteen johtavat syyt. Jokaisen organisaation toiminnot ja tavat ovat erilaiset, jonka vuoksi mittarit ja indikaattorit tulee räätälöidä juuri tehtaalle sopivaksi. (Health and Safety Executive 2006, 13, 17; Tukes 2016, 12.)

Kolmannessa vaiheessa tunnistetaan riskienhallintakeinot, jotka ovat käytössä onnettomuuksien ehkäisyyn. Nämä keinot voivat olla joko ennaltaehkäiseviä tai seurauksia rajoittavia. Riskienhallintakeinoista listataan niistä haluttu tulos, jolloin lopputuloksen saavuttamista voidaan arvioida. Jokaisesta vaaraskenaariosta erikseen tunnistetaan käytössä olevat riskienhallintakeinot, joiden avulla voidaan estää tai lieventää tapahtumien mahdollisia seurauksia. Erilaisia riskienhallintakeinoja ovat esimerkiksi koulutukset työntekijöille, kunnossapito ja erilaiset varoittimet, kuten palovaroittimet ja kaasuilmaisimet. Vaaraskenaarioiden ja riskienhallintakeinojen tunnistamisen jälkeen, tutkitaan näillä saatava turvallisuustaso, saadaanko toivottu tulos. Kysymyksillä, kuten miksi meillä on tämä riskienhallintajärjestelmä, mitä se tarjoaa turvallisuuden kannalta ja mitä seurauksia syntyisi ilman tätä järjestelmää, voidaan tutkia saatavaa turvallisuustasoa. (Health and Safety Executive 2006, 18–19; Tukes 2016, 13.)

Riskienhallintakeinojen ja onnettomuusskenaarioiden tunnistamisen jälkeen päästään tunnistamaan kriittiset tekijät riskienhallintakeinolle ja valitsemaan ennakoivat mittarit. Kriittisten tekijöiden tunnistamisella tarkoitetaan niiden toimintojen kartoittamista, jotka ovat kriittisiä tavoiteltujen lopputulosten saavuttamiseksi eli ne osat tai prosessit, joiden tulee toimia oikein tulosten saavuttamiseksi. Tätä vaihetta helpottaa laitoksella jo ennakkoon tunnistetut toiminnot ja operaatiot, jotka tulee suorittaa jokaisessa tilanteessa oikein. Kriittisten tekijöiden tunnistamista helpottavat niiden toimintojen tunnistaminen, joita tehdään useimmiten. Li-

säksi systeemin kohdat, jotka ovat alttiita ajan tuomalle heikentymiselle helpottavat kriittisten tekijöiden tunnistamista. Näihin aiheisiin voi saada tietoa esimerkiksi läheltä piti -tilanteista ja sattuneista onnettomuuksista sekä esimerkiksi turvallisuuskierröksillä tehdyistä havainnoista. Ennakoivat mittarit kohdistetaan juuri näihin tunnistettuihin riskienhallintakeinojen kriittisiin tekijöihin. Tällöin nähdään, onko saatava tulos se mitä halutaan. Mittareille asetetaan lisäksi toleranssit, joiden perusteella on helppo seurata poikkeamat mitattavissa kohdissa. Toleranssin asettamisesta huolehtii organisaation johtoryhmä, jolloin he saavat päättää missä vaiheessa mahdollisiin poikkeamiin aletaan puuttumaan. (Health and Safety Executive 2006, 22–23; Tukes 2016, 13.)

Viidentenä vaiheena ennakoivien mittareiden valitsemisen jälkeen tulee jälkikäteismittareiden valinta. Jälkikäteismittareiden avulla seurataan valittujen ennakoivien mittareiden toimivuutta. Näiden mittareiden avulla voidaan tutkia, saavutetaanko tavoitellut lopputulokset. Myös jälkikäteismittareissa oleellista on asettaa samalla tavalla toleranssit kuin ennakoivillekin mittareille. (Tukes 2016, 13.)

Viimeisimpänä vaiheena prosessiturvallisuusmittariston laadinnassa on datan ja tiedon keruu sekä raportoinnin organisointi. Prosessiturvallisuusmittareihin liittyvät tiedot ovat usein jo kerättyinä ja saatavilla, jolloin on tärkeää lajitella ja koota ne järkevästi yhteen paikkaan. Tiedon esitystavan tulee olla hyvin yksinkertainen, jolloin poikkeamat ovat helposti tunnistettavissa ja etsittävässä. Erilaiset graafiset esitykset, kuten kaaviot ja kuvaajat ovat helppo tapa ilmaista dataa. Lisäksi onnistumisia ja poikkeamia voi kuvata esimerkiksi liikennevaloväreillä, tai hymy/surunaamoilla. Syy-seuraus -suhteiden löytämiseksi on tärkeää korostaa datassa ennakoivien ja jälkikäteismittareiden yhteyttä. Organisaatiossa johdolla on tehtävänä rutiininomaisesti tarkistaa prosessiturvallisuuden hallintajärjestelmän suorituskykyä kunkin riskin suhteen, ja pohtia toimivatko valitut indikaattorit edelleen sellaisenaan riskin mittaamiseen. Tällöin varmistutaan koko prosessin turvallisuusjohtamisjärjestelmän toimivuudesta. (Health and Safety Executive 2006, 25–27; Tukes 2016, 14.) Taulukossa 2 on esitetty mittariston laadinta prosessina vaihe vaiheelta.

TAULUKKO 2. Mittariston laadinta prosessina (Health and Safety Executive 2006, 10; Tukes 2016, 12–14.)

VAIHE	TEHTÄVÄ	LISÄHUOMIOITA
1	Projektitiimin nimeäminen	- Johdon mukana oleminen merkittävä - Tiiminvetäjällä vastuu asian eteenpäin viemisestä
2	Mittareiden kattavuus ja onnettomuusvaarojen tunnistaminen	- Rajaus - Onnettomuusvaarojen pohjimmaiset syyt ja niiden seuraukset
3	Riskienhallintakeinojen tunnistaminen	- Jokaisesta onnettomuusvaarasta tunnistetaan riskienhallintakeinot - Tutkitaan saatava turvallisuustaso
4	Kriittisten tekijöiden tunnistaminen riskienhallintakeinoille ja ennakoivien mittareiden valinta	- Kriittisten toimintojen kartoittaminen tavoiteltavien lopputulosten saavuttamiseksi - Ennakoivat mittarit kohdistetaan kriittisiin tekijöihin - Mittareille toleranssit
5	Jälkikäteismittareiden valinta	- Seurataan ennakoivien mittareiden toimivuutta - Mittareille toleranssit
6	Datan ja tiedon keruu sekä raportointi	- Kaikkien saataville lajiteltuna ja järkevästi koottuna - Yksinkertainen esitystapa

## 4 MITTARISTON LAADINTA FORCHEM OYJ:LLE

### 4.1 Prosessiturvallisuuden nykytilanne Forchem Oyj:llä

Forchem Oyj:n laitosalue koostuu itse tislaamosta, varastointiin tarkoitettuun säiliöalueesta, lastaus- ja purkupaikoista sekä käyttöhyödykerakennuksesta. Lisäksi laitoksen yhteydessä on konttorirakennus, joka sisältää ohjaamo- ja laboratorio-tilat ja toimisto- ja neuvottelutilat. (Turvallisuusselvitys 2018, 4.)

Yrityksellä on käytössä toimintapolitiikka, jonka avulla pyritään varmistumaan asiakastyytyväisyydestä, laadunhallinnan sekä ympäristön- ja työsuojelun tason jatkuvasta parantamisesta. Näitä seurataan ja arvioidaan sekä asetetaan tavoitteet ja tehdään tarvittavat toimenpiteet, jotta saadaan halutut lopputulokset. Laitosalueella suoritetaan laitteille ennakkohuoltoja ja kunnonseurantaa, joiden lisäksi tehdään tarkastuksia ja huoltoseisokkeja säännöllisesti. Lisäksi yrityksellä on määriteltynä turvallisuusorganisaatio ja jokaisen työtehtävät sen osalta. (Turvallisuusselvitys 2018, 4; Turvallisuusorganisaatio 2020; Turvallisuustiedote 2020, 4; Toimintapolitiikka 2021.)

Laitoksen turvallisuustasoa arvioidaan jatkuvasti erilaisilla menetelmillä. Laitos toimii kyseisen alan standardien ja viranomais määräysten mukaisesti, joiden lisäksi turvallisuutta seurataan jatkuvasti esimerkiksi mittareiden ja havaintojen avulla. Vuositavoitteiden toteutumista seurataan ja turvallisuustasoa kehitetään jatkuvasti. Koko laitosalueen riskitarkastelujen lisäksi niitä suoritetaan isompien muutosten yhteydessä. Raaka-aineiden vaatimat operointiolosuhteet ovat selvillä ja mahdollisiin onnettomuusskenaarioihin on varauduttu. (Turvallisuusselvitys 2018, 4.) Organisaatiolla on olemassa aikaisempaan prosessiturvallisuusmittaristoon ja sen tapahtumien selvittämiseen käytettävä luokittelukaavio, jota on käytetty apuna myös tämän mittariston laadinnassa. Luokittelukaavio on esitetty liitteessä 1. (Prosessiturvallisuusmittaristo 2019.)

## 4.2 Mittareiden kattavuus ja onnettomuusvaarojen tunnistaminen

Mittareiden kattavuuden määritteli opinnäytetyön toimeksiantaja. Mittarit tulevat koskemaan koko organisaatiota, jonka vuoksi mittarit ovat yleisluonteisia. Mittariston kattavuuden jälkeen voidaan siirtyä tunnistamaan onnettomuusvaaroja tehdasalueella.

Organisaatiolla on taulukoituna aihealueittain tehtaan turvallisuuskriittiset laitteet. Jokainen kohta on arvioitu asteikolla 1–4, missä 1 tarkoittaa, ettei laitosta voida ajaa ilman sitä ja 4 ettei se vaikuta laitoksen käyntiin mitenkään. Turvallisuuskriittisiä laitteita ei käydä tässä opinnäytetyössä tarkemmin läpi, mutta ne on hyvä olla tunnistettuina ennen onnettomuusvaarojen tunnistamista.

Merkittävimmät tunnistetut onnettomuusvaarat kohdistuvat tulipaloihin, jotka voivat syntyä prosessivuodoista. Tislaus tapahtuu korkeassa lämpötilassa sekä huomattavasti normaalia alemmassa ilmanpaineessa. Tulipalojen lisäksi merkittävimpiä onnettomuusvaaroja ovat räjähdysvaarat, altistuminen kemikaaleille, erilaiset ympäristövahingot, lähellä sijaitsevien tehtaiden aiheuttamat vaarat ja tapaturmat. Tunnistetut onnettomuusvaarat sijaitsevat kaikki laitosalueella, pois lukien kuumaöljyvuoto ja häiriöt jätevesipuhdistamolla. Vaaratilanteita voivat aiheuttaa esimerkiksi laitevauriot, instrumentin vikaantuminen ja inhimilliset virheet operoinnissa. (Turvallisuusselvitys 2018, 19–21.) Taulukossa 3 on koottuna merkittävimmät onnettomuusvaarat tehtaalla käytettävien kemikaalien osalta. Taulukossa käytetty lyhenne TOPP tarkoittaa ejektoriöljyä ja Progres on tuote, joka koostuu lähinnä rasvahaposta (Turvallisuusselvitys 2018, 16).

TAULUKKO 3. Kemikaaleihin liittyvät onnettomuusvaarat (Turvallisuusselvitys 2018, 27; Turvallisuustiedote 2020, 3.)

KEMIKAALI	ONNETTOMUUSTAPAUS
TOPP	Säiliön vuoto varoaltaaseen, syttyminen, tulipalo
TOPP	Putkirikko siirtolinjassa ja vuoto ulkoilmaan / lammikon syttyminen
TOPP	Putkirikko tärpätin lastauslinjassa ja lammikon syttyminen
TOPP	Kuljetuskontin vuoto, syttyminen ja allaspalo
Progres	Säiliön vuoto varoaltaaseen, syttyminen ja tulipalo
Mäntyöljy, mäntyrasvahappo, mäntyhartsi	Sisäinen tulipalo alipaineisessa tislaukskonnissa
TOPP	Ejektoriöljyvuoto jätevesilaitokselle
Mäntyöljyn keveät jakeet	Räjähdykselpoinen kaasuseos kuumaöljyn polttoilmajärjestelmässä
Nesteytetty maakaasu	Prosessivuoto, syttyminen, kaasun leviäminen
Kuumaöljy	Prosessivuoto, viemäripäästö

Kemikaalien aiheuttamien onnettomuusvaarojen lisäksi tehtaalle on tehty vuonna 2017 riskianalyysi turvallisuusselvitystä varten. Tästä selvityksestä löytyy tunnistettuja riskejä erilaisten laitteiden toiminnasta ja niiden mahdollisten vikaantumisten aiheuttamat vaarat. Taulukkoon 4 on koottu nämä onnettomuusvaarat.

TAULUKKO 4. Erilaisiin laitteisiin ja toimintoihin liittyvät onnettomuusvaarat (Pirhonen, Tuokila-Ruohonen & Mäki-Rahkola 2017, 11–13.)

LAITE / TOIMINTO / TOIMINTA	ONNETTOMUUSTAPAUS
Haihduuttimien roottorit	Roottorin vääntyminen johtaa vuoto- ja tulipaloriskiä kolonnissa
Kylmän laitoksen ylösajo	Lämpölaajeneminen kolonnissa voi aiheuttaa laitevaurioita
Kuumaöljyjärjestelmän hätätyhjennystilanne	Kuumaöljy voi vuotaa ulos säiliön vaurioituessa
Räjähdyksellinen kaasuseos kuumaöljykattilan polttoilmajärjestelmässä	Räjähdykset, repeämä ja henkilöriski
Lämmönvaihtimen rikkoutuminen	Jäähdytysveden vuoto prosessiin päin
Paineilman saatavuus seisakin aikana	Paineilman riittämätön saatavuus tyyppiä sisältävissä laitteissa
Agan ilma- ja kaasutehtaan pysähtyminen	Hätätyötyyppiin ei riitä tyyppi, kolonnin sisäpuolinen tulipalo, laitevaurio
Jäähdytysöljyn varastosäiliön ylitäyttö	Säiliön ylivuoto

Taulukon 3 ja 4 onnettomuusskenaarioiden kannalta on tärkeää selvittää vikaantumismekanismit, jotka johtavat hallinnan menetykseen. Suurin osa tehtaalla tapahtuvista mahdollisista onnettomuuksista johtuvat tulipaloista. Lisäksi laitteistojen, kuten pumppujen, laippojen ja putkien rikkoutumiset altistavat onnettomuuksille. Laitteistojen rikkoutumiset voivat johtua esimerkiksi korroosiosta, kolhuista, kulumista sekä paineiskuista. Mahdolliset räjähdykset liittyvät lähinnä kevyiden jakeiden kanssa työskentelyyn. Nämä kaikki edellä mainitut tapahtumat voivat johtaa erilaisiin vaurioihin, konttien ja säiliöiden ylitäyttöön sekä ympäristövahinkoihin. (Pienyritysten kemikaali- ja turvallisuusriskien hallinta 2015, 23; Tukes 2016, 19; Turvallisuus selvitys 2018, 20–21.)

### 4.3 Riskienhallintakeinojen tunnistaminen

Forchem Oyj:n vuonna 2018 tehdystä turvallisuus selvityksestä käy ilmi riskienhallintakeinot, joilla varaudutaan mahdollisiin onnettomuuksiin. Onnettomuuksiin

varaudutaan erilaisilla toimenpiteillä, jotka voidaan jakaa teknisiin ja organisatorisiin toimenpiteisiin. Näiden lisäksi organisaatiolla on riskienhallintakeinoina pelastustoimenpiteet. (Turvallisuusselvitys 2018, 22–24.) Taulukossa 5 on koottuna riskienhallintakeinot aihealueittain.

TAULUKKO 5. Forchem Oyj:n käytössä olevat riskienhallintakeinot (Turvallisuusselvitys 2018, 5–12, 22–25.)

TEKNISET TOIMENPITEET	ORGANISATORISET TOIMENPITEET	PELASTUSTOIMENPITEET
Sijoittelu, materiaali-valinnat ja laitesuunnittelu	Henkilöstön koulutus ja osaaminen	Hälytyksen ja pelastustoimen organisointi
Paloilmoitinjärjestelmä ja kaasunilmaisimet	Turvallisuusorganisaatio ja vastualueet	Palokunnan hyökkäystiet
Prosessi- ja turva-automaatio	Tiedonhankinta ja viestintä	Ensiapuvalmius
Hätätyötietojärjestelmä	Vaarojen tunnistaminen, riskikartoitus, poikkeamatarkastelu, riskianalyysit, työluvut	Aktiivinen palosuojaus (sammutusjärjestelmät ja savunpoisto, palovesijärjestelmä, alkusammutuskalusto)
Kulunvalvonta	Toimintojen ohjaus (toimintajärjestelmä, työlupakäytännöt, kunnossapito ja huoltoseisokit)	Varautuminen neste- vuotoihin
	Muutostenhallinta	
	Suunnitelmat hätätilanteiden varalle	
	Turvallisuustilanteen toteutumisen seuranta (turvallisuuden mittaaminen, auditoinnit ja johdon katselmukset)	

Teknisiin riskienhallintakeinoihin lukeutuviin sijoittelussa, materiaalivalinnoissa ja laitesuunnittelussa on otettu huomioon laitokseen kohdistuvat standardit ja lainsäädännön vaatimukset. Kemikaalisäiliöt on sijoitettu siten, että suojaetäisyydet toteutuvat, materiaalit on valittu kestäviksi ja esimerkiksi räjähdysvaaraan ja vuotoihin on varustauduttu erilaisilla koneellisilla toimenpiteillä. Lastauspaikat, säiliöalueet ja tislamo on varustettu allastetuilla alueilla. Paloilmoitinjärjestelmä ja kaasunilmaisimet ilmoittavat havaituista mahdollisista tulipaloista ja kaasuvuodoista. Prosessi- ja turva-automaation avulla taataan prosessinohjausjärjestelmän itsenäinen toimiminen hätätilanteissa. Häätätietojärjestelmän avulla estetään ilman pääsy alipaineistettuihin laitteisiin ja siten niiden sisäiset tulipalot. Kulunvalvontaa suoritetaan esimerkiksi kulkulupien, porttien ja kameravalvonnan avulla. (Turvallisuusselvitys 2018, 22–23.)

Organisaatiolla on käytössä turvallisuusjohtamisjärjestelmä, jonka avulla pyritään varmistamaan onnettomuuksien minimointi sekä asetettujen turvallisuustavoitteiden toteutuminen. Organisaation laatimasta turvallisuusorganisaatiokaaviosta selviää turvallisuusorganisaation jäsenet sekä heidän tehtävänsä. Henkilökunnan koulutustarpeita kartoitetaan jatkuvasti ja koulutus on jatkuvaa. Lisäksi uudet työntekijät perehdytetään yrityksen toimintaan, turvallisuustavoitteisiin ja omiin työtehtäviin. Turvallisuus- ja ympäristöasioihin liittyvistä muutoksien tiedottamisesta vastaa HSE-päällikkö. Organisaatiolla on useita eri keinoja suuronnettomuusvaarojen tunnistamiseen ja arviointiin, joita päivitetään tietyin väliajoin. Erilaisilla ohjeistuksilla liittyen esimerkiksi laitoksen turvalliseen käyttöön, kunnossapitoon ja toimintaan häiriötilanteissa taataan turvallinen toiminta. Työlupien myöntäjiksi on nimetty henkilöt ja laitoksella työskennellessä täytyy voimassa olla työturvallisuuskortti. Kunnossapidon osalta kaikista tehdyistä töistä pidetään kirjaa, jolloin esimerkiksi vuosittaisen huoltoseisokin suunnitteleminen on helppoa. Organisaation sisällä voi tapahtua erilaisia muutoksia, esimerkiksi henkilöstössä, vastuuhenkilöissä, raaka-aineissa ja prosesseissa. Näitä hallitaan muutostenhallintaprosessin avulla, joko projektinomaisesti tai hallintalomakkeella. Suunnitelmat hätätilanteiden varalle pitävät sisällään sisäisen pelastussuunnitelman ja hätätilanneohjeet. Turvallisuutta mitataan organisaatiossa erilaisilla prosessiturvallisuuden mittareilla, havaintoraporteilla, johon kirjataan erilaisien havaintojen perustiedot, vahinko- ja poikkeustilanteiden kirjaamisella sekä häiriöraporteilla. Auditoinneissa ja johdon katselmuksissa käydään läpi laitoksen

toimintaa ja toimintaperiaatteita ja tunnistetaan toimintajärjestelmän kehittämistarpeet. Lisäksi johto arvioi toimintajärjestelmän soveltuvuutta, riittävyttä ja tehokkuutta. (Turvallisuusselvitys 2018, 5–12, 23.)

Pelastustoimenpiteisiin onnettomuuksien seurausten rajoittamiseksi liittyy hälytyksen ja pelastustoimen järjestäminen. Onnettomuuksista soitetaan yleiseen hätänumeroon, ja sisäistä pelastussuunnitelmaa käytetään onnettomuustilanteissa. Tulipalotilanteissa palokunnalle on määriteltynä hyökkäystiet tehdasalueelle. Koko henkilöstöllä on mahdollisuus osallistua ensiapukoulutukseen, ja jokaisen tehtaalla työskentelevän tulee olla tietoinen hätäsuihkujen ja silmäsuihkujen sijainneista. Aktiiviseen palosuojaukseen kuuluu tehtaalla käytössä olevat sammuusjärjestelmät sekä savunpoisto. Lisäksi palovesijärjestelmä ja alkusammutuskalusto kuuluvat tähän. Nestevuotoihin on varauduttu erilaisilla toimilla, kuten asvaltoinnilla, öljyntorjuntavaunuilla sekä imeytysmatoilla ja -puomeilla. (Turvallisuusselvitys 2018, 24–26.)

#### **4.4 Riskienhallintakeinoilla tavoiteltavat lopputulokset**

Organisaation turvallisuusselvityksestä selviää käytössä olevien riskienhallintakeinojen avulla tavoiteltavat lopputulokset. Niitä pohdittaessa on käytetty avuksi kysymyksiä, kuten miksi tämä riskienhallintakeino on käytössä ja mitä hyötyä siitä on tavoitellun lopputuloksen saavuttamiseksi. Riskienhallintakeinot ovat jaettuna teknisiin ja organisatorisiin toimenpiteisiin sekä pelastustoimenpiteisiin.

Taulukossa 6 on teknisillä toimenpiteillä tavoiteltavat lopputulokset. Teknisten toimenpiteiden avulla, kuten sijoittelulla ja materiaalivalinnoilla voidaan välttää palojen, vuotojen ja räjähdysten leviäminen. Paloilmoitinjärjestelmien ja pitoisuusmittauksien avulla saadaan valvomoon välittömästi tietoa mahdollisista tulipaloista ja prosessivuodoista. Prosessi- ja turva-automaation avulla saadaan tärkeää historiatietoa tapahtuneista poikkeamista ja vältetään mahdollisia onnettomuuksia niiden itsenäisten toimintojen avulla. Kulunvalvonnalla saadaan ylimääräinen kulkeminen tehdasalueella hallintaan.

TAULUKKO 6. Teknisillä toimenpiteillä tavoiteltavat lopputulokset (Turvallisuus selvitys 2018, 22–23.)

TEKNISET TOIMENPITEET	TAVOITELTAVIA LOPPUTULOKSIA
Sijoittelu, materiaalivalinnat ja laitesuunnittelu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vältetään säiliöiden liian pienien suojaetäisyyksien aiheuttamat ongelmat</li> <li>- vältetään palojen leviäminen ei-palavilla materiaalivalinnoilla</li> <li>- vältetään räjähdysvaarat koneellisen tuuletuksen avulla</li> <li>- vältetään vuodot varmistamalla kaksoismekaaniset tiivisteet pyörivissä laitteissa</li> <li>- vältetään säiliövuodot allasalueilla ja pääsy viemäreihin sulkuventtiilein</li> </ul>
Paloilmoitinjärjestelmä ja kaasunilmaisimet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- saadaan paloilmoitukset näytteenottoilmainsijärjestelmän kautta heti koko rakennukseen</li> <li>- suora ilmoitus automaattisesti paloilmoitinjärjestelmästä hätäkeskukseen</li> <li>- happipitoisuuden mittaus tislaamossa ja sen hälytykset, vältetään henkilövahingot</li> </ul>
Prosessi- ja turva-automaatio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- turvallisuuskriittinen automaatio</li> <li>- historiatiedot automaatiojärjestelmän turvalogiikasta ja informaatiojärjestelmästä</li> <li>- turvalogiikan (HIMA) avulla vältetään häiriöiden aikana tietyiltä turvallisuuteen liittyviltä onnettomuuksilta</li> <li>- vältetään tulipalot tislauskolonneissa turva-automaation perässä olevien turvasulkuventtiilien avulla</li> <li>- vältetään ylitäytöt turvalogiikalla</li> </ul>
Hätätypetysjärjestelmä	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vältetään laitteiston sisäiset tulipalot</li> </ul>
Kulunvalvonta	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vältetään ylimääräinen kulkeminen tehdasalueella</li> <li>- vältetään ulkopuolisten ihmisten pääsy tehdasalueelle</li> </ul>

Taulukkoon 7 on koottu organisatorisilla toimenpiteillä tavoiteltavat lopputulokset. Henkilöstön osaaminen ja koulutus on tärkeässä asemassa onnettomuuksien välttämiseksi, niin henkilö- kuin ympäristövahingoissa. Turvallisuusorganisaatioissa nimettyjen henkilöiden tulee tietää vastualueensa ja tiedonkulun täytyy toimia koko organisaation sisällä. Säännöllisten vaarojen tunnistamisen ja kar-toittamisten avulla vältytään suuronnettomuuksilta. Erilaisilla toimintojen ohjauksilla vältytään sekaannuksilta ja siten parannetaan turvallisuutta. Suunnitelmat hätätilanteiden varalla tulee olla ajan tasalla ja kaikkien organisaatiossa työskentelevien saatavilla. Turvallisuuden seuraamisella saadaan jatkuvasti tietoa tehtaan toiminnasta ja turvallisuuden tilasta, jolloin voidaan ennakoida tulevia vahin-koja.

1 (3)

TAULUKKO 7. Organisatorisilla toimenpiteillä tavoiteltavat lopputulokset (Turvallisuus selvitys 2018, 5–12.)

ORGANISATORISET TOI-MENPITEET	TAVOITELTAVIA LOPPUTULOKSIA
Henkilöstön koulutus ja osaaminen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vältetään henkilövahingot riittävällä koulutuksella</li> <li>- varmistetaan ammattitaito (työturvallisuus- ja tulityökortit)</li> <li>- vältetään ympäristövahingot</li> </ul>
Turvallisuusorganisaatio ja vastualueet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- varmistetaan turvallinen työskentely tehtaalla</li> <li>- vältetään kemikaalien osalta asetusten/säännösten/määräysten/standardien aiheuttamat muutokset ja väärinkäsitykset</li> <li>- toimitaan määräysten ja lupaehtojen mukaisesti</li> </ul>
Tiedonhankinta ja viestintä	<ul style="list-style-type: none"> <li>- turvallisuus ja ympäristöasiat kaikkien saatavilla</li> <li>- lainsäädäntöä seurataan teknisten määräysten, kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin osalta</li> </ul>

(Jatkuu)

<p>Vaarojen tunnistaminen, riskikartoitus, poikkeamatarkastelu, riskianalyysit, työluvat</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tiedostetaan olemassa olevat suuronnettomuusriskit ja arvioidaan niitä</li> <li>- saadaan tietoa prosessin/laitoksen epäkohdista ja niihin varautumisesta</li> <li>- vältetään suuronnettomuudet</li> <li>- nimetään tehtäville toimenpiteille vastuuhenkilöt ja seurataan niiden toteutumista</li> <li>- työluvissa kartoitetaan työhön liittyvät erilaiset riskit, vältetään henkilö- ja laitevahingot</li> </ul>
<p>Toimintojen ohjaus (toimintajärjestelmät, työluvakäytännöt, kunnossapito ja huoltoseisokit)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- laitoksen toimintajärjestelmän avulla vältetään ongelmatilanteet laitoksen turvallisessa käytössä, kunnossapidossa ja toiminnassa häiriötilanteissa</li> <li>- vältetään sekaannukset toimintajärjestelmän muutoksista asianmukaisella perehdytyksellä</li> <li>- työluvat ja säiliöluvat antavat nimetyt henkilöt, jolloin vältetään sekaannuksilta</li> <li>- operaattorit huolehtivat työkohteiden saattamisen turvalliseen tilaan huollon ajaksi</li> <li>- huollolla ja kunnossapidolla vältetään laitteiston rikkoutumista, estetään tulipaloja ja vuotoja ja muita tehtaan mekaaniseen/sähköiseen kunnossapitoon liittyviä vikaantumisia</li> <li>- huolto ja kunnossapidon työtehtävät merkaataan ylös, jolloin saadaan historiatietoa</li> <li>- vältetään henkilö- ja laitevahingoilta</li> <li>- huoltoseisokit mahdollistavat isompien kohteiden turvallisen korjaamisen ja huollon</li> </ul>

Muutostenhallinta	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vähennetään onnettomuusriskejä</li> <li>- prosessi-, raaka-aine-, kuljetusliikenne- ja henkilöstömuutoksissa analysoidaan muutokset, kartoitetaan mahdolliset riskit ja toimenpiteet</li> <li>- suuret muutosprosessit projektiluontoisesti, poikkeamatarkastelut, jolloin säilytetään toiminta turvallisena ja huomioidaan riskit</li> <li>- muutoksista ilmoitetaan asianomaisille, taataan turvallinen toiminta</li> </ul>
Suunnitelmat hätätilanteiden varalle	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sisäisen pelastussuunnitelman avulla toiminta pysyy oikeanlaisena onnettomuustilanteissa</li> <li>- hätätilanneohjeet eri tilanteisiin takaavat oikean toimimistavan</li> <li>- suunnitelmissa ja ohjeissa huomioitu vaaratilanteet ja pelastusviranomaisten pelastusjärjestelyt</li> <li>- työntekijöiden säännöllinen koulutus hätätilannevalmiuteen</li> </ul>
Turvallisuustilanteen toteutumisen seuranta (turvallisuuden mittaaminen, auditoinnit ja johdon katselmuksset)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- prosessiturvallisuuden mittareista saadaan tietoa tehtaan toiminnasta ja poikkeamista, vältetään laiterikoilta ja henkilövahingoilta</li> <li>- havaintoraportin (vaarahavainnot, poikkeamat, läheltä piti -tilanteet, sattuneet vahingot, tapaturmat, onnettomuudet, valitukset, kehitysideat) avulla pyritään korjaamaan vahinkoihin johtavat syyt ennen niiden tapahtumista tai toistumista</li> <li>- vältetään ympäristövahingoilta tai niiden aiheuttaman suuremman ongelman syntyä</li> <li>- saadaan historiatietoa tapahtumien ajankohdista ja syistä</li> <li>- auditoinnilla (ulkoiset ja sisäiset) tunnistetaan toimintajärjestelmän puutteet</li> </ul>

Jos onnettomuus pääsee tapahtumaan, voidaan pelastustoimenpiteiden avulla pienentää niiden tuhoja. Pelastustoimet ja palokunta mahdollistavat turvallisen toiminnan onnettomuuden sattuessa. Oman organisaation osalta ensiapuvalmiudella ja aktiivisella palosuojauksella päästään alkuun ennen pelastustoimien saapumista. Lisäksi niiden avulla voidaan välttää palokunnan ja muun pelastustoimen tuleminen paikan päälle. Taulukossa 8 on pelastustoimenpiteiden avulla tavoiteltavat lopputulokset.

TAULUKKO 8. Pelastustoimenpiteillä tavoiteltavat lopputulokset (Turvallisuus selvitys 2018, 24–26.)

PELASTUSTOIMENPITEET	TAVOITELTAVIA LOPPUTULOKSIA
Hälytyksen ja pelastustoimen organisointi	- tehtaalle saadaan heti pelastustoimet paikalle onnettomuustapauksissa
Palokunnan hyökkäystiet	- mahdollistetaan hyökkäysteiden toimivuus onnettomuustapauksissa nopeiden toimien vuoksi
Ensiapuvalmius	- varmistetaan ensiavun saanti onnettomuustapauksissa - varmistetaan hätäsuihkujen toimivuus - henkilökunnalla mahdollisuus ensiapukoulutukseen, jolla taataan osaaminen omassa henkilöstössä
Aktiivinen palosuojaus (sammutusjärjestelmät ja savunpoisto, palovesijärjestelmä, alkusammutuskalusto)	- taataan tulipalotilanteissa sammutusjärjestelmien toimivuus ja savunpoisto - palovesijärjestelmällä taataan veden saatavuus sammutustöihin ennen palokunnan tuloa - alkusammutuskalustolla vältetään suurempien palojen syttymiseltä
Varautuminen nestevuotoihin	- vältetään vahingot ulkona tapahtuviin vuotoihin öljyntorjuntavaunujen avulla - vältetään vuotojen leviäminen imeytysmattojen ja -puomien avulla

#### **4.5 Riskienhallintakeinojen kriittiset tekijät ja ennakoivat mittarit**

Riskienhallintakeinojen ja niiden tavoiteltujen lopputulosten selvittämisen jälkeen määritetään riskienhallintakeinojen kriittiset tekijät. Eli määritetään ne toiminnot, joiden tulee toimia oikein, jotta kyseisen riskienhallintakeinon tavoiteltu lopputulos saavutetaan. Lisäksi määritetään jokaiselle riskienhallintakeinolle mahdollisia ennakoivia mittareita. Nämä kaikki mittarit eivät kuitenkaan ole lopullisia käyttöön tulevia mittareita, vaan tarkoituksena on koota vaihtoehtoja aiheiden ympärille. Lopulliset ennakoivat mittarit käydään läpi kappaleessa 5.

Taulukkoon 9 on koottu teknisten riskienhallintakeinojen kriittiset tekijät sekä potentiaaliset ennakoivat mittarit. Teknisten riskienhallintakeinojen kriittisiin tekijöihin liittyy paljon lainsäädännöllisiä vaatimuksia, teknologian mahdollistamia historiatietoja tapahtumista sekä laitteiden ennakkohuoltoja. Potentiaalisiksi ennakoiviksi mittareiksi valikoitui esimerkiksi lain vaatimien säädösten täyttyminen, vikojen korjaaminen aikataulussa, laitteiden päivitykset aikataulussa ja erilaisten pitoisuuksien mittaukset.

TAULUKKO 9. Teknisten riskienhallintakeinojen kriittiset tekijät ja potentiaaliset ennakoivat mittarit

TEKNISET RISKIENHALLINTAKEINOT		
Riskienhallintakeino	Kriittiset tekijät	Potentiaalisia ennakoivia mittareita
Sijoittelu, materiaalivalinnat ja laitesuunnittelu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- noudatetaan standardien ja lainsäädännön asettamia vaatimuksia</li> <li>- huomioidaan materiaalivalinnat paloturvallisen laitoksen saavuttamiseksi</li> <li>- varmistutaan huollon ja kunnossapidon kirjauksilla laitteiden kunnosta</li> <li>- noudatetaan laitesuunnittelijan ohjeistuksia ja suosituksia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lain vaatimien säädösten täytyminen</li> <li>- ennakkohuoltojen toteutuminen aikataulussa</li> <li>- vikojen korjaukset aikataulussa</li> </ul>
Paloilmoitinjärjestelmä ja kaasunilmaisimet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- varmistutaan palojärjestelmän toimivuudesta</li> <li>- paloilmittimien kunnossapito-ohjelman päivityksen toteutuminen</li> <li>- happipitoisuusmittausten ja automaatiojärjestelmän toimivuus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- järjestelmien päivitysten ja huollon toteutuminen aikataulussa</li> <li>- happipitoisuuden ja kaasujen pitoisuudet tehdään sisätiloissa</li> </ul>

(Jatkuu)

2 (2)

Prosessi- ja turva-auto- maatio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- historiatiedot järjestelmästä</li> <li>- turvasulkuventtiilien havaittujen puutteiden korjaaminen ajoissa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- turvallisuuskriittisen automaatiotason tarkastamisen toteutuminen aikataulussa</li> </ul>
Hätätypetysjärjestelmä	<ul style="list-style-type: none"> <li>- turvalogiikan päivitys ja huoltaminen ennakkoon</li> <li>- lämpötila- ja painemittausten huolto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- turvalogiikan ennakko- huollon toteutuminen aikataulussa</li> <li>- lämpötila- ja painemittausten huoltojen toteutuminen aikataulussa</li> </ul>
Kulunvalvonta	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kulunvalvontaan tallentuva historiatieto</li> <li>- kameravalvonnan huolto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kameravalvonnan vikojen korjaaminen aikataulussa</li> <li>- kulunvalvontajärjestelmään tapahtuvien leimausten lukumäärä</li> </ul>

Taulukkoon 10 on koottu organisatoristen riskienhallintakeinojen kriittiset tekijät ja potentiaaliset ennakoivat mittarit. Organisatoristen keinojen yhteisiksi kriittisiksi tekijöiksi muodostui henkilöstön turvallisuusasenteet ja -koulutukset, ajantasaisen tiedon saanti koko henkilöstölle ja historiatiedot tapahtumista. Potentiaalisia ennakoivia mittareita näille ovat esimerkiksi turvallisuuskoulutuksen määrä, ylimmän johdon tehdaskierrokset, kunnossapitoon käytetty työaika sekä sisäisten ja ulkoisten auditointien tulokset.

TAULUKKO 10. Organisatoristen riskienhallintakeinojen kriittiset tekijät ja potentiaaliset ennakoivat mittarit

ORGANISATORISET RISKIENHALLINTAKEINOT		
Riskienhallintakeino	Kriittiset tekijät	Potentiaalisia ennakoivia mittareita
Henkilöstön koulutus ja osaaminen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- koulutussuunnitelman jokavuotinen läpikäynti ja päivitys</li> <li>- ajantasaiset merkinnät henkilökunnan työturvallisuus- ja tulityökor-teista</li> <li>- koulutusrekisterin päi-vitys</li> <li>- perehdytyksien onnis-tuminen ja sen varmistaminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- turvallisuuskoulutuksen määrä</li> <li>- työtehtävistä/kunnossa-pidosta tehtyjen riskien-arviointien lukumäärä</li> <li>- henkilöstön tekemät korjausehdotukset ja niistä toteutuneiden luku-määrä</li> <li>- vuosittaiset henkilöstön turvallisuusasenne/työil-mapiiri -kyselyt</li> <li>- suojaimein käyttö (kuu-losuojaimet, kypärät, mit-tarit ja muut henkilösuo-jaimet)</li> <li>- harjoitusten määrä hä-tätilanteita varten</li> <li>- tehtaalla työskentele-vien ulkopuolisten ura-koitsijoiden turvallisuu-teen liittyvät havainnot</li> </ul>

(Jatkuu)

2 (4)

Turvallisuusorganisaatio ja vastualueet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ajantasainen tieto vastuuhenkilöistä ja heidän tehtävistään</li> <li>- turvallisten työolojen varmistaminen</li> <li>- kemikaalien oikeaoppinen käsittely ja varastointi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- turvallisuutta parantavien investointien määrä</li> <li>- turvallisuushenkilöstön määrä</li> <li>- saavutetut säästöt turvallisella toiminnalla/ohjeilla</li> <li>- haitallisten kemikaalien määrä tuotannossa</li> <li>- syntyvän vaarallisen jätteen määrä</li> <li>- turvallisuusorganisaation johdon/ylimmän johdon turvallisuuteen keskittyvät tehdaskierrokset</li> </ul>
Tiedonhankinta ja viestintä	<ul style="list-style-type: none"> <li>- varmistetaan tiedon saaminen kaikille työntekijöille</li> <li>- muutosten viipymätön kirjaaminen ja niistä tiedottaminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tiedotettavista muutoksista henkilöstöltä luku-kuittaukset ja kuittausten lukumäärä</li> </ul>
Vaarojen tunnistaminen, riskikartoitus, poikkeamatarkastelu, riskianalyysit, työluvat	<ul style="list-style-type: none"> <li>- historiatiedot poikkeamista</li> <li>- riskien taajuuksien rajaaminen</li> <li>- onnettomuusvaarojen tunnistamisen ja arvioinnin päivittäminen tietyin väliajoin</li> <li>- työluvalomakkeiden oikeaoppinen täyttäminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kirjoitettujen työluvien lukumäärä</li> <li>- oikeaoppisesti täytettyjen työluvien lukumäärä</li> <li>- erilaisten vaarojen tunnistamisen ja riskikartoitusten päivittämisen määrä vuosittain</li> </ul>

Toimintojen ohjaus (toimintajärjestelmä, työluopakäytännöt, kunnossapito ja huoltoseisokit)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ohjeiden saatavuus kaikille asiaankuuluville työntekijöille</li> <li>- ohjeiden ja järjestelmien ajantasainen päivitys</li> <li>- historiatiedot kunnossapidon huolloista</li> <li>- puutteiden korjaaminen kohtuullisen ajan sisällä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kunnossapitoon käytetty aika</li> <li>- aikataulussa tehtyjen korjausten lukumäärä</li> <li>- ennakkohuollon toteutuminen aikataulussa</li> <li>- tehdasalueen siisteysindeksit</li> <li>- kunnossapidon henkilöstön tekemien korjauksien hyöty</li> <li>- suunniteltujen tehtaan alasajojen lukumäärä</li> </ul>
Muutostenhallinta	<ul style="list-style-type: none"> <li>- esiintyviin muutoksiin varautuminen</li> <li>- muutoksista aiheutuvien riskien tunnistaminen</li> <li>- muutoksista tiedottaminen asianomaisille</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- henkilöstön vaihtuvuus</li> <li>- muutosten lukumäärät osa-alueittain (henkilöstö, raaka-aineet, prosessi)</li> <li>- kiireellisten ja tilapäisten muutosten lukumäärä</li> </ul>
Suunnitelmat hätätilanteiden varalle	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ajantasaiset suunnitelmat kaikkien saatavilla</li> <li>- poikkeaminen kirjaaminen</li> <li>- säännöllinen henkilöstön koulutus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- suunnitelmien päivittämisen lukumäärä</li> <li>- henkilöstön hätätilanneharjoitusten määrä</li> </ul>

Turvallisuustilanteen toteutumisen seuranta (turvallisuuden mittaaminen, auditoinnit ja johdon katselmukset)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- prosessiturvallisuuden mittareiden oikea kohdistus</li> <li>- historiatiedot poikkeamista ja kohtuullisessa ajassa niihin reagointi</li> <li>- auditointien toteutuminen vuosittain</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- henkilöstön esittämät korjausehdotukset ja toteutuneiden korjausehdotusten lukumäärä</li> <li>- riskienarvontien lukumäärät ja tulokset</li> <li>- auditointien (sisäiset ja ulkoiset) tulokset</li> <li>- turvallisuusauditointien lukumäärät</li> <li>- työpaikkaselvitykset</li> </ul>
--	---	--

Viimeisimpänä riskienhallintakeinoina ovat pelastustoimenpiteet. Näiden kriittiset tekijät ja potentiaaliset ennakoivat mittarit ovat koottuna taulukossa 11. Pelastustoimenpiteiden kriittisiä tekijöitä ovat esimerkiksi erilaiset huollot ja tarkastukset, aktiivisen palosuojauksen toimivuuden takaaminen, ensiapuvalmius ja varmistuminen tarvittavien suojausvälineiden määrästä. Ennakoivia mittareita pelastustoimille ovat erilaiset tarkastukset, huollot ja harjoitukset.

TAULUKKO 11. Pelastustoimenpiteiden kriittiset tekijät ja potentiaaliset ennakoidut mittarit

PELASTUSTOIMENPITEET		
Riskienhallintakeino	Kriittiset tekijät	Potentiaalisia ennakoiduvia mittareita
Hälytyksen ja pelastustoimen organisointi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- palojärjestelmän huollot ja tarkastukset säännöllisesti</li> <li>- sisäisen pelastussuunnitelman ajan tasalla pitäminen</li> <li>- poistumistiemerkintöjen paikkansapitävyyden tarkastus ja korjaus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- palojärjestelmien tarkastusten ja huoltojen lukumäärä</li> <li>- hätätilanneharjoitusten määrä</li> </ul>
Palokunnan hyökkäystiet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hyökkäysteiden toimivuuden ja paikkansapitävyyden tarkistaminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hyökkäystiesuunnitelmiin kohdistuvien muutosten lukumäärä</li> </ul>
Ensiapuvalmius	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hätäsuihkujen ja silmäsuihkujen säännöllinen tarkastus</li> <li>- hätäsuihkujen korjaus kohtuullisessa ajassa</li> <li>- henkilökunnan ensiapuvalmius</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ennakkohuoltojen toteutuminen aikataulussa</li> <li>- hätäsuihkujen tarkastuksissa havaittujen puutteiden määrä</li> <li>- ensiapukurssille osallistuneiden henkilöiden määrä</li> </ul>

(Jatkuu)

Aktiivinen palosuojaus (sammutusjärjestelmät ja savunpoisto, palovesijärjestelmä, alkusammutuskalusto)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- palovesi- ja sprinkleri-järjestelmien sekä muiden sammutusjärjestelmien säännöllinen tarkastaminen</li> <li>- palopostien tarkastaminen ja huolto</li> <li>- alkusammutuskaluston säännöllinen tarkastus, testaus ja huolto kohtuullisessa ajassa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sammutusjärjestelmien toteutuneiden tarkastusten lukumäärä</li> <li>- alkusammutuskaluston tarkastusten määrä</li> </ul>
Varautuminen nestevuotoihin	<ul style="list-style-type: none"> <li>- öljyntorjuntavaunujen sisällön säännöllinen tarkastus ja sen täyttäminen kohtuullisessa ajassa</li> <li>- imeytysmattojen ja -puomien säännöllinen tarkastus saatavuuden osalta</li> <li>- alueiden asfaltoinnit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- öljyntorjuntavälineiden hankkimisen taajuus ja lukumäärä</li> </ul>

#### 4.6 Jälkikäteismittareiden valinta

Kun ennakoivat mittarit on valittu, voidaan valita jälkikäteismittarit seuraamaan niiden toimivuutta. Jälkikäteismittarit valitaan riskienhallintakeinoille esitettyjen tavoiteltavien lopputulosten perusteella. Nämä ovat esitettyinä kappaleessa 4.4. Monia tavoiteltuja lopputuloksia ja ennakoivia mittareita voidaan seurata erilaisien prosessivuotojen, syttymien, tapaturmien, vikaantumisten ja virheiden, kuten operoinnissa tapahtuvien poikkeamien avulla. Edellä luetellut tekijät toistuvat monien riskienhallintakeinojen ehdotetuissa potentiaalisissa jälkikäteismittareissa. Lopulliset ehdotetut mittarit esitetään kappaleessa 5.

Taulukkoon 12 on koottu teknisten toimenpiteiden avulla tavoiteltavien lopputuloksien potentiaaliset jälkikäteismittarit. Teknisillä toimenpiteillä haluttuja saavutettavia lopputuloksia voidaan seurata esimerkiksi omaisuusvahinkojen, vikaantuneiden laitteiden, prosessivuotojen ja syttymien määrien ja poikkeamien avulla.

TAULUKKO 12. Teknisten toimenpiteiden potentiaaliset jälkikäteismittarit

TEKNISET TOIMENPITEET	POTENTIAALISIA JÄLKIKÄTEISMITTAREITA
Sijoittelu, materiaalivalinnat ja laitesuunnittelu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- omaisuusvahingot</li> <li>- vikaantuneiden laitteiden lukumäärä</li> <li>- tapaturmien lukumäärä</li> <li>- viranomaisten määräämät toimenpiteet</li> <li>- ympäristö- ja turvallisuusasioihin liittyvät valitukset</li> <li>- prosessivuotojen lukumäärä</li> </ul>
Paloilmoitinjärjestelmä ja kaasunilmaisimet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- paloilmoittimen irtikytkennät</li> <li>- poikkeamien määrä</li> </ul>
Prosessi- ja turva-automaatio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ympäristö- ja turvallisuusasioihin liittyvät valitukset</li> <li>- turvalogiikan häiriöiden lukumäärä</li> <li>- tulipalojen lukumäärä</li> <li>- tuotantohäiriöt</li> <li>- turvalogiikan aktivoituminen</li> </ul>
Hätätypetysjärjestelmä	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tulipalojen lukumäärä</li> </ul>
Kulunvalvonta	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vaarallisten toimintatapojen määrä</li> <li>- tapaturmien lukumäärä</li> </ul>

Taulukossa 13 on koottuna potentiaaliset jälkikäteismittarit organisatorisille toimenpiteille. Näille valikoitui potentiaalisiksi mittareiksi tapaturmien ja sairauspoissaolojen määrät, viranomaisten määräämien toimenpiteiden määrät, havaitut puutteet erilaisissa kartoituksissa ja arvioinneissa sekä niiden vakavuus ja pelastustoimen hälytykset.

TAULUKKO 13. Organisatoristen toimenpiteiden potentiaaliset jälkikäteismittarit

ORGANISATORISET TOIMENPITEET	POTENTIAALISIA JÄLKIKÄTEISMITTA-REITA
Henkilöstön koulutus ja osaaminen	- tapaturmien lukumäärä - sairaspoissaolojen lukumäärä - inhimillisten virheiden lukumäärä
Turvallisuusorganisaatio ja vastuualueet	- viranomaisten määräämät toimenpiteet
Tiedonhankinta ja viestintä	- viranomaisten määräämät toimenpiteet - ympäristö- ja turvallisuusasioihin liittyvät valitukset
Vaarojen tunnistaminen, riskikartoitus, poikkeamatarkastelu, riskianalyysit, työluvat	- riskienarvioinnissa/kartoituksissa/analyysissä havaittujen puutteiden vakavuus - tapaturmien lukumäärä
Toimintojen ohjaus (toimintajärjestelmät, työlupakäytännöt, kunnossapito ja huoltoseisokit)	- ei-suunniteltujen seisakkien lukumäärä - toimintajärjestelmissä havaittujen vakavien puutteiden määrä - vaarallisten toimintatapojen määrä
Muutostenhallinta	- havaittujen puutteiden vakavuus muutosprosesseissa
Suunnitelmat hätätilanteiden varalle	- tapaturmien lukumäärä - poikkeamien lukumäärä (vaaratilanteet, pelastustoimen hälytykset)
Turvallisuustilanteen toteutumisen seuranta (turvallisuuden mittaaminen, auditoinnit ja johdon katselmukset)	- auditointien tuloksista havaitut puutteet - tapaturmien lukumäärä - sairaspoissaolojen lukumäärä - tuotantokatkojen määrä - viranomaisten huomautukset

Pelastustoimenpiteille ja niiden tavoitelluille lopputuloksille on koottuna potentiaaliset jälkikäteismittarit taulukossa 14. Myös näiden tapahtumien jälkikäteismittareiksi valikoitui pelastustoimen hälytyskerrat, tuotantokatkot, syttymien ja tulipalojen lukumäärät sekä kanteet ympäristö- ja turvallisuusasioista.

TAULUKKO 14. Pelastustoimenpiteiden potentiaaliset jälkikäteismittarit

PELASTUSTOIMENPITEET	POTENTIAALISIA JÄLKIKÄTEISMITTAREITA
Hälytyksen ja pelastustoimen organisointi	- pelastustoimen hälytyskerrat
Palokunnan hyökkäystiet	- hyökkäysteiden tarkistuksessa havaittujen puutteiden vakavuus
Ensiapuvalmius	- turvallisuuskierroksilla havaittujen puutteiden määrä
Aktiivinen palosuojaus (sammutusjärjestelmät ja savunpoisto, palovesijärjestelmä, alkusammutuskalusto)	- tulipalojen lukumäärä - syttymien lukumäärä - tuotantokattojen määrä
Varautuminen nestevuotoihin	- ympäristö- ja turvallisuusasioihin liittyvät valitukset - prosessivuotojen lukumäärä

## 5 EHDOTETUT MITTARISTOT

### 5.1 Ennakoivat mittarit

Kappaleessa 4.5 esiteltiin potentiaalisia ennakoivia mittareita eri riskienhallinta-keinoille ja niiden kriittisille tekijöille. Kuvion 4 osa-alueisiin perustuvat lopulliset ennakoivat mittarit ovat koottuna taulukossa 15. Taulukossa on mittareiden lisäksi esitettynä mittarin tyyppi ja mittausväli. Mittausvälit ovat suuntaa antavia ja ne kertovat siitä, onko mittaus jatkuvasti päällä vai mitataanko vain kerran kuukaudessa tai vuodessa.

1 (3)

TAULUKKO 15. Lopulliset ehdotetut ennakoivat mittarit Forchem Oyj:lle

Ennakoiva mittari	Mittarin tyyppi	Mittausväli
<b>TEKNISET JÄRJESTELMÄT</b>		
Ennakkohuoltojen toteutuminen aikataulussa	Laadullinen, objektiivinen	Jatkuva
Tehtyjen huoltojen lukumäärä aikataulussa	Määrällinen, objektiivinen	Jatkuva
Kunnossapitoon käytetty työaika	Määrällinen, objektiivinen	Kuukausittain
Happipitoisuuden mittaus (hälytys)	Määrällinen, objektiivinen	Jatkuva
Kaasujen mittaukset (hälytys)	Määrällinen, objektiivinen	Jatkuva
Kulunvalvontajärjestelmään tapahtuvien leimausten lukumäärä	Määrällinen, objektiivinen	Kuukausittain
Tehtaan siisteyden tarkastuskierrokset	Laadullinen, subjektiivinen	Kuukausittain
Suunniteltujen tehtaan alasajojen lukumäärä	Määrällinen, objektiivinen	Vuosittain

(Jatkuu)

<b>EI-TOIVOTUT TAPAHTUMAT</b>		
Haitallisten kemikaalien määrä tuotannossa	Määrällinen, objektiivinen	Kuukausit- tain
Syntyvän vaarallisen jätteen määrä	Määrällinen, objektiivinen	Vuosittain
Lain vaatimien säädösten täyttyminen/huomautukset	Laadullinen, objektiivinen	Vuosittain
<b>TURVALLISUUSKULTTUURI</b>		
Turvallisuuskoulutuksen määrä	Määrällinen, objektiivinen	Vuosittain
Huolto/kunnossapidon työtehtävistä tehtyjen riskienarviointien määrä	Määrällinen, objektiivinen	Kuukausit- tain
Henkilöstön turvallisuusasennekyselyt	Laadullinen, subjektiivinen	Vuosittain
Tehtaalla työskentelevien ulkopuolisten urakoitsijoiden turvallisuuteen liittyvät havainnot	Määrällinen, objektiivinen	Jatkuva
Henkilöstön kuittaamisten määrä muutoksista	Laadullinen, objektiivinen	Jatkuva
Suojaimien käyttöön liittyvien huomautusten määrä	Määrällinen, objektiivinen	Jatkuva
Läheltä piti -tilanteiden määrä ja niiden käsittelemiseen kuluva aika	Määrällinen, objektiivinen	Jatkuva
<b>JOHTAMISJÄRJESTELMÄT JA MENETTELYTAVAT</b>		
Henkilöstön tekemien turvallisuusaloitteiden määrä ja toteutuneiden turvallisuusaloitteiden määrä	Määrällinen, objektiivinen	Jatkuva
Saavutetut säästöt turvallisella toiminnalla	Määrällinen, subjektiivinen	Vuosittain
Turvallisuusorganisaatiossa tapahtuvat muutokset	Määrällinen, objektiivinen	Vuosittain
Organisaation johdon turvallisuuskierrokset	Laadullinen, objektiivinen	Kuukausit- tain

Sisäisten ja ulkoisten auditointien tulokset	Laadullinen, subjektiivinen	Vuosittain
--	--------------------------------	------------

Teknisten järjestelmien mittareiksi valikoitui huollon ja kunnossapidon puolelta tehtyjen töiden toteutumiset aikataulussa sekä niihin käytetty työaika. Tarkkailemalla huollon ja kunnossapidon toimintaa, saadaan tietoa tehtaan ja laitteistojen kunnosta ja varaudutaan isoimpiin ongelmiin ennakoimalla. Mahdollisten kaasuvootojen varalle on mittareina erilaiset pitoisuuksien mittaukset. Mittaamalla kulunvalvontajärjestelmää saadaan jatkuvaa tietoa tehtaalla tapahtuvasta oman henkilöstön ja ulkopuolisten urakoitsijoiden liikkumisesta. Näin voidaan varmistua turhasta liikkumisesta tehdasalueella ja pienentää täten henkilönnettomuuksien mahdollisuutta. Tehtaan siisteyden tarkastuskierroksilla pystytään arvioimaan tehtaan yleistä siisteyttä ja pitämään kulkeminen tehdasalueella turvallisena. Suunniteltujen seisakkien aikana saadaan korjattua isompia vikoja tehtaalla ja näin vähennettyä mahdollisia ylimääräisiä tehtaan alasajoja. Teknisten mittareiden päätyyppinä on määrälliset, objektiiviset mittarit. Suurin osa mittareista on toteutettu jatkuvalla mittauksella tai kuukausittaisella mittauksella.

Ei-toivottujen tapahtumien mittareiksi valikoituivat haitallisten kemikaalien määrä tuotannossa sekä syntyvän vaarallisen jätteen määrä. Näiden mittareiden avulla saadaan tietoa vaarallisista kemikaaleista ja jätteistä tehtaalla, jolloin voidaan varautua niiden oikeaoppiseen varastointiin ja säilytykseen. Tällöin varmistutaan siitä, että kemikaaleja säilytetään vain paikoissa, joissa on varauduttu kemikaalien vuotoihin. Lisäksi tähän osa-alueeseen valikoitui mittareiksi lain vaatimien säädösten täytyminen tai niiden huomautukset. Valikoituneet mittarit ovat määrällisiä ja objektiivisiä, pois lukien lain vaatimien säädösten täytyminen/huomautukset, jotka ovat laadullisia. Ei-toivottuja tapahtumia on helpompi mitata vuosittain tai kuukausitasolla.

Turvallisuuskulttuuria mitataan esimerkiksi turvallisuuskoulutuksen määrällä, riskienarvioinneilla, turvallisuusasennekyselyillä ja henkilöstön kuitaamisilla. Näiden avulla saadaan tietoa turvallisesta työskentelystä ja turvalliseen työskentelyyn liittyvistä asenteista. Mittareilla taataan henkilöstön osaaminen onnettomuustilanteissa ja varmistutaan jokaisen organisaation henkilön ymmärtäneen

turvallisen työskentelyn tärkeyden. Ulkopuolisten urakoitsijoiden havainnot ovat hyvä lisä turvallisuuskulttuurin mittaamiseen, sillä he eivät työskentele samassa ympäristössä jatkuvasti, jolloin huomio saattaa kiinnittyä eri asioihin, kuin omalla henkilöstöllä. Turvallisuuskulttuurin mittareissa on huomioitu myös henkilösuojainten oikeaoppinen käyttö sekä sattuneet läheltä piti -tilanteet. Läheltä piti -tilanteista saattaa selvitä tehdasalueelta vaarallisia kohtia, joihin ei ole ennen kiinnitetty huomiota. Mittareina on sekä määrällisiä että laadullisia mittareita. Objektivisia mittareita ovat muut paitsi turvallisuusasennekyselyt. Turvallisuuskulttuurin mittareita seurataan suurimmaksi osaksi jatkuvasti.

Johtamisjärjestelmien ja menettelytapojen mittareiksi valikoitui tehdyt turvallisuusaloitteet ja toteutuneiden turvallisuusaloitteiden määrä, joiden avulla voidaan seurata henkilöstön aloitteellisuutta turvalliseen toimintaan. Seuraamalla saavutettuja säästöjä turvallisella toiminnalla, voidaan motivoida koko henkilöstöä parempaan turvallisuuskulttuuriin. Turvallisuusorganisaation muutoksia kirjaamalla pysytään ajan tasalla siihen kuuluvasta henkilöstöstä ja taataan täten, että jokaisen vastuualue turvallisuusorganisaatiossa tulee hoidetuksi. Johdon turvallisuuskerroksista ja auditointien tuloksista saadaan pidemmällä aikavälillä merkittävää tietoa prosessiturvallisuuden tasosta tehtaalla. Mittareiden tyypeiksi valikoitui kaikkia erilaisia mittarityyppejä. Mittausvälit näille ovat lähinnä vuosittaisia.

## **5.2 Jälkikäteismittarit**

Kappaleessa 4.6 esiteltiin potentiaalisia jälkikäteismittareita. Mittareita valittiin riskienhallintakeinoilla tavoiteltavien lopputulosten ja ennakoivien mittareiden pohjalta. Myös lopulliset ehdotetut jälkikäteismittarit ovat koottuna kuvion 4 osa-alueisiin taulukossa 16. Taulukkoon on merkattuna samaan tapaan ennakoivien mittareiden kanssa myös mittarin tyyppi ja mittausväli.

TAULUKKO 16. Lopulliset ehdotetut jälkikäteismittarit Forchem Oyj:lle

Jälkikäteismittari	Mittarin tyyppi	Mittausväli
<b>TEKNISET JÄRJESTELMÄT</b>		
Kanteet ympäristö- ja turvallisuusasioista	Laadullinen, objektiivinen	Vuosittain
Viranomaisten määräämien toimenpiteiden lukumäärä	Määrällinen, subjektiivinen	Vuosittain
Tuotantohäiriöiden lukumäärä	Määrällinen, objektiivinen	Kuukausittain
Turvalogiikan aktivoitumiset	Määrällinen, objektiivinen	Jatkuva
Rekisteröityjen ja ei-rekisteröityjen laitteiden vauriot	Määrällinen, objektiivinen	Jatkuva
Ei-suunniteltujen seisakkien lukumäärä	Määrällinen, objektiivinen	Vuosittain
<b>EI-TOIVOTUT TAPAHTUMAT</b>		
Oman organisaation henkilöstön tapaturmien lukumäärä	Määrällinen, objektiivinen	Jatkuva
Tehtaalla työskentelevien ulkopuolisten urakoitsijoiden tapaturmien lukumäärä	Määrällinen, objektiivinen	Jatkuva
Sairaspoissaolojen lukumäärä	Määrällinen, objektiivinen	Jatkuva
Tulipalojen lukumäärä	Määrällinen, objektiivinen	Jatkuva
Syttymien lukumäärä	Määrällinen, objektiivinen	Jatkuva
Prosessivuotojen lukumäärä	Määrällinen, objektiivinen	Jatkuva
Pelastustoimen hälytyskerrat	Määrällinen, objektiivinen	Vuosittain

(Jatkuu)

<b>TURVALLISUUSKULTTUURI</b>		
Vaaralliset havaitut toimintatavat	Laadullinen, subjektiivinen	Jatkuva
Inhimilliset virheet	Laadullinen, subjektiivinen	Jatkuva
<b>JOHTAMISJÄRJESTELMÄT JA MENETTELYTAVAT</b>		
Auditointien tuloksista havaitut puutteet	Laadullinen, subjektiivinen	Vuosittain

Teknisten järjestelmien mittareiksi valikoitui organisaation ulkopuolelta tulevat huomautukset turvallisuuteen ja ympäristöön liittyvistä asioista ja viranomaisten määräämät toimenpiteet. Nämä ovat harvinaisempia, mutta sitäkin tärkeämpiä ottaa huomioon prosessiturvallisuudessa. Ulkopuoliset saattavat nähdä asioita eri näkökulmasta, kuin oma henkilöstö. Tuotantohäiriöiden, turvalogiikan aktivoitumisten ja laitteiden vaurioiden avulla saadaan historiatietoa tapahtuneista häiriöistä ja voidaan helpommin suunnitella seisokkeja. Häiriöt ja vauriot antavat myös tietoa tehtaan kohdista, joissa on eniten ongelmia ja suurempia tuhoja voidaan niiden kohdalta ennakoida. Myös ei-suunnitellut seisakit antavat tietoa tehtaan ja laitteistojen kunnosta ja mahdollisesti liittyvät myös eri vuoden aikojen aikaisiin ongelmiin. Mittareiden päätyyppinä on määrälliset ja objektiiviset mittarit. Teknisten järjestelmien mittausväleiksi valikoitui niin jatkuvia, kuukausittaisia kuin vuosittaisiakin.

Ei-toivottuihin tapahtumiin lukeutuvat kaikki tapaturmat niin oman henkilöstön kuin myös tehtaalla työskentelevien urakoitsijoiden sisällä. Näiden ja lisäksi sairaspöissaolotietojen avulla saadaan tehtaan vaaranpaikkoja selville, pystytään varautumaan aina paremmin riskeihin ja saadaan tietoa henkilöstön työkuunnosta. Ei-toivottujen tapahtumien mittareita ovat myös tulipalojen, syttymien ja prosessivuotojen määrät. Prosessivuotoihin sisältyy esimerkiksi kuumaöljy, jäähdytysöljy, typpi ja lipeä. Tulipalot, syttymät ja prosessivuodot paljastavat riskialttiita paikkoja tehdasalueella ja voivat kertoa esimerkiksi heikentyneistä suojauskeinoista. Lisäksi pelastustoimien hälytyskerroilla voidaan seurata sattuneiden onnettomuuksien vakavuuden taajuutta. Tämän osa-alueen kaikki mittarit ovat tyyppiltään määrällisiä ja objektiivisia mittareita. Ei-toivottuja tapahtumia seurataan

jatkuvalle mittauksella pois lukien pelastustoimen hälytyskerrat, joita voidaan seurata vuositasolla.

Turvallisuuskulttuurin ja johtamisjärjestelmien ja menettelytapojen mittarit ovat enemmän ennakoivan puolen mittareita. Niihin valikoitui vain muutamia jälkikäteismittareita. Turvallisuuskulttuurin jälkikäteiseksi mittareiksi valikoitui havaittujen vaarallisten toimintatapojen määrät sekä inhimilliset virheet esimerkiksi laitoksen operoinnissa tai prosessinäytteiden haun yhteydessä. Seuraamalla vaarallisia toimintatapoja ja inhimillisiä virheitä, saadaan selville kohtia, joissa saatetaan mahdollisesti oikoa turvallisuuden suhteen ja tällöin altistaa organisaatiota onnettomuuksille. Johtamisjärjestelmiin ja menettelytapoihin otettiin vain yksi jälkikäteismittari, auditointien tuloksista havaitut puutteet. Havaituista puutteista saadaan pidemmällä aikavälillä arvokasta tietoa ja sen avulla voidaan reagoida ongelma-kohtiin. Näiden kahden osa-alueen mittarit ovat kaikki laadullisia ja subjektiivisia. Turvallisuuskulttuurin mittarit ovat jatkuvalle mittauksella ja auditointien tuloksista havaitut puutteet mitataan kerran vuodessa.

### **5.3 Datat keruu**

Mittareille esitetyt mittausvälit ovat suuntaa antavia. Mittaristosta saatava data kerätään Excelliin kuitenkin vuosi kerrallaan kuukausitasolla, jolloin se on helpommin hallittavissa. Mittaristoa on helppo muuttaa lisäämällä tai poistamalla mittareita sekä kopioimalla se aina uudelleen seuraavalle vuodelle. Liitteessä 2 on esitettyä Excel-esimerkki mittaristosta, johon dataa kerätään.

Prosessiturvallisuusmittariston mittarit on jäsennetty määrällisiin ja laadullisiin mittareihin. Näiden kahden tyypin merkkauttavat eroavat toisistaan siten, että pääsääntöisesti määrällisten mittareiden kohdalla merkataan tiedot lukumäärinä, kun taas laadullisten mittareiden kohdalla havainnoidaan liikennevalojen värien avulla onnistumista. Määrällisten mittareiden poikkeamia voi halutessaan korostaa värien avulla ja myös laadullisten mittareiden kohdalla on mahdollista kirjata lukuarvoina tuloksia. Mittareiden kohdalla määritetään yksikkö mitattavalle arvolle. Mittaristoon voi Excel-pohjan ansioista lisätä tarvittavien solujen kohdalle lisäkommentteja aiheesta ilman, että taulukko menee liian monimutkaiseksi ja

vaikeasti hahmotettavaksi. Lisäksi mittaristoon on lisätty jälkikäteismittareiden alapuolelle sarake mahdollisten kustannuksien kirjaamiselle.

## 6 POHDINTA

Prosessiturvallisuuden avulla pyritään ehkäisemään mahdollisia kemikaalionnettomuuksia, minkä vuoksi se on hyvin tärkeä osa kemikaaleja käsittelevien laitojen kokonaisturvallisuutta. Prosessiturvallisuutta parannetaan niin laitoksen, prosessin kuin myös ihmisten toiminnan osalta. Nämä kolme osatekijää muodostavat yhdessä prosessiturvallisuuden. Mitattaessa organisaation prosessiturvallisuutta, tulee muistaa, ettei kyse ole pelkästään laitteiden kunnosta, vaan myös inhimilliset tekijät ovat osa prosessiturvallisuutta. Sen vuoksi mittareiden asettaminen turvallisuuskulttuurille on myös tärkeää.

Prosessiturvallisuuden mittareiden avulla saadaan tietoa siitä, onko organisaation prosessiturvallisuuden taso riittävä vai tuleeko tehdä toimenpiteitä. Ennakoivien mittareiden avulla saadaan tietoa ennen tapahtumia, jolloin voidaan parantaa ennakoivaa suhtautumista onnettomuuksiin ja samalla pienennetään niiden todennäköisyyttä. Jälkikäteismittareiden tehtävänä on kertoa, onko haluttuun lopputulokseen päästy. Mittareiden valinta perustuu organisaatiossa tunnistettuihin onnettomuusskenaarioiden ja käytössä olevien riskienhallintakeinojen selvittämiseen. On tärkeää muistaa, että molempia mittareita käytettäessä saavutetaan paras mahdollinen hyöty prosessiturvallisuuden mittaamisesta.

Organisaatiolla oli valmiiksi selkeästi koottuna prosessiturvallisuuteen dataa liittyen esimerkiksi turvallisuuskriittisiin laitteisiin, onnettomuusskenaarioihin sekä riskienhallintakeinoihin. Tämän vuoksi prosessiturvallisuuden mittaristoa oli helppo lähteä laatimaan. Ennakoiviksi ja jälkikäteisiksi mittareiksi valikoitui niin määrällisiä kuin laadullisia sekä subjektiivisia ja objektiivisia mittareita. Ennakoi-ville ja jälkikäteisille mittareille määriteltiin myös suuntaa antavat mittausvälit. Jälkikäteismittarit saatiin kohdistettua haluttuihin lopputuloksiin. Lisäksi jälkikäteiset mittarit saatiin seuraamaan ennakoivien mittareiden toimivuutta. Excel-esimerkki datan keruusta on toimiva ja selkeä ja siihen saadaan merkattua tietoa matalalla kynnyksellä. Excel on myös pohjana toimiva prosessiturvallisuusmittaristolle. Excelissä dataa on helppo käsitellä ja nopea muuttaa käyttökelpoisempaan muotoon. Opinnäytetyössä kehitettyä prosessiturvallisuusmittaristoa voidaan pitää taspainoisena.

Osa mittareista soveltuu myös useamman kohteen mittaamiseen. Tällöin huomioidaan kuitenkin vain eri näkökulma. Esimerkiksi ennakoivien mittareiden puolelta auditointien tuloksilla ja johdon turvallisuuskierroksilla voidaan tarkkailla niin johtamisjärjestelmiä ja menettelytapoja kuin myös turvallisuuskulttuuria. Huoltojen toteutumisella voidaan seurata kohtia teknisistä järjestelmistä, turvallisuuskulttuurista sekä johtamisjärjestelmistä ja menettelytavoista. Tapaturmat ja läheltä piti -tilanteet koskettavat niin turvallisuuskulttuuria kuin ei-toivottuja tapahtumiakin.

Kohdelaitoksen prosessi on ollut käytössä noin 20 vuotta, minkä vuoksi laitoksella on selvillä prosessin toiminta ja kuinka sitä mitataan. Tämän vuoksi ennakoiviksi mittareiksi valikoitui paljon sellaisia mittareita, joita hyödynnetään jo organisaatiossa, mutta niitä ei ole merkitty prosessiturvallisuuden mittareiksi. Eniten ennakoivia mittareita kohdistettiin teknisiin järjestelmiin sekä turvallisuuskulttuuriin. Jälkikäteismittareiden puolelta organisaatiolla oli valmiiksi jo käytössä muutamia. Tarkoituksena oli lisätä mittaristoon lisää oleellisia mittareita seuraamaan ennakoivia mittareita ja näin yhdistää koko mittaristo yhtenäiseksi. Jälkikäteismittareita kohdistettiin eniten teknisiin järjestelmiin ja ei-toivottuihin tapahtumiin. Tämä onkin ymmärrettävää, sillä jälkikäteismittareilla seurataan jo tapahtuneita tapahtumia eikä niiden avulla ole mahdollista ennakoida onnettomuuksien syntyä. Koska mittareita kohdistettiin koko organisaatioon, ne ovat yleisluonteisia.

Prosessiturvallisuusmittaristo vaatii lähes jatkuvaa seuraamista ja sen päivittämistä tarpeen mukaan. Jotkin ennakoivista mittareista saattavat myöhemmin paljastua täysin turhiksi tai ne eivät esimerkiksi organisaatiossa tapahtuvien muutosten jälkeen vastaa enää haluttuun kysymykseen. Sen vuoksi onkin tärkeää asettaa ennakoiville mittareille jälkikäteismittarit, joiden avulla voidaan seurata haluttujen lopputulosten saavuttamista. Molemmille mittareille tulee asettaa myös toleranssit, jolloin poikkeamat voidaan arvioida. Lisäämällä mittaristoon kustannukset jälkikäteismittariston tapahtumille, saadaan niiden avulla arvioitua myös ennakoivien mittareiden taloudellista vaikutusta.

## LÄHTEET

Afry. n.d. Prosessiturvallisuus. Luettu 12.2.2022. <https://afry.com/fi-fi/palvelu/prosessiturvallisuus>

Asiakastieto. n.d. Forchem Oyj. Luettu 15.11.2021. <https://www.asiakastieto.fi/yriytykset/fi/forchem-oyj/25120586/taloustiedot>

CCPS. 2011. Process Safety Leading and Lagging Metrics. Pdf-tiedosto. Luettu 2.12.2021. [https://www.aiche.org/sites/default/files/docs/pages/CCPS\\_Process\\_Safety\\_Lagging\\_2011\\_2-24.pdf](https://www.aiche.org/sites/default/files/docs/pages/CCPS_Process_Safety_Lagging_2011_2-24.pdf)

Direktiivi 2012/18/EU. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi vaarallisista aineista aiheutuvien suuronnettomuusvaarojen torjunnasta sekä neuvoston direktiivin 96/82/EY muuttamisesta ja myöhemmästä kumoamisesta. Euroopan unionin virallinen lehti 24.7.2012. Luettu 1.12.2021. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0018&from=EL>

Health and Safety Executive. 2006. Developing process safety indicators. Pdf-tiedosto. Luettu 2.12.2021. <https://www.hse.gov.uk/pubns/priced/hsg254.pdf>

Henttonen, T. 2000. Turvallisuuden mittaaminen. Ympäristötekniikan osasto. Tampereen teknillinen korkeakoulu. Diplomityö.

Innovaatiot. n.d. Forchem. Verkkosivu. Luettu 15.11.2021. <https://www.forchem.com/fi/innovaatiot/>

Kavonius-Hietanen, K. 2013. Varautumiskeinot prosessiturvallisuuden parantamiseksi. Prosessiteollisuuden riskienhallinta Aalto-Yliopisto, Kemian laitetekniikka 16.2.2015. Luentomateriaali. Luettu 14.2.2022. <https://slideplayer.fi/slide/5583702/>

Keskitalo, E. 2015. Prosessiturvallisuus. Aalto yliopisto kevät 2015. Kurssimateriaali. Luettu 17.11.2021. <https://slideplayer.fi/slide/5247347/>

Murtola, J. 2015. Ennakoivan mittariston kehittäminen. Turvallisuusjohdonkoulutusohjelma TJK13. Aalto University Professional Development – Aalto PRO. Tutkielma.

Mäntyöljyn tislauksen periaatteita. 2020. Forchem Oyj. Julkaisematon. Opinnäytetyön tekijän hallussa.

Ota yhteyttä. n.d. Forchem. Verkkosivu. Luettu 15.11.2021. <https://www.forchem.com/fi/ota-yhteytta/>

Pienyritysten kemikaali- ja turvallisuusriskien hallinta. 2015. Tukes. Luettu 17.1.2022. <https://tukes.fi/documents/5470659/6406815/Pienyritysten+kemikaali-+ja+turvallisuusriskien+hallinta/df5f4904-da5b-4780-924f-e84cf6f9ad41?version=1.1>

Pirhonen, S., Tuokila-Ruohonen, V. & Mäki-Rahkola, M. 2017. Riskianalyyysiraportti What-If. Forchem Oyj. Julkaisematon. Opinnäytetyön tekijän hallussa.

Prosessiturvallisuusmittaristo. 2019. Forchem Oyj. Excel-tiedosto. Julkaisematon. Opinnäytetyön tekijän hallussa.

PSNet. n.d. Swiss Cheese Model. Luettu 2.12.2021. <https://psnet.ahrq.gov/taxonomy/term/3460>

Respol. 2013. Respol Group acquired Forchem. Luettu 15.11.2021. <https://www.respol.pt/en/news/Respol-Group-acquired-Forchem>

Riistama K., Laitinen, J. & Vuori, M. 2003. Suomen kemianteollisuus. Helsinki: Chemas Oy.

Sitra. 2019. Mäntyöljy fossiilisten raaka-aineiden korvaajana. Luettu 1.12.2021. <https://www.sitra.fi/caset/mantyoeljy-fossiilisten-raaka-aineiden-korvaajana/>

Stora Enso. n.d. Mäntyöljy. Luettu 1.12.2021. <https://www.storaenso.com/fi-fi/products/bio-based-chemicals/tall-oil>

Tarinamme. n.d. Forchem. Verkkosivu. Luettu 15.11.2021. <https://www.forchem.com/fi/forchem/>

Toimintapolitiikka. 2021. Forchem. Pdf-tiedosto. Luettu 3.1.2022. <https://www.forchem.com/wp-content/uploads/2021/03/Toimintapolitiikka-2021.pdf>

Tukes. 2016. Prosessiturvallisuus ja sen mittaaminen. Luettu 17.11.2021. <https://tukes.fi/documents/5470659/6410641/Prosessiturvallisuus+js+sen+mittaaminen/e3bec3bb-2e96-4c33-8f21-f9e1787f8bf5/Prosessiturvallisuus+js+sen+mittaaminen.pdf>

Tuotteet. n.d. Forchem. Verkkosivu. Luettu 15.11.2021. <https://www.forchem.com/fi/tuotteet/>

Turvallisuuden mittaaminen teollisuudessa. n.d. Ideoita turvallisuustason seurantaan. Luettu 13.1.2022. <https://docplayer.fi/2294212-Turvallisuuden-mittaminen.html>

Turvallisuusorganisaatio. 2020. Forchem Oyj. Julkaisematon. Opinnäytetyön tekijän hallussa.

Turvallisuusselvitys. 2018. Forchem Oyj. Julkaisematon. Opinnäytetyön tekijän hallussa.

Turvallisuustiedote. 2020. Forchem. Pdf-tiedosto. Luettu 3.1.2022. <https://www.forchem.com/wp-content/uploads/2020/12/Turvallisuustiedote-Forchem-Oyj-2020.pdf>

## LIITTEET

## Liite 1. Luokittelukaavio

(Prosessiturvallisuusmittaristo 2019.)

