



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

TANJA HEINIMAA  
ONNETTOMUUSTUTKINNAN VAIKUTTAVUUS JA HYÖDYNNET-  
TÄVYYS SUOMEN SEVESO-LAITOSTEN TURVALLISUUDEN  
KEHITTÄMISESSÄ  
Lisensiaatintyö

Tarkastajat: professori Seppo Väyrynen  
ja tekniikan tohtori Arto Kuusisto  
Tarkastajat ja aihe hyväksytyt  
Talouden ja rakentamisen tiedekunta-  
neuvoston kokouksessa 3. kesäkuuta  
2015



## TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Talouden ja rakentamisen tiedekunta

**HEINIMAA, TANJA:** Onnettomuustutkinnan vaikuttavuus ja hyödynnettävyys Suomen Seveso-laitosten turvallisuuden kehittämisessä

Lisensiaatintyö, 146 sivua, 47 liitesivua

Syyskuu 2015

Pääaine: Turvallisuustekniikka ja -johtaminen

Tarkastajat: professori Seppo Väyrynen ja tekniikan tohtori Arto Kuusisto

Avainsanat: Onnettomuus, onnettomuustutkinta, onnettomuustutkintamenetelmä, onnettomuuksista oppiminen, Seveso

Onnettomuuksista oppimista ei ole tapahtunut vaarallisten kemikaalien käsittelyssä ja varastoinnissa toivotulla tavalla. On myös havaittu, että onnettomuustutkinnassa on mahdollista tehostaa ja monipuolistaa onnettomuustutkintamenetelmien hyödyntämistä. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on Seveso-laitosten turvallisuuden parantaminen ja onnettomuuksien ennaltaehkäisy Suomessa kehittämällä Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes) onnettomuustutkinnan vaikuttavuutta ja hyödynnettävyyttä.

Työn tavoitteena on: 1) tunnistaa kehittämiskohteet Tukesin onnettomuustutkintaprosessissa, jotta voidaan tehostaa onnettomuuksista oppimista sekä 2) tunnistaa onnettomuustutkintamenetelmät, joita Tukes voi hyödyntää Seveso-onnettomuuksien tutkintaprosessin eri vaiheissa. Tutkimuksessa verrataan Seveso-onnettomuuksien viranomaisomaistutkintaa muiden turvallisuuskriittisissä organisaatioissa tutkintaa tekevien käytäntöihin. Hyvien käytäntöjen luettelo ja arviot menetelmistä ovat Seveso-viranomaisia laajemmin hyödynnettävissä onnettomuuksien ja vaaratilanteiden tutkintaan.

Aineistoa kerättiin Euroopan Seveso-viranomaisille ja muille suuronnettomuuksien tutkintaa tekeville organisaatioille suunnatuilla kyselyillä ja haastatteluilla. Lisäksi Tukesissa järjestettiin työpaja onnettomuustutkinnan hyvistä käytännöistä ja testattiin erilaisia onnettomuustutkintamenetelmiä.

Ilman monialaista osaamista tutkinta voi jäädä liian suppeaksi ja pinnalliseksi. Seveso-onnettomuuksien tutkinta ei ole minkään organisaation ainoa tehtävä, joten vaikeutena on varmistaa riittävä asiantuntemus tutkinnan tekemisestä ja erilaisista onnettomuustutkintamenetelmistä. Onnettomuuksien tutkinnassa ei edelleenkään aina hyödynnetä onnettomuustutkintamenetelmiä järjestelmällisesti; etenkin Seveso-onnettomuuksien tutkintaa tekevillä on paljon opittavaa muilta turvallisuuskriittisissä kohteissa tutkintaa tekeviltä organisaatioilta. Menetelmien hyödyt on tunnistettu, mutta niiden käytöstä ei koeta olevan riittävästi osaamista. Tunnetuimpia ja käytetyimpiä menetelmiä ovat perinteiseen turvallisuusajatteluun perustuvat menetelmät.

Keskeisimmät menetelmät, joista Tukesin Seveso-tutkinnassa olisi hyötyä, ovat tämän tutkimuksen perusteella STEP ja AcciMap sekä yleisellä tasolla soveltaen turvallisuuskulttuuria tarkasteleva DISC-malli. Teknisten syiden tarkastelussa palokolmio on Seveso-tutkinnoissa keskeinen sekä hypoteesitestaus. Parhaiten onnettomuuden syntyyn tai seurauksiin vaikuttaneita onnistumisia voidaan arvioida suojausanalyysillä sekä AcciMap:lla, DISC-mallilla ja ESReDA Cube:lla.

Onnettomuuksista oppimisen lisäksi tulee oppia myös toiminnasta tutkintaprosessin eri vaiheissa. Onnettomuuksista ja onnettomuustutkinnasta oppimisen kehittämisessä suositellaan yhteistyön tiivistämistä niin Tukesin sisällä kuin muiden tutkintaa tekevien organisaatioiden kanssa.

## ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

The Faculty of Business and Built Environment

**HEINIMAA TANJA:** Improving the safety of Seveso-establishments in Finland by developing the accident investigation process

September 2015

Major: Safety Management and Engineering

Examiners: Professor Seppo Väyrynen and Dr. Arto Kuusisto

Licensiate Thesis, 146 pages, 47 Appendix pages

Keywords: accident, accident investigation, accident investigation method, learning from accident, Seveso

Learning from accidents has not been as effective as desired in the industrial handling and storage of dangerous chemicals globally. Recent research and practice has shown that it is possible to enhance and diversify the use of accident investigation (AI) methods. The purpose of this study is to improve safety and accident prevention in Seveso-establishments in Finland by developing the AI at the Finnish Safety and Chemicals Agency (Tukes).

This study aims to: 1) identify how to develop the process of AI in Tukes in order to enhance learning from AI, and to 2) identify suitable AI methods to be used at each stage of the investigation process. The study compares the practices of Seveso-authorities to others who investigate accidents in safety critical organisations. A subsequent list of good practices in AI process and assessments of AI methods could be widely utilised in both accident and near-miss investigation.

Data were collected via surveys and interviews from Seveso-authorities in the EU and other organizations investigating major accidents. In addition, a workshop was organised and different AI methods were tested by Tukes experts.

Without multi-disciplinary knowledge AI can be too narrow and superficial. Investigation of Seveso-accidents is not the only duty for any organization, and thus insuring sufficient expertise in AI process and methods is a challenge. AI methods are not always systematically utilised in AI, and there is plenty to learn in Seveso-accident investigation. The benefits of different methods have been identified, but the knowledge of using them is not considered sufficient. The best known and most widely used methods are those based on traditional safety thinking.

According to this study the most useful methods for Tukes in Seveso-accident investigation are STEP, AcciMap and application of the DISC-model. In order to analyse technical causes triangle of fire and test of hypotheses are important. The best methods for analysing successes in order to prevent accidents or minimise the consequences are barrier analysis, AcciMap, DISC-model and ESReDA Cube.

In addition to learning from accidents it is essential to learn from the AI process. In order to achieve this it is recommended that co-operation in AI be improved both inside Tukes and with other organisations'.

## ALKUSANAT

Lisensiaatintyössä yhdistyy moni "mikä minusta tulee isona"-ajatukseni. Lapsuuden ammattihaaveenani oli opettaja, mutta lukiossa kiinnostukseni kemiaan kasvoi kuitenkin niin suureksi, että monien pohdintojen jälkeen päädyin Tampereelle ympäristötekniikan teekkariksi. Professori Markku Mattilan innoittamana pääaineekseni valikoitui turvallisuustekniikka ja valmistumisen jälkeen viihdyin alan tutkimus- ja opetustehtävissä. Toiveissani oli päästä työskentelemään kemikaalien ja turvallisuuden pariin, mikä toteutui aloittaessani vaarallisten kemikaalien käsittelyyn ja varastointiin liittyvät valvonta-tehtävät Turvallisuus- ja kemikaalivirastossa (Tukes) vuonna 2008. Tukesissa oli ajan-kohtaisena onnettomuustutkinnan kehittäminen ja Onnettomuustutkintakeskuksen kanssa tehty yhteistyö herätti ajatukset lisensiaatintyön tekemisestä onnettomuuksista oppimisen ja onnettomuustutkintamenetelmien käytön tehostamiseksi.

Haluan kiittää työn ohjauksesta professori Jouni Kivistö-Rahnastoa, jonka kanssa olen käynyt useita syvällisiä keskusteluita aiheen tiimoilta ja hän on toistuvasti jaksanut ohjeistaa minua takaisin tieteellisen tutkimuksen polulle. Kiitos ohjausryhmälleni dosentti Veli-Pekka Nurmelle, dosentti Minna Päiviselle ja prosessiturvallisuusryhmän ryhmäpäälliköille yli-insinööri Leena Ahoselle ohjauksesta ja näkemyksistä. Kiitos myös eläkkeelle jääneelle ryhmäpäälliköille Anne-Mari Lähteelle tuesta ja mahdollisuudesta tutkimuksen aloittamiseen. Teidän asiantuntemuksenne ja kannuksenne auttoivat vaikeinakin hetkinä. Olen erittäin kiitollinen myös työn tarkastajille, professori Seppo Väyrykselle ja tekniikan tohtori Arto Kuusistolle saamastani rakentavasta palautteesta.

Tukesia kiitän käytännön järjestelyistä ja mielenkiinnosta onnettomuustutkinnan kehittämiseen. Kiitokset Tukesin "Onnettomuustutkinnan hyödynnettävyyden ja vaikuttavuuden kehittäminen" -projektiryhmälle ja erityisesti menetelmätestauksiin osallistuneille Minna Päiviselle, Kirsi Levälle, Tuuli Tuloselle, Tarja Valvistolle ja Heikki Penttiselle. Lämpimät kiitokset prosessiturvallisuusryhmälle ja muille työkavereille ajatuksista, avusta ja huolenpidosta. Special thanks to Maureen Wood who was my contact person in European Commission and helped with the Seveso-survey. Kiitokset tutkimukseen osallistuneille, ilman teidän panostanne tutkimus ei olisi ollut mahdollista. Kiitän myös Työsuojelurahastoa lisensiaatintyön loppuunsaattamisstipendistä.

Lapsuuden perheeni, sukulaiseni ja ystäväni ovat kannustaneet, tukeneet ja auttaneet minua suuresti myös tämän työn aikana. Kaunis kiitos teille! Erityisesti äidilleni olen ikuisen kiitollisuuden velkaa. Lopuksi iso kimppahali rakkaille lapsilleni Valtterille ja Venlalle sekä puolisololleni Patelle. Nyt retkieväiden tekoon, on aika lähteä luontoon!

Kangasalla 10.8.2015

Tanja Heinimaa

## SISÄLLYS

Abstract .....	ii
Termit ja niiden määritelmät .....	vii
1 Johdanto.....	1
1.1 Tausta.....	1
1.2 Tutkimuksen aihe, tarkoitus ja tavoitteet .....	2
1.3 Tutkimusasetelma ja rajaukset .....	5
1.4 Työn rakenne .....	5
2 Teoreettinen tausta .....	7
2.1 Onnettomuuksia tutkivat organisaatiot ja tutkintaan liittyvä lainsäädäntö Suomessa .....	7
2.2 Seveso-valvonta ja -onnettomuudet.....	10
2.2.1 Seveso-valvonta.....	10
2.2.2 Seveso-onnettomuuksien tutkintaan liittyvä lainsäädäntö .....	10
2.2.3 Seveso-onnettomuuksista ilmoittaminen EU:lle .....	11
2.3 Onnettomuusmallit .....	16
2.3.1 Lineaariset mallit .....	17
2.3.2 Epidemiologiset mallit .....	18
2.3.3 Systemiset mallit .....	18
2.3.4 Organisaatiomalli.....	19
2.3.5 Onnettomuusmallit vs. onnettomuustutkimusmenetelmät.....	19
2.4 Onnettomuustutkinta.....	19
2.4.1 Onnettomuustutkinnalla tapahtumien mallintamista .....	19
2.4.2 Onnettomuustutkinnan oleellisuus ja luotettavuus .....	20
2.4.3 Viitekehys suuronnettomuuksien tutkintaan .....	22
2.4.4 Turvallisuusajattelun kehittymisen vaikutukset onnettomuustutkintaan.....	23
2.5 Onnettomuustutkintaprosessi .....	25
2.5.1 Onnettomuustutkintaprosessin vaiheet .....	25
2.5.2 Onnettomuustutkinnan aloittaminen.....	26
2.5.3 Tiedon keruu.....	26
2.5.4 Tiedon analysointi .....	27
2.5.5 Johtopäätökset, suositukset ja raportointi .....	28
2.5.6 Tiedon levittäminen .....	29
2.5.7 Suositusten toimeenpano ja seuranta .....	29
2.6 Onnettomuustutkimusmenetelmät.....	30
2.6.1 Onnettomuustutkimusmenetelmien runsaus .....	30
2.6.2 Onnettomuustutkimusmenetelmien hyödyntäminen tutkinnassa.....	31
2.6.3 Onnettomuustutkimusmenetelmien vertailu kirjallisuudessa .....	31
2.6.4 Onnettomuustutkimusmenetelmien käyttö tutkintaprosessin eri vaiheissa.....	33

2.7	Onnettomuuksista ja onnettomuustutkinnasta oppiminen .....	33
2.7.1	Onnettomuuksista oppiminen.....	34
2.7.2	Onnettomuustutkinnasta oppiminen .....	36
2.7.3	Onnettomuuksista oppimisen tehokkuus ja onnettomuustutkinnan vaikuttavuus .....	37
3	Aineisto ja menetelmät .....	39
3.1	Käytetyt menetelmät ja työn rakenne .....	39
3.2	Tukesin onnettomuustutkinnan työpaja .....	40
3.3	Seveso-kysely.....	41
3.4	OTKES-kysely .....	42
3.5	Haastattelut .....	43
3.6	Onnettomuustutkintamenetelmien testaus .....	44
3.7	Aineiston analysointi .....	45
4	Tulokset .....	46
4.1	Tukesin onnettomuustutkinnan työpajan tulokset.....	46
4.2	Seveso-kyselyn tulokset.....	47
4.2.1	Taustakysymykset .....	47
4.2.2	Seveso-onnettomuustutkinta Euroopassa.....	49
4.2.3	Hyvät käytännöt .....	52
4.2.4	Onnettomuustutkintamenetelmät.....	53
4.2.5	Onnettomuuksista oppiminen.....	60
4.3	OTKES-kyselyn tulokset .....	62
4.3.1	Onnettomuustutkinta.....	62
4.3.2	Onnettomuustutkintamenetelmät.....	62
4.4	Haastatteluiden tulokset.....	68
4.4.1	Tukes.....	68
4.4.2	Onnettomuustutkintakeskus .....	71
4.4.3	Pelastusviranomaisen .....	75
4.4.4	Työsuojeluviranomainen.....	77
4.4.5	Ympäristöviranomaisen.....	78
4.4.6	Säteilyturvakeskus (STUK) .....	79
4.4.7	Poliisi .....	80
4.4.8	Tapaturmavakuutuslaitosten liitto (TVL) .....	81
4.4.9	Liikennevakuutuskeskus (LVK).....	82
4.5	Onnettomuustutkintamenetelmätestausten tulokset .....	83
4.5.1	Menetelmien tarkoitus ja yleisiä ominaisuuksia .....	84
4.5.2	Menetelmien vahvuudet ja heikkoudet sekä hyödyntäminen .....	85
4.5.3	Suosituksen määrittäminen ja onnistumisten arviointi .....	86
5	Tulosten tarkastelu .....	87
5.1	Onnettomuustutkintaprosessi .....	87
5.1.1	Seveso-onnettomuuksien tutkinnan nykytila .....	87
5.1.2	Hyvät käytännöt .....	88

5.1.3	Onnettomuustutkintaraporttien hyödynnettävyys .....	92
5.1.4	Onnettomuuksista oppiminen.....	93
5.1.5	Onnettomuustutkinnasta oppiminen .....	94
5.1.6	Onnettomuuksista oppimisen tehokkuus .....	95
5.2	Onnettomuustutkintamenetelmät.....	96
5.2.1	Onnettomuustutkintamenetelmien hyödyntäminen tutkinnassa.....	96
5.2.2	Menetelmien käytön vaihtelu .....	97
5.2.3	Toisiaan täydentävien menetelmien käytön edut onnettomuustutkinnassa.....	98
5.2.4	Menetelmien hyödyt tutkintaprosessin eri vaiheissa .....	98
5.2.5	Onnistumisten havainnointi.....	99
5.2.6	Vanhempien onnettomuustutkintamenetelmien hyödyntäminen .....	99
5.2.7	Onnettomuustutkintamenetelmien käytön edellytykset.....	100
5.3	Kehittämiskohteet ja suositeltavat onnettomuustutkintamenetelmät Tukesin Seveso-onnettomuuksien tutkinnassa.....	101
5.3.1	Kehittämiskohteet Tukesin Seveso-onnettomuustutkinnassa onnettomuuksista oppimisen tehostamiseksi .....	101
5.3.2	Suosittelvat onnettomuustutkintamenetelmät Tukesin Seveso-onnettomuuksien tutkintaan .....	103
5.4	Vastaukset tutkimuskysymyksiin .....	108
5.5	Tutkimuksen luotettavuus .....	110
6	Johtopäätökset.....	113
	Lähteet.....	117

#### LIITTEET:

Liite 1. Seveso-kyselylomake

Liite 2. Seveso-kyselyyn vastanneet organisaatiot

Liite 3. OTKES-kyselylomake

Liite 4. OTKES-kyselyyn vastanneet organisaatiot

Liite 5. Onnettomuustutkintamenetelmien kuvaukset

Liite 6. Seveso-onnettomuuksien tutkinnan organisointi

Liite 7. Onnettomuustutkintamenetelmien testausten yhteenvedot menetelmittäin

Liite 8. Hyvät käytännöt onnettomuustutkintaprosessin eri vaiheissa



## TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

### ATSB-turvallisuustutkimamenettely

Australian liikenneturvallisuusviraston kehittämä menettely turvallisuustutkimukseen. Perustuu tieteelliseen tutkimukseen ja siinä on sovellettu eri menetelmiä ja laadittu ohjeita, taulukoita sekä kaavioita. Kaavioissa on vaikutteita mm. STEP:stä, MTO:sta, AcciMap:sta ja hypoteesitestauksesta. Siinä arvioidaan myös pahinta mahdollista onnettomuus-skenaariota ja positiivisia turvallisuustekijöitä.

### eMARS

The Major Accident Reporting System. Euroopan Unionin Seveso-direktiivin mukaisten suuronnettomuuksien sähköinen raportointijärjestelmä. Jotta suuronnettomuuksia voitaisiin ehkäistä ja niiden seurauksia rajoittaa, jäsenvaltioiden on ilmoitettava komissiolle niiden alueilla tapahtuneista suuronnettomuuksista, jotka täyttävät Seveso-direktiivissä esitetyt perusteet (2012/18/EU, liite VI).

### LVK

Liikennevakuutuskeskus. LVK on kaikkien Suomessa liikennevakuutustoimintaa harjoittavien vakuutusyhtiöiden yhteistyöelin. Yhtenä LVK:n tehtävänä on liikenneonnettomuuksien tutkinta.

### MJV

Mutual Joint Visit. Euroopan Unionin (EU) vuosittain järjestettävä kolmepäiväinen seminaari Seveso-viranomaisille. Seminaarin teemana oli vuonna 2013 onnettomuuksista oppiminen. Suomesta MJV:hen osallistuu Tukesin prosessiturvallisuusryhmän edustaja (Seveso-tarkastaja).

### Onnettomuuksista oppiminen

Organisaatioilla on valmiudet käsitellä *onnettomuudesta* saatuja kokemuksia sekä määrittää ja toteuttaa tarvittavat toimenpiteet vastaavien onnettomuuksien ennaltaehkäisemiseksi sekä turvallisuuden parantamiseksi.

### Onnettomuustutkinnasta oppiminen

Organisaatioilla on valmiudet käsitellä *onnettomuustutkinnasta* saatuja kokemuksia sekä määrittää ja toteuttaa tarvittavat toimenpiteet onnettomuustutkinnan kehittämiseksi.

## Onnettomuustutkinta

Onnettomuustutkinta on onnettomuuteen johtaneiden tietojen keräämistä ja tutkintaa (Harms-Ringdahl 2004). Yhä useammin onnettomuuksien tutkinta on osa tehtävää turvallisuustutkintaa. Turvallisuustutkinnan tarkoituksena on yleisen turvallisuuden lisääminen, onnettomuuksien ja vaaratilanteiden ehkäiseminen sekä onnettomuuksista aiheutuvien vahinkojen torjuminen (L 525/2011, HE 204/2010). Turvallisuustutkinta -termillä ilmaistaan tavoitetta tunnistaa järjestelmän heikkouksia toiminnan kehittämiseksi ilman, että etsitään syyllisiä (Harms-Ringdahl 2013). Onnettomuustutkinnan periaatteet ovat sovellettavissa myös vaaratilanteiden ja muiden turvallisuuteen vaikuttavien tekijöiden tutkintaan.

Tukesin prosessiturvallisuusryhmän yhtenä tehtävä on tutkia valvontaansa kuuluvassa tuotantolaitoksessa tai kemikaalin siirrossa sattunut vakava onnettomuus, jos se on onnettomuuden syyn selvittämisen tai onnettomuuksien ehkäisemisen kannalta tarpeellista (L 390/2005 99 §). Tästä käytetään Tukesissa termiä onnettomuustutkinta. Onnettomuustutkinta on Suomessa yleisesti käytetty termi, mutta esim. Onnettomuustutkintakeskus tekee turvallisuustutkintaa selvittäessään onnettomuuksien ja vaaratilanteisiin liittyvien tapahtumien kulkua, syitä ja seurauksia sekä tehtyjä pelastustoimia ja viranomaisten toimintaa.

## Onnettomuustutkintamalli

Onnettomuuksien ymmärtämiseksi ja analysoimiseksi on kehitetty erilaisia onnettomuusmalleja selittämään, miksi onnettomuuksia sattuu ja mitkä tekijät vaikuttavat onnettomuuksien syntyyn (Kjällen 2000). Onnettomuusmallit voidaan jaotella esim. lineaarisiin, epidemiologisiin ja systeemiin malleihin (Reiman et al. 2008) sekä organisaatiomalleihin (Reiman 2014). Onnettomuuksien tutkintaan kehitetyt erilaiset onnettomuustutkintamenetelmät perustuvat usein joko yhteen tai useaan onnettomuusmalliin.

## Onnettomuustutkintamenetelmä

Onnettomuustutkintaan kehitetty käytännöllinen työkalu, tekniikka tai apuväline. Menetelmiä on eri tarkoituksiin ja niillä on omat vahvuutensa ja heikkoutensa. Menetelmien yhtenä tavoitteena on auttaa tarkastelemaan onnettomuutta objektiivisesti ja järjestelmällisesti. Onnettomuustutkinta-

menetelmän englanninkielinen termi on accident investigation method, ruotsinkielinen termi olycksutrednings metod. Onnettomuustutkintakeskus käyttää termiä analyysimenetelmä, koska Onnettomuustutkintakeskus soveltaa onnettomuustutkintamenetelmiä erityisesti onnettomuustutkintaprosessin analyysivaiheessa.

#### Onnettomuustutkintaprosessi

Onnettomuustutkinta jaetaan kirjallisuudessa hieman erilaisiin prosessivaiheisiin (esim. DOE 1999, ESReDA 2009, Strömngren 2013, Harms-Ringdahl 2013). Tässä työssä onnettomuustutkintaprosessin vaiheita ovat: 1. tutkinnan aloittaminen, 2. tietojen keruu, 3. tietojen analysointi, 4. johtopäätökset, 5. raportointi, 6. suositukset, 7. tiedon levittäminen sekä 8. suositusten toimeenpano ja seuranta.

#### OTKES

Onnettomuustutkintakeskus. Onnettomuustutkintakeskus tutkii kaikki suuronnettomuudet ja suuronnettomuuden vaaratilanteet riippumatta niiden laadusta sekä ilmailu-, raide-, vesiliikenne- ja vesiliikenneonnettomuudet ja niiden vaaratilanteet. Onnettomuustutkintakeskuksen tehtävät ja toimivalta määritellään turvallisuustutkintalaissa (525/2011).

#### OTKES-kysely

Tämän työn tutkimusmenetelmästä käytetty termi. Kysely lähetettiin Suomen Onnettomuustutkintakeskukseen ja muissa maissa vastaavaa suuronnettomuuksien tutkintaa tekeville organisaatioille.

#### Safety I ja Safety II

Safety I ja Safety II (Hollnagel 2014) kuvaavat turvallisuusajattelun kehittymistä. Safety I:llä tarkoitetaan perinteistä turvallisuusajattelua, jossa turvallisuutta parannetaan virheitä ja häiriöitä poistamalla. Safety II pohjautuu resilienssiin (mukautumiskyky). Safety II-ajattelun mukaisesti tulee oppia normaaliin toimintaan liittyvistä onnistumisista turvallisuuden varmistamiseksi vaihtelevassakin oloissa.

#### Seveso-direktiivi

Euroopan Unionin vaarallisten aineiden aiheuttamien suuronnettomuusvaarojen torjunnasta antama direktiivi. Direktiivin tavoitteena on ehkäistä vaarallisista aineista aiheutuvia suuronnettomuuksia ja rajoittaa niiden ihmisiin ja ympäristöön kohdistuvia seurauksia turvallisuuden korkean tason varmistamiseksi koko Euroopan Unionin alueella. Seveso-

direktiivi (82/501/EC) on saanut alkunsa merkittävistä suuronnettomuuksista. Tällä hetkellä noudatetaan Seveso III-direktiiviä (2012/18/EU).

**Seveso-kysely** Tämän työn tutkimusmenetelmästä käytetty termi. Kysely lähetettiin Euroopan Seveso-onnettomuuksien tutkintaan osallistuville organisaatioille.

**Seveso-laitos** Seveso-direktiivin piiriin kuuluvat tuotantolaitokset. Näitä ovat turvallisuusselvityslaitokset ja toimintaperiaateasiakirjalaitokset. Seveso-laitosten lisäksi Suomessa sovelletaan Seveso-direktiiviä kansallisella lainsäädännöllä ns. lupalaitoksiin. Tässä työssä Seveso-laitoksella tarkoitetaan niin turvallisuusselvitys-, toimintaperiaateasiakirja- kuin lupalaitoksia, jotka kaikki kuuluvat Tukesin valvontaan.

**Seveso-onnettomuus** Seveso-laitoksessa sattunut suuronnettomuus tai muu vakava onnettomuus. Tässä työssä Seveso-onnettomuuksia ovat myös lupalaitoksissa sattuneet merkittävät onnettomuudet.

#### Seveso-valvonta, Seveso-viranomainen

Seveso-direktiivin mukainen viranomaisvalvonta vaarallisten kemikaalien käsittelyyn ja varastointiin. Seveso-valvonta on organisoitu eri maissa eri tavalla ja Seveso-viranomaisia voi olla yksi tai useampia. Suomessa Seveso-viranomaisena toimii Tukes. Tukesin prosessiturvallisuusryhmä tekee yhteistyötä muiden viranomaisten (pelastus-, ympäristö- ja työturvallisuusvirasto) kanssa.

Tässä työssä Seveso-valvonnalla tarkoitetaan Tukesin valvontaa kohteissa, joissa harjoitetaan asetuksen 685/2015 mukaista laajamittaista kemikaalien käsittelyä ja varastointia (eli turvallisuus-, toimintaperiaateasiakirja- ja lupalaitokset).

#### Sisäinen pelastussuunnitelma

Laajamittaista kemikaalien käsittelyä ja varastointia harjoittavien tuotantolaitosten laatima selvitys tuotantolaitoksen sisällä suoritettavista onnettomuuden torjuntaa koskevista toimenpiteistä. Pelastussuunnitelman toimivuutta tulee harjoitella pelastusviranomaisen kanssa järjestettävillä yhteisharjoituksilla kolmen vuoden välein.

STUK	Säteilyturvakeskus.
Suuronnettomuus	<p>Tässä työssä suuronnettomuudella tarkoitetaan Seveso-direktiivin mukaista kemikaalien käsittelyyn ja varastointiin liittyvää suuronnettomuutta. EU-tasolla on käyty keskustelua suuronnettomuuden määrittelystä. Seveso-direktiivissä on esitetty suuronnettomuudesta ilmoittamisen kriteerit yksityiskohtaisesti, mutta suuronnettomuuden selkeää määrittelyä ei ole tehty.</p> <p>Suomen lainsäädännössä (L 390/2005) suuronnettomuudella tarkoitetaan huomattavaa päästöä, tulipaloa, räjähdystä tai muuta ilmiötä, joka seuraa vaarallisia kemikaaleja tai räjähteitä valmistavan, käsittelevän tai varastoivan tuotantolaitoksen toiminnassa esiintyneistä hallitsemattomista tapahtumista, jotka voivat aiheuttaa ihmisen terveyteen, ympäristöön tai omaisuuteen kohdistuvaa vakavaa välitöntä tai myöhemmin ilmenevää vaaraa laitoksen sisä- tai ulkopuolella ja jossa on mukana yksi tai useampi vaarallinen kemikaali tai räjähdde.</p>
Toiminnan laajuus	<p>Tuotantolaitoksen toiminta luokitellaan käsiteltävien ja varastoitavien kemikaalien määrän sekä vaarallisuuden perusteella joko vähäiseksi tai laajamittaiseksi. Vähäistä toimintaa valvoo pelastusviranomainen ja laajamittaista Tukes. Laajamittainen toiminta jaotellaan edelleen kemikaaleista riippuen turvallisuus selvitys-, toimintaperiaate- tai lupalaitokseksi. (VnA 685/2015)</p>
Toimintaperiaateasiakirjalaitos (MAPP-laitos)	<p>Tuotantolaitoksen kemikaalimäärien ja vaarallisuusluokituksen mukaan laskettu suhdeluku ylittää toimintaperiaateasiakirjalaitoksen toiminnan rajat. Tuotantolaitoksen tulee laatia toimintaperiaatteet suuronnettomuuksien ehkäisemiseksi. Määräaikaistarkastukset tehdään kolmen vuoden välein. (VnA 685/2015) Lyhenne tulee sanoista Major Accident Prevention Policy.</p>
Tukes	<p>Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. Tukes valvoo ja edistää teknistä turvallisuutta ja vaatimustenmukaisuutta sekä kulluttaja- ja kemikaaliturvallisuutta Suomessa. Tukes toimii Suomen Seveso-viranomaisena ja valvoo vaarallisten kemikaalien käsittelyä ja varastointia.</p>

**Turvallisuuskriittinen organisaatio**

Organisaatiot, joiden toimintaan sisältyy tai jotka toiminnassaan käsittelevät sellaisia vaaroja tai uhkia, jotka voivat huonosti hallittuina aiheuttaa vahinkoa ihmisille tai ympäristölle. (Reiman et al. 2008). Vaarallisten kemikaalien käsittely ja varastointi on yksi perinteisesti ajatelluista turvallisuuskriittisistä toimialoista.

**Turvallisuusselvityslaitos (TS-laitos)**

Tuotantolaitoksen kemikaalimäärien ja vaarallisuusluokituksen mukaan laskettu suhdeluku ylittää turvallisuusselvityslaitoksen toiminnan rajat. Tuotantolaitoksen tulee laatia turvallisuusselvitys. Määräaikaistarkastukset tehdään kerran vuodessa. (VnA 685/2015)

**TVL**

Tapaturmavakuutuslaitosten liitto. TVL koordinoi ja kehittää lakisääteisen tapaturmavakuutuksen toimeenpanoa. TVL:n muodostavat tapaturmavakuutuslain (608/1948) mukaisesti lakisääteistä tapaturmavakuutusta Suomessa harjoittavat vakuutusyhtiöt, valtiokonttori ja maatalousyrittäjien tapaturmavakuutuslaitos. Yhtenä TVL:n tehtävänä on työpaikkaonnettomuuksien tutkinta eli TOT-tutkinta.

**TWG2**

EU:n Seveso-työryhmä, Tehnical Work Group on Seveso-inspections. Suomesta Tukesin edustajana on prosessiturvallisuusryhmän ryhmäpäällikkö.

**Ulkoinen pelastussuunnitelma**

Pelastuslaitoksen yhteistyössä toiminnanharjoittajan kanssa laatima pelastussuunnitelma suuronnettomuuksien torjumiseksi ja vahinkojen minimoimiseksi. Ulkoinen pelastussuunnitelma laaditaan turvallisuusselvityslaitoksille ja sen toimivuutta harjoitellaan säännöllisesti.

**Vaarallinen kemikaali**

Vaarallisella kemikaalilla tarkoitetaan kemikaalilain (744/1989) mukaan palo- ja räjähdysvaarallisia kemikaaleja sekä ympäristölle ja terveydelle vaarallisia kemikaaleja.

## VARO-rekisteri

Tukesin ylläpitämä Vaurio- ja onnettomuusrekisteri. VARO-rekisteristä löytyy onnettomuus- ja vaaratilannetietoa Tukesin toimialoilta. VARO-rekisterin julkista verkkoversiota toiminnanharjoittajat voivat hyödyntää esim. koulutuksissa ja toiminnan suunnittelussa. Seveso-viranomaiset hyödyntävät rekisteriä mm. valvontatyössään ja koulutuksissa.





# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tausta

Prosessiteollisuudessa on sattunut vakavia kemikaalionnettomuuksia ympäri maailmaa. Euroopassa erityisesti 1970-luvulla sattuneet merkittävät suuronnettomuudet (Flixborough ja Seveso) vaarallisten kemikaalien käsittelyssä ja varastoinnissa aloittivat lainsäädännön valmistelun kemikaalionnettomuuksien ennaltaehkäisemiseksi ja mahdollisten onnettomuuksien vaikutusten pienentämiseksi.

Euroopan yhteisöjen neuvoston vuonna 1982 voimaantullut direktiivi vaarallisista aineista aiheutuvien suuronnettomuusvaarojen torjunnasta nimettiin Seveso-onnettomuuden mukaan Seveso-direktiiviksi (82/501/ETY). Seveso-direktiiviä on uudistettu vuonna 1996 (Seveso II-direktiivi, 96/82/EY) mm. sattuneissa suuronnettomuuksissa (esim. Bhopal) havaittujen puutteiden perusteella. Seveso-direktiivin kehittymisen viimeisin vaihe, Seveso III-direktiivi (2012/18/EU), kumosi aikaisemman direktiivin 1.6.2015.

Seveso III-direktiivi on toimeenpanttu Suomessa suurelta osin kemikaaliturvallisuuslailla (390/2005) sekä sen nojalla annetuilla asetuksilla. Keskeisin näistä on valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja turvallisuuden valvonnasta (685/2015). Seveso-direktiivin toimivaltaisena viranomaisena toimii Suomessa Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes). Seveso-valvonnasta vastaa Tukesin prosessiturvallisuusryhmä.

Seveso-valvonnan alaisuuteen kuuluvat tuotantolaitokset määräytyvät siellä käsiteltävien ja varastoitavien kemikaalien vaarallisuuden ja määrän mukaan. Seveso-laitokset jaetaan ylemmän tason turvallisuusselvityslaitoksiin (TS-laitos) ja alemman tason toimintaperiaate-asiakirjavelvollisiin laitoksiin (MAPP-laitos). Suomen kansallinen lainsäädäntö koskee Seveso-direktiiviä laajemmin toiminnanharjoittajia. Suomen lainsäädännön mukaan Tukesin valvontaan kuuluvat Seveso-laitosten lisäksi lupalaitokset.

Euroopan Seveso-lainsäädäntöä noudattavissa jäsenmaissa on yhteensä noin 10 300 Seveso-laitosta (Euroopan komissio 2013). Suomessa Seveso-laitoksia on yhteensä noin 280, joista ylemmän tason Seveso-laitoksia on noin 130 ja alemman tason laitoksia noin 150. Näiden lisäksi kansallisen lainsäädännön mukaisia lupalaitoksia on noin 430. (Tukes 2015) Seveso-direktiiviin perustuvia suuronnettomuuksia on sattunut vuosittain keskimäärin Suomessa yksi (Tukes 2015) ja EU:n alueella noin kolmekymmentä (Euroopan komissio 2013).

Tukesin prosessiturvallisuusryhmän yhtenä tehtävänä on tutkia valvontaansa kuuluvassa tuotantolaitoksessa sattunut vakava onnettomuus, jos se on onnettomuuden syyn selvittämisen tai onnettomuuksien ehkäisemisen kannalta tarpeellista. Tukes voi vastaa-

vasti tutkia myös muut toimialallaan sattuneet onnettomuudet. (L 390/2005) Tukes on nimennyt tutkintaryhmän pääsääntöisesti 1-2 kertaa vuodessa. Vuosina 2009-2013 EU:lle on ilmoitettu Seveso-direktiivin mukaisista onnettomuuksista kuusi kertaa. Tukes arvioi normaalina valvontatyötään toiminnanharjoittajien laatimia onnettomuusraportteja pienemmistä onnettomuuksista. Tukesin onnettomuustutkinnan tavoitteena on vastaavien onnettomuuksien ehkäiseminen.

Vallitsevan ajattelutavan mukaan turvallisuustyön tavoitteena on, että onnettomuuksia ei sattuisi. Monet yritykset ovat ottaneet tavoitteekseen nolla tapaturmaa. Tästä huolimatta onnettomuudet kuuluvat työelämään myös tulevaisuudessa. Näin ollen on tärkeää, että onnettomuudet opitaan tutkimaan nykyistäkin paremmin ja valitsemaan tuloksista merkityksellisiä kehittämisen kohteita ja keinoja.

## 1.2 Tutkimuksen aihe, tarkoitus ja tavoitteet

Suomessa ja Euroopassa on todettu, että uudistuneesta Seveso-lainsäädännöstä huolimatta samanlaisia onnettomuuksia, kuten odottamaton reaktio vaarallisten kemikaalien päästessä reagoimaan auki jääneen venttiilin vuoksi tai räjähdys puutteellisen inertoinnin seurauksena, tapahtuu yhä uudestaan. Onnettomuuksien ennaltaehkäisemiseksi ja turvallisuuden parantamiseksi on kuitenkin yleisesti tiedossa, että aikaisemmista onnettomuuksista on tärkeää ottaa opiksi (Mushtaq 2008, Lindberg et al. 2010, Jacobsson 2011, Drupsteen et al. 2013). Vaikka onnettomuuksista oppiminen koetaan tärkeäksi, ei *onnettomuuksista oppiminen* ole ollut niin tehokasta kuin se olisi voinut olla (Sonnemans et al. 2006, Mushtaq 2008, Pasma 2009, Hovden et al. 2011, Le Coze 2013, Drupsteen et al. 2013). On myös havaittu, että onnettomuustutkintaan on kehitetty paljon erilaisia menetelmiä (Sklet 2004) ja *menetelmien hyödyntämistä* voidaan tehostaa ja monipuolistaa onnettomuustutkinnassa (esim. DOE 1999, Sklet 2002, ESReDA 2003, Roed-Larsen et al. 2004, Katsakiori et al. 2009, Lindberg et al. 2010, Spangenberg et al. 2000, Ziedelis et al. 2011, Strömngren 2013, Harms-Ringdahl 2013).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on Seveso-laitosten turvallisuuden parantaminen ja onnettomuuksien ennaltaehkäisy kehittämällä Seveso-viranomaisen onnettomuustutkinnan vaikuttavuutta ja hyödynnettävyyttä (kuva 1). Työssä tarkastellaan kahta näkökulmaa: 1) onnettomuustutkintaprosessin eri vaiheisiin (onnettomuustutkinnan aloittaminen, tiedon keruu, tiedon analysointi, johtopäätökset ja raportointi, suositukset, tiedon levittäminen, suositusten toimeenpano ja seuranta) liittyviä hyviä käytäntöjä ja 2) onnettomuustutkintamenetelmiä ja niiden hyödynnettävyyttä tutkintaprosessin eri vaiheissa.

**Onnettomuustutkinnan vaikuttavuus ja hyödynnettävyys Suomen Seveso-laitosten turvallisuuden kehittämisessä**

<p align="center"><b>Työn tarkoitus:</b> Turvallisuuden kehittäminen ja onnettomuuksien ennaltaehkäisy onnettomuustutkinnan vaikuttavuuden ja hyödynnettävyyden kehittämisen avulla</p>		
	<i><b>Onnettomuustutkintaprosessi</b></i>	<i><b>Onnettomuustutkintamenetelmät</b></i>
<b>Ongelmat</b>	Tukesin valvontakohteissa sattuu edelleen samankaltaisia onnettomuuksia; onnettomuuksista oppimisen tehottomuus	Onnettomuustutkintamenetelmien hyödyntämistä voidaan tehostaa ja monipuolistaa Tukesissa
<b>Tavoitteet</b>	Tunnistaa kehittämiskohteet Suomen Seveso-valvontaviranomaisen onnettomuustutkintaprosessin eri vaiheissa, jotta voidaan tehostaa onnettomuuksista oppimista (Minkälaista on hyvä onnettomuuksien tutkinta?)	Tunnistaa onnettomuustutkintamenetelmät, joita Tukes voi hyödyntää Seveso-onnettomuuksien <u>tutkintaprosessin eri vaiheissa</u>
<b>Tutkimuskysymykset</b> -> <i><b>aineisto ja menetelmät</b></i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Minkälaisia hyviä käytäntöjä onnettomuustutkinnan eri vaiheissa on käytössä tai tunnistettu Euroopan Seveso-valvontaviranomaisten keskuudessa?</li> <li>2. Mitä opittavaa Seveso-onnettomuuksien tutkinnassa on muissa turvallisuuskriittisissä organisaatioissa tehtävästä tutkinnasta? -&gt; <b>prosessiturvallisuusryhmän työpaja ja aikaisemmat selvitykset Tukesissa</b> -&gt; <b>Seveso- ja OTKES-kysely</b> -&gt; <b>Haastattelut: OTKES, pelastus-, työsuojelu- ja ympäristöviranomaisen, STUK, poliisi, TVL, LVK</b></li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Miten Seveso-<i>viranomaiset</i> sekä muut onnettomuustutkintaa tekevät organisaatiot hyödyntävät tutkintamenetelmiä onnettomuustutkinnassa?</li> <li>4. Mitä onnettomuustutkintamenetelmiä käytetään ja mitkä menetelmät soveltuvat Tukesin tekemään Seveso-onnettomuuksien tutkintaan?</li> <li>5. Miten menetelmiä voidaan hyödyntää tutkintaprosessin eri vaiheissa?</li> <li>6. Millä menetelmillä voidaan havaita myös onnistumisia? -&gt; <b>Seveso- ja OTKES-kysely</b> -&gt; <b>Haastattelut: OTKES, pelastus-, työsuojelu- ja ympäristöviranomaisen, STUK, poliisi, TVL, LVK</b> -&gt; <b>Menetelmätestaukset Tukesissa</b></li> </ol>
<b>Tulokset</b>	Toimenpide-ehdotukset Tukesin Seveso-onnettomuuksien tutkintaan	Ehdotus menetelmistä, joita voisi hyödyntää Tukesin Seveso-valvonnassa tapahtuvien onnettomuuksien tutkintaprosessin eri vaiheissa

Kuva 1. Tutkimusongelmat ja tavoitteet.

Tämä tutkimus jäsentää onnettomuustutkintaan liittyviä hyviä käytäntöjä tutkintaprosessin eri vaiheissa. Hyviä käytäntöjä on aikaisemminkin esitetty kirjallisuudessa (esim. DOE 1999, Kjellen 2000, Sklet 2002, HSE 2004, ESReDA 2009, Energy Institute 2008)

ja näitä onkin hyödynnetty tässä työssä hyvien käytäntöjen listaamisessa. Kirjallisuuden lisäksi tässä tutkimuksessa on kerätty onnettomuustutkintaa tekevien viranomaisten ajankohtaisia käsityksiä tutkinnan hyvistä käytännöistä. Hyvien käytäntöjen jäsentäminen auttaa tutkintaa tekevien organisaatioiden toiminnan kehittämässä. Onnettomuustutkinnan hyvät käytännöt edustavat vallitsevaa turvallisuusajattelua (Hollnagel 2014), ts. uskomusta niistä asioista, joilla turvallisuutta on viisainta parantaa. Sen mukaan virheiden korjaamisen lisäksi on tärkeää huomata onnistumiset ja pyrkiä turvallisuuden kehittämiseen ylläpitämällä ja levittämällä näitä hyviä käytäntöjä.

Tämä Seveso-onnettomuuksiin liittyvä tutkimus antaa käytännönläheistä, useita onnettomuustutkintamenetelmiä käsittelevää tietoa siitä, miten eri onnettomuustutkintamenetelmiä voidaan hyödyntää tutkintaprosessin eri vaiheissa. Työ on jatkumoa Euroopan komission tutkimukseen, jossa onnettomuustutkintamenetelmiä vertailtiin ydinvoimateollisuuden näkökulmasta (Ziedelis et al. 2011). Ziedelis et al. (2011) ovat antaneet suosituksia ydinvoimateollisuudelle tapahtumien tutkintaan soveltuvista menetelmistä ja arvioivat, että tällaisella työkalupakilla voidaan tehostaa myös kokemuksista oppimista. Tässä tutkimuksessa selvitetään myös, miten eri onnettomuustutkintamenetelmiä voisi hyödyntää tutkintaprosessin eri vaiheissa.

Tämän tutkimuksen tavoitteina ovat:

- Tunnistaa kehittämiskohteet, joiden avulla voidaan tehostaa onnettomuuksista oppimista Suomen Seveso-valvontaviranomaisen onnettomuustutkintaprosessin eri vaiheissa.
- Tunnistaa onnettomuustutkintamenetelmät, joita Tukes voi hyödyntää Seveso-valvottavien laitosten onnettomuustutkintaprosessin eri vaiheissa.

Tutkimuskysymykset ovat:

1. Minkälaisia onnettomuustutkintaa liittyviä hyviä käytäntöjä on käytössä tai tunnistettu onnettomuustutkinnan eri vaiheissa Euroopan Seveso-valvontaviranomaisten keskuudessa?
2. Mitä opittavaa Seveso-onnettomuuksien tutkinnassa on muissa turvallisuuskriittisissä organisaatioissa tehtävästä tutkinnasta?
3. Miten Seveso-viranomaiset sekä muut onnettomuustutkintaa tekevät organisaatiot hyödyntävät tutkintamenetelmiä onnettomuustutkinnassa?
4. Mitä onnettomuustutkintamenetelmiä käytetään ja mitkä menetelmät soveltuvat Tukesin tekemään Seveso-onnettomuuksien tutkintaan?
5. Miten menetelmiä voidaan hyödyntää tutkintaprosessin eri vaiheissa?
6. Millä menetelmillä voidaan havaita myös onnistumisia?

Työn tuloksena esitetään kehittämiskohteet Tukesin Seveso-onnettomuuksien tutkintaan onnettomuuksista oppimisen tehostamiseksi sekä suositeltavat onnettomuustutkintamenetelmät. Näiden lisäksi on laadittu luettelo hyvistä käytännöistä tutkintaprosessin eri vaiheisiin, jotka ovat kaikkien tutkintaa tekevien organisaatioiden hyödynnettävissä.

Myös onnettomuustutkimamenetelmistä saadut kokemukset ja Tukesille annetut suositukset ovat sovellettavissa muissa tutkintaan osallistuvissa organisaatioissa. Tämä lisen-siaatintyö on osa Tukesin kehittämisprojektia "Onnettomuustutkinnan hyödynnettävyyden ja vaikuttavuuden kehittäminen" (2013-2014).

### 1.3 Tutkimusasetelma ja rajaukset

Tutkimuksessa tarkastellaan Tukesin Seveso-viranomaisten onnettomuustutkinnan kehittämistä. Tälle haetaan taustatietoa muissa maissa Seveso-onnettomuuksien tai suur-onnettomuuksien tutkintaa tekeviltä viranomaisilta ja organisaatioilta. Lisäksi tarkastellaan eri organisaatioiden tutkintaa Suomessa.

Tutkimukselle asetetut tavoitteet ovat laajat ja tutkimuskysymyksiä on useita. Useimmat tutkimuskysymykset ovat luonteeltaan sellaisia, että niitä kannattaa tarkastella useasta eri näkökulmasta, jotta laadukkaan tutkimuksen kriteerit täyttyvät. Käytettävissä oleva yhteistyöverkosto EU:n Seveso-viranomaisista ja muista onnettomuustutkintaa tekevästä organisaatioista mahdollistaa aiheen kvalitatiivisen tarkastelun, mutta tilastollisten analyysien tekemiseen kohdejoukko on liian pieni.

Yllä kuvattujen tekijöiden vuoksi on päädytty monimenetelmälliseen, laadulliseen tutkimusasetelmaan. Tämä tarkoittaa, että työssä tarkastellaan onnettomuustutkintaa useista eri näkökulmista käyttäen eri kvalitatiivisia menetelmiä laajan ja syvän ymmärryksen saavuttamiseksi (Tashakkori et al. 2010). Työssä verrataan ja yhdistellään Seveso- ja OTKES-kyselyiden, Tukesin onnettomuustutkinnan työpajan, haastatteluiden sekä onnettomuustutkimamenetelmätestausten tuloksia kirjallisuuteen. Kun ilmiötä lähestytään tällä tavalla useasta eri suunnasta, voidaan käyttää myös termiä triangulaatio (Metsämuuronen 2005).

Työssä tarkastellaan onnettomuustutkimintaprosessia ja -tutkimamenetelmien käyttöä erityisesti Suomen Seveso-viranomaisten näkökulmasta. Työhön on sisällytetty sellaisia organisaatioita, jotka tekevät vastaavan tyyppistä tutkintaa kuin Tukes ja Onnettomuustutkimakeskus. Työssä ei kerätä aineistoa toiminnanharjoittajilta, jotka myös tekevät tutkintaa. Tutkimuksen ulkopuolelle on rajattu tutkintaa tekeviin organisaatioihin kohdistuneet yksityiskohtaiset haastattelut sekä heidän käytäntöihinsä tutustuminen, jotka mahdollistaisivat vieläkin syvällisemmän tarkastelun aiheesta.

### 1.4 Työn rakenne

Työ muodostuu kuudesta eri osasta. Aluksi johdannossa kuvataan lukijalle taustaa Seveso-laitoksista, niissä sattuneista vaarallisten kemikaalien käsittelystä ja varastoinnista johtuvista onnettomuuksista sekä lainsäädännöstä ja viranomaistoiminnasta onnettomuuksien ennaltaehkäisemiseksi yleisellä tasolla. Työn tarkoituksiksi määritellään Seveso-laitosten turvallisuuden parantaminen ja onnettomuuksien ennaltaehkäisy kehittämällä Seveso-viranomaisen onnettomuustutkinnan vaikuttavuutta ja hyödynnettävyyttä. Työn tavoitteiden asettamisessa on keskeistä aikaisempien tutkimusten ja käytännön

kokemusten perusteella tehdyt havainnot siitä, että sattuneista onnettomuuksista ei ole opittu tehokkaasti, eikä onnettomuustutkintamenetelmiä ole hyödynnetty tutkinnassa monipuolisesti.

Teoreettisessa taustassa käsitellään onnettomuuksien tutkintaa eri näkökulmista: onnettomuustutkinnan taustalla oleva lainsäädäntö ja tutkintaa tekevät viranomaiset, onnettomuusmallit ja -menetelmät, onnettomuustutkinta ja -tutkintaprosessi sekä onnettomuuksista oppiminen. Teoriassa kuvataan myös Seveso-valvonnan organisointia ja onnettomuuksia.

Aineisto ja menetelmät -osiossa kuvataan, miten aineistoa kerätään ja kuinka sitä analysoidaan. Menetelmiä ovat Tukesin onnettomuustutkinnan työpaja, Seveso- ja OT-KES-kyselyt, haastattelut sekä onnettomuustutkintamenetelmien testaus. Tulokset esitetään menetelmittäin.

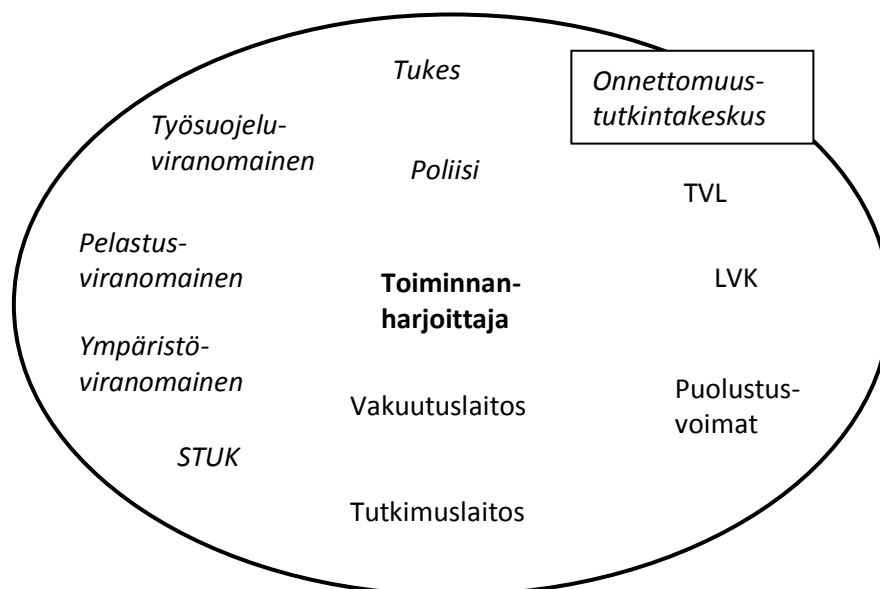
Tulosten tarkastelussa asioita käsitellään onnettomuustutkintaprosessin ja onnettomuustutkintamenetelmien näkökulmasta. Kappaleessa esitetään myös onnettomuustutkintaprosessin kehittämiskohteet sekä suositeltavat onnettomuustutkintamenetelmät Tukesin Seveso-onnettomuuksien tutkintaan. Tämän lisäksi tulosten tarkastelussa on oma kappale, jossa esitetään lyhyesti vastaukset työlle asetettuihin tutkimuskysymyksiin sekä missä kohdissa työtä aiheesta löytyy lisätietoa. Myös tutkinnan luotettavuutta arvioidaan.

Esitettyjen johtopäätösten lopussa kuvataan, ketkä työtä voivat erityisesti hyödyntää. Työ sisältää useita liitteitä, jotka auttavat onnettomuustutkinnasta ja -tutkintamenetelmistä kiinnostuneita löytämään lisätietoa.

## 2 TEOREETTINEN TAUSTA

### 2.1 Onnettomuuksia tutkivat organisaatiot ja tutkintaan liittyvä lainsäädäntö Suomessa

Suomessa sattuneiden onnettomuuksien tutkinnassa toiminnanharjoittajilla on suuri rooli (kuva 2). Näiden lisäksi tutkintaa voivat tehdä, tapauksesta riippuen, useat viranomaiset, tapaturmavakuutuslaitosten liitto sekä vakuutusyhtiöt ja tutkimuslaitokset. Sotilas-ilmailuonnettomuudet tutkii sotilasilmailuviranomainen, mutta myös esim. Onnettomuustutkintakeskus voi tutkia puolustusvoimissa sattuneita onnettomuuksia onnettomuudesta riippuen.



Kuva 2. Keskeiset onnettomuuksien tutkintaa tekevät organisaatiot Suomessa.

Onnettomuuksien tutkintaan ei ole olemassa omaa yhtenäistä lainsäädäntöä vaan tutkinnasta on määritelty useissa eri laeissa ja asetuksissa. Samasta tapahtumasta voidaan tehdä tutkintaa usean eri lainsäädännön perusteella. Tässä työssä tarkastellaan erityisesti vaarallisten kemikaalien käsittelyssä ja varastoinnissa tapahtuvien onnettomuuksien ja vaaratilanteiden viranomaistutkintaa. Tarkastelussa on mukana myös Tapaturmavakuutuslaitosten liiton työtapaturmia koskeva tutkinta, joka perustuu työmarkkinajärjestöjen keskinäiseen sopimukseen

Vaarallisten kemikaalien käsittelyssä ja varastoinnissa sattuvien onnettomuuksien tutkinnassa keskeiset yhteistyötahot Tukesille ovat tapahtumasta riippuen toiminnanharjoittajan lisäksi pelastus- ja työsuojeluviranomainen sekä ympäristöviranomainen, Sätei-

lyturvakeskus (STUK), poliisi ja Onnettomuustutkintakeskus (kuva 3). Onnettomuustutkintakeskus arvioi omassa tutkinnassaan myös viranomaisten toimintaa.

<b>Viranomainen/ yksityinen yhteisö</b>	<b>Tutkintaa ohjaava lainsäädäntö</b>
Onnettomuustutkintakeskus	Turvallisuustutkintalaki 525/2011
Tukes	Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 390/2005, 99 §
Pelastuslaitos	Pelastuslaki 379/2011, 41 §
Työsuojeluviranomainen	Laki työsuojelun valvonnasta ja työpaikan työsuojeluyhteistöinnistä 44/2006, 6 ja 46 §
Ympäristöviranomainen	Ympäristönsuojelulaki 527/2014
STUK	Ydinenergialaki 990/1987, 6 §, muutos 410/2012
Poliisi	Poliisilaki 872/2011, tapaturmavakuutuslaki 608/1948, rikoslaki 39/1889, esitutkintalaki 805/2011, pelastuslaki 379/2011
TVL	Tapaturmavakuutuslaki 608/1948, muutos 723/2002

Kuva 3. Vaarallisten kemikaalien käsittelyssä ja varastoinnissa tapahtuvien onnettomuuksien ja vaaratilanteiden tutkintaa tekevät viranomaiset ja yksityiset yhteisöt sekä tutkintaa ohjaava lainsäädäntö.

Keskeinen onnettomuuksien tutkintaa ohjaava laki on turvallisuustutkintalaki (525/2011), jonka tarkoituksena on yleisen turvallisuuden lisääminen, onnettomuuksien ja vaaratilanteiden ehkäiseminen sekä onnettomuuksista aiheutuvien vahinkojen torjuminen. Turvallisuustutkintaa varten oikeusministeriön yhteydessä on Onnettomuustutkintakeskus, joka suorittaa tehtävänsä itsenäisesti ja riippumattomasti. Lain mukaan Onnettomuustutkintakeskuksen täytyy tutkia suuronnettomuudet ja lisäksi se voi tutkia suuronnettomuuden vaaratilanteet sekä muut onnettomuudet ja vaaratilanteet. Näiden lisäksi Onnettomuustutkintakeskus voi tehdä tematutkintaa eli tehdä yhteisen tutkinnan useista samankaltaisista onnettomuuksista tai vaaratilanteista sekä tutkia poikkeuksellisia tapahtumia. Tutkintahaaroja ovat ilmaliikenne-, vesiliikenne- ja raideliikenneonnettomuudet, muut onnettomuudet sekä poikkeukselliset tapahtumat. Turvallisuustutkinnassa selvitetään onnettomuuden kulku, syyt ja seuraukset sekä pelastustoimet ja viranomaisten toiminta. Tutkintaa ei tehdä oikeudellisen vastuun kohdentamiseksi.



Tukes tutkii onnettomuudet, jos se on onnettomuuden syyn selvittämiseksi tai kohteiden turvallisuuden tai onnettomuuksien ehkäisemisen kannalta tarpeellista. Tukes tekee tutkintaa esim. sähkötapaturmissa, sähköpaloissa ja hissionnettomuuksissa sekä kaivos-, räjähdä-, kemikaali-, ammoniumnitraatti-, maakaasu-, nestekaasu- ja painelaitteonnettomuuksissa sekä kuljetettaville kaasusäiliölle ja öljylämmityslaitteistoissa sattuneissa onnettomuustapauksissa. Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta (390/2005) määrittelee Tukesin velvoitteen tutkia Seveso-laitoksissa sattuneet vakavat onnettomuudet. Tutkinnan tavoitteena on saada tietoa onnettomuuteen vaikuttaneista tekijöistä vastaavien onnettomuuksien ehkäisemiseen ja valvonnan, viestinnän ja tutkimuksen kohdentamiseen. Tukes ei selvitä rikosoikeudellista syyllisyyttä eikä onnettomuudesta mahdollisesti aiheutuvaa vahingonkorvausvelvollisuutta.

Pelastuslaitoksen tehtävänä on pelastuslain 379/2011 mukaan palontutkinta, jonka tavoitteena on vastaavien onnettomuuksien ehkäisy, vahinkojen rajoittaminen sekä pelastustoiminnan ja toimintavalmiuksien kehittäminen. Tutkinnassa arvioidaan syttymissyys sekä palon syttymiseen ja leviämiseen vaikuttaneet tekijät, vahingot ja vahinkojen laajuuteen vaikuttaneet tekijät sekä pelastustoiminnan kulku.

Laki työsuojelun valvonnasta ja työpaikan työsuojeluyhteistoiminnasta 44/2006 määrää työsuojeluviranomaisen tutkimaan kuoleman tai vaikean vamman aiheuttaneet tapaturmat työturvallisuuslainsäädännön näkökulmasta. Tutkimuksessa selvitetään tapahtumien kulku ja työtapaturmaan johtaneet syyt sekä mahdollisuudet estää samankaltaisten tapaturmien toistuminen.

Ympäristöviranomaisen ei tee itse tutkintaa. Viranomaisen pyytää selvityksiä toiminnanharjoittajalta ja antaa määräyksiä tarvittavista toimenpiteistä. Tavoitteena on vastaavien onnettomuuksien ehkäiseminen. Tarvittaessa ympäristöviranomaisen tekee poliisille esitutkintapyynnön. Ympäristönsuojelulain (527/2014) mukaan toiminnanharjoittajan tulee ilmoittaa valvontaviranomaiselle onnettomuudesta viipymättä, jos siitä voi aiheutua välitöntä tai ilmeistä ympäristön pilaantumisen vaaraa. Toiminnanharjoittajan tulee toimittaa viranomaiselle suunnitelma, jonka mukaisesti ympäristön pilaantumista voidaan rajoittaa.

Ydinenergialain (990/1987, muutos 410/2012) mukaan STUKilla on oikeus tutkia ydinenergian käytössä havaittu normaalista poikkeava tapahtuma tai menettely, jolla on tai saattaa olla olennaista merkitystä ydinenergian käytön turvallisuuden kannalta. Tutkinnan tavoitteena on erityisesti selvittää tapahtuman perussyyt ja esittää tavoitteet korjaaville toimenpiteille. Onnettomuuksien tutkinta on yksi osa poikkeavien tapahtumien tutkintaa. STUK voi osallistua asiantuntijana myös esim. Onnettomuustutkintakeskuksen tutkintaan.

Poliisi tutkii poliisitutkintana kaikki työpaikoilla tapahtuneet tapaturmat, jotka ovat aiheuttaneet joko kuoleman tai vakavan vamman (poliisilaki 872/2011, tapaturmavakuutuslaki 608/1948, muutos 723/2002). Jos tapauksissa epäillään rikosta, poliisi tekee rikoksen esitutkintaa (rikoslaki 39/1889, esitutkintalaki 805/2011) ja palonsyöntutkintaa sellaisissa tulipaloissa, joissa seurauksena on ollut henkilön kuolema, vakava henkilövahinko tai huomattava omaisuusvahinko (pelastuslaki 379/2011). Tutkinta on tulipalon

syyn selvittämiseksi tehtävää ja esitutkinnan yleisiä periaatteita noudattavaa taktista ja teknistä tutkintaa.

Tapaturmavakuutuslaitosten liiton (TVL) tutkinnan lähtökohtana on työpaikalla tapahtuneet kuolemaan johtaneet työtapaturmat. Tapauskohtaisesti voidaan tutkia myös muita vakavia työpaikkatapaturmia tai tehdä teematutkintaa. Tutkintaa ei kuitenkaan suoriteta työpaikan ulkopuolisessa tie- eikä muussa liikenteessä sattuneissa kuolemantapauksissa. TOT-menettelyssä on kyse vakuutusalan ja keskeisten työmarkkinajärjestöjen keskinäisen sopimuksen mukaisesta onnettomuustutkinnasta, jonka tarkoituksena on työtapaturmien torjunnan tehostaminen selvittämällä onnettomuuteen johtaneet tapahtumat, tapaturmatekijät ja pohdinta vastaavien tapaturmien torjuntatoimenpiteistä. TVL:n toiminta pohjautuu tapaturmavakuutuslakiin (608/1948).

## **2.2 Seveso-valvonta ja -onnettomuudet**

### **2.2.1 Seveso-valvonta**

Seveso-valvonnan alaisuuteen kuuluvat tuotantolaitokset määräytyvät siellä käsiteltävien ja varastoitavien kemikaalien vaarallisuuden ja määrän mukaan. Seveso-direktiivissä laitokset jaetaan ylemmän tason ns. turvallisuusselvityslaitoksiin (TS-laitos) ja alemman tason nk. toimintaperiaate-asiakirjavelvollisiin (MAPP-laitos) laitoksiin. Suomen lainsäädännön mukaan Tukesin valvontaan kuuluvat Seveso-laitosten lisäksi nk. lupalaitokset.

Euroopan Seveso-lainsäädäntöä noudattavissa jäsenmaissa on yhteensä noin 10 300 Seveso-laitosta, joista ylemmän tason laitoksia on noin 4 800 ja alemman tason laitoksia noin 5 500 (Euroopan komissio 2013). Lukumäärällisesti eniten Seveso-laitoksia on Saksassa (2400 laitosta). Ranskassa, Italiassa ja Iso-Britanniassa on noin 1100 Seveso-laitosta. (Euroopan komissio 2013). Suomessa Seveso-laitoksia on yhteensä noin 280, joista ylemmän tason Seveso-laitoksia on noin 130 ja alemman taso laitoksia 150. Näiden lisäksi Suomessa sovelletaan Seveso-lainsäädäntöä kansallisen lainsäädännön mukaisesti ns. lupalaitoksiin, joita on noin 430 (Tukes 2015).

### **2.2.2 Seveso-onnettomuuksien tutkintaan liittyvä lainsäädäntö**

Seveso-direktiivi ei aseta velvoitteita onnettomuuksien tutkinnasta toiminnanharjoittajalle tai viranomaisille. Direktiivissä on asetettu kuitenkin kriteerit, mistä onnettomuuksista toimivaltaisten Seveso-viranomaisten on raportoitava EU:lle. Raportissa kuvataan mm. onnettomuutta sekä syitä ja sitä mitä opittavaa tapauksesta on. Raportin kirjoittaminen edellyttää näin ollen jollakin tasolla tehtyä onnettomuuksien tutkintaa.

Suomen lainsäädännön mukaan toiminnanharjoittaja on velvollinen ilmoittamaan Tukesille seurauksiltaan vakavista onnettomuuksista, jotka liittyvät kemikaalien käsittelyyn ja varastointiin (L 390/2005, 98 § ja VnA 685/2015, 53 §). Tukes arvioi onnettomuusilmoituksen ja pyytää tarvittaessa lisätietoja.

Tukesin on tutkittava itse valvontaansa kuuluvassa tuotantolaitoksessa tai kemikaalin siirrossa sattunut vakava onnettomuus, jos se on onnettomuuden syyn selvittämisen tai onnettomuuksien ehkäisemisen kannalta tarpeellista. Tukes voi tutkia myös muita toimialallaan sattuneita onnettomuuksia, jos se koetaan tarpeelliseksi. (L 390/2005, 99 §) Tukes nimittää oman tutkintaryhmän vähintään niissä tapauksissa, jotka täyttävät EU:lle raportoitavien onnettomuuksien kriteerit. Tukes on ottanut linjan, jonka mukaan EU:lle raportoidaan kaikki Seveso-laitoksissa sattuneet onnettomuudet, joista Tukes on tehnyt oman tutkinnan. Tukes voi tehdä tutkinnassa yhteistyötä muiden viranomaisten kanssa.

### 2.2.3 Seveso-onnettomuuksista ilmoittaminen EU:lle

Seveso-direktiivissä (2012/18/EU) on kirjattu perusteet, joiden nojalla komissiolle on tehtävä ilmoitus onnettomuudesta. Kriteerit perustuvat onnettomuuteen liittyviin aineisiin, henkilö- ja omaisuusvahinkoihin, välittömiin ympäristövahinkoihin, omaisuusvahinkoihin ja rajojen yli ulottuviin vahinkoihin (taulukko 1). Näiden lisäksi komissiolle on ilmoitettava sellaisista onnettomuuksista ja vaaratilanteista, joilla jäsenvaltiot arvioivat olevan erityistä teknistä merkitystä suuronnettomuuksien estämiselle ja niiden seurauksien rajoittamiselle. Seveso III-direktiivissä ei tullut asiamuutoksia onnettomuuksista ilmoittamisen perusteille Seveso II-direktiiviin verrattuna.

Taulukko 1. Seveso-onnettomuuksien EU:lle ilmoittamisen kriteerit (D 2012/18/EU).

<i>Onnettomuuden seuraus</i>	<i>Ilmoittamisen kriteeri</i>
Onnettomuuteen liittyvät aineet	Tulipalot, räjähdykset tai vahingossa tapahtuneet vaarallisen aineen pääsliittyvät aineet
Henkilö- ja omaisuusvahingot	a) kuolemantapaus b) kuusi henkilöä on loukkaantunut tuotantolaitoksen tiloissa ja ollut sairaalahoitossa vähintään 24 tuntia c) yksi henkilö tuotantolaitoksen ulkopuolella on joutunut sairaalahoitoon vähintään 24 tunniksi d) tuotantolaitoksen ulkopuolella sijaisev(i)a asunto(ja) on vahingoittunut ja tullut käyttökelvottomaksi/käyttökelvottomiksi onnettomuuden johdosta e) henkilöitä on jouduttu evakuoimaan tai heitä on käsketty pysymään sisä- tai suojatiloissa vähintään kahden tunnin ajan (henkilöä × tuntia): jos luku on vähintään 500 f) juomavesi, sähkö, kaasu tai puhelin on ollut poikki yli kaksi tuntia (henkilöä × tuntia): jos luku on vähintään 1 000

Välittömät ympäristövahingot	<p>a) pysyvät tai pitkäaikaiset ympäristövahingot maa-alueilla:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- vähintään 0,5 ha ympäristön tai suojelun kannalta tärkeää, lainsäädännöllä suojeltua elinympäristöä</li> <li>- vähintään 10 ha muuta aluetta mukaan lukien maatalouskäytössä olevat alueet</li> </ul> <p>b) huomattavat tai pitkäaikaiset vahingot vesistössä tai meriympäristössä:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- vähintään 10 km joesta tai kanavasta</li> <li>- vähintään 1 ha järvestä tai lammesta</li> <li>- vähintään 2 ha suistoalueesta</li> <li>- vähintään 2 ha rannikoista tai merestä</li> </ul> <p>c) huomattavat pohjavesivahingot:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- vähintään 1 ha</li> </ul>
Omaisuu- vahingot	<p>a) tuotantolaitokselle aiheutuneet omaisuusvahingot: vähintään 2 milj. euroa</p> <p>b) tuotantolaitoksen ulkopuoliset aineelliset vahingot: vähintään 0,5 milj. euroa</p>
Rajojen yli ulottuvat vahingot	Vaarallisesta aineesta suoranaisesti aiheutunut suuronnettomuus, jonka vaikutukset ulottuvat ko. jäsenvaltion alueen ulkopuolelle

EU:lle raportoitujen suuronnettomuuksien määrä on pysynyt 2000-luvulla melko vakavana siitä huolimatta, että jäsenvaltioiden määrä on lisääntynyt. Vuosittain Seveso-onnettomuuksia rekisteröidään lähes 30. Näistä valtaosa on aiheuttanut merkittäviä kemikaalipäästöjä, henkilö- tai omaisuusvahinkoja. Vaaratilanteita tai muita onnettomuuksia raportoidaan EU:lle melko vähän. Onnettomuuksia sattuu eniten ylemmän tason Seveso-laitoksissa eli turvallisuusselvityslaitoksissa (Euroopan komissio 2013).

Suomessa on sattunut vuosittain 0-2 Seveso-onnettomuutta. Vuosien 2009-2013 aikana EU:lle on raportoitu neljä (taulukko 2) Seveso-onnettomuutta sekä yksi vakava suuronnettomuusvaaratilanne. Ilmoittamisen syynä on ollut kolmessa tapauksessa kuolonuhri, kerran evakuointi ja tuotantolaitokselle aiheutuneet omaisuusvahingot sekä kahdesti yksistään onnettomuuksista oppiminen. Näiden lisäksi Tukes on tehnyt oman tutkinnan lupalaitoksessa sattuneessa räjähdysonnettomuudessa. Lupalaitoksissa sattuneista prosessiturvallisuusonnettomuuksia ei raportoida EU:lle, eikä kyseinen onnettomuus olisi täyttänyt ilmoittamisen kriteereitä.

Taulukko 2. Tukesin tekemä Seveso-onnettomuuksien tutkinta vuosina 2009-2013.

<i>Onnettomuus</i>	<i>Onnettomuuskuvaus</i>	<i>EU:lle ilmoittamisen syy</i>
<b>Forcit Vihtavuori</b> <b>9.7.2013</b>	Emulsioräjähdejätettä sisältäneessä IBC-pakkauksessa oli käynnistynyt reaktio ja arvioitiin, että höyrynnyt pakkaus voi syttyä tuleen tai räjähtää. Tilanteen teki vaaralliseksi se, että pakkaus oli noin 200 muun jätepakkauksen pinossa viiden metrin etäisyydellä räjähdetarastosta. Tapahtumahetkellä suurimpana uhkana pidettiin räjähdystä, jonka vakavat painevaikutukset voisivat ulottua noin 1300 metrin etäisyydelle kohteesta. Alueen asukkaat (noin 2000 asukasta) päätettiin evakuoida ennen kuin pakkausta ryhdyttiin siirtämään ja jäähdyttämään. Onnistuneiden pelastustoimien jälkeen evakuointi voitiin purkaa samana iltana. Jätepakkauksessa olleet herkistetty emulsioräjähdde ja pyriittipitoinen kiviaines reagoivat keskenään. Pakkaus oli peräisin kaivokselta, jossa oli vuotta aikaisemmin tehty uudella panostusajoneuvolla epäonnistuneita panostuksia ja suuri määrä jätettä oli valunut kaivoskäytävän lattialle. Herkistetyn emulsion ja kiviaineksen jäteseosta ei tunnistettu poikkeamaksi vaan se toimitettiin räjähddejäteohjeen mukaisesti Vihtavuoreen, kuten mikä tahansa suuri määrä emulsioräjähddejätettä. (Onnettomuustutkintaraportti Dnro 6398/06/2013)	Suuronnettomuuden vaaratilanne ja onnettomuuksista oppiminen
<b>Eurenko Vihtavuori</b> <b>21.5.2012</b>	Ruutitehtaan kiertomateriaalin gelatinoinnissa syttyi humahdusmainen tulipalo, joka sammui nopeasti sammutinjärjestelmän lauettua. Palossa loukkaantui kaksi työntekijää, joista toisen palovammat olivat vakavia. Palanut materiaali oli eetteri/eetteri-ilmaseos sekä kiertomateriaali. Onnettomuuden vakavuuteen vaikutti sekoitinhuoneen ilman korkea eetteripitoisuus. Syttymisen aiheutti staattinen sähkö tai iskemä. (Onnettomuustutkintaraportti Dnro 4076/06/2012)	Onnettomuuksista oppiminen
<b>Talvivaara Sotkamo Oy</b> <b>15.3.2012</b>	Metallien talteenottolaitoksella sattui onnettomuus, jossa kuoli yksi työntekijä ilman korkean rikkivetypitoisuuden vuoksi. Onnettomuuden todennäköinen tekninen syy oli esineutraloinnin varastosäiliöön pumpatun kalkkikivilietteen aiheuttama reaktio, jonka seurauksena hiilidioksidia ja rikkivetyä pääsi purkautumaan tehdasalueelle. (Onnettomuustutkintaraportti Dnro 2007/06/2012)	Onnettomuuden vaikutukset ihmiselle (1 kuolonuhri)

<b>Arizona Chemical Oy</b> <b>7.6.2011</b>	Raakatärpättiä sisältänyttä kuljetussäiliötä pessyt autonkuljettaja menehtyi pesupaikalla. Kuljettaja oli purkanut raakatärpättikuorman normaalisti tehtaalle, jonka jälkeen hän oli siirtynyt tärpättisäiliöiden pesupaikalle. Kuljettaja oli pessyt kuljetussäiliötä miesluukun kautta, kun hän oli pesun aikana tuupertunut miesluukun päälle ja löydetty kuolleena tapahtumapaikalta. Tärpättisäiliön pesussa kuljettaja altistuu miesluukun kautta nouseville haitallisille kemikaalihöyryille. Kuljettajalla ei ollut hengityssuojainta pesua suoritettaessa. (Onnettomuustutkintaraportti Dnro 6701/06/2011)	Onnettomuuden vaikutukset ihmiselle (1 kuolonuhri)
<b>Arizona Chemical Oy</b> <b>15.9.2010</b>	Säiliöräjähdyksessä alihankkijan työntekijöiden tehdessä tulitöitä tislauksjäännöksen varastosäiliön uusitulla katolla. Räjähdyksessä kuoli yksi ihminen ja yksi loukkaantui vakavasti. Säiliön katto lensi räjähdyksen voimasta 85 metrin päässä olleen työmaakopin seinään. Katolla käytettiin kulmahiomakonetta ja hitsauslaitteita, jolloin säiliöön päässyt kaasuilimaseos syttyi räjähdyksenomaisesti. Kaasuilimaseos oli päässyt säiliöön viereisestä säiliöstä hönkäputkea pitkin. (Onnettomuustutkintaraportti Dnro 11573/06/2010)	Onnettomuuden vaikutukset ihmiselle
<b>Abloy Oy</b> <b>30.1.2009</b>	Pintakäsittelylaitoksella syttyi tulipalo ja laitos tuhoutui täysin. Yksi työntekijä kävi sairaalassa tutkittavana ja alue evakuoitiin 500 m säteellä. Pintakäsittelylaitoksessa olleet kemikaalit sekoittuivat sammutusvesiin aiheuttaen ympäristövaikutuksia. Tulipalon aikana muodostui syaanivetyä, josta ei kuitenkaan todennäköisesti aiheutunut vaaraa lähialueen ihmisille. Palon syttymisen syy oli prosessin virransyöttöjärjestelmän virtakiskojen ylikuumentuminen todennäköisesti kiskojen liitosten löystymisen vuoksi. (Onnettomuustutkintaraportti Dnro 434/06/2009)	Vaikutukset ihmiselle (evakuointi) ja omaisuudelle (laitoksella taloudelliset menetykset yli 2 milj. euroa) sekä onnettomuuksista oppiminen
<b>Kuitu Finland Oy</b> <b>2.9.2009</b>	Räjähdysonnettomuus sattui rikkihiilisäiliön pesun yhteydessä ja siinä loukkaantui kaksi ihmistä. Onnettomuuden välittömänä syynä oli säiliön riittämätön suojatypetus, joka aiheutti rikkihiilipitoisen kaasuilimaseoksen räjähdyksen. Räjähdyksestä edelsi pesusuuttimen iskeytyminen säiliön sisäseinämää vasten.	ei ilmoitettu EU:lle; ei Seveso-laitos

Tiedot, jotka jäsenvaltioiden on annettava suuronnettomuuden jälkeen, on esitetty Seveso III-direktiivissä (2012/18/EU). Seveso II-direktiiviin verrattuna on tehty pieniä täsmennyksiä sekä lisäyksiä (kohta e). Jäsenvaltioiden on toimitettava komissiolle seuraavat tiedot:

- a) jäsenvaltio ja ilmoituksesta vastaavan viranomaisen nimi ja osoite
- b) onnettomuuden päivämäärä, kellonaika ja paikka sekä toiminnanharjoittajan täydellinen nimi ja kyseessä olevan tuotantolaitoksen osoite
- c) lyhyt kuvaus suuronnettomuuden olosuhteista, mukaan lukien selostus vaarallisista aineista, joita siinä oli mukana, ja ihmisten terveydelle ja ympäristölle aiheutuneista välittömistä vaikutuksista
- d) lyhyt kuvaus toteutetuista pelastustoimenpiteistä sekä välittömästi toteutettavista varotoimenpiteistä, jotta estettäisiin onnettomuuden toistuminen
- e) selvitystyönsä tulokset ja suositukset.

Seveso-lainsäädäntöä noudattavat maat raportoivat omissa valvontakohteissaan sattuneet Seveso-onnettomuudet EU:n ylläpitämään sähköiseen eMARSiin. eMARSia ylläpitää Major Accident Hazards Bureau (MAHB) Italiassa. eMARSin tarkoituksena on kemikaalionnettomuuksien ennaltaehkäisy ja mahdollisten onnettomuuksien seurausten vähentäminen helpottamalla kemikaalionnettomuuksien ja vaaratilanteiden tiedonvaihtoa sekä onnettomuuksista oppimista (eMARS 2014). Kullakin jäsenmaan yhdyskunnilla on pääsy maan omien onnettomuuksien raportteihin. eMARS-rekisteriin kirjatut onnettomuudet käydään läpi ja tarvittaessa muokataan sopiviksi julkiseen, kaikille avoimeen, rekisteriin.

eMARS-tietokanta antaa hyvän lähtökohdan aikaisemmista onnettomuuksista oppimiselle (Sales et al. 2007, Mushtaq 2008). Rekisterissä olevien onnettomuustietojen pohjalta tehdään erilaisia analyysejä esim. onnettomuuteen vaikuttaneista syistä, hälytys- ja pelastustoimien tehokkuudesta, kemiallisista reaktioista tai onnettomuuksista oppimisesta, (esim. Jacobsson et al. 2009, Jacobsson et al. 2010, Sales et al. 2007, Sales et al. 2008) ja tilastoja sekä vuodesta 2012 alkaen onnettomuuskatsauksia aihealueittain (Lessons Learned Bulletin esim. vetyonnettomuuksista, urakoitsijoille sattuneista onnettomuuksista, ympäristöonnettomuuksista ja öljynjalostamoiden korroosio-onnettomuuksista) (MAHB 2014).

Jäsenmaiden eMARSiin toimittamat onnettomuustutkintaraportit vaihtelevat laadultaan paljon. Osa raporteista on tasoltaan heikkoja ja yleisenä havaintona on tehty, että onnettomuuden taustalla vaikuttaneiden syytekijöiden raportointi on ollut vähäistä. Onnettomuuksista oppimista ei myöskään ole tapahtunut siinä määrin kuin olisi toivottavaa. Onkin esitetty, että jäsenmaiden tulisi tarkistaa tutkinta- ja raportointikäytäntöjään. (Jacobsson et al. 2010)

## 2.3 Onnettomuusmallit

Onnettomuusmallit kuvaavat onnettomuuden syntymiseen vaikuttavia tekijöitä ja pelkistävät onnettomuuksien syntymistä. Onnettomuusmalleja on kehitetty, jotta ymmärrettäisiin, miksi onnettomuuksia sattuu ja miten onnettomuudet syntyvät. (Kjellén 2000). Onnettomuusmallit muodostavat perustan onnettomuuksien tutkinnalle ja ennaltaehkäisemiselle (Leveson 2004).

Vanhimman onnettomuusmallin, Heinrichin vuonna 1931 esittämän domino-teorian mukaan onnettomuus on yhden syyn aiheuttama perättäisten tapahtumien ketju (Heinrich 1959). Turvallisuustiedon ja ymmärryksen lisääntymisen myötä yhden syyn aiheuttamat onnettomuusmallit eivät enää vastaa tämän hetken käsitystä onnettomuuksien synnyistä (Reiman et al. 2008). Turvallisuusajattelun alkuvaiheessa turvallisuutta pyrittiin parantamaan teknisillä suojauksilla tai lisäämällä ohjeistusta, mutta ne yksistään eivät riitä estämään onnettomuuksia, vaan tarvitaan ymmärrystä myös organisatoristen sekä sosioteknisten järjestelmien vuorovaikutuksista (ESReDA 2009). Nykypäivän monimutkaisissa järjestelmissä onnettomuudet pitäisi nähdä pikemminkin seurauksena normaalista toiminnasta kuin epänormaalista (Lundberg et al. 2009). Nykyisin inhimillisten tekijöiden (human factors) arviointi on yksi keskeisistä haasteista onnettomuus-tutkinnassa (Energy Institute 2008).

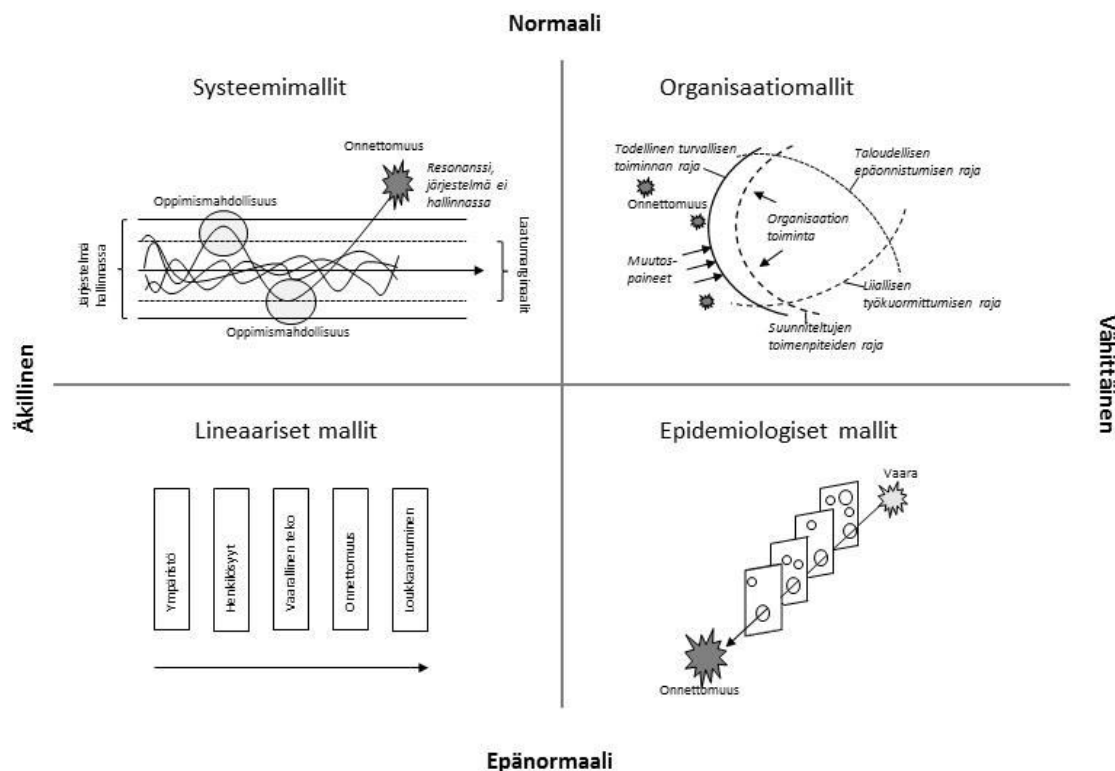
Tekniikan ja yhteiskunnan kehittyessä sekä onnettomuuksien tullessa monimutkaisemmiksi (Leveson 2004), tarvitaan onnettomuusmallien kehittämistä jatkossakin. Jos tutkinnassa käytettävä onnettomuusmalli on väärä tai puutteellinen, voi myös onnettomuudesta ja sen syistä muodostunut kuva olla puutteellinen ja virheellinen (Reiman et al. 2008).

Onnettomuusmallit on kirjallisuudessa jaoteltu eri tavoilla. Reiman et al. (2008) ovat ryhmitelleet onnettomuusmallit Holnagelin esityksen pohjalta lineaarisiin, epidemiologisiin ja systeemisiin malleihin. Aikaisemmin mallit on jaettu tapahtumaketju-, prosessi-, energiansiirtymis-, loogisiin puu-, ihmisten tietojen käsittely- sekä turvallisuusjohtamismalleihin (Kjellén 2000, Sklet 2002).

Vuoden 2008 jälkeen on havaittu, että systeemiä malleja on erilaisia riippuen siitä minkälaisena ilmiönä systeemi nähdään. Tämän vuoksi systeemisistä malleista on eriytetty erilleen organisaatiomallit. (Reiman 2014) Tässä työssä käytetään Reimanin (2015) jaottelua onnettomuusmalleista.

Reimanin (2015) mukaan onnettomuusmallit poikkeavat toisistaan ajallisessa ulottuvuudessa eli tapahtuvatko onnettomuudet äkillisesti vai vähittäisesti. Toinen eroavaisuus on, nähdäänkö onnettomuuden syntyvän virheiden tuloksena vai normaalina tapahtumana (kuva 4). Onnettomuustutkintamallit heijastelevat suoraan myös laajemmin turvallisuusajattelun yleistä kehittymistä vuosikymmenten kuluessa.





Kuva 4. Onnettomuusmallien jaottelu sen mukaan tapahtuvatko onnettomuudet äkillisesti vai vähittäin ja nähdäänkö onnettomuus normaalina vai epänormaalina tapahtumana (Reiman 2015).

### 2.3.1 Lineaariset mallit

Yksinkertaisin onnettomuusmalli perustuu ajatukseen, että onnettomuus kehittyy tietyssä järjestyksessä perättäisinä tapahtumina. Ajallisesti eteneville tapahtumille on olemassa jokin syy, eli tapahtumaketjun aiheuttaa virhe tai epäonnistuminen. Syyn poistaminen (esim. pätevien ja turvallisuustietoisten ihmisten rekrytointi, koulutus, ohjeistus, tekniset suojaukset ja turvallisuusasenteet) estäisi onnettomuuden toistumisen. Lineaarisisissa malleissa inhimilliset tekijät nähdään uhkana turvallisuudelle. (Reiman et al. 2008 ja Reiman 2015)

Mallin kehittämisen aikaan tekniikassa ja koneissa oli paljon puutteita ja onnettomuuksia voitiin olennaisesti vähentää lisäämällä koneisiin teknisiä suojauksia. Lineaarisia malleja ovat Heinrichin dominomalli eli ketjureaktiomalli, onnettomuuksien pyramidimalli sekä inhimilliset virheet. Lineaariset mallit ovat yksinkertaisia ja helposti mielletäviä. Ne eivät ota huomioon ympäristötekijöiden vaikutuksia, suojauksia tai organisaation piileviä vikoja. Lineaariset mallit eivät myöskään huomioi, että onnettomuuksien syntymiseen vaikuttaa usein monta tekijää. (Reiman et al. 2008)

Perinteisiä perättäisten tapahtumien onnettomuusmalleja on arvosteltu siitä, että ne eivät sovellu nykypäivän monimutkaisille järjestelmille (Bouloiz et al. 2013). Perättäisten tapahtumien mallit eivät huomioi järjestelmien vuorovaikutussuhteita ja ne keskittyvät teknisten syytekijöiden havainnointiin (Bouloiz et al. 2013). Näillä malleilla on kui-

tenkin monia hyviä puolia, ja niiden avulla voidaan havainnollistaa tapahtumien kulku ja siihen vaikuttavat tekijät. Perättäisten tapahtumien mallit eivät aina yksin riitä onnettomuuksien tutkinnassa, mutta yhdistettynä toisten menetelmien kanssa niistä on hyötyä onnettomuuksien tutkinnassa.

### 2.3.2 Epidemiologiset mallit

Suuret onnettomuudet osoittivat 1980-luvulla tarpeen kehittyneemmille malleille, jotka kuvaavat onnettomuuden kehittymistä sairauden tavoin piilevien ja näkyvien tekijöiden ajallisena ja paikallisena vuorovaikutuksena (epidemiologiset mallit). Itämisajan aikana organisaatioon ja sen suojauksiin kasaantuu vähitellen piileviä virheitä, jotka jokin aktiivinen virhe (onnettomuuden alkutapahtuma) laukaisee. Mallin mukaan onnettomuudet voidaan estää teknisillä ja organisatorisilla suojauksilla, tapahtumien analysoinnilla (poistetaan piilevät virheet tai estetään piilevien virheiden vaikutukset) sekä vahvalla turvallisuuskulttuurilla. Epidemiologisissa malleissa inhimilliset tekijät nähdään turvallisuusuhkana, mutta myös suojaimekanismina. (Reiman et al. 2008)

Epidemiologiset mallit ovat yleisimmin käytettyjä onnettomuuksien tutkimisissa, mutta ne eivät sovellu kaikkiin tilanteisiin. Epidemiologisilla malleilla ei pystytä selittämään esimerkiksi sellaisia onnettomuuksia, jotka liittyvät useiden eri organisaatioiden toimintaan (yhteinen työpaikka, verkostoitunut toiminta). (Reiman et al. 2008) Tukesin tekemissä tutkimisissa on usein kyseessä monta toimijaa.

Epidemiologiset mallit eroavat lineaarisista malleista siten, että epidemiologiset mallit huomioivat myös suorituspoikkeamat, ympäristötekijät, suojaukset sekä latentit tilat. Epidemiologiassa malleihin kuuluvat esim. Reasonin ns. reikäjuustomalli (Reason 1990) sekä Haddonin energiamalli (Haddon 1980). (Reiman et al. 2008)

Reasonin malli on suosituin onnettomuusmalli ja teollisuudessa laajasti käytetty (Underwood et al. 2014). Reasonin mallin on todettu olevan asianmukainen myös onnettomuustutkinnassa, jossa tarkastellaan onnettomuutta sosioteknisen järjestelmän näkökulmasta (Underwood et al. 2014).

### 2.3.3 Systemiset mallit

Systemisten onnettomuusmallien taustalla on ajatus siitä, että ne pyrkivät kuvaamaan tunnusomaista toimintaa koko sosioteknisen järjestelmän tasolla sen sijaan, että pyrkisivät tunnistamaan tiettyjä syy-seuraus -mekanismeja tai epidemiologisia tekijöitä (Reiman et al. 2008). Mallin mukaan onnettomuudet syntyvät systeemin joidenkin toimintojen normaalin vaihtelun resonoidessa jonkin toisen toiminnon vaihtelun kanssa. Onnettomuudet aiheutuvat näin ollen odottamattomien yhteenliittymien vuoksi. Mallin mukaan onnettomuudet voidaan estää ymmärtämällä, miten ihmiset ja organisaatiot normaalisti toimivat, tukemalla päivittäisten kompromissien tekemistä ja tunnistamalla yhteisvaihtelun lähteitä. Systemisissä malleissa inhimilliset tekijät nähdään turvallisuuden luomiseksi tarpeellisina, mutta ihmisten toiminnan luonne aiheuttaa myös onnettomuuksia. (Reiman 2015).

Systeemisistä onnettomuusmalleista Reiman et al. (2008) ovat esitelleet funktionaalisen resonanssin mallin, entropiamallin, organisaation ajalehtimisen onnettomuuteen sekä onnettomuuksien banaalisuuden. Tämän hetken jaottelun mukaan organisaatioiden ajalehtiminen edustaa neljättä onnettomuusmallia eli organisaatiomallia (Reiman 2014).

### **2.3.4 Organisaatiomalli**

Organisaatiomallien mukaan onnettomuudet syntyvät, kun organisaatiot vähitellen ajalehtivät ja kehittävät rutiineita sekä normalisoivat ja yksinkertaistavat toimintaympäristöään, kunnes jokin havaittu tai havaitsematon vaara toteutuu. Mallin mukaan onnettomuudet voidaan estää työn ja kulttuurin analysoimisella, vertaamalla virallista ja epävirallista organisaatiota sekä selkeyttämällä turvallisen toiminnan rajoja. (Reiman 2015)

### **2.3.5 Onnettomuusmallit vs. onnettomuustutkimintamenetelmät**

Onnettomuusmallit kuvaavat onnettomuuksien mahdollisia syntymekanismia. Mallit perustuvat teoreettisiin hypoteeseihin eli oletuksiin, vaikka onnettomuuksien mallintamisessa hyödynnetäänkin sattuneista onnettomuuksista kerättyä tietoa. Onnettomuustutkimintamenetelmät puolestaan ovat konkreettisia, tutkinnassa käytettäviä työkaluja, tekniikoita tai apuvälineitä. Sama onnettomuusmalli voi olla usean eri onnettomuustutkimintamenetelmän taustalla. (Katsakiori et al. 2009)

Onnettomuuksien tutkimintaan kehitetyt erilaiset menetelmät perustuvat joko yhteen tai useaan onnettomuusmalliin. Toisaalta on myös menetelmiä, jotka eivät perustu yhteenkään tunnettuun onnettomuusmalliin. Onnettomuusmallien tunteminen auttaa ymmärtämään ja hyödyntämään onnettomuustutkimintamenetelmiä paremmin. (Katsakiori et al. 2009) Menetelmien valinnassa tulisi huomioida myös taustalla vaikuttava onnettomuusmalli (Katsakiori et al. 2009), vaikka onnettomuusmallien ja onnettomuustutkimintamenetelmien luokittelu ei ole määräävä. Esimerkiksi Underwood et al. (2014) ovat tieteellisessä tutkimuksessaan todenneet, että epidemiologisiin malleihin luokiteltava Reasonin malli soveltuu myös sosioteknisen järjestelmän mukaiseen tarkasteluun.

Joskus onnettomuusmallit ja onnettomuuksien tutkimintamenetelmät ovat menneet käsitteinä sekaisin. Tämä on ymmärrettävää senkin puolesta, että tutkimintamenetelmille ei ole laadittu yleisesti hyväksytyjä luokitteluja, termejä tai määritelmiä (Ziedelis et al. 2011). Toisaalta käsitteillä onnettomuuksien tutkiminta, riskinarviointi ja turvallisuusjohtaminen on useita yhtymäkohtia (Harms- Ringdahl 2004). Esimerkiksi jotkut riskinarviointimenetelmät soveltuvat myös onnettomuuksien tutkimintaan (Harms-Ringdahl 2004, Spangenberg et al. 2000).

## **2.4 Onnettomuustutkiminta**

### **2.4.1 Onnettomuustutkiminnalla tapahtumien mallintamista**

Onnettomuustutkiminta on onnettomuuteen johtaneiden tietojen keräämistä ja tutkiminta (Harms-Ringdahl 2004). Onnettomuustutkiminnalla pyritään mallintamaan tapahtumaket-

jua sekä onnettomuuteen vaikuttaneita syitä ja syytekijöitä, jotta saataisiin selville, kuinka onnettomuus tapahtui ja miksi (Rollenhagen 2003). Onnettomuustutkinnan periaatteet ovat sovellettavissa myös vaaratilanteiden ja muiden turvallisuuteen vaikuttavien tekijöiden tutkintaan.

Onnettomuuksien tutkinta yhdessä vaaratilanteiden ja tapaturmien kanssa on keskeinen keino lisätä ymmärrystä organisaation toiminnasta (Reiman et al. 2008, Kontogianis et al. 2000). Tapahtumien analysointi antaa tietoa organisaation toimintatavoista ja haavoittuvuuksista (Reiman et al. 2008). Näiden perusteella voidaan määrittää korjaavia toimenpiteitä vastaavanlaisten onnettomuuksien ja vaaratilanteiden ennaltaehkäisemiseksi (Kjéllen 2000).

Onnettomuuksien ja vaaratilanteiden analysointia ei kuitenkaan aina tehdä riittävästi, eikä saatuja tuloksia hyödynnetä toiminnan kehittämisessä (Laakso et al. 2013). Onnettomuustutkinnasta saatuja oppeja tulisi huomioida niin onnettomuustutkinnassa, riskienarvioinnissa kuin turvallisuusjohtamisjärjestelmässä sekä edelleen niin toiminnallisella tasolla, ohjeistuksessa kuin johtamisessakin (Harms-Ringdahl 2004). Aina näin ei kuitenkaan toimita. Laakso et al. (2013) mukaan tutkinnasta saatavaa tietoa tulisi hyödyntää riskianalyseissa ja varautumisen kehittämisessä aiempaa enemmän. Yhtenä selittävänä tekijänä on, että onnettomuustutkinnan ja riskienarvioinnin välistä yhteyttä ei ole määritelty onnettomuustutkinnan menettelyohjeissa (Lundberg et al. 2009).

Onnettomuustutkinnalla on pitkät perinteet, mutta monenlaista kehittymistä on tapahtunut. Turvallisuusajattelun kehittymisen myötä yhä useammassa organisaatioissa onnettomuuksien tutkinta on osa turvallisuustutkintaa (Harms-Ringdahl 2013). Turvallisuustutkinnan tarkoituksena on yleisen turvallisuuden lisääminen, onnettomuuksien ja vaaratilanteiden ehkäiseminen sekä onnettomuuksista aiheutuvien vahinkojen torjuminen (L 525/2011, HE 204/2010). Turvallisuustutkinnalla ilmaistaan tavoitetta tunnistaa järjestelmän heikkouksia toiminnan kehittämiseksi (ESReDA 2009) ilman, että etsitään syyllisiä (Harms-Ringdahl 2013).

Onnettomuustutkinta on tällä hetkellä laajenemassa ja kehittymässä (ESReDA 2009). Erityisesti kiinnitetään huomiota onnettomuuksista oppimiseen ja tutkintojen laadun kehittämiseen (ESReDA 2009). Jokainen vaaratilanne ja onnettomuus ovat mahdollisuuksia oppimiseen, mutta nämä oppimistilanteet tulee helposti hukattua, jos tutkintaa ei viedä riittävän pitkälle taustalla vaikuttaneiden tekijöiden syytekijöiden selvittämiseksi (Energy Institute 2008) tai onnettomuuksista oppimisen ketju katkeaa jossain vaiheessa (Lindberg et al. 2010). Onnettomuuksista oppimisen tehostamiseksi muualla sattuneet onnettomuudet tulisi myös käsitellä ja tarvittaessa ryhtyä asianmukaisiin toimiin (esim. voisiko vastaava sattua meillä) ja toiminnan kehittämiseen.

## 2.4.2 Onnettomuustutkinnan oleellisuus ja luotettavuus

### *Mitä etsit, sitä löydät*

Yksi onnettomuuksista oppimisen tehokkuuden ja tutkinnan vaikuttavuuteen liittyvä näkökulma on se, minkälaisia syytekijöitä tutkinnalla löydetään ja minkälaisia suosituksia tutkinnan perusteella annetaan. Ruotsalaistutkijat (Lundberg et al. 2010) ovat tutki-

muksessaan todenneet, että onnettomuustutkintaan laaditut menettelyohjeet ovat keskeisessä asemassa siihen, minkälaisia syytekijöitä tutkinnalla etsitään ja toisaalta löydetään. Menettelyohjeissa tai tutkintakäsikirjoissa on yleensä määritelty onnettomuusmalli ja menetelmä(t), jotka ohjaavat tutkinnassa kerättävää aineistoa ja tehtävää analyysii. Lundberg et al. (2009) ovat esittäneet kirjainyhdistelmän WYLFIWYF, joka tulee sanoista What You Look For Is What You Find eli mitä etsit, sitä löydät.

### *Mitä löydät, sitä korjaat*

Tehokkuuteen ja vaikuttavuuteen liittyvä keskeinen näkökulma on, kuinka hyvin asetettuihin tavoitteisiin päästään. Onnettomuustutkinnan yksi yleisesti määritetyistä keskeisistä tavoitteista on ennaltaehkäistä jatkossa vastaavanlaiset onnettomuudet. Tämä on mahdollista siinä tapauksessa, että tutkinnassa on löydetty onnettomuuteen vaikuttaneet perimmäiset syytekijät ja toisaalta niiden poistamiseksi pystytään määrittämään oikeanlaiset suositukset. Usein kuitenkin tutkinta lopetetaan sille tasolle, kun on löydetty estettävikissä olevat syyt (Lundberg et al. 2010).

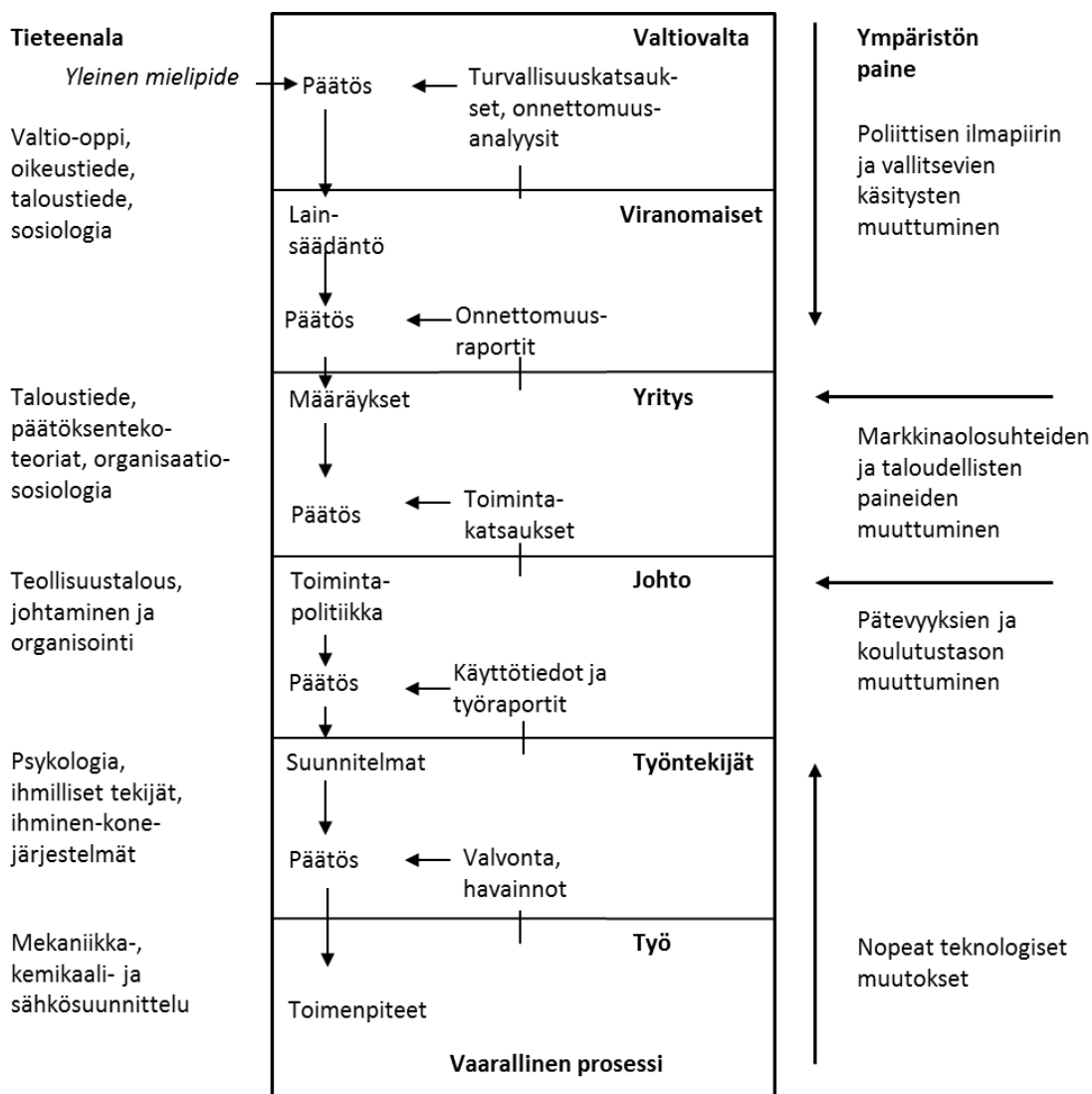
Lundberg et al. (2009) ovat selvittäneet, mitkä tekijät rajoittavat tutkintaa ja korjaavien toimenpiteiden suunnittelua. Tutkimuksen mukaan periaate What You Find Is What You Fix (mitä löydät, sitä korjaat) ei aina pidä paikkansa. Tutkimuksessa löydettyjä rajoitteita olivat:

- Mitä voit korjata, riippuu siitä, mitä pystyt ymmärtämään (esim. kokemus vaikuttaa).
- Mitä korjaat, riippuu siitä, mitä pystyt tutkimaan (käytettävissä olevat resurssit).
- Mitä korjaat, riippuu siitä, mitä voit löytää (kertovatko ihmiset tapahtumista, pääseekö onnettomuuspaikkaan tutustumaan, tiedon jakaminen).
- Mitä korjaat, riippuu siitä, mitä uskallat löytää (johdon vastus).
- Mitä pystyt korjaamaan, riippuu siitä, mitä löydät (kuinka pitkälle tutkintaa viedään, analyysin lopettamissääntö).
- Mitä korjaat, riippuu siitä, mitä tiedät kuinka asia korjataan.
- Mitä korjaat, riippuu siitä, mitä löydät.
- Mitä korjaat, riippuu siitä, mitä aiot korjata.
- Mitä korjaat, riippuu siitä, mitä joku toinen päättää korjata.
- Mitä korjaat, riippuu siitä, mitä on mahdollista korjata.
- Mitä korjaat, riippuu siitä, kuka olet.
- Mitä korjaat, riippuu kustannuksista ja saavutettavissa olevista hyödyistä.
- Mitä korjaat, riippuu siitä, mitä on helppo ymmärtää ja minkä tiedetään toimivan.

Näin ollen on oikeimmin sanottu, että se, mitä löydät, ei aina ole se, mitä korjaat (What You Find Is Not Always What You Fix) (Lundberg et al. 2010).

### 2.4.3 Viitekehys suuronnettomuuksien tutkintaan

Tarkasteltaessa yrityksissä sattuvia onnettomuuksia nykyaikaisessa dynaamisessa yhteiskunnassa, onnettomuuteen vaikuttavia syytekijöitä voi löytyä sosioteknisen järjestelmän monelta eri tasolta. Rasmussen (1997) on esittänyt, kuinka lainsäätäjät, viranomaiset, yhdistykset ja järjestöt, ylin johto, työnjohto ja työntekijät omilla päätöksillään ja toiminnallaan voivat vaikuttaa onnettomuuksien syntyyn (kuva 5). He tuovat myös esille ympäriltä tulevia paineita sosioteknisessä järjestelmässä. Näitä ovat esim. poliittisen ilmapiirin muuttuminen, markkinaolosuhteiden ja taloudellisten paineiden muuttuminen sekä muutokset osaamisessa ja teknologiassa.



Kuva 5. Riskien hallintaan ja onnettomuuksien tutkintaan liittyvä sosiotekninen järjestelmä (Rasmussen 1997, Rasmussen et al. 2000).

Edellä kuvattua viitekehystä käytetään mm. suuronnettomuuksien tutkinnassa (Sklet 2004). Tämä ei toki ole ainoa soveltuva viitekehys, mutta kuvaa esimerkiksi Tukesissa tehtävää Seveso-onnettomuuksien tutkintaa. Svedung ja Rasmussen (2002) ovat kehittäneet tämän pohjalta AcciMap-menetelmän, joka on vakiintunut onnettomuustutkinta-

menetelmä Tukesissa ja Onnettomuustutkintakeskuksessa. Tarkasteltaessa onnettomuutta AcciMap:lla, onnettomuuteen vaikuttavia syytekijöitä ja onnettomuuksien ehkäisemistä tulee arvioitua sosioteknisen järjestelmän eri tasoilla aina lainsäädäntötasolle asti.

#### **2.4.4 Turvallisuusajattelun kehittymisen vaikutukset onnettomuustutkintaan**

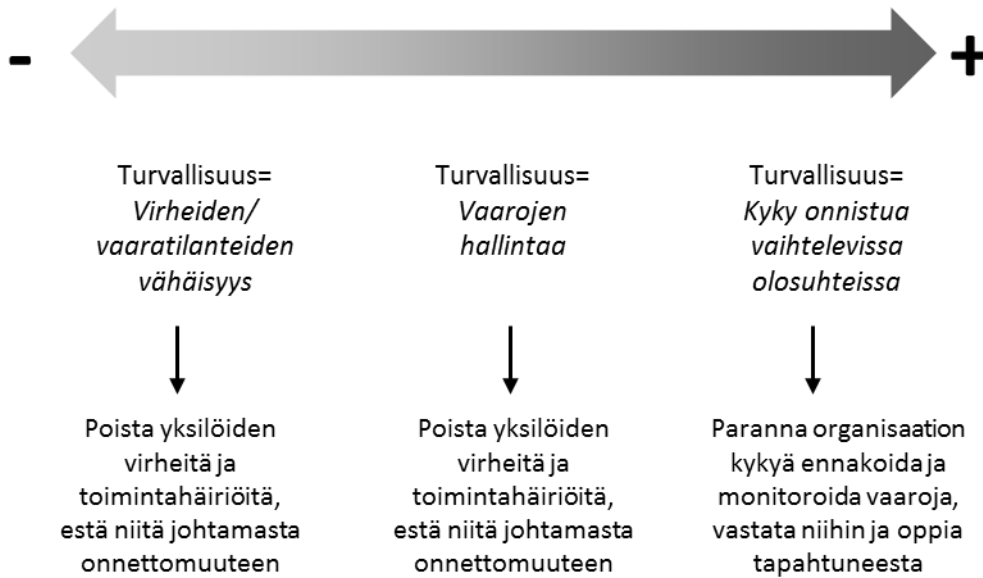
##### *Safety I ja Safety II*

Turvallisuusajattelu kehittyy koko ajan. Turvallisuus on perinteisesti määritelty epäsuorasti turvattomuuden kautta eli esim. onnettomuuksia ja vaaratilanteita esiintyy mahdollisimman vähän (Hollnagel 2014). Hollnagel (2014) käyttää tällaisesta yksilöiden *virheiden ja vaaratilanteiden poistamiseen* perustuvasta reaktiivisesta turvallisuusajattelusta termiä Safety I.

Negatiiviseen turvallisuusajatteluun perustuva Safety I ei tämän hetken turvallisuus käsityksen mukaan kuitenkaan riitä, vaan organisaatioiden tulee pystyä varmistamaan, että kaikki *menee oikein vaihtelevissakin olosuhteissa*, eikä onnettomuuksia pääse syntymään (Hollnagel 2014). Hollnagel (2014) käyttää tästä turvallisuusajattelusta, joka perustuu organisaation kykyyn ennakoita ja hallita vaaroja, vastata niihin sekä oppia tapahtuneesta (Reiman 2015) termiä Safety II. Safety II-ajattelun mukaan turvallisuuden kehittäminen edellyttää onnistumisten tunnistamista ja mittaamista, päämäärätietoista ja tavoitteellista turvallisuuden kehittämistä (Hollnagel 2014). Safety II perustuu Hollnagelin resilienssi-ajatteluun.

Kokonaisvaltaisen turvallisuuden hallitsemiseksi organisaatioiden tulee huomioida omassa toiminnassaan niin Safety-I kuin Safety II-ajattelu. Safety I-ajattelussa keskitytään ei-toivottujen tapahtumien vähentämiseen poistamalla virheitä ja häiriöitä niin paljon kuin mahdollista ja Safety II-ajattelussa pyritään onnistumaan vaihtelevissa olosuhteissa vahvistamalla organisaation mukautumiskykyä (resilienssiä). Resilienssillä voidaan parhaimmillaan tuoda uusia tapoja ja menetelmiä turvallisuustyöhön esimerkiksi organisaatioissa, joissa nyky menetelmillä ei ole saavutettavissa kehittymistä turvallisuustilanteeseen (Uusitalo et al. 2009), mutta tieteellistä evidenssiä asiasta ei ole esitetty.

Reiman (2015) kirjoittaa Hollnagelin esitysten pohjalta, että vallitsevan ajattelun mukaan painotetaan siirtymistä negatiivisen korostamisesta positiivisen vahvistamiseen (kuva 6). Näiden lisäksi tulee tehdä myös vaarojen hallintaa poistamalla vaaroja ja vähentämällä niiden toteutumisen seuraamuksia (Reiman 2015).



Kuva 6. Turvallisuuden erilaisia näkökulmia, jotka kaikki ovat tärkeitä (Reiman 2015).

Onnettomuustutkinta itsessään edustaa epäonnistumisten tutkintaa, mutta onnettomuuksista oppiminen ja hyvien käytäntöjen vahvistaminen positiivista turvallisuusajattelua. Viranomaisilla on tärkeä rooli hyvien käytäntöjen keräämisessä ja välittämisessä, koska viranomaisilla on laaja näkemys valvomansa toimialan käytännöistä (Laakso et al. 2013). Tässä tutkimuksessa lähtökohtana on turvallisuuden kehittäminen onnettomuuksista oppimisella ja hyvillä käytännöillä.

#### *Tutkintaa teemoittain*

Onnettomuuksista oppimisen kannalta on joskus hyödyllistä tehdä tutkintaa teemoittain tai ilmiöittäin. Tämä tarkoittaa, että *tehdään yhteinen tutkinta useista samankaltaisista onnettomuuksista*, vaaratilanteista (L 525/2011) tai muista poikkeavista tapahtumista. Teematutkintaa ovat Suomessa tehneet esim. Onnettomuustutkintakeskus (esim. rajuilmoista ja taseristeysonnettomuuksista) ja pelastusviranomaiset.

Myös *samantyyppisten onnettomuuksien tutkintojen jälkeen on hyvä kerätä yhteen yksittäisissä tutkinnoissa tehtyjä tuloksia ja annettuja suosituksia* (ESReDA 2009). Tällainen tarkastelu voi nostaa esille asioita, joita ei yksittäisten onnettomuuksien tutkimuksessa pystytä havaitsemaan (ESReDA 2009) ja auttaa priorisoimaan havaittuja kehittämisskohteita. Tällaisia yhteenveitoja ovat tehneet esim. Tapaturmavakuutuslaitosten liitto, Työterveyslaitos ja Liikennevakuutuskeskus sekä Euroopan komissio.

*Onnettomuustietokantojen tarkastelu* on yksi esimerkki tutkintaraporttien pohjalta tehdyistä tarkasteluista. Tällaisia on tehty Seveso-onnettomuuksista ja vaaratilanteista viime vuosina esim. kemikaalisäiliöiden täyttö- ja tyhjennystilanteissa sattuneista onnettomuuksista (Tukes VARO-rekisteristä) tai urakoitsijoille sattuneista onnettomuuksista (EU eMARSista).

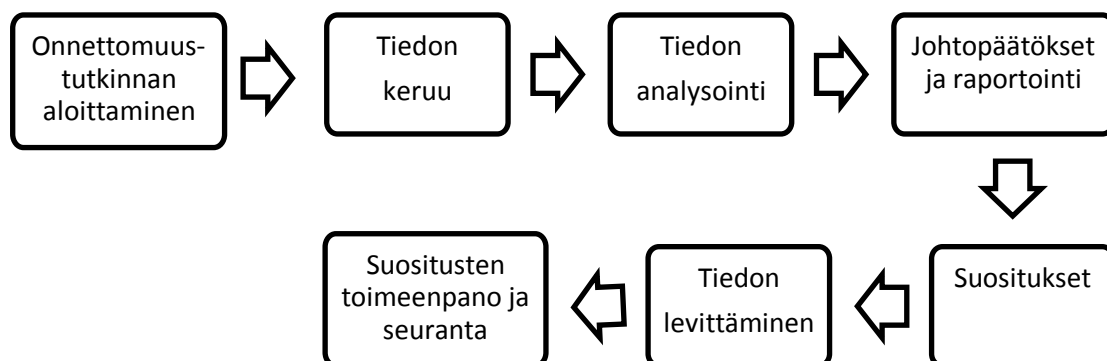


## 2.5 Onnettomuustutkintaprosessi

### 2.5.1 Onnettomuustutkintaprosessin vaiheet

Onnettomuustutkinta jaetaan kirjallisuudessa hieman erilaisiin prosessivaiheisiin (DOE 1999, ESReDA 2009, Strömgren 2013, Harms-Ringdahl 2013). Perinteisesti onnettomuustutkintaprosessi alkaa välittömästi onnettomuuden tapahtumisesta ja päättyy lopuraportin asianmukaiseen hyväksyntään (Skelt 2002), mutta jotkut kirjoittajat sisällyttävät myös suositusten toimeenpanon ja toteutuksen seurannan onnettomuustutkintaprosessiin (esim. Kjellén, 2000).

Onnettomuustutkinnan vaikuttavuuden ja hyödynnettävyyden kannalta merkittävät vaiheet, tiedon levittäminen sekä suositusten toimeenpano ja seuranta, jatkuvat raportin hyväksynnän jälkeenkin. Onnettomuuksista oppimisen tutkijat määrittelevätkin *oppimisprosessin* vaiheiksi tutkinnan ja analysoinnin, toimenpiteiden suunnittelun, intervention sekä arvioinnin (Drupsteen et al. 2013). Katsottaessa tarkemmin, mitä Drupsteen et al. (2013) ovat määritelleet sisältyvän oppimisprosessin kuhunkin vaiheeseen, havaitaan, että oppimisprosessi alkaa onnettomuusilmoituksesta vastaavasti kuin onnettomuustutkintaprosessikin. Oppimisprosessi jatkuu arviointivaiheeseen, jossa arvioidaan tehtyjen kehittämistoimenpiteiden toteutusta ja tehokkuutta sekä oppimisprosessia. Tässä työssä käytettävät onnettomuustutkintaprosessin vaiheet ulottuvat suositusten toimeenpanoon ja seurantaan asti (kuva 7).



Kuva 7. Tässä työssä käytettävät onnettomuustutkintaprosessin vaiheet.

Seuraavissa luvuissa kuvataan onnettomuustutkintaprosessin eri vaiheita. Tutkintaa on kuvattu tarkemmin esimerkiksi ESReDA:n (2009) julkaisussa "Guidelines for Safety Investigations of Accidents", DOEn (1999) kirjassa "Conducting Accident Investigations" sekä HSE:n (2004) työkirjassa "Investigating accidents and incidents". Myös ihmisten ja organisatorien tekijöiden onnettomuustutkinnasta on tehty ohjeistusta: "Guidance on investigating and analysing human and organisational factors aspects of incidents and accidents" (Energy Institute 2008).

## 2.5.2 Onnettomuustutkinnan aloittaminen

Onnettomuuden sattumisen jälkeen mietitään tapauskohtaisesti, perustetaanko tapauksesta tutkintaa. Tutkinnan aloittamiselle voidaan asettaa kriteerit (Harms-Ringdahl 2013). Tutkintaan nimetään usein joko tutkintaryhmä tai -lautakunta maasta ja organisaatiosta riippuen. Tukesissa ja Onnettomuustutkintakeskuksessa onnettomuuksien tutkinta perustuu nimetyt tutkintaryhmän toimintaan. On tavanomaista, että samasta onnettomuudesta eri tahot, esim. toiminnanharjoittajat, viranomaiset ja vakuutusyhtiöt, voivat aloittaa tutkintoja.

Onnettomuustutkinta on vaativa tehtävä ja yleensä kattavan analyysin varmistamiseksi tulisi nimittää vähintään työpari tai tiimi (Reiman et al. 2008). Tutkintaan osallistuvilla tulee olla osaamista tapahtumatutkinnan periaatteista (Reiman et al. 2008) ja etenkin suuronnettomuuksien tutkintaryhmän tulisi olla monitieteellinen, koska suuronnettomuuksien aiheuttajina ovat yleensä monenlaiset, toisiinsa liittyvät syyt (Sklet 2004). Jokaisessa tutkintaryhmässä tulisi olla perusosaamista myös inhimillisten tekijöiden arviointiin (Energy Institute 2008). Tutkintaryhmän jäsenten tulee olla puolueettomia sekä riippumattomia (DOE 1999, Reiman et al. 2008, ESReDA 2009) ja roolijaon tulee olla selkeä tehokkaan tutkinnan onnistumiseksi (DOE 1999, Reiman et al., 2008).

Etenkin suuronnettomuuksien tutkinnassa on niiden monimuotoisuuksien vuoksi hyvä käyttää tutkintamenetelmiä (Sklet 2002). Tutkijaryhmässä tulisi olla henkilö, joka tuntee erilaisia onnettomuustutkintamenetelmiä (Sklet 2002, Reiman et al. 2008) ja pystyy valitsemaan eri ongelmien analysointiin parhaiten soveltuvat menetelmät (Sklet 2002).

Tutkinnan alussa suunnitellaan tutkinta aikatauluineen. Tutkintasuunnitelmassa määritetään myös resurssit sekä erityisesti tutkinnan tavoite ja tarkastelunäkökulmat. Tapauksesta ja tavoitteesta riippuen valitaan myös käytettävät menetelmät. (ESReDA 2009, Harms-Ringdahl 2013) Tutkintasuunnitelmaa päivitetään tutkinnan edetessä. Tutkinnan tavoite ja valittavat menetelmät ohjaavat, minkälaisia syytekijöitä tutkinnassa etsitään. Usein tutkinnassa on selvitetty ihmisiin, teknologiaan, organisaation ja informaatioon liittyviä tekijöitä sekä joissain tapauksissa turvallisuuskulttuuria (Lundberg et al. 2009). Käytännössä ryhmadynaamisiin ja sosiaalisiin ilmiöihin ei ole juurikaan kiinnitetty huomiota. Tutkinnan suunnittelu ja suuntaaminen oikeisiin asioihin on tärkeää, koska usein tutkinnassa löydetään niitä asioita, joita etsitään (What You Find Is What You Look For) (Lundberg et al. 2009).

## 2.5.3 Tiedon keruu

Tiedon keruu on tärkeä osa onnettomuuksien tutkintaa, ja olennaista on tunnistaa eri tiedonlähteet (Rollenhagen 2003). Kerättävä tutkimusaineisto voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään: 1. inhimilliset todisteet eli todistajien lausunnot ja havainnot, 2. fyysiset todisteet (esim. koneet ja laitteet, esineet, kemikaalit) sekä 3. asiakirjatodisteet (paperilla ja sähköisessä muodossa olevat asiakirjat) (DOE 1999). Prosessiteollisuudessa sattuneiden

onnettomuuksien tutkinnassa automaatiojärjestelmistä saatavat tiedot, valokuvat, videot ja kameratallenteet ovat erityisen tärkeitä.

Tutkinnan alussa tulee miettiä, ketkä ovat onnettomuuden avainhenkilöitä ja näin ollen tärkeitä haastateltavia. Haastattelut pitäisi aloittaa mahdollisimman nopeasti heti onnettomuuden jälkeen, sillä tutkimustulokset ovat osoittaneet, että todistajien muistikuvat heikkenevät 50-80 % ensimmäisen 24 tunnin aikana. Samaa henkilöä voidaan haastatella useita kertoja tutkinnan edetessä. (DOE 1999) Haastatteluiden suunnittelu täytyy olla huolellista ja haastattelussa tulee luoda neutraali ilmapiiri sekä kertoa tutkinnan tavoitteista (DOE 1999, Rollenhagen 2003). Haastateltavien annetaan kertoa tapahtumista vapaasti ilman johdattelevia kysymyksiä (esim. kysymyksiin: kuvailenko tapahtumia ja olosuhteita? mikä oli sinun roolisi? mitä arvelet, olisiko tapahtuman voinut estää jotenkin?) (Harms-Ringdahl 2013) ja kysymysten täytyy olla yksinkertaisia (Rollenhagen 2003). Tarkentavia kysymyksiä esitetään vasta myöhemmin.

Fyysiset todisteet saattavat olla pahasti vaurioituneet tai täysin tuhoutuneet. Tuhoutumista on saattanut tapahtua myös pelastustöissä, mikä on huomioitava aineistoa analysoitaessa. Asiakirjatodisteita saattaa löytyä vähän tai nekin voivat olla tuhoutuneet onnettomuudessa. (DOE 1999)

Todistusaineiston kerääminen on jatkuva prosessi (Harms-Ringdahl 2013) ja aineistoa kerääntyy paljon. Tutkintaryhmän pitää arvioida, mikä tiedot ovat merkityksellisiä onnettomuuden tutkinnalle asetettujen tavoitteiden kannalta (DOE 1999, Harms-Ringdahl 2013). Onnettomuustutkintamenetelmiä voidaan käyttää apuna aineiston keruun rajaamisessa tai täydentämisessä.

Mielenkiintoisen näkökulman onnettomuustutkinnalle tuo Hollnagelin resilienssi-ajattelu (Safety II). Resilienssiä käsittelevässä tutkimuksessa (Uusitalo et al. 2009) analysoitiin tutkittuja TOT-tapauksia kysymyslistan avulla ja etsittiin vastauksia niin organisaation kuin yksilöiden resilienssistä. Onnettomuustutkinnan tiedon keruussa voisi hyödyntää laadittuja kysymyslistoja selvittämään organisaatioiden kykyä muutosten havainnointiin ja toisaalta toimintaa muutostilanteissa. Prosesseissa tapahtuvien muutosten havaitseminen ja oikea toiminta ovat tällaisissa turvallisuuskriittisissä organisaatioissa erityisen tärkeitä suuronnettomuuksien ennaltaehkäisemiseksi. Lisäksi tutkinnassa pitäisi kiinnittää huomiota siihen, missä asioissa organisaatio toimi hyvin ja onnistui. Näitä onnistumisia tulisi jatkossa pyrkiä vahvistamaan.

#### **2.5.4 Tiedon analysointi**

Tutkinnan aikana kerätyn tiedon analysointi on kriittinen vaihe onnettomuuksien syytekijöiden määrittämisessä (DOE 1999). Onnettomuuksien tutkinta ulottuu usein vain onnettomuuksien läheisiin tapahtumiin, jolloin taustalla vaikuttaneita piileviä onnettomuuteen vaikuttaneita tekijöitä ei tunnisteta (Jacobsson et al. 2011). On myös todettu, että tutkintaryhmän asiantuntemus vaikuttaa siihen, minkälaisia syytekijöitä onnettomuustutkintaraporteissa painotetaan (Cedergren et al. 2011). Usein teknisiä ja työntekijöihin kohdistuvia syytekijöitä (mikrotaso) löydetään enemmän kuin yritystä ja johtamista (mesotaso) sekä lainsäädäntöä (makrotaso) koskevia tekijöitä (Cedergren et al.

2011). Tällöin onnettomuuksista oppiminenkin painottuu mikrotasolla tehtyihin havaintoihin (Cedergren et al. 2011).

Tietojen analysointivaiheessa todistusaineistoa ja tosiasioita analysoidaan, jotta saataisiin vastauksia kysymyksiin: mitä tapahtui? missä tapahtui? milloin tapahtui? ja miksi tapahtui? (Skelt 2002). Prosessissa määritetään onnettomuuteen johtaneet syyt, tunnustetaan piilevät olosuhteet tai myötävaikuttavat tekijät (Skelt 2002).

Onnettomuustutkinta on iteratiivinen prosessi ja tietojen analysointi osoittaa usein lisätarpeita tiedon keruulle. Asianmukainen analysointi luo pohjan oikeille ja ennaltaehkäiseville kehittämistoimille. (DOE 1999)

Tietojen analysointia voi helpottaa erilaisten onnettomuustutkintamenetelmien käyttö. Menetelmän täytyy sopia tutkittavaan onnettomuuteen ja sitä tulee käyttää asianmukaisesti kattavien ja oikeiden tulosten saamiseksi. (DOE 1999, Skelt 2002, Harms-Ringdahl 2013)

Aina onnettomuuksien tutkinnassa ei käytetä mitään nimettyä analyysimenetelmää, mutta tällöin vaarana on, että päättelyn virheet ja tutkijoiden ennakko-oletukset ohjaavat sekä kerättävää aineistoa että siitä vedettäviä johtopäätöksiä (Reiman et al. 2008). Menetelmän käyttö voi helpottaa myös yhteisen näkemyksen muodostamista tutkintaryhmän kesken (Reiman et al. 2008). Useisiin onnettomuustutkintamenetelmiin sisältyy tapahtumaketjun graafinen kuvaaminen, joka on tehokas visuaalinen keino keskeisten tapahtumien esittämiseen (Skelt 2004). Se auttaa myös tiedon keruuvaiheessa aineiston jäsentämiseen ja tunnistamaan lisätiedon tarpeita (Skelt 2002).

### **2.5.5 Johtopäätökset, suositukset ja raportointi**

Tulosten arvioinnissa määritetään, kuinka merkityksellisiä tehdyt havainnot ovat ja minkälaisille kehittämistoimenpiteille on aihetta (Harms-Ringdahl 2013). Onnettomuuksien tutkinnan yksi päätavoitteista on löytää sellaiset suositukset, joilla voitaisiin ehkäistä vastaavanlaisten onnettomuuksien toistuminen (DOE 1999, Skelt 2002). Suositusten laatiminen on tehtävä, joka vaatii erityisosaamista organisaatioiden ja sosioteknisten järjestelmien käyttäytymisestä (ESReDA 2009).

Suosituksia pitää raportoida selkeästi ja niiden täytyy perustua todistusaineiston ja tosiasioiden analysointiin (DOE 1999, Skelt 2002, ESReDA 2009). Suositusten tulisi olla SMARTteja eli yksilöityjä, mitattavissa ja saavutettavissa olevia, merkityksellisiä sekä aikasidonnaisia (Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Timebound) (Energy Institute 2008). Suositusten laatimiseen tulisi usein keskittyä enemmän ja luoda hyvät toimintatavat tähän onnettomuustutkinnan tärkeään vaiheeseen (Rollenhagen et al. 2010).

Raportissa on hyvä määrittää kehittämistoimenpiteitä sosioteknisen järjestelmän eri tasoilla (ESReDA 2009) eli niin yritystasolla kuin esimerkiksi säädös- ja viranomais-toimintatasolla. (DOE 1999, Skelt 2002). Suositukset kirjoitetaan yleensä sanallisesti, mutta yksi tapa esittää ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä on kuvaaja, jossa onnettomuuteen johtaneen tapahtuman kohdalle merkitään toimenpide, jolla onnettomuuden kehitys olisi voitu estää (Rollenhagen 2003).

Onnettomuustutkinnan laatua arvioidaan ensisijaisesti raportin perusteella (ESReDA 2009). Raportointi tulee aloittaa heti onnettomuustutkinnan alussa. Mikäli kirjoittajia on useita, pitää varmistaa, että raportti on luettavuudelta selkeä, eikä siinä esiinny toistoa. (DOE 1999)

### 2.5.6 Tiedon levittäminen

Jokaisen onnettomuustutkinnan avulla on mahdollisuus oppia sekä kehittää turvallisuusjohtamista erityisesti onnettomuuksien ennaltaehkäisyssä ja niihin varautumisessa (ESReDA 2009). Organisaatioiden tulisi jakaa onnettomuuksista opittavaa oman organisaation lisäksi muillekin tahoille (Energy Institute 2008). Kun tutkinnasta saatua tietoa aletaan jakaa, tulee määrittää, ketkä tietoa haluavat ja kenen tapauksesta pitäisi oppia (ESReDA 2009). Useat haluavat tietää, mitä tapahtui (esim. kansalaiset median välityksellä), mutta oppia tapauksesta tulisi ottaa erityisesti niiden, joilla on mahdollisuus tehdä tarvittavia muutoksia ja kehittämisiä riskien hallitsemiseksi (ESReDA 2009).

Suomalaisessa tutkimuksessa, jossa selvitettiin suuronnettomuustilanteiden tiedonkulkua, yhtenä tuloksena oli, että viranomaisilta toivotaan lisää aktiivisuutta analysoitujen onnettomuuksien tiedottamisessa (Laakso et al. 2014). Toiminnanharjoittajat toivat myös esille, että viranomaisten tulisi aktiivisemmin kertoa muualla sattuneista onnettomuuksista ja vaaratilanteista (Laakso et al. 2014). Tiedon levittämiseen on useita kanavia ja muotoja.

### 2.5.7 Suositusten toimeenpano ja seuranta

Vaikka tutkinnalla itsellään on jo todettu olevan vaikutusta turvallisuuteen (Rollenhagen et al. 2010), se ei yksistään riitä ennaltaehkäisemään onnettomuuksia. Turvallisuuden parantaminen ja onnettomuuksista oppiminen edellyttää, että onnettomuustutkinnan tulokset käsitellään ja ryhdytään asianmukaisiin korjaaviin toimiin (Hollnagel et al. 2008). Korjaavien toimenpiteiden toteutumista tulee myös seurata (ESReDA 2009) ja reagoida tarvittaessa. Viranomaisella on toteutusten seurannassa tärkeä rooli.

Onnettomuustutkinnan perusteella annettujen suositusten toteuttamisessa on havaittu puutteita (Cedergren 2013), mikä on osaltaan mahdollistanut onnettomuuksien esiintymistä (ESReSA 2009). Cedergren (2013) on arvioinut keskeisenä syynä olevan mm. roolien epäselvyydet suositusten toteuttamisessa.

ESReDA:n (2009) ohjeistuksessa tuodaan esille myös *onnettomuustutkintaprosessin* tarkastelua, jotta varmistetaan tutkinnan tehokkuus, johtopäätösten asianmukainen viestintä ja oppiminen tulevissa tutkinnoissa. Onnettomuustutkintamenetelmistä saatuja kokemuksia ja tutkinnassa käytettyjä lähestymistapoja tulisi myös jakaa paremmin (ESReDA 2009).

## 2.6 Onnettomuustutkintamenetelmät

### 2.6.1 Onnettomuustutkintamenetelmien runsaus

Onnettomuuksien tutkintaan on kehitetty paljon erilaisia menetelmiä. Useat teollisuudessa käytettävät onnettomuustutkintamenetelmät ovat peräisin 1960-luvulta, jolloin tekniset järjestelmät alkoivat monimutkaistumaan (Hollnagel et al. 2008). Menetelmät painottuivat silloin teknisiin tekijöihin. 1980-luvulla voidaan katsoa alkaneen turvallisuuskehityksen toinen ajanjakso esim. Bhopalin ja Tshernobylin onnettomuuksien vaikuttamana. Silloin todettiin inhimillisten tekijöiden ja virheiden vaikuttavan onnettomuuksien esiintymiseen. 1990-luvulla puolestaan alettiin kiinnittää erityisesti huomiota organisatorisiin tekijöihin sekä sosioteknisiin järjestelmiin ja myöhemmin edelleen organisaatioiden väliseen vuorovaikutukseen. (Hollnagel et al. 2008, ESReDA 2009)

Jokaisella menetelmällä on oma käyttötarkoituksensa, vahvuutensa ja heikkoutensa. Uusia menetelmiä on pitänyt kehittää onnettomuuksien syntyyn vaikuttavien tekijöiden ymmärryksen lisääntyessä (Katsakiori et al. 2009) ja toisaalta teollisuuden (prosessit, järjestelmät sekä laitteet) monimutkaistuessa (Kontogiannis et al. 2000). Teknologian kehittyminen on parantanut järjestelmien luotettavuutta (system reliability) huomattavasti viimeisten vuosikymmenien aikana, mutta ihmisten luotettavuus (human reliability) on pysynyt samana (Ziedelis et al. 2011). Tämän vuoksi ihmisistä aiheutuvat virheet ymmärretäänkin merkittäviksi tekijöiksi onnettomuuksien syntymiseen ja tällä hetkellä menetelmät painottuvat teknisten järjestelmien lisäksi ihmisiin, organisaatioon sekä turvallisuuskulttuuriin liittyviin tekijöihin (Ziedelis et al. 2011). Inhimilliset virhemahdollisuudet tulisi kuitenkin aina pyrkiä poistamaan teknisin keinoin, sillä inhimillisin keinoin (ohjeistus, koulutus, valvonta) voidaan vain pienentää inhimillistä virhemahdollisuutta. Uusimmat tutkintamenetelmät huomioivat organisaation kokonaisuudessaan ja onnettomuuksien taustalla olevia useita vaikuttavia asioita (Katsakiori et al. 2009).

Onnettomuustutkintamenetelmät voidaan jakaa ns. ydinanalyysitekniikoihin ja monimutkaisempiin menetelmiin (Sklet 2002). Ydinanalyysitekniikat ovat onnettomuustutkinnassa yleisesti käytettyjä ja hyväksytyjä menetelmiä ja niiden ymmärtäminen luo hyvän pohjan järjestelmälliselle onnettomuustutkinnalle (Sklet 2002). Ydinanalyysitekniikoita ovat tapahtumien ja syytekijöiden kartoitus ja analyysi, suojausanalyysi, muutosalalyysi sekä perimmäisen syyn analyysi (root cause analysis) (DOE 1999). Osa kirjallisuudessa esiintyvistä monimutkaisemmista onnettomuustutkintamenetelmistä sisältävät useita ydinanalyysitekniikoita (Reiman 2008). Yksinkertaisimmillaan onnettomuustutkintamenetelmä on esim. sellainen, että kysytään viisi kertaa miksi. Onnettomuuksien tutkintaan on myös kehitetty useita kaupallisia tietokonekäyttöisiä ohjelmistoja.

Tämän työn kannalta keskeisiä onnettomuustutkintamenetelmiä on kuvattu lyhyesti liitteessä 5. Menetelmiä ja niiden käyttöä on kuvattu yksityiskohtaisemmin manuaaleissa ja kirjallisuudessa (esim. Spangenberg et al. 2001, HSE 2001, Sklet 2002, Ziedelis et al. 2011, Harms-Ringdahl 2013).

## 2.6.2 Onnettomuustutkimusmenetelmien hyödyntäminen tutkinnassa

Viranomaiset ja yritykset eivät aina hyödynnä tutkinnassaan onnettomuustutkimusmenetelmiä (Roed-Larsen et al. 2004) tai hyödyntäminen voi olla pinnallista, esimerkiksi vasta tutkinnan jälkeen onnettomuuden kulku ja pääasialliset syytekijät tiivistetään graafiseen muotoon. Ongelmana ei niinkään ole, etteikö menetelmiä olisi tarjolla vaan pikemminkin se, että niiden käyttöön ei ole riittävästi osaamista (Roed-Larsen et al. 2012). Monet tutkijat luottavat tutkinnassa menetelmien käytön sijaan omaan kokemukseensa ja osaamiseensa (Ziedelis et al. 2013). Koulutus ja ammattitaito ovatkin yksi keskeisistä tulevaisuuden haasteista onnettomuustutkinnassa (Roed-Larsen et al. 2012). Menetelmän käyttöön vaikuttaa myös onnettomuustutkinnalle laaditut menettelyohjeet eli onko niissä suositeltu tai määrätty tietyn menetelmän käyttö. Useimmiten käytetään vain yhtä menetelmää (Rollenhagen et al. 2010). Viime vuosina kiinnostus menetelmiin on kuitenkin lisääntynyt huomattavasti, ainakin Ruotsissa (Strömgren et al. 2013) ja Suomessa.

Toinen yleinen vaikutelma on, että niissä tapauksissa, joissa tutkimusmenetelmää käytetään, menetelmää ei kuitenkaan valita harkiten (Strömgren et al. 2013). Jos menetelmää ei tietoisesti valita tutkittavaan onnettomuuteen sopivaksi, voi siitä olla tutkinnan kannalta ja onnettomuuksista oppimiselle jopa haittaa (Strömgren 2013). Parhaimmillaan onnettomuustutkimusmenetelmien käyttö antaa tutkinnalle lisäarvoa ja ohjaa tutkinnassa oikeiden kysymysten esittämiseen. Menetelmät auttavat havainnollistamaan tapahtumia sekä tekemään oikeita johtopäätöksiä ja suosituksia (Sklet 2004, Rasmus 2006).

Menetelmän valintaan vaikuttavat mm. onnettomuuden vakavuus ja monimutkaisuus (DOE 1999), tapauksen luonne ja tutkintaan osallistuvien tahojen kokemus (Reiman et al. 2008). Valintaan vaikuttavat myös käytettävissä olevat resurssit, aikarajoitukset ja onnettomuustutkimusmenetelmän vaatima asiantuntemus (ESReDA 2009) sekä tutkinnan tavoite. Usein yksi menetelmä ei ole riittävä määrittämään monilukuisia onnettomuuteen vaikuttaneita tekijöitä vaan tulisi käyttää useampia eri menetelmiä (DOE 1999, Sklet 2004). Eri menetelmillä voidaan toisaalta täydentää tutkinnan tuloksia ja toisaalta vahvistaa tutkinnassa muodostuneita käsityksiä, mikäli tulokset eri menetelmillä ovat samanlaiset (DOE 1999).

Onnettomuustutkimusmenetelmien käytössä tulee huomioida, että mitään menetelmää ei voida käyttää mekaanisesti vaan aina vaaditaan ajattelua (DOE 1999). Menetelmät ovat tutkinnan *apuvälineitä* (ESReDA 2009). Toisaalta paraskin menetelmä voi olla tehoton ja sekava, jos menetelmää ei käytetä asianmukaisesti (DOE 1999).

## 2.6.3 Onnettomuustutkimusmenetelmien vertailu kirjallisuudessa

Onnettomuuksien tutkintaan on kehitetty paljon erilaisia menetelmiä ja kirjallisuudessa on useita lähteitä, joissa on kuvattu niiden ominaisuuksia ja käyttöä (esim. Spangenberg et al. 2001, HSE 2001, Sklet 2002, Energy Institute 2008, Ziedelis et al. 2011, Harms-Ringdahl 2013). Niiden toimivuudesta ja käytännön kokemuksista ei kuitenkaan ole

ollut paljon selvityksiä. Koska onnettomuuksien tutkintamenetelmiä on paljon, mutta niitä on vertailtu vain vähän, sopivan tutkintamenetelmän valitseminen riippuu usein tutkijan omasta osaamisesta (Ziedelis et al. 2011).

Spangenberg et al. (2000) ovat omassa tutkimuksessaan havainneet, että vain muutamassa artikkelissa on arvioitu eri menetelmiä. Spangenberg et al. (2000) ovatkin esittäneet, että ensisijaisesti tutkimusta tulisi suunnata arvioimaan nykyisiä menetelmiä ja jatkokehittämään niitä soveltuviksi eri liiketoimintarakenteille. Toissijaisesti tulisi kehittää uusia menetelmiä, mikäli tarvetta esiintyy (Spangenberg 2000).

Spangenbergin (2000) kirjoituksen jälkeen esim. Nivolianitou et al. (2004) ovat vertailleen kolmen eri menetelmän (tapahtuma- ja vikapuu sekä Petri Nes) tehokkuutta vaadittuihin resursseihin verrattuna. Hollnagel ja Speziali (2008) ovat selvittäneet 1990-luvulta lähtien kehitettyjä onnettomuustutkintamenetelmiä ja luokitelleet niitä. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, kuinka hyvin 1990-luvulta käytössä ollut MTO-menetelmä ja muut menetelmät löytävät ydinvoimateollisuudessa perimmäisiä syitä ja auttavat ennaltaehkäisemään onnettomuuksia Ruotsissa. Myös inhimillisten ja organisatoristen tekijöiden tutkintaan soveltuvia menetelmiä on vertailtu (Energy Institute 2008). Katsakiori et al. (2008) ovat puolestaan arvioineet eri aikakausien menetelmiä määrittelemiensä kriteerien pohjalta onnettomuusmallien näkökulmasta.

Ziedelis et al. (2011) ovat edelleen reilu kymmenen vuotta Spangenbergin kirjoituksen jälkeen todenneet, että vertailevaa tutkimusta menetelmistä on tehty vähän. Rajallinen määrä vertailevia tutkimuksia on tehty, mutta niissä on usein vertailtu vain muutamia menetelmiä, vertailujen kriteerit ovat vaihdelleet ja vertailun tarkoitus on voinut olla jopa kaupallinen (Ziedelis 2011). Onnettomuustutkintaan liittyvä yksi vaikeus onkin, että ei ole standardisoituja termejä, määritelmiä eikä kriteerejä tutkintamenetelmien (tai -tekniikoiden tai -työkalujen) luokitteluun ja arviointiin (Ziedelis 2011).

Ziedelis et al. (2011) ovat tutkimuksessaan vertailleet ydinvoimalaitoksille soveltuvia tapahtumien (ml. onnettomuudet) tutkintamenetelmiä. Monet ydinvoimalaitokselle soveltuvat menetelmät ovat asianmukaisia myös muille turvallisuuskriittisille toimialoille, kuten Seveso-laitoksille. Ziedelis et al. (2011) ovat tehneet alustavia suosituksia ydinvoimalaitoksille soveltuvista menetelmistä. He arvioivat, että tällaisella työkalulaa- tikolla voidaan tehostaa myös oppimista.

Harms-Ringdahl (2013) on kuvannut eräitä suhteellisen helposti käytettäviä (löytyy kuvaus, kuinka menetelmää käytetään, manuaali saatavilla, menetelmä selkeä) tutkintaan soveltuvia menetelmiä sekä vertaillut niiden ominaisuuksia tietyin kriteerein (esim. menetelmän soveltuvuus, manuaali, menetelmän vaikeus, tukeeko menetelmä turvallisuustoimenpiteiden määrittämistä sekä tarkastellaanko menetelmällä teknisiä, inhimillisiä vai organisatorisia tekijöitä). Vertailluista menetelmistä on laadittu lisäksi taulukko, johon on kirjattu menetelmien heikkouksia ja vahvuuksia helpottamaan tutkintamenetelmien valitsemista.

Ruotsalaiset onnettomuustutkinnan asiantuntijat ovat tehneet vuosina 2008-2009 tutkimusta, jossa he ovat käyttäneet useita eri onnettomuustutkintamenetelmiä tulipalojen ja huoneistossa sattuneen kaasuvuodon selvittämiseksi. He ovat tutkineet kolme eri



tapausta ja kirjoittaneet jokaisesta oman raportin. Yhteenvetoraporttia ei ole vielä julkaistu. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, kuinka usean eri menetelmän käyttö tutkinnassa rikastuttaa ja kehittää tulipalojen tutkintaa. Tutkintaa tehtiin erityyppisillä menetelmillä, jolloin tutkintaan saatiin erilaisia lähestymistapoja ja toimenpidesuosituksia. Huoneistopaloa tutkittiin menetelmillä STEP, MTO, poikkeamien tutkinta sekä hypoteesianalyysi, huoneistossa sattunutta kaasuvuotoa tutkittiin tapahtumienkulkukaaviolla, poikkeamien tutkinnalla ja turvallisuustoiminta-analyysillä sekä toista huoneistopaloa STEP:llä, poikkeamien tutkinnalla, vikapuulla ja AcciMap:lla. Useamman eri menetelmän käyttö laajentaa tutkintaa antaen paremman ymmärryksen tapahtumien kulusta, taustalla vaikuttaneista syytekijöistä ja olosuhteista sekä sosioteknisestä järjestelmästä, säännösten puutteista ja turvallisuusvastuista. Osittain eri menetelmillä saatiin päällekkäistä tietoa ja eri menetelmien käyttö tutkinnassa vei enemmän aikaa perinteisesti suoritettuun tutkintaan verrattuna. (Strömgren et al. 2013)

Strömgren et al. (2013) ovat arvioineet myös, kuinka paljon koulutusta menetelmän käyttö vaatii, kuinka luotettavia tulokset ovat sekä millainen on tulosten esitysmuoto (esim. graafinen esitys, taulukko, lista, sanallinen). Useimmissa menetelmissä tutkinnan tulos esitetään graafisessa muodossa.

#### **2.6.4 Onnettomuustutkintamenetelmien käyttö tutkintaprosessin eri vaiheissa**

Onnettomuustutkintaprosessin eri vaiheissa voi olla hyödyllistä käyttää eri menetelmiä. Tutkinnan alkuvaiheessa yksinkertainen menetelmä on usein parempi monimutkaisen onnettomuuden havainnollistamisessa. Kun onnettomuuden kulku ja vaikuttaneita tekijöitä on saatu hahmoteltua, voidaan tutkintaa jatkaa yksityiskohtaisemmilla menetelmillä. (Ziedelis et al. 2011)

Strömgren et al. (2013) ovat omassa tutkimuksessaan vertailleet yhdeksää onnettomuustutkintamenetelmää (AcciMap, AEB, poikkeamien tutkinta, DREAM, vikapuuanalyysi, MTO, SCAT, turvallisuustoiminta-analyysi ja STEP) ja arvioineet empiirisesti, kuinka hyvin ne tukevat onnettomuuksien tutkinnan prosessin eri vaiheita. Tulosten mukaan menetelmät tukevat parhaiten analyysivaihetta ja vertailussa mukana olleista menetelmistä vain poikkeamien tutkinta ja STEP olivat menetelmät, jotka tukivat koko tutkintaprosessia.

### **2.7 Onnettomuuksista ja onnettomuustutkinnasta oppiminen**

Onnettomuustutkinta voidaan nähdä analyysinä, jossa tiedot on kerätty parannusehdotuksia sisältävään raporttiin, mutta myös organisaation oppimisprosessina, jonka tarkoituksena on kehittämismahdollisuuksien etsiminen (Harms-Ringdahl 2004). Onnettomuuksista oppimisen tulisi johtaa koko organisaation oppimiseen ja edelleen oppimiseen sosioteknisen järjestelmän kaikilla tasoilla. Onnettomuustutkinnan tuloksista oppimisen lisäksi tulisi myös ottaa opiksi itse onnettomuustutkinnasta (ESReDA 2009).

Tässä työssä *onnettomuuksista oppiminen* määritellään seuraavasti: Organisaatioilla on valmiudet käsitellä onnettomuudesta saatuja kokemuksia sekä määrittää ja toteuttaa tarvittavat toimenpiteet vastaavien onnettomuuksien ennaltaehkäisemiseksi sekä turvallisuuden parantamiseksi.

*Onnettomuustutkinnasta oppimisella* vastaavasti tarkoitetaan, että organisaatioilla on valmiudet käsitellä onnettomuustutkinnasta saatuja kokemuksia sekä määrittää ja toteuttaa tarvittavat toimenpiteet onnettomuustutkinnan kehittämiseksi.

### 2.7.1 Onnettomuuksista oppiminen

Onnettomuuksista oppimisesta on tullut yhä tärkeämpää niin toiminnanharjoittajille kuin viranomaisille (Lindberg 2010). Onnettomuuksien ennaltaehkäisemiseksi ja turvallisuuden parantamiseksi on oleellista ottaa opiksi aikaisemmista onnettomuuksista (Mushtaq 2008, Lindberg et al. 2010, Jacobsson 2011, Drupsteen et al. 2013) sekä hyvistä käytännöistä (Drupsteen et al. 2015). Paljon oppimista tapahtuu spontaanisti, mutta suurempia muutoksia edellyttävät muutokset vaativat järjestelmällisempää lähestymistä (Lindberg et al. 2010). Oleellista on myös tiedon levittäminen, jotta onnettomuuksista voidaan ottaa oppia laajemmaltikin (Lindberg et al. 2010). On jopa väitetty, että turvallisuusala on kehittynyt pikemmin onnettomuuksien seurauksena kuin ennaltaehkäisevällä lähestymisellä (Rollenhagen 2003).

Siitä huolimatta, että onnettomuuksista oppiminen koetaan tärkeäksi, ei onnettomuuksista (Mushtaq 2008, Pasmaan 2009, Hovden et al. 2011, Le Coze 2013, Drupsteen et al. 2013), eikä myöskään suuronnettomuuksista oppiminen (Hovden et al. 2011) ole ollut niin tehokasta kuin se olisi voinut olla (Mushtaq 2008, Pasmaan 2009, Hovden et al. 2011, Le Coze 2013, Drupsteen et al. 2013). Selityksiä tälle Jacobsson (2011) kirjoittaa olevan useita onnettomuustutkintaprosessin eri vaiheissa, onnettomuuden ilmoittamisesta suositusten toimeenpanoon ja seurantaan. Hän kuitenkin korostaa syytekijöiden analysoinnin olevan usein heikoin kohta. Tutkintaa ei aina viedä tarpeeksi pitkälle eikä laaja-alaisesti taustatekijöiden selvittämiseen, vaan tyydytään ensimmäisiin selittäviin tekijöihin (Pasmaan 2009, Jacobsson 2011, Drupsteen et al. 2013). Braut et al. (2013) ovat puolestaan selvittäneet, että onnettomuustutkintaraporteissa tulisi selkeästi määrittää jatkotoimet eri toimijoille onnettomuuksista oppimiseksi. Onnettomuudesta opittua tulisi myös soveltaa laajemmin koko organisaatiossa sekä kehittää menettelyitä ja toimintaa oppimisprosessissa (Drupsteen et al. 2013, Drupsteen et al. 2014).

Mushtaq (2008) mainitsee Seveso-onnettomuuksia tapahtuvan edelleen sen vuoksi, että aikaisemmista onnettomuuksista ei ole otettu opiksi, niistä ei ole viestitty järjestelmällisellä tavalla tai oppia ei ole siirretty organisaatioiden riskienhallintakäytäntöihin. Hän on kuvannut onnettomuuksista oppimisen prosessin kemianteollisuudelle (Sevesolaitoksille) ja sen, kuinka Euroopan komission onnettomuustietokantaa (eMARS) on hyvä käyttää prosessisuunnittelussa onnettomuuksien ennaltaehkäisemiseksi. (Mushtaq 2008)

Le Coze (2013) on kirjoittanut artikkelin, jossa hän on pohtinut, mitä olemme oppineet onnettomuuksista oppimisesta. Yhteiskunnallisen, oikeudellisen ja poliittisen tar-

kastelun lisäksi hän mainitsee, että onnettomuustutkinnan tulee perustua onnettomuusmalleihin ja järjestelmällistä onnettomuuksista oppimista ei voi tapahtua ilman, että tutkinnan perusteella annetut suositukset toimeenpannaan (Le Coze 2013).

#### *Onnettomuuksista oppimisen tasot*

Usein oppiminen alkaa yksilön oppimisesta ja vasta tämän jälkeen oppimista voi tapahtua organisaatiossa. Organisaation oppimista kuvataan yleisesti termeillä single-loop ja double-loop (Argyris 1996) osoittamaan, minkä tyyppistä oppiminen (*type of learning*) on. Single-loopin mukaan keskitytään virheiden korjaamiseen ja oppimista tapahtuu ilman, että strategisia muutoksia tehdään. Double-loopissa oppiminen on syvällisempää, jolloin muutetaan organisaation normeja ja käytäntöjä (Argyris 1996). Kun oppi on mennyt ns. organisaation muistiin eli opit ovat muuttaneet organisaation toimintaa, voidaan sanoa, että onnettomuuksista on opittu (Jacobsson et al. 2011). Oppi voi olla lyhyt- tai pitkäkestoista (Jacobsson et al. 2011).

Onnettomuuksista oppimisen tasoa (*level of learning*) on arvioitu kirjallisuudessa sen mukaan, kuinka paljon tapahtuu organisaation oppimista, kuinka laajalla alueella maantieteellisesti oppi vaikuttaa sekä kuinka pitkään oppimisvaikutukset kestävät (Jacobsson et al 2011). Ideaalitulanteessa kaikki organisaatiotasot oppivat onnettomuuksista (Harms-Ringdahl 2004) ja oppimista tapahtuu myös oman organisaation ulkopuolella. Tämä edellyttää tapahtumista saadun opin ja hyvien käytäntöjen levittämistä konkreettisesti muodossa kansainvälisesti, ja toisaalta muualta tulevista onnettomuustiedoista tulee seuloa omalle organisaatiolle oleellinen tieto (Uusitalo et al. 2009). Tällaisella toiminnalla parannetaan organisaatioiden ja myös yksilöiden resilienssiä.

Hovden et al. (2011) ovat tutkineet suuronnettomuuksista oppimista Rasmussen et al. (1997) esittämällä sosioteknisen järjestelmän eri tasoilla (yksilö, yritys, toimiala, viranomaiset). He ovat laatineet kriteeristön, joka mahdollisesti tukee ja edistää oppimista eri tasoilla (*multilevel learning*). Kriteeristöä voidaan pitää myös hyvinä käytäntönä, joihin tutkinnassa tulisi pyrkiä.

*Edellytykset onnettomuuksista oppimiselle (Hovden et al. 2011):*

- riippumaton tutkinta
- onnettomuuden yksityiskohtainen kuvaus
- monitasoinen, sosiotekninen lähestymistapa
- konkreettiset, mutta ei liian yksityiskohtaiset suositukset
- julkinen tutkintaraportti
- tutkintaraportin julkaisu pian tapahtuman tai onnettomuuden jälkeen
- toiminnanharjoittajan osallistuminen yksityiskohtaisten toimenpiteiden määrittämiseen
- jokaisella sosioteknisen järjestelmän tasolla on oppimiskykyä
- viranomaisen seuraa kehittämistoimien toimeenpanoa
- syyllisten ja rikosoikeudellisen vastuun määrittäminen ei liity tutkintaan
- onnettomuustutkintaryhmän riittävä asiantuntemus (asiaosaaminen, menetelmät)
- järjestöjen ja median kiinnostus.

Seveso-onnettomuuksista oppimista tapahtuu yleisesti melko vähän ja usein vain paikallisesti (Jacobsson et al. 2010). Suomen metalliteollisuudessa ja kuljetusalalla tehdyn tutkimuksen mukaan organisaation ulkopuolella sattuneiden onnettomuuksien raportit ovat hyödyllisiä turvallisuuden kehittämiseksi, mutta niitä ei kuitenkaan hyödynnetä tehokkaasti. Tähän vaikuttaa toisaalta se, että kaikki asianosaiset tahot eivät saa tietoa muualla sattuneista onnettomuuksista tai muualla sattuneista onnettomuuksista ei tunnusteta oleellisia kehittämiskohteita omaan toimintaan. (Lind et al. 2008) Onnettomuuksista oppimista voisi näin ollen tehostaa julkaisemalla eri kohderyhmille erilaista tietoa. Suositeltavaa olisi, että onnettomuuksista julkaistaisiin toisaalta yksityiskohtaista tietoa teknisestä onnettomuustutkinnasta ja toisaalta tietoa siitä, miten turvallisuutta voidaan kehittää onnettomuudesta saadun opin perusteella (Lind et al. 2008).

Onnettomuuksien tutkintoja ei aina ohjaa oppimisen tavoittelu. Tutkinnan tavoitteena voi olla myös esimerkiksi rikosoikeudellinen tutkinta (Kjellen 2000), jolloin tutkinta keskittyy syyllisen etsimiseen. Tällainen tavoite on kuitenkin ristiriidassa Tukesin tutkinnan tavoitteeseen löytää syyllisten sijasta onnettomuuteen vaikuttaneet seikat vastaavien onnettomuuksien ennaltaehkäisemiseksi.

### 2.7.2 Onnettomuustutkinnasta oppiminen

Onnettomuustutkinnan laadun kehittämiseksi tulee arvioida tutkinnan onnistumisia ja epäonnistumisia sekä tehdä tarvittavia kehittämistoimia onnettomuustutkintaprosessissa. Tutkinnasta saatujen kokemusten perusteella voidaan kehittää esim. tietojenkeruuta, haastatteluita sekä malleja onnettomuuksien syy-yhteyksistä ja seurauksista (ESReDA 2009).

Onnettomuustutkintaa tekevillä organisaatioilla on paljon kokemusta ja hyviä käytäntöjä, joista toisilla olisi opittavaa. Selvityksiä aiheesta on tiettävästi kuitenkin toistaiseksi tehty vielä vähän. Vuorio et al. (2014) ovat selvittäneet, mitä opittavaa kuolemaan johtavien työtaturmien tutkinnassa on ilmailualalta. Työtaturmien tutkinnassa olisi kehitettävää esimerkiksi tutkinnan riippumattomuudessa, tutkinnan reaaliaikaisessa toteuttamisessa, ohjeistuksessa ja koulutuksessa, kokonaisvaltaisemmassa tarkastelussa sekä siinä, kuinka tutkinnasta tiedotetaan onnettomuuden uhrin läheisille (Vuorio et al. 2014). Yhteistyön kehittäminen muiden onnettomuustutkintaa tekevien organisaatioiden kanssa on yksi tulevaisuuden kehittämissuosituksista (Dechy et al. 2012).

Ruotsalaisten viranomaisten onnettomuustutkinnasta on tehty haastattelututkimus, jossa selvitettiin 21 viranomaisen käytäntöjä sekä sitä, kuinka tutkinnasta saatuja kokemuksia hyödynnetään (Lindberg 2010b). Lindberg käyttää työssään termiä *experience feedback* (sv. erfarenhetsåterföring) ja tarkasteli aihetta alla kuvatulla CHAIN-mallilla. Kehitettävää havaittiin esim. tiedon levittämisessä ja suositusten toteuttamisen seurannassa (Lindberg 2010b).

Lindberg et al. (2010) ovat arvioineet onnettomuustutkinnasta oppimista CHAIN-mallilla (a *chain of accident investigation steps, a model of experience feedback*). Mallissa huomioidaan myös tutkintaa edeltäviä ja myöhempiä vaiheita, joista tieteellistä tutkimusta ei ole tehty paljoa (Lindberg et al. 2010). CHAIN-malli koostuu viidestä

vaiheesta, ketjun osasta: 1. toiminnanharjoittajan raportointi onnettomuudesta, 2. valinta, mitä onnettomuuksia tutkintaan tarkemmin, 3. onnettomuuden tutkinta, 4. tutkintatiedon välittäminen uusien onnettomuuksien ennaltaehkäisemiseksi ja 5. preventio työpaikalla. Mikäli ketjun yhdessäkin osassa tapahtuu virheitä, onnettomuustutkinta epäonnistuu tarkoituksessaan. (Lindberg et al., 2010) Näistä vaiheista tässä tutkimuksessa keskitytään onnettomuustutkintaan sekä tiedon välittämiseen.

Onnettomuustutkintaprosessi ja onnettomuuksista oppimisen prosessi ovat päällekkäisiä ja jopa identtisiä prosesseja. Drupsteen et al. (2013) ovat kirjoittaneet, että onnettomuuksista oppimisen lisäksi tulee tarkastella *onnettomuuksista oppimisen prosessia* ja miettiä, missä vaiheessa prosessia menetetään oppimismahdollisuutta. Drupsteen et al. (2014) mukaan on tärkeää tunnistaa oppimiseen suoranaisesti vaikuttavia tekijöitä sekä taustalla vaikuttavia piileviä tekijöitä.

### **2.7.3 Onnettomuuksista oppimisen tehokkuus ja onnettomuustutkinnan vaikuttavuus**

Onnettomuuksista oppimisen tehokkuus ja onnettomuustutkinnan vaikuttavuus ovat termejä, jotka tarkoittavat lähes samaa asiaa.—Onnistunut onnettomuustutkinta antaa mahdollisuuden oppimiselle. Mikäli kuitenkin yksilöillä ja organisaatioilla ei ole taipumusta oppimiseen, oppimista ei tutkinnan laadukkuudesta huolimatta tapahdu todellisuudessa sillä tasolla kuin olisi mahdollista.

#### *Onnettomuuksista oppimisen tehokkuuden arviointi*

Onnettomuuksista ja vaaratilanteista oppimisen tärkeys on yleisesti tiedostettu ja oppimisen tehokkuuden arviointiin on kehitetty menetelmiä. Jacobsson (2011) on esittänyt prosessiteollisuudelle menetelmiä oppimisen tehokkuuden arvioimiseksi oppimisympyrän ja luokittelun avulla. Oppimisympyrässä arvioidaan numeerisesti eri vaiheiden (raportointi, analysointi, päätöksenteko, implementointi, seuranta) tehokkuus (Jacobsson 2011). Oppimisen luokittelussa puolestaan arvioidaan onnettomuuksista oppimisen tasoa sen mukaan, kuinka laajalla alueella maantieteellisesti oppimista tapahtuu, kuinka paljon tapahtuu organisatorista oppimista sekä kuinka pitkäkestoista oppiminen on (Jacobsson et al. 2011). Hän on myös tutkinut Euroopan komission eMARSiin tallennettujen onnettomuuksien pohjalta tapahtuvaa oppimisen tehokkuutta (Jacobsson et al. 2010).

Drupsteen et al. (2015) mukaan jälkiviisaudella voidaan määrittää, onko organisaatio ottanut aikaisemmista kokemuksista menestyksellisesti opikseen, mutta sen sijaan ei ole mallia, kuinka voisi etukäteen ennustaa organisaation kyvykkyyttä oppimiseen. Drupsteen et al. (2014) ovat päätyneet tutkimuksessaan siihen, että organisaatio, jolla on korkea taipumus oppimiseen, on määritettävissä käyttäen ennakoivia kriteerejä sekä yksilö- että organisaatiotasolla. Organisaatiotason indikaattorit auttavat tunnistamaan asenteita (asenne oppimisprosessiin ja tiedonjakamiseen), organisaation olosuhteita (esim. johdon sitoutuminen ja avoimuus) ja järjestelmiä sekä menettelyitä (järjestelmät tukeva oppimisprosessia ja tiedonjakamista). Yksilötason indikaattoreilla pyritään tun-

nistamaan niitä henkilöitä, jotka voivat toimia oppimisen edistämisen agentteina ja toisaalta niitä, jotka tarvitsevat enemmän koulutusta oppimiseen liittyvän asenteen, halukkuuden tai taitojen parantamiseksi. Yksilötasolla taipumusta oppimiseen mitataan asenteilla tilanteiden havaitsemiseen, analysointiin, seurantaan, arviointiin ja tiedon jakamiseen. (Drupsteen et al. 2015)

ESReDA on kehittänyt mallin onnettomuustutkintaan, joka soveltuu erityisesti onnettomuuksista oppimisen arviointiin. Mallilla arvioidaan onnettomuuksista oppimista sosioteknisen järjestelmän eri tasoilla (*mikro-* yritys, *makro-* toimiala, *meso-* viranomaiset) ja selvitetään, mitä tapahtumista pitäisi oppia onnettomuudesta sekä mitä on opittu ja mitä on jäänyt oppimatta. Mallilla arvioidaan oppimisen tasoja (levels of learning) eli *single-* (esim. korjataan mittareita), *double-* (esim. vaihdetaan mittaristo toiseen) ja *triple loop* (esim. keksitään mittariston tilalle jotain muuta). Menetelmä on julkaistu keuhälä 2015. (ESReDA 2015)

#### *Onnettomuustutkinnan vaikuttavuuden mittaaminen*

Valonen (2010) on kirjoittanut tutkielmassaan, että on vaikeaa mitata suoraan onnettomuustutkinnan vaikutuksia yleisen turvallisuuden parantamiseen tai kuinka paljon onnettomuuksia pystytään tutkinnan avulla ehkäisemään. Tämän vuoksi onnettomuustutkinnalle pitäisi määrittää välillisiä ja eri osa-alueita koskevia tavoitteita, joiden toteutumisen mittaaminen on mahdollista. Mittaustapoja ovat esim. tutkimushaastattelut, kyselylomakkeet, lukijatutkimukset, mediaseurannat ja itsearviointit. Perustana näille ovat tilastoitavat perustiedot esim. onnettomuuskehityksestä, tutkintaselostusten jakelusta, luentotilaisuuksista ja tutkinnan kustannuksista. Osa-alueiden mittauksista muodostuisi tutkielman mukaan koko onnettomuustutkinnan vaikuttavuutta kvalitatiivisesti ilmaiseva tulos. (Valonen 2010) Toisaalta yleisesti tiedetään, että vakavien onnettomuuksien seurauksena lainsäädäntöä on kehitetty merkittävästi ja sitä kautta kyetty vaikuttamaan turvallisuuden kehittämiseen. Esimerkiksi Seveso-direktiivi on seurausta vakavasta onnettomuudesta.

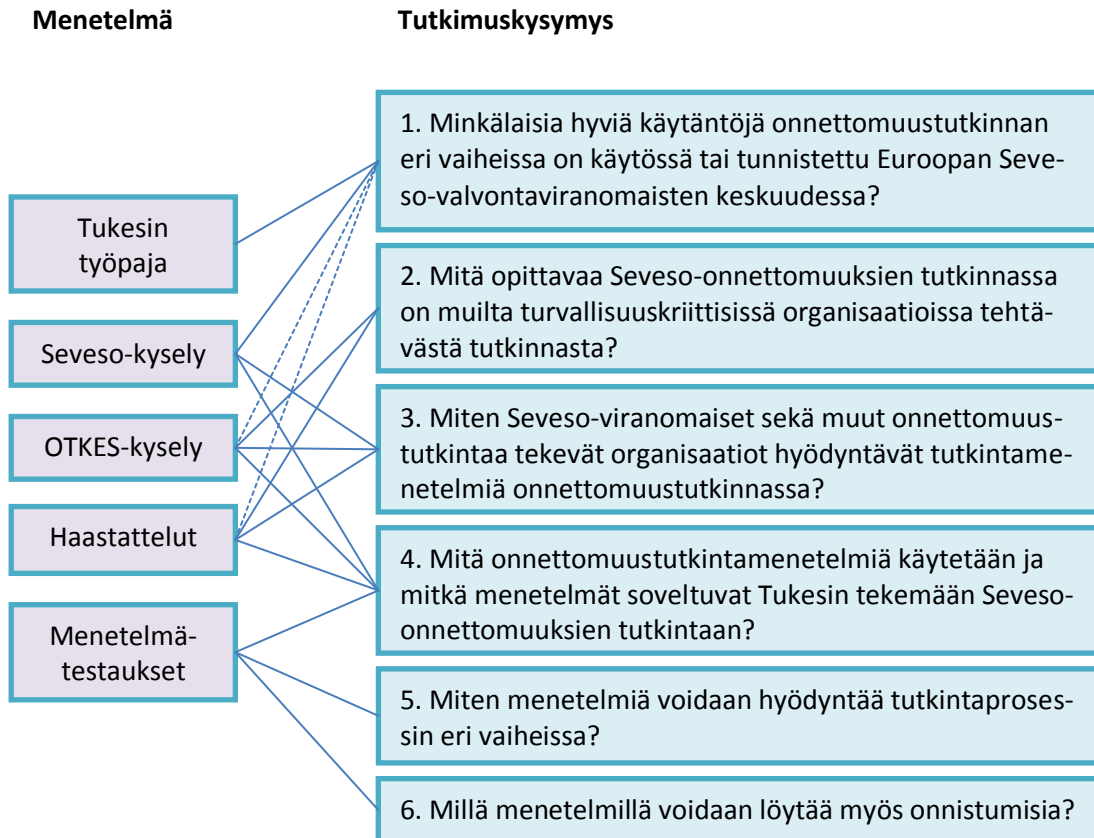
## 3 AINEISTO JA MENETELMÄT

### 3.1 Käytetyt menetelmät ja työn rakenne

Työn tarkoituksena on turvallisuuden kehittäminen ja onnettomuuksien ennaltaehkäisy onnettomuustutkinnan vaikuttavuuden ja hyödynnettävyyden kehittämisen avulla. Aihetta tarkastellaan sekä onnettomuustutkintaprosessin että onnettomuustutkintamenetelmien näkökulmasta ja tutkimuskysymykset liittyvät tutkintaprosessin hyviin käytäntöihin ja onnettomuustutkintamenetelmien ominaisuuksiin sekä menetelmien hyödyntämiseen. Lähtökohtana on Seveso-onnettomuuksien viranomaistutkinta ja tutkimuksessa verrataan Seveso-onnettomuuksien tutkinnan käytäntöjä niihin tutkintaa tekeviin organisaatioihin, jotka tekevät tutkintaa muissa turvallisuuskriittisissä kohteissa.

Useista tutkimuskysymyksistä johtuen aineistoa kerättiin eri menetelmillä niin Suomessa kuin muissa maissa tutkintaa tekeviltä organisaatioilta (kuva 8): Seveso-viranomaisille ja muille suuronnettomuuksien tutkintaa tekeville organisaatioille lähetetyillä sähköisillä kyselyillä ja haastattelemalla turvallisuuskriittisissä organisaatioissa tutkintaa tekeviä Suomen viranomaisia (Onnettomuustutkintakeskuksen (OTKES), pelastus- työsuojelu- ja ympäristöviranomaisten, Säteilyturvakeskuksen (STUK), poliisin, Tapaturmavakuutuslaitosten liiton (TVL) ja Liikennevahinkokeskuksen (LVK) asiantuntijoita). Tukesin prosessiturvallisuusryhmälle järjestetyn työpajan lisäksi työhön kerättiin Tukesissa havaittuja kehittämiskohteita myös aikaisemmista onnettomuustutkintaan liittyneistä tilaisuuksista. Onnettomuustutkintamenetelmien testaus Tukesissa on yksi tärkeistä menetelmistä aineiston keräämisessä.

Hyviä käytäntöjä kerättiin ensisijaisesti Seveso-viranomaisilta (Seveso-kysely ja Tukesin työpajat), mutta niin OTKES-kyselyssä kuin haastatteluissa tuli esille muiden organisaatioiden käytössä olevia hyviä käytäntöjä, joita on hyödynnetty tutkimuksessa (kuvattu katkoviivalla kuvassa 8.).



Kuva 8. Työssä käytetyt menetelmät ja tutkimuskysymykset. Tutkimuskysymyksiin kerättiin aineistoa eri menetelmillä.

### 3.2 Tukesin onnettomuustutkinnan työpaja

Tukesin prosessiturvallisuusryhmälle järjestettiin työpaja, jonka tavoitteena oli tunnistaa olemassa olevia hyviä käytäntöjä onnettomuustutkintaprosessin eri vaiheissa. Työpajassa ideoitiin myös uusia hyviä käytäntöjä, joita hyvän ja laadukkaan onnettomuustutkinnan tulisi sisältää. Prosessiturvallisuusryhmän lisäksi työpajassa oli mukana Tukesin edustaja viestinnästä, tutkimus- ja kehitysryhmästä sekä paineelliset järjestelmät ryhmästä. Työpajaan osallistui yhteensä 13 asiantuntijaa.

Työpajassa kirjattiin käytössä olevia ja tavoitetilan mukaisia hyviä käytäntöjä onnettomuustutkintaprosessin eri vaiheisiin. Arvioidut onnettomuustutkintaprosessin vaiheet olivat: 1. tutkinnan aloittaminen (esim. tutkintaryhmä, suunnittelu, aikataulu, menetelmien valinta), 2. tietojen keruu, 3. tietojen analysointi (tietojen järjestely ja analysointi, syytekijöiden ja vaikuttavien tekijöiden määrittäminen sekä näiden arviointi), 4. johtopäätökset, 5. raportointi, 6. suositukset, 7. tiedon levittäminen; 7a) tutkinnan tulokset ja 7b) tutkinnan tekeminen (kokemukset tutkinnasta) sekä 8. suositusten toimeenpano ja seuranta (mm. miten tutkinnan tuloksia on sovellettu käytäntöön ja onko niillä ollut vaikutusta turvallisuuteen). Tämän jälkeen ideat käytiin yhdessä läpi keskustellen ja täsmennettiin sekä lisäiltiin uusia heränneitä ajatuksia.

Onnettomuustutkinnan kehittämistä on tehty Tukesissa jo ennen tämän tutkimuksen alkamista. Esimerkiksi vuonna 2011 on järjestetty onnettomuustutkinnan ajankohtais-



päivä, jonka tavoitteena oli jakaa kokemuksia prosessiturvallisuusryhmän tekemistä tutkimuksista ja toisaalta tunnistaa kehittämis- ja koulutustarpeita onnettomuustutkinnan kehittämiseksi. Tukes ja Onnettomuustutkintakeskus järjestivät osittain yhteisen onnettomuustutkintakoulutuksen vuonna 2012. Koulutuksissa saatu palaute ja ajatukset onnettomuustutkinnan kehittämiseksi on liitetty työpajassa kerättyjen hyvien käytäntöjen tuloksiin. Vastaavasti Tukesin kehittämissuunnitelmassa (2013-2014) "Onnettomuustutkinnan hyödynnettävyyden ja vaikuttavuuden kehittäminen" saadut keskeiset tulokset on esitetty näissä tuloksissa. Tämä lisensointityö on osa Tukesin em. projektia.

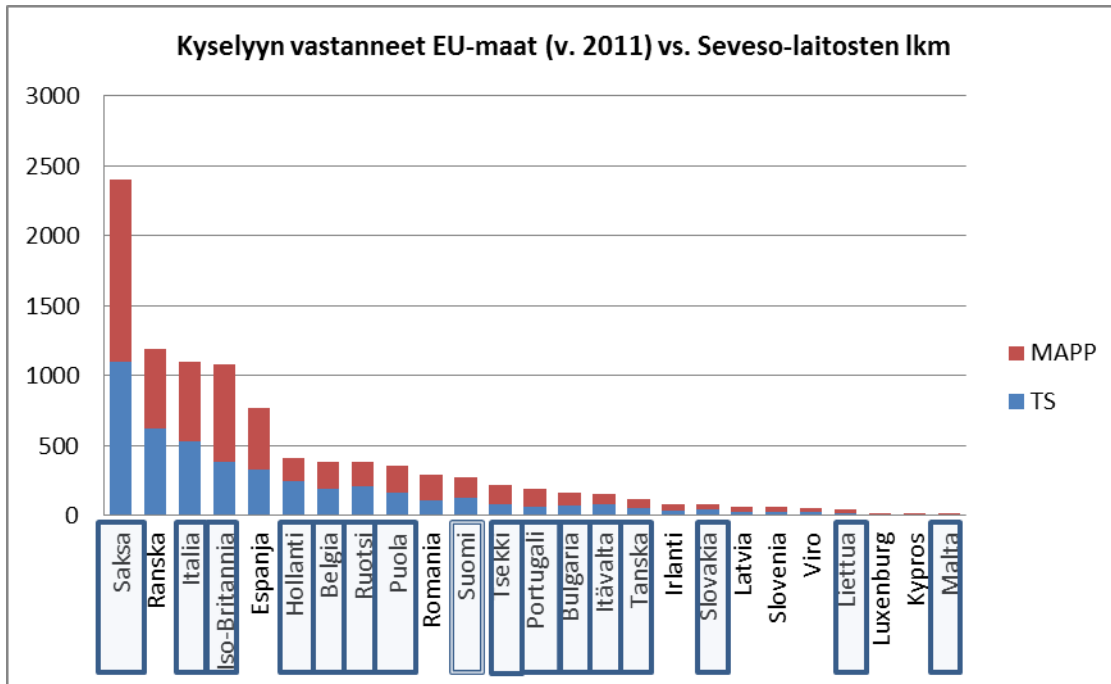
### 3.3 Seveso-kysely

Seveso-kyselyn tavoitteena oli kerätä tietoa Euroopan Seveso-viranomaisilta onnettomuustutkinnan organisoinnista ja hyvistä käytännöistä sekä onnettomuustutkimusmenetelmien käytöstä ja kokemuksista (liite 1). Kysely lähetettiin niille EU:n Seveso-viranomaisille, jotka olivat osallistuneet Seveso-tarkastajien vuosittaiseen seminaariin (MJV, Mutual Joint Visit) vuonna 2013, sillä seminaarin aiheena oli onnettomuuksista oppiminen. Kysely lähetettiin myös Seveso-asioita käsittelevälle EU:n työryhmälle (TWG2, Technical Work Group on Seveso-inspections). Kysely lähetettiin myös Yhdysvaltojen OSHA:n edustajalle, joka osallistui MJV2013-seminaariin. USA:n edustaja työskentelee prosessiteollisuuden turvallisuusasioiden ja onnettomuustutkinnan parissa.

Kyselyn vastaanotti yhteensä 23 Euroopan maata ja USA. Vastaanottajien oli mahdollista välittää kyselyä eteenpäin maidensa eri Seveso-organisaatiolle. Tavoitteena oli saada maittäin yksi vastaus, mutta vastausten määrää ei rajattu. Kaiken kaikkiaan Seveso-lainsäädäntöä noudattavat 28 EU:n jäsenmaata sekä Norja, Islanti ja Makedonia.

Kyselyyn saatiin 21 vastausta yhteensä 17 eri maasta ja 18 eri Seveso-viranomaiselta (liite 2). Tanskasta vastasi kaksi eri Seveso-viranomaista ja Iso-Britanniasta saatiin kaksi vastausta samasta Seveso-organisaatiosta. Italiasta vastattiin kolmesta eri organisaatiosta, joista kaksi toimii Seveso-viranomaisena ja yksi konsultoi Seveso-valvonnassa. Muista maista saatiin yksi vastaus, joita oli joissakin tapauksissa mietitty kollegojen kanssa. Yksi vastauksista oli Yhdysvalloista kemikaalionnettomuustutkinnan asiantuntijalta. Seitsemän maata, joille kysely lähetettiin, ei vastannut uusintapyyntöistä huolimatta. Suomi ei täyttänyt kyselyä, mutta Suomen käytäntöjä on lisätty tuloksiin. Vastanneet organisaatiot ja heidän roolinsa Seveso-valvonnassa löytyvät liitteestä 2.

Kyselyyn saatiin vastauksia melko kattavasti ja Seveso-laitosten lukumäärän perusteella erilaisista maista (kuva 9). Kuvaajasta puuttuu Kroatia, joka liittyi EU:hun vuonna 2013 sekä Norja, joka ei ole EU-maa, mutta noudattaa Seveso-lainsäädäntöä. Vastauksia voidaan pitää kattavina antamaan kuva Seveso-viranomaisten toiminnasta onnettomuustutkinnassa. Mielenkiintoisen näkökulman antaa myös USA:n OSHA:n vastaukset.



Kuva 9. Kyselyyn vastasi kattavasti maita (kehystettynä). Kuvasta puuttuu kyselyyn vastanneista Kroatia ja Norja. (Euroopan komissio 2013)

### 3.4 OTKES-kysely

Työn toinen kysely lähetettiin suuronnettomuuksien tutkintaan erikoistuneille organisaatioille. Organisaatioiden valinnassa käytettiin Onnettomuustutkintakeskuksen asiantuntemusta. Kysely oli lyhyempi ja rakenteeltaan erilainen kuin Seveso-kysely, mutta sisälsi osittain samoja kysymyksiä (liite 3). Tavoitteena oli saada tietoa onnettomuustutkintamenetelmien käytöstä ja kokemuksista sekä ajankohtaisia onnettomuustutkintaan liittyviä kehittämisajatuksista. Onnettomuustutkinnan organisointia ja hyviä käytäntöjä ei selvitetty. Kyselyllä saatiin vertailutietoa muilta onnettomuustutkinnan asiantuntijoilta Seveso-onnettomuuksien tutkintaan.

Kysely lähetettiin yhdeksään eri maahan, joilla tiedettiin olevan pitkät perinteet onnettomuustutkinnassa. Iso-Britanniassa ilmailu-, raide- ja meriliikenteen tutkinta tehdään eri organisaatioissa, joten kysely lähetettiin näille kolmelle. Kyselyyn saatiin vastauksia kuudesta eri maasta, kahdeksasta eri organisaatiosta: Suomi, Norja, Ruotsi, Englanti (3 organisaatiota), Kanada ja USA. Kanada ja Ruotsi ilmoittivat vastausten edustavan koko organisaation käsitystä onnettomuuksien tutkinnasta. Kolme maata, joille kysely lähetettiin, ei vastannut uusintapyynnöstä huolimatta (Australia, Uusi-Seelanti ja Hollanti). Australiasta saatiin kuitenkin myöhemmin kuvausta heidän tekemästään turvallisuustutkinnasta sekä käsikirjoja tutustuttavaksi. Kuvaus vastanneista organisaatioista löytyy liitteestä 4.

### 3.5 Haastattelut

Yhtenä tutkimuskysymyksenä oli selvittää, mitä opittavaa Seveso-onnettomuuksien tutkinnalla on muilta tahoilta, jotka tekevät onnettomuustutkintaa turvallisuuskriittisissä organisaatioissa. Turvallisuuskriittisiksi organisaatioiksi kutsutaan organisaatioita, joiden toimintaan sisältyy tai jotka toiminnassaan käsittelevät sellaisia vaaroja tai uhkia, jotka voivat huonosti hallittuina aiheuttaa vahinkoa ihmisille tai ympäristölle (Reiman et al. 2008). Helposti miellettäviä turvallisuuskriittisiä toimialoja ovat mm. ydinvoima, ilmaliikenne, merenkulku, raideliikenne sekä kemianteollisuus. Näillä toimialoilla turvallisuuden ja sen kehittämiseen on kiinnitetty paljon huomiota ja havaitut puutteet huomioidaan myös mediassa. (Reiman et al. 2008). Perinteisten turvallisuuskriittisten toimialojen lisäksi on lukuisia muita toimialoja, joiden toiminnasta voi aiheutua vahinkoa ihmisille tai ympäristölle, kuten esim. terveydenhuolto, maantieliikenne, rakennusteollisuus, vedenjakelu ja elintarviketeollisuus (Reiman et al. 2008).

Seveso- ja OTKES-kyselyiden lisäksi aineistoa kerättiin haastattelemalla turvallisuuskriittisissä organisaatioissa onnettomuustutkintaa tekeviä asiantuntijoita. Toiminnanharjoittajien ja vakuutuslaitosten tai puolustusvoimien tekemää tutkintaa ei kuitenkaan tarkastella tässä työssä.

Haastateltaviksi organisaatioiksi valittiin ne Seveso-laitoksissa onnettomuustutkintaa tekevät viranomaiset, joiden kanssa Tukesilla on tiivistä yhteistyötä (pelastusviranomainen, työsuojeluviranomainen, Säteilyturvakeskus (STUK), poliisi ja Onnettomuustutkintakeskus). Myös ympäristöviranomaista haastateltiin, vaikka he eivät itse teekään tutkintaa vaan onnettomuustutkinta on toiminnanharjoittajien vastuulla. Ympäristöviranomainen on kuitenkin keskeinen yhteistyötaho Seveso-valvonnassa. Pelastus-, työsuojelu- ja ympäristöviranomaisella sekä poliisilla on useita toimipisteitä Suomessa ja alueittain tutkinnan käytännöt voivat poiketa toisistaan. Tässä tutkimuksessa haastattelut toteutettiin Pirkanmaan pelastuslaitoksella, Etelä-Suomen aluehallintoviraston työsuojelun vastuualueella (ESAVI/Työsuojelu), Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen ympäristö ja luonnonvarat vastuualueella (Uudenmaan ELY/ Ympäristö ja luonnonvarat) sekä Pirkanmaan poliisissa.

Haastateltavaksi valittiin myös Tapaturmavakuutuslaitosten liitto (TVL), joka tutkii pääsääntöisesti kuolemaan johtaneita onnettomuuksia. Tapaturmien tutkinnalla ja menetelmien käytöllä on TVL:ssä pitkät perinteet ja siellä 80-luvulla käyttöön otettu ns. suomalainen tapaturmatutkintamalli on laajasti levinnyt Suomessa toiminnanharjoittajien keskuudessa. Liikennevakuutuskeskus (LVK), joka tekee tutkintaa liikenneonnettomuuksien parissa, oli yksi haastatelluista organisaatioista. Haastattelu täydentää hyvin tutkimusta, koska LKV on kehittänyt liikenneonnettomuuksien tutkinnan organisointia, tutkintaprosessia ja tutkintamallia.

Haastattelut järjestettiin yksittäin kussakin organisaatioissa tai puhelinhaastatteluna ja niihin osallistui 1-2 asiantuntijaa. Onnettomuustutkintakeskuksessa järjestettiin laajempi ryhmähaastattelu, johon osallistui johtajan lisäksi viiden eri tutkintahaaran johta-

vat tutkijat sekä hallintopäällikkö eli yhteensä seitsemän asiantuntijaa. Haastatteluissa saatiin tietoa myös hyvistä käytännöistä sekä onnettomuustutkimenetelmien käytöstä.

Haastattelussa kerättiin tietoa seuraavilla avoimilla teemoilla:

- tutkinnan tausta ja toteutus käytännössä
- tutkintaan laadittu ohjeistus
- tutkinnassa käytettävät onnettomuustutkimenetelmät
- raportointi ja tulosten hyödyntäminen
- ajankohtaista tutkinnassa.

### 3.6 Onnettomuustutkimenetelmien testaus

Onnettomuustutkimenetelmien testausten tavoitteena oli arvioida erilaisten onnettomuustutkimenetelmien soveltuvuutta vaarallisten kemikaalien käsittelyssä tai varastoinnissa sattuneeseen onnettomuuteen. Testattavat menetelmät valittiin kirjallisuusselvityksen ja kyselyiden tulosten sekä Tukesin tekemän onnettomuustutkinnan tavoitteen perusteella. Valintakriteerinä käytettiin myös menetelmän taustalla olevaa onnettomuusmallia; testaukseen valittiin vanhempaan turvallisuusajatteluun eli lineaariseen ja epidemiologiseen onnettomuusmalliin perustuvien menetelmien rinnalle myös sosioteknisen järjestelmän tai organisaation huomioivia menetelmiä. Näin varmistettiin, että menetelmien testauksessa oli eri tarkoituksiin kehitettyjä menetelmiä turvallisuuskehityksen eri ajoilta.

Testaukseen valitut menetelmät olivat poikkeamien tutkinta, STEP, AcciMap, MTO sekä vika- ja tapahtumapuu. Pohdittiin myös Bow tie -sovelluksen käytettävyyttä, jossa solmukkeeksi on riskin sijaan määritelty onnettomuus ja arvioidaan eri onnettomuus-skenaarioita sekä seurausten vaikutuksia. Näiden lisäksi arvioitiin voisiko DISC-mallin mukaisia hyvän turvallisuuskulttuurin kriteereitä hyödyntää onnettomuustutkinnassa. Tutkimuksessa testattiin myös viimeistelyvaiheessa ollutta ESReDA Cube:a, jonka avulla onnettomuuksia voidaan tarkastella onnettomuuksista oppimisen näkökulmasta. Testaukseen valittujen menetelmien lyhyet kuvaukset löytyvät liitteestä 5.

Testausryhmän muodostivat kuusi Tukesin onnettomuustutkinnan asiantuntijaa. Kaikkia valittuja menetelmiä testattiin rikkihiilisäiliön pesun yhteydessä sattuneeseen räjähdysonnettomuuteen (2.9.2008), josta Tukes oli tehnyt oman tutkinnan ja kirjoittanut Tukesin internet-sivuilla löytyvän tutkintaraportin. Tutkimenetelmien testauksessa käytettiin aineistona Tukesin raporttia ja tutkinta-aineistoa sekä onnettomuustutkintaryhmän jäsenten näkemyksiä ja kokemuksia. Onnettomuustutkintaan osallistuneet asiantuntijat kuuluivat menetelmiä testanneeseen ryhmään. Tämän tutkimuksen tekijä oli sekä onnettomuustutkintaryhmän että menetelmätestausryhmän jäsen.

### 3.7 Aineiston analysointi

Työ oli monimenetelmällinen eli työssä kerättiin aineistoa useilla eri menetelmillä eri näkökulmista kvalitatiivisesti. Kuvassa 8 esitetään, millä menetelmillä kuhunkin tutkimuskysymykseen on kerätty aineistoa. Esimerkiksi hyvien käytäntöjen tunnistamiseen työssä on käytetty neljää eri menetelmää. Tilastollisia analyysejä ei voitu tehdä vastausten pienen lukumäärän vuoksi.

Kyselyissä oli sekä strukturoituja että avoimia kysymyksiä. Kyselyt toteutettiin internet-pohjaisella lomakkeella, josta tiedot siirrettiin Excel-taulukkolaskentaohjelmaan tulosten käsittelyä varten. Kyselyistä on laskettu vastaajien lukumääriä eri vastausvaihtoehdoille sekä kirjattu täsmennyksiä avointen kysymysten vastauksista. Avointen kysymysten vastauksia on myös ryhmitelty ja kirjoitettu aiheittain yhteenvedoja tuloksiin. Seveso-kyselyssä vastauksia on analysoitu kaikkien vastanneiden kesken sekä erikseen heidän osalta, jotka ovat tehneet onnettomuustutkintaa. Kyselyiden avulla saatiin vastauksia tutkimuskysymyksiin 1-4 (kuva 8.) eli hyvien käytäntöjen määrittämiseen, mitä opittavaa Seveso-onnettomuuksien tutkinnassa on muilta sekä mitä onnettomuustutkimenetelmiä hyödynnetään ja miten.

Työpaja ja haastattelut toteutettiin teemahaastatteluna. Näiden yhteenvedot kirjoitettiin puhtaaksi ja asiasisältö tarkistutettiin haastateltavilla. Haastatteluiden ja työpajan yhteenvedot on esitetty tuloksissa. Tuloksia on ryhmitelty ja niiden perusteella on määritetty onnettomuustutkinnan hyviä käytäntöjä tutkintaprosessin eri vaiheisiin. Haastatteluista saatiin vastauksia kyselyiden tavoin tutkimuskysymyksiin 1-4 (kuva 8.).

Kaikki testattavat menetelmät arvioitiin ennakkoon suunniteltujen teemojen mukaisesti. Keskeisistä havainnoista kirjoitettiin yhteenvedot, jotka olivat tilaisuuksiin osallistuneiden luettavana asiasisällön tarkistamiseksi. Yhteenvedot on esitetty menetelmittain työn liitteenä. Tuloksia on ryhmitelty aiheittain ja ne olivat keskeisiä määritettäessä, mitkä onnettomuustutkimenetelmät soveltuvat Tukesin tekemään Seveso-onnettomuuksien tutkintaan, miten tutkintamenetelmiä voidaan hyödyntää tutkintaprosessin eri vaiheissa sekä millä menetelmillä voidaan löytää myös onnistumisia (tutkimuskysymykset 4-6, kuva 8.).

Tulokset on käsitelty työssä menetelmittain, mutta tulosten tarkastelussa tarkastelunäkökulma on ollut aihekeskeinen, jolloin on yhdistetty eri menetelmillä saatuja tuloksia. Esimerkiksi onnettomuustutkinnan hyvistä käytännöistä on kirjoitettu yhteenvedo työn liitteeseen eri viranomaisilta ja organisaatioilta saatuja kokemuksia hyödyntäen.

## 4 TULOKSET

### 4.1 Tukesin onnettomuustutkinnan työpajan tulokset

Tukesin prosessiturvallisuusryhmän onnettomuustutkintaa käsiteltiin työpajassa, jonka tarkoituksena oli tunnistaa tutkinnassa vallitsevia hyviä käytäntöjä ja toisaalta ideoida ajatuksia toiminnan kehittämiseksi. Hyviä käytäntöjä kirjattiin onnettomuustutkintaprosessin eri vaiheisiin. Tuloksiin on yhdistetty prosessiturvallisuusryhmälle järjestetyn työpajan tulokset, aikaisempien onnettomuustutkintaa käsittelevien tilaisuuksien yhteydessä tulleet hyvät käytännöt sekä meneillään olevassa Tukesin kehittämissuunnitelmassa esiin nousseet keskeiset tulokset hyödynnettävyyden ja vaikuttavuuden kehittämiseksi.

Onnettomuustutkinnan aloittamisessa on tärkeää, että tutkintaryhmällä on riittävästi asiantuntemusta ja resursseja käytettävänä sekä määritetty tutkinnan tavoite. Onnistunut onnettomuustutkinta edellyttää hyvää ja luottamuksellista yhteistyötä toiminnanharjoittajien sekä muiden viranomaisten ja sidosryhmien kanssa. Onnettomuudesta riippuen media voi olla hyvinkin kiinnostunut tapahtumien tutkinnasta, joten Tukesin tulee nimeätä Tukesin ohjeiden mukaisesti henkilö, joka vastaa onnettomuutta koskeviin kysymyksiin Tukesissa. Ilman onnistunutta sisäistä tiedonkulkua ulkoinen viestintä ei voi olla laadukasta.

Toistaiseksi onnettomuustutkinta on pääsääntöisesti aloitettu Suomen valvontakohteissa sattuneiden onnettomuuksien tai vaaratilanteiden takia. Onnettomuuksista oppimisen tehostamiseksi tutkintaa olisi hyvä harkita aloitettavaksi myös muualla sattuneiden onnettomuuksien tai tapahtumien sekä ilmiöiden tai teemojen pohjalta esimerkiksi pohtimalla, olisiko vastaavaa voinut sattua Suomessa ja mitä toimia onnettomuuksien ennaltaehkäisemiseksi tulisi aloittaa.

Tiedon keruussa keskeistä on varmistaa heti onnettomuuden jälkeen, että onnettomuuspaikkaa ei raivata eikä siivota muilta osin kuin on turvallisuuden kannalta välttämätöntä. Tiedon keruuseen on hyvä laatia suunnitelma ja pyrkiä keräämään tietoa kattavasti eri organisaatiotasoilta sekä eri työvuoroista ja eri henkilöiltä. Tietoa kannattaa kerätä monipuolisesti (esim. haastattelut, dokumentit, näytteet, tietokannat, valokuvat) mieluummin liian paljon kuin liian vähän. Tiedon keruussa voi tehdä mahdollisuuksien mukaan yhteistyötä eri viranomaisten kanssa.

Tietojen analysoinnissa keskeistä on muodostaa tutkintaryhmälle yhteinen käsitys tapahtumien kulusta ja siihen vaikuttaneista tekijöistä. Onnettomuustutkintamenetelmien hyödyntäminen lisää tutkinnan objektiivisuutta ja yhteistyö muiden prosessiturvallisuusryhmäläisten sekä Tukesin muiden ryhmien kanssa varmistaa, että määritetty tapahtumaketju on looginen ja tutkinnassa on tehty perusteltuja päätelmiä.

Tutkinnasta tehdyt johtopäätökset ovat selkeitä, loogisia ja perustuvat tutkintaan. Raportointi noudattaa hyvän kirjoittamisen periaatteita ja laaditaan konkreettisia toimenpidesuosituksia. Suosituksia voidaan antaa eri toimijoille ja niiden toteutumista seurataan. Tutkinnan valmistuttua levitetään tietoa tutkinnan tuloksista monipuolisesti (esim. raportti, tiedotteet, esitykset, luennot, valvontakäynnit, tarkastusteemat, käytönvalvojan uutiskirjeet, tiedotustilaisuudet, teemapäivät sekä esittelyt neuvottelukunnissa, ministeriöille ja muille sidosryhmille). Tiedon levittämisessä kannattaa hyödyntää myös sosiaalista mediaa. Onnettomuustutkinnasta oppimisen tehostamiseksi on tärkeää arvioida onnettomuustutkinnan onnistumista yli Tukesin ryhmärajojen.

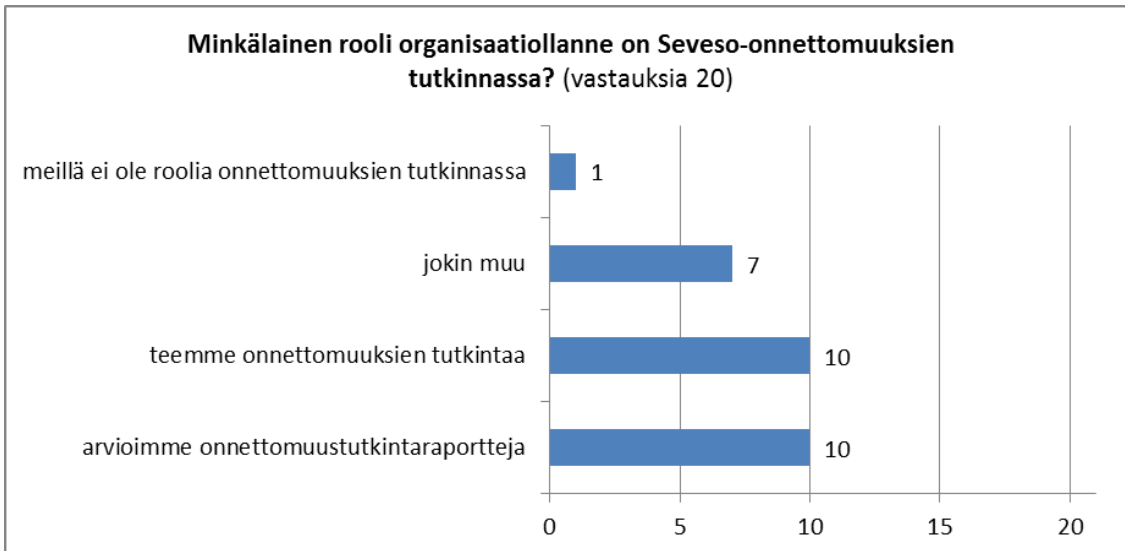
## 4.2 Seveso-kyselyn tulokset

### 4.2.1 Taustakysymykset

Seveso-valvonta on organisoitu Euroopan maissa eri tavoilla ja on tavallista, että toimivaltaisia Seveso-viranomaisia on useita. Seveso-valvonta on monesti osa työsuojelu-, ympäristö- tai pelastusviranomaisen työtä. Suomen Seveso-valvonta on organisoitu erillisellä tavalla moniin muihin maihin verrattuna. Suomessa Seveso-valvonnan toimivaltaisena viranomaisena toimii Tukesin prosessiturvallisuusryhmä, joka tekee yhteistyötä muiden viranomaisten kanssa (pelastus-, työsuojelu- ja ympäristöviranomaiset). Lähimpänä Suomen organisointia on Norja, jossa yksi viranomainen (Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, DSB) toimii Seveso-valvonnan koordinoijana.

Vastausten mukaan useimmissa maissa Seveso-direktiivien mukaisia onnettomuuksia sattuu vuosittain pääsääntöisesti 0-3 ja viiden vuoden aikana (2009-2013) 0-6. Vaihtelu onnettomuuksien lukumäärässä viiden vuoden aikana oli 0-40, eikä kaikissa maissa Seveso-onnettomuuksia ole sattunut koskaan. Suomessa Seveso-onnettomuuksia on sattunut vuosina 2009-2013 viisi ja sen lisäksi EU:lle on raportoitu yksi vakava suuronnettomuusvaaratilanne. Euroopan komission ylläpitämästä onnettomuustietokannasta (eMARS) ei ole saatavissa maakohtaisia onnettomuustietoja, joten vastaajien esittämät lukumäärät voivat olla virheellisiä.

Seveso-kyselyyn vastasi viranomaisten lisäksi muita tutkintaan osallistuvia tahoja. Kyselyyn vastanneista puolen (10 vastausta) tehtäviin kuuluu onnettomuustutkintaraporttien arviointi ja puolet tekevät omaa tutkintaa (kuva 10). Näistä neljä organisaatiota tekee näitä molempia. Muita rooleja (7 vastausta) tutkinnassa ovat esim. asiantuntijana tai konsulttina toimiminen, onnettomuuksien ja turvallisuusjohtamisjärjestelmien käsittely tarkastuksilla, onnettomuuksien vaikutusten arviointi sekä onnettomuustiedon hallinnollinen käsittely ja jatkohyödyntäminen (esim. onnettomuuksista oppimisen lisääminen).



Kuva 10. Kyselyyn vastanneiden organisaatioiden rooli Seveso-onnettomuuksien tutkinnassa.

Vastanneista noin puolella on henkilökohtaisesti kokemusta onnettomuuksien tutkinnasta (kuva 11). On huomattava, tutkintakokemus voi olla peräisin esim. työsuojeluun liittyvien onnettomuuksien tutkinnasta. Yhdysvaltojen vastaajalla on kokemusta useiden tutkintojen johtamisesta.



Kuva 11. Vastanneiden kokemus onnettomuuksien tutkinnasta.

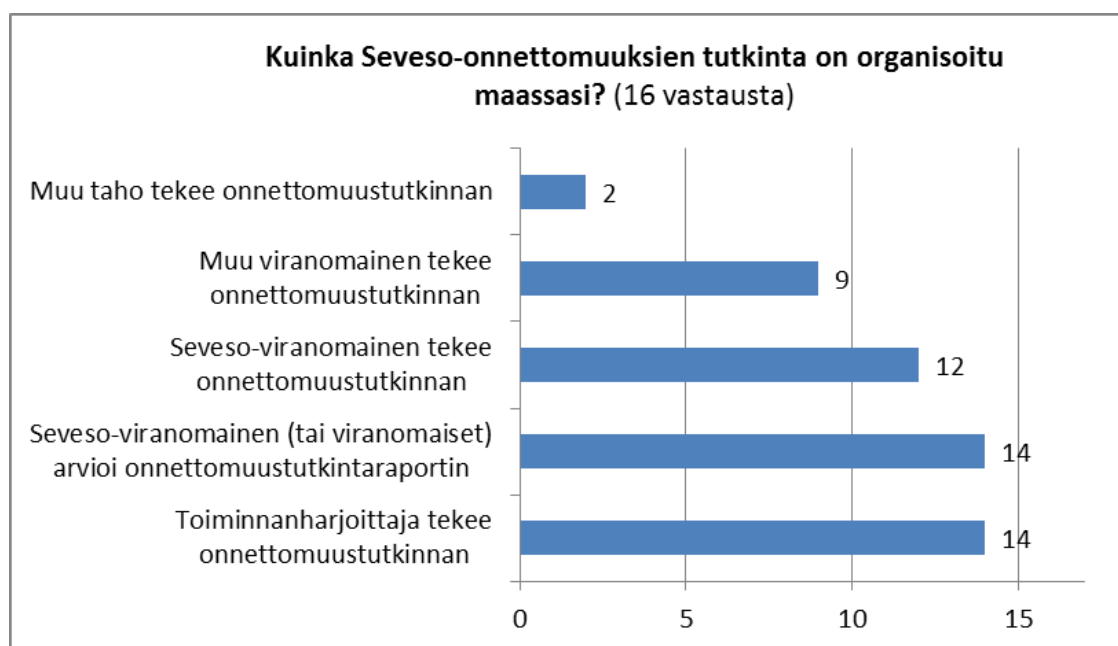
Pääsääntöisesti kaikki tutkintaan osallistuneet ovat saaneet koulutusta tutkintaan, mutta koulutuksen taso ja määrä vaihtelee. Onnettomuustutkintaan osallistuneista noin puolet (viisi) arvioivat saaneensa riittävästi koulutusta omien tutkintatehtävien hoitamiseksi.



Kolme vastaajista kertoi saaneensa koulutusta, mutta ei riittävästi ja kolme vastaajista ei ole saanut lainkaan koulutusta. Niistä henkilöistä, jotka eivät ole osallistuneet onnettomuustutkintaan, kolme on saanut kuitenkin koulutusta.

#### 4.2.2 Seveso-onnettomuustutkinta Euroopassa

Kuten Seveso-valvonta, myös Seveso-laitoksissa sattuneiden onnettomuuksien tutkinta on organisoitu kaikissa maissa eri tavalla (liite 6). Seveso-viranomaisten MJV 2013-seminaarissa käydyissä keskusteluissa ilmeni, että kaikissa maissa ei ole tietävästi sattunut lainkaan Seveso-onnettomuutta, eikä kaikkien maiden edustajilla ollut selkeää käsitystä, kuinka tutkinta onnettomuustilanteessa konkreettisesti tapahtuisi. Seveso-onnettomuuksien tutkintaan voivat osallistua useat eri tahot onnettomuuden luonteesta ja seurausten vakavuudesta riippuen (kuva 12). Useimmissa Seveso-onnettomuuksissa toiminnanharjoittaja tekee tutkinnan ja toimittaa raportin Seveso-viranomaiselle, joka arvioi raportin. Raporttien perusteella viranomainen voi mm. vaatia lisäselvityksiä, tehdä valvontakäyntejä tai asettaa erilaisia vaatimuksia. Tapauksesta riippuen Seveso-viranomainen voi tehdä oman tutkinnan (12/16 vastausta) tai osallistua toisen viranomaisen (usein poliisin) tutkintaan esimerkiksi asiantuntijan roolissa. Seveso-viranomaisten asiantuntemus tulee näin ollen hyödynnettyä riippumatta onnettomuustutkinnan vastuullisesta tahosta.



Kuva 12. Seveso-onnettomuuksien tutkinnan organisointi.

Suomessa toiminnanharjoittajat ovat velvollisia ilmoittamaan vakavista onnettomuuksista Tukesiin. Selvityksen perusteella Tukes arvioi, onko onnettomuuteen vaikuttaneita tekijöitä arvioitu riittävän kattavasti ja ryhdytty tarpeellisiin toimiin vastaavien onnettomuuksien ennaltaehkäisemiseksi jatkossa. Harkintansa mukaisesti Tukes voi nimittää oman tutkintaryhmän selvittämään onnettomuutta. Vähintään Seveso-direktiivin perus-

teella EU:lle ilmoitettavat onnettomuudet Tukes tutkii itse. Onnettomuustutkintaa voidaan tehdä yhteistyössä muiden viranomaisten kanssa (esim. pelastus-, työsuojelu- ja ympäristöviranomainen, poliisi ja onnettomuustutkintakeskus). Tukesin tekemä tutkintaa edellyttää hyvää yhteistyötä toiminnanharjoittajan kanssa. Tukesilla on mahdollisuus yhteistyöhön myös muiden organisaatioiden kanssa (esim. laitetoimittajat, tutkimuslaitokset, yliopistot ja korkeakoulut, tarkastuslaitokset). Tukes voi tutkia myös vaaratilanteita, jotka olisivat saattaneet aiheuttaa suuronnettomuuden vaaran.

Yhdysvalloissa toiminnanharjoittaja on velvoitettu tekemään omaa tutkintaa, jos sen tulee noudattaa OSHA:n prosessiturvallisuusjohtamisen standardia (vastaa EU:n Seveso-lainsäädäntöä). Seurauksiltaan vakavimmat onnettomuudet voidaan tutkia CSB:n (Chemical Safety Board) toimesta yksityiskohtaisemmin. Myös muut viranomaiset voivat tehdä tutkintaa.

Onnettomuustutkintaryhmän osaamisvaatimuksissa on maiden välillä eroja (kuva 13). Vastausten perusteella onnettomuustutkintoihin edellytetään yhtä lailla osaamista niin inhimillisistä ja organisatorisista tekijöistä, prosessitekniikasta, onnettomuustutkimamenetelmistä, kokemusta onnettomuustutkinnasta sekä objektiivisuutta ja riippumattomuutta. Viisi vastaajaa ilmoitti, ettei heillä ole lainkaan vaatimuksia onnettomuustutkintaryhmän osaamiselle. Näistä kolme kuitenkin kertoi, että ryhmäläisillä pitää olla perusosaamista prosesseista, tutkinnasta ja lainsäädännöstä. Vastaavasti kohtaan muu vastanneet kertoivat mm. tarvittavasta osaamisesta laadukkaan tutkimuksen saavuttamiseksi. Kahdella maalla ryhmän osaamisvaatimuksena oli kaikki kysytyt näkökulmat.



Kuva 13. Onnettomuustutkintaryhmän osaamisvaatimukset.

On todennäköistä, että useat maat nimittävät tutkintaryhmään mahdollisimman monialaista osaamista, vaikka muodollisia ohjeita ja periaatteita ei olisikaan kirjoitettu. Seveso-viranomaisten perustyö edellyttää laajaa osaamista mm. turvallisuusjohtamisesta, riskienhallinnasta ja prosessitekniikasta sekä Seveso-lainsäädännöstä. Joissakin maissa Seveso-viranomaiselle on asetettu pätevyysvaatimuksia (esim. korkea-asteen tekninen koulutus ja viiden vuoden työkokemus).

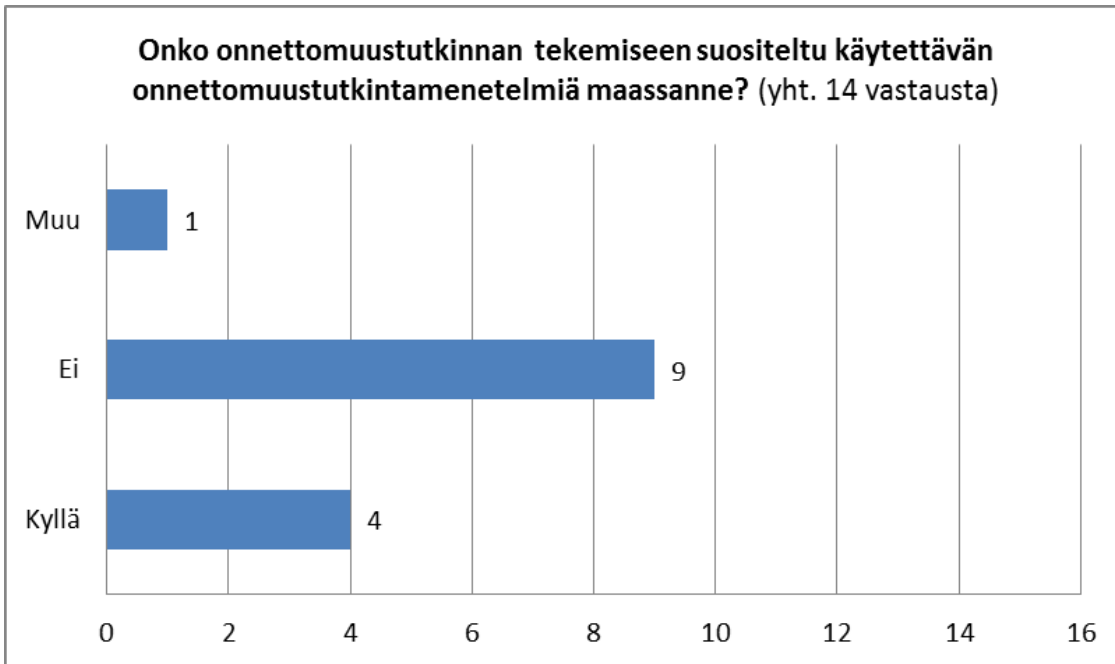
Suomessa Tukesin Seveso-onnettomuuden tutkintaryhmä muodostuu usein kahdesta prosessiturvallisuusryhmän jäsenestä sekä mahdollisesti muiden ryhmien (sähkölaitteisto, painelaite) asiantuntijoista. Objektiiivisuus- ja riippumattomuussyiden vuoksi kohteen tarkastajana toimiva henkilö ei voi osallistua onnettomuustutkintaan. Muita muodollisia osaamisvaatimuksia ei ole, mutta jo normaalit työtehtävät edellyttävät laajaa osaamista mm. prosessitekniikasta, lainsäädännöstä, turvallisuusjohtamisesta ja riskienhallinnasta. Usein tutkintapareista toisella on kokemusta useista onnettomuustutkinnoista. Tällä tavoin mentoroimalla osaamista ja ammattitaitoa välitetään ryhmässä eteenpäin.

Vastanneet arvioivat, että valtaosalla toiminnanharjoittajista on ohjeistuksia, käsikirjoja ja menettelyitä onnettomuuksien tutkintaan (8 kyllä vastausta, 2 ei vastausta, 2 ei tiennyt). Tämä on odotetun mukainen tulos, koska Seveso-direktiivi edellyttää toimintaperiaatteita suuronnettomuuksien ehkäisemiseksi, ja useilla toiminnanharjoittajilla on laadittu johtamisjärjestelmä. Toisaalta toiminnanharjoittajilta edellytetään onnettomuustutkintaa myös muiden lainsäädäntöjen perusteella ja näitä tutkimuksia oletettavasti toiminnanharjoittajat tekevätkin enemmän. Kyselyssä ei oteta kantaa ohjeiden ja menettelyiden kattavuuteen eikä laatuun, joten on mahdollista, että prosessiturvallisuuden erityispiirteitä ei ole huomioitu kattavasti kaikissa asiakirjoissa. Vastauksista ei myöskään selviä, käyttävätkö toiminnanharjoittajat omissa tutkinnoissaan onnettomuustutkimamenetelmiä.

Seveso-onnettomuuksien tutkintaan osallistuvilla viranomaisilla on pääsääntöisesti (8/11 organisaatiota) ohjeistetut menettelytavat onnettomuuksien tutkintaan. Yhdelle vastaajista, jonka organisaatio ei tee itse tutkintaa, mutta arvioivat onnettomuustutkintaraportteja, oli laadittu menettelytavat raporttien arviointiin. Tukesilla on onnettomuustutkintakäsikirja, jossa on kuvattu tutkinnan menettelyt. Toiminnanharjoittajien lähettämien onnettomuusraporttien arviointiin ei ole erillistä ohjeistusta.

Ohjeistus onnettomuuksien tutkinnaissa käytettävistä onnettomuustutkimamenetelmistä vaihtelee (kuva 14). Suurimmalla osalla ei ole ohjeistusta menetelmien käytöstä (9/14 maata). Kaksi vastaajista kertoi perimmäinen syy -menetelmän käytöstä (root cause). Toinen näistä mainitsi myös 5xW -menetelmän (What?, When?, Where?, Why?, Whom?) ja toinen arveli Bow tien soveltuvan useimpien onnettomuuksien ymmärtämiseen ja olevan perimmäinen syy -menetelmää helpompi käyttää. Kolme maata kertoi palontutkinnaissa käytettävästä standardimenetelmästä. Yhdestä maasta kerrottiin, että kaikkien suuronnettomuuksien tutkinnoissa on nimetty tutkintajohtaja, jonka yhtenä tehtävänä onnettomuustutkinnan suunnittelussa on arvioida analyttisten tutkimamenetelmien käytöstä. Yksi vastaajista kommentoi, että vaikka menetelmien käyttöön ei ole

ohjeistettu, he odottavat toiminnanharjoittajilta hyviä käytäntöjä, joihin liittyy myös asianmukaisten menetelmien käyttö. Suomessa Tukes käyttää raporteissaan AcciMap:ia ja onnettomuustutkintakäsikirjassa on opastettu myös STEP ja MTO -menetelmistä.



Kuva14. Onnettomuustutkintamenetelmien käyttöön on annettu suosituksia neljässä maassa.

Kahdeksan maata 12 vastanneesta kertoi, että onnettomuustutkintaraportissa kuvataan joskus tapahtumaketju graafisesti, neljässä maassa ei koskaan. Graafisen kuvauksen koetaan helpottavan erityisesti monimutkaisten tapahtumien visuaalista hahmottamista. Tapahtumaketjun kuvaamisessa kerrottiin käytettävän puumalleja, syy-seurauskaavioita ja suojausien esittämiseen perustuvia kuvaajia.

Suomessa Tukesin Seveso-onnettomuuksien tutkintaraporteissa tapahtumaketjua kuvataan nykyisin aina AcciMap -kaaviolla. AcciMap -kaavio ei anna yksityiskohtaista kuvaa tapahtumien kulusta, mutta kuvaa onnettomuuteen liittyviä taustatekijöitä eri tasoilla aina lainsäädäntöön asti.

### 4.2.3 Hyvät käytännöt

Kyselyssä vastaajat kertoivat heillä olevista hyvistä käytännöistä onnettomuustutkintaprosessin eri vaiheissa. Vastaavasti kirjattiin sellaisia hyviä käytäntöjä, joihin vastaajien mielestä onnettomuustutkinnan tulisi pyrkiä. Koska useimmat Seveso-viranomaiset arvioivat toiminnanharjoittajien laatimia onnettomuustutkintaraportteja, hyvät käytännöt onnettomuustutkintaraporttien arviointiin oli yksi selvittävä vaihe. Vastaukset ovat yksittäisten henkilöiden näkemyksiä. Seveso-viranomaisten keskuudessa onnettomuustutkinta on organisoitu usealla eri tavalla, joten kaikki kyselyssä kerrotut hyvät käytännöt eivät ole sellaisenaan sovellettavissa jokaiseen onnettomuustutkintaan osallistuvaan organisaatioon.

Raporttien arviointiin tulee olla selkeät menettelytavat ja asianmukainen koulutus sekä ohjeistus. Arvioinnissa varmistetaan, että onnettomuutta on tarkasteltu riittävän laajasti ja johtopäätökset sekä määritetyt kehittämistoimet ovat johdonmukaisia tutkinnan tuloksiin nähden. Tarvittaessa toiminnanharjoittajalta pyydetään lisätoimia ja tehdään yhteistyötä eri viranomaisten kanssa. Monet vastaajista olivat kertoneet myös hyvän raportin ominaisuuksista.

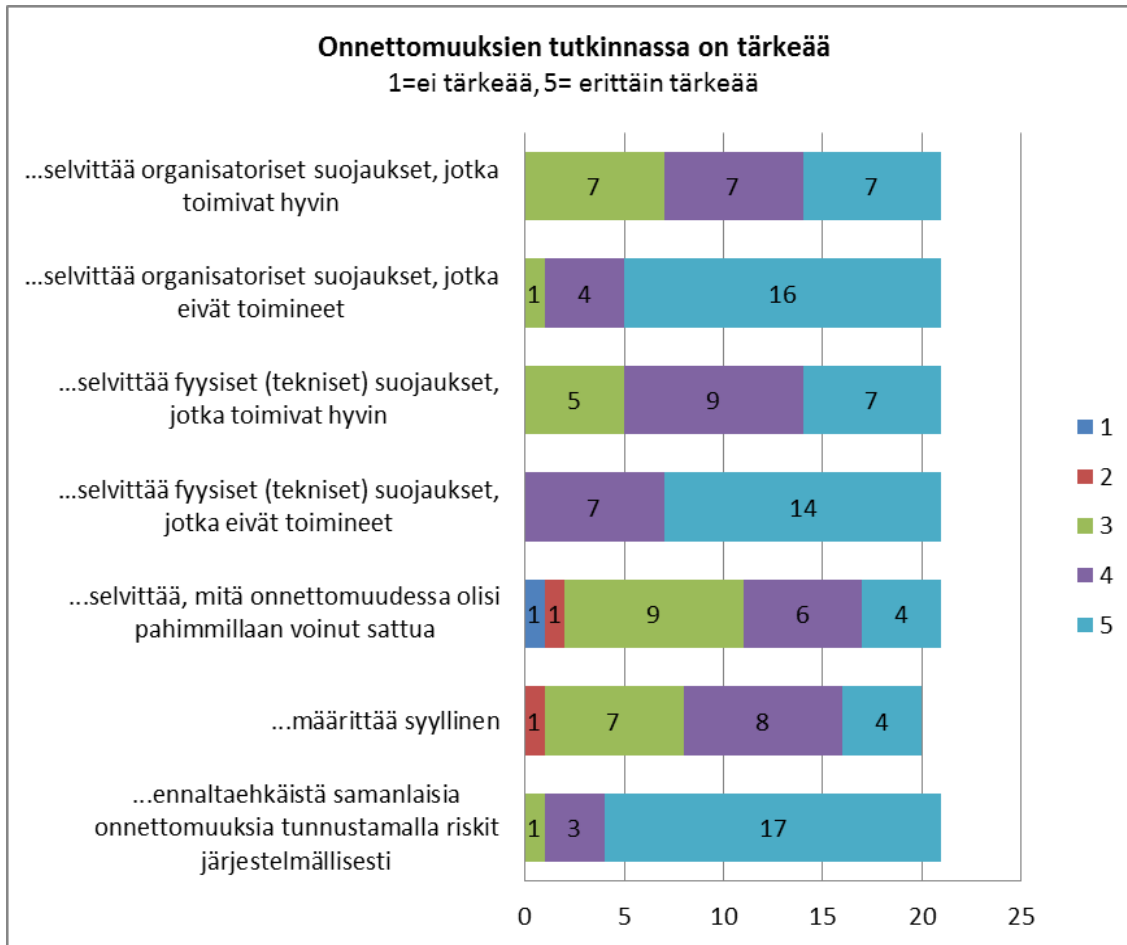
Onnettomuudesta saatujen tietojen ja seurausten perusteella arvioidaan onnettomuustutkinnan aloittaminen ja muodostetaan tutkintaryhmä, jolla on riittävästi asiantuntemusta ja resursseja käytettävissä. Tutkinta tulee aloittaa mahdollisimman pian ja sen tulee olla suunnitelmallista sekä laitoksen työntekijät huomioivaa. Niissä maissa, joissa poliisi johtaa tutkintaa ja kyseessä on rikostutkinta, on hyvä arvioida onnettomuuksista oppimista erillisessä Seveso-tarkastajan vetämässä ryhmässä. Tietoa kerätään monipuolisesti eri lähteistä ja mahdollisuuksien mukaan voidaan tehdä yhteistyötä eri viranomaisten kanssa. Kerätystä aineistosta on hyvä olla kirjanpito.

Tiedon analysoinnissa selvitetään tapahtumien kulku sekä välittömät ja taustalla vaikuttaneet syyt tutkinnalle asetettujen tavoitteiden mukaisesti. Tutkinnan aikana on usein hyödyllistä käyttää useita eri menetelmiä. Raportissa tulee olla selkeä rakenne ja raportin tulee noudattaa hyvän kirjoittamisen periaatteita. Mikäli johtopäätösten oikeellisuuteen liittyy epävarmuustekijöitä tai vaihtoehtoja, raportissa tulee perustella asiat selkeästi. Suositusten tulee perustua onnettomuustutkintaan ja niiden on oltava selkeitä, konkreettisia ja täsmällisiä. Tavoitteena on löytää optimaaliset kehittämistoimet, mutta on ymmärrettävä, että aina ei ole mahdollista saavuttaa täydellistä ratkaisua. Suosituksia kohdistetaan eri tahoille, kehittämistoimenpiteille asetetaan aikataulu ja vastuuhenkilöt sekä niiden toteutumista seurataan riittävän pitkään. Teknisten toteutusten seuranta on helppoa pitkällä aikavälillä tapahtuvien organisatoristen ja ihmisten käyttäytymiseen liittyviin muutoksiin verrattuna.

Tiedon levittämistä suunniteltaessa on hyvä määritellä, kenelle tietoa kannattaa levittää ja missä muodossa. Tiedottamiskanavia ja -tapoja on useita niin yrityksissä, konserneissa, toimialoilla ja viranomaisten sekä muiden sidosryhmien keskuudessa.

#### **4.2.4 Onnettomuustutkintamenetelmät**

Onnettomuustutkinnassa koetaan tärkeäksi (kuva 15) tunnistaa järjestelmällisesti onnettomuuteen vaikuttaneet tekijät vastaavien onnettomuuksien ennaltaehkäisemiseksi (20/21 vastausta) sekä selvittää fyysiset ja organisatoriset suojaukset (14-21/ 21 vastausta). Niiden suojausten selvittäminen, jotka eivät toimineet tai puuttuivat kokonaan, arvioidaan hieman tärkeämmäksi kuin onnistuneiden suojausten selvittäminen. Teknisten ja organisatoristen suojausten selvittämisen tärkeydessä ei ole eroa. Syyllisen määrittäminen oli kahdentoista vastaajan mielestä tärkeää. Pahimman mahdollisen onnettomuus-skenaarion arviointi onnettomuustutkinnassa koki tärkeäksi puolet vastaajista. Vertailtaessa niiden henkilöiden vastauksia, jotka ovat itse osallistuneet onnettomuuksien tutkintaan niihin, joilla ei ollut henkilökohtaista kokemusta onnettomuuksien tutkinnasta, merkittäviä eroja ei ollut.



Kuva 15. Tutkinnassa koetaan tärkeimmäksi tunnistaa riskit samanlaisten onnettomuuksien ennaltaehkäisemiseksi sekä selvittää niin toimimattomat kuin hyvin toimineet suojaukset.

Kyselyssä selvitettiin, kuinka hyvin vastanneet tuntevat eri onnettomuustutkimusmenetelmiä ja minkälaiseksi arvioivat kunkin menetelmän hyödyllisyyden (taulukot 4 ja 5). Kyselyyn nimettyjen menetelmien valinta perustui 1. Skletin (2002, 2004) raporttiin ja artikkeliin, joissa kuvattiin joitakin tärkeitä, arvostettuja ja yleisesti käytettyjä menetelmiä suuronnettomuuksien tutkintaan, 2. Ruotsin Karlstadsin yliopiston onnettomuustutkimusmenetelmä -kurssiin (Kvalifiserad ulyckutredningsmetoder 2013), jossa esiteltiin yliopiston onnettomuustutkimusmenetelmien käsityksen mukaisia keskeisiä menetelmiä, 3. Tukesin ja Onnettomuustutkimuskeskuksen asiantuntijoiden näkemyksiin onnettomuustutkimusmenetelmistä, 4. Seveso- ja OTKES-kyselyiden tuloksiin sekä 5. kirjallisuuskatsaukseen. Kyselyssä oli myös avoin kohta, jossa oli mahdollisuus mainita muita menetelmiä.

Tulokset on esitetty taulukoissa kaikkien vastanneiden osalta sekä erikseen jaoteltuna niiden kesken, joilla on kokemusta onnettomuuksien tutkinnasta (12 vastannutta, USA mukana tuloksissa) ja joilla ei ole henkilökohtaista kokemusta onnettomuustutkinnasta (9 vastausta). Vastaajien vähäisestä määrästä johtuen tulokset esitetään vastaajien lukumäärällä. Tulosten havainnollistamiseksi on käytetty alla taulukossa 3 olevia väri-

koodeja; punaiset sävyt osoittavat menetelmän olevan uusi useimmille vastanneista ja vihreä sekä violetti puolestaan kuvaavat, että vastanneista useimmat ovat käyttäneet menetelmää, nähnyt sitä käytettävän maassaan, tuntee tai tietää menetelmän.

Taulukko 3. Menetelmien a) tunnettavuudessa (tulokset taulukossa 4) ja b) hyödyllisyyden arvioinnissa (taulukko 5) käytetyt värikoodit.

	a) Jos menetelmä on uusi vähintään 16 vastanneista (Käytetty taulukossa 4) b) Jos niiden vastanneiden määrä on vähintään 16, jotka eivät ole tunteneet menetelmää niin hyvin, että olisivat voineet arvioida menetelmän hyödyllisyyttä tai ei ollut vastannut kysymykseen (Käytetty taulukossa 5)
	a) Jos menetelmä on uusi vähintään 12 vastanneista (Käytetty taulukossa 4) b) Jos niiden vastanneiden määrä on vähintään 12, jotka eivät ole tunteneet menetelmää niin hyvin, että olisivat voineet arvioida menetelmän hyödyllisyyttä tai ei ollut vastannut kysymykseen (Käytetty taulukossa 5)
	a ja b) Muut menetelmät kuin yllä ja alla oleviin määritelmiin kuuluvat (Käytetty taulukoissa 4 ja 5)
	a) Jos vähintään 12 vastanneista on käyttänyt, tuntee ja tietää menetelmän (Käytetty taulukossa 4) b) Jos menetelmän hyödyllisyyttä on arvioinut vähintään 12 vastanneista (Käytetty taulukossa 5)
	a) Jos vähintään 16 vastanneista on käyttänyt, tuntee ja tietää menetelmän (Käytetty taulukossa 4) b) Jos menetelmän hyödyllisyyttä on arvioinut vähintään 16 vastanneista (Käytetty taulukossa 5)

Menetelmän tunnettavuutta kysyttäessä vastaajien määrä oli menetelmittäin kaikkien vastanneiden osalta 16-20 (taulukko 4). Menetelmittäin pystyi valitsemaan vain yhden vaihtoehdoista, joka kuvasi parhaiten omaa osaamista menetelmästä. Vaihtoehdot olivat: a) olen käyttänyt itse menetelmää, b) olen nähnyt käytettävän menetelmää maassani, c) tunnen menetelmän, mutta en ole itse käyttänyt sitä, d) tiedän menetelmän, mutta en tunne sitä, e) menetelmä on uusi minulle.

Tulokset osoittavat luonnollisesti, että onnettomuustutkintaa tehneillä oli enemmän omia käyttökokemuksia menetelmien käytöstä tai niiden käyttämisestä maassaan kuin niillä, jotka eivät ole itse osallistuneet tutkintaan (taulukko 4). Vika- ja tapahtumapuu olivat menetelmät, jotka kaikki vastanneista vähintään tiesivät. Näitä menetelmiä oli myös käytetty eniten. Vastaajilla oli kokemusta myös perimmäisen syyn analyysistä ja suojausanalyysistä sekä tapahtumien ja syytekijöiden analyysistä.

GEMS, SHELL, FRAM, SCAT ja DREAM olivat vastanneiden kesken vähiten tunnetut menetelmät. Avoimessa kohdassa yksi vastaajista kertoi vikapuu-analyysiin perustuvasta menetelmästä, joka soveltuu hänen mukaansa hyvin prosessionnettomuuksien tutkintaan (Multiple-Cause, Systems Oriented Incident Investigation Technique (MCSOII)).

Taulukko 4. Yhteenvedo kyselyn vastauksista menetelmien käyttämisestä ja tunnettavuudesta.

	olen käyttänyt menetelmää			maassani on käytetty menetelmää			tunnen menetelmän, mutta en ole käyttänyt			tiedän menetelmän, mutta en tunne sitä			menetelmä on uusi minulle		
	<i>kaikki</i>	tehnyt tutkintaa	ei tehnyt tutkintaa	<i>kaikki</i>	tehnyt tutkintaa	ei tehnyt tutkintaa	<i>kaikki</i>	tehnyt tutkintaa	ei tehnyt tutkintaa	<i>kaikki</i>	tehnyt tutkintaa	ei tehnyt tutkintaa	<i>kaikki</i>	tehnyt tutkintaa	ei tehnyt tutkintaa
AcciMap	0	0	0	1	1	0	2	1	1	4	3	1	13	6	7
AEB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	2	13	6	7
Suojausanalyysi	3	3	0	5	4	1	4	1	3	5	2	3	3	1	2
Muutosanalyysi	0	0	0	2	2	0	5	2	3	4	2	2	7	4	3
Poikkeamien tutkinta	0	0	0	0	0	0	6	4	2	4	2	2	8	4	4
DREAM (CREAM)	0	0	0	0	0	0	1	1	0	5	3	2	14	7	7
Tapahtumien ja syytekijöiden kaavio/analyysi	4	4	0	3	3	0	3	1	2	1	0	1	5	1	4
Tapahtumapuu	8	6	2	5	4	1	6	2	4	1	0	1	0	0	0
Vikapuu	8	6	2	6	4	2	6	2	4	1	0	1	0	0	0
FRAM	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	2	0	14	8	6
GEMS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	17	9	8
MORT	1	1	0	1	1	0	2	2	0	3	3	0	12	4	8
MTO	0	0	0	2	1	1	1	1	0	2	2	0	13	6	7
Perimmäisen syyn analyysi	7	6	1	2	2	0	6	3	3	3	0	3	2	0	2
Turvallisuus-toiminta-analyysi	1	1	0	3	3	0	4	2	2	4	1	3	5	3	2
SCAT	0	0	0	1	0	1	0	0	0	3	3	0	14	7	7
SHELL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	16	9	7
STEP	0	0	0	1	0	1	1	1	0	4	3	1	13	6	7
TapRoot	1	1	0	2	1	1	0	0	0	4	4	0	12	5	7
TRIPOD	1	1	0	2	1	1	0	0	0	3	3	0	13	6	7



Vastaajien määrä menetelmien hyödyllisyyttä kysyttäessä oli kaikkien vastanneiden osalta 14-17 (taulukko 5). Menetelmän hyödyllisyyttä arvioitiin asteikolla 0-5, missä 0 tarkoitti, että hyödyllisyys ei ole kovin hyvä ja 5 vastasi menetelmän erinomaista hyödyllisyyttä. Yhtenä vaihtoehtona oli kertoa, ettei tunne menetelmää niin hyvin, että voisi arvioida menetelmää.

Vastanneilla oli niin vähän kokemusta menetelmistä (taulukko 5), että vastausaineiston perusteella ei voida arvioida ja vertailla yksittäisten menetelmien hyödyllisyyttä. Ainoastaan tapahtuma- ja vikapuusta yli puolella vastanneista (15 ja 14 arviota) oli sen verran kokemusta, että pystyivät arvioimaan sen ominaisuuksia. Arviot näistä menetelmistä olivat hyviä (arvosana 3-5). Myös yksittäiset arviot, joita menetelmien hyödyllisyydestä annettiin, olivat pääosin hyviä.

Taulukko 5. Yhteenveto menetelmien hyödyllisyydestä.

	kaikki vastanneet						tehnyt tutkintaa						ei tehnyt tutkintaa					
	1	2	3	4	5	muu*(	1	2	3	4	5	muu*(	1	2	3	4	5	muu*(
AcciMap		1	2			13/5		1	1			6/4			1			7/1
AEB			1			15/5						8/4			1			7/0
Suojausanalyysi			3	3	3	7/5			3	2	2	¼				1	1	6/1
Muutosanalyysi			1	3		11/6			1	2		5/4				1		6/2
Poikkeamien tutkinta			2	2	1	11/5			2	2		4/4					1	7/1
DREAM (CREAM)		1	1			13/6		1				7/4			1			6/2
Tapahtumien ja syytekijöiden kaavio/analyysi			4	3	1	7/6			2	2	1	¾			2	1		4/2
Tapahtumapuu	1	1	3	8	2	2/4		1		6	2	0/3	1		3	2		2/1
Vikapuu			3	7	4	3/4			2	5	2	0/3			1	2	2	3/1
FRAM						15/6						8/4						7/2
GEMS						15/6						8/4						7/2
MORT				3		12/6				3		5/4						7/2
MTO				1		13/7				1		6/5						7/2
Perimmäisen syyn analyysi			2	4	3	7/5			1	4	2	¼			1		1	6/1
Turvallisuus-toiminta-analyysi			3	1		12/5			2	1		6/3			1			6/2
SCAT			1			14/6						8/4			1			6/2
SHELL						15/6						8/4						7/2
STEP			1			15/5						8/4			1			7/1
TapRoot				2		13/6					2	6/4						7/2
TRIPOD				2		13/6				2		6/4						7/2

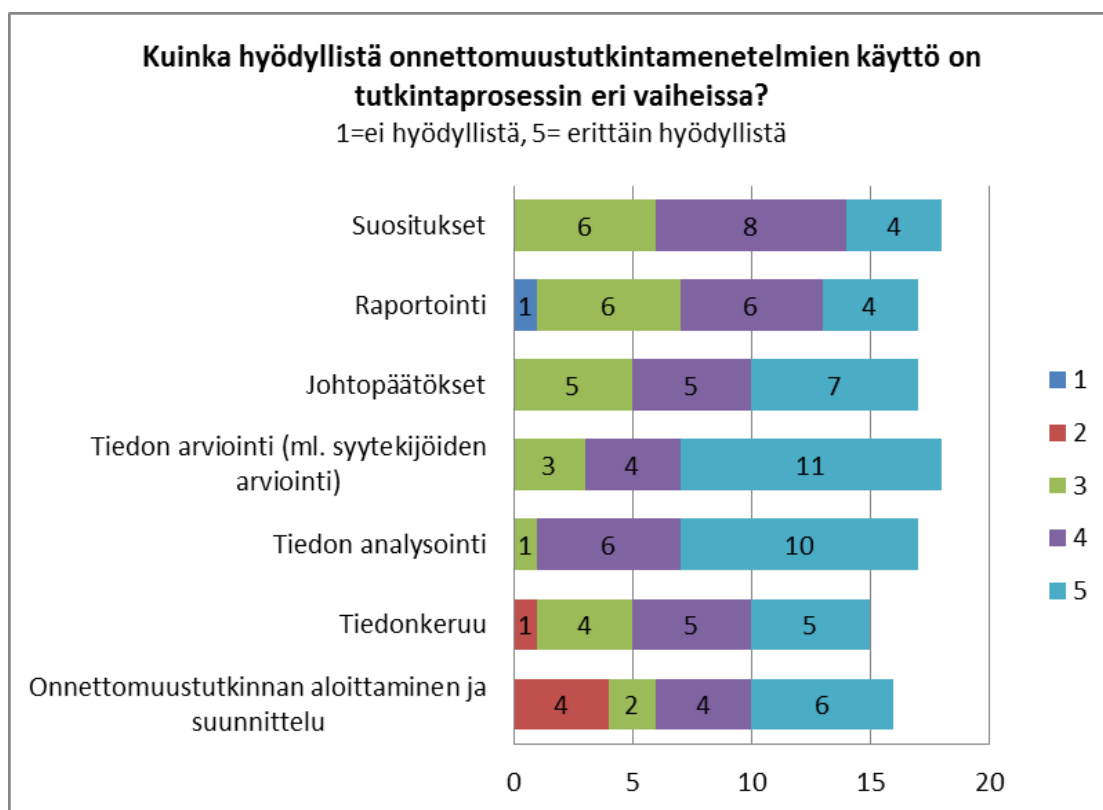
Asteikko: 1= menetelmä ei kovin hyvä, 5= erinomainen, \*( muu= ei tunne menetelmää tarpeeksi hyvin, että olisi voinut arvioida / ei vastausta

Sen sijaan, että kysymyksen tulosten perusteella voisi arvioida menetelmien hyödyllisyyttä (taulukko 5), tulokset kuvaavat taulukon 4 tavoin menetelmien tunnettavuutta; tapahtuma- ja vikapuun lisäksi useampia arvioita oli annettu perimmäiseen syyn analyysistä ja suojausanalyysistä (9 arviota) sekä tapahtumien ja syytekijöiden analyysistä (8). Avoimessa kohdassa huomautettiin, että menetelmän hyödyllisyys riippuu tutkittavasta onnettomuudesta ja toisaalta tutkinnan tarkastelunäkökulmasta. Yksi vastaajista mainitsi perimmäisten syytekijöiden analysointiin soveltuvan kausaalisen puun (syy-seuraus), joka auttaa myös onnettomuuksista oppimisessa.

Kaikki vastanneet olivat sitä mieltä, että onnettomuustutkimamenetelmien käyttö on tärkeää. Vapaaseen tilaan kirjatuissa kommentteissa mainittiin, että menetelmien käyttö auttaa järjestelmälliseen tutkintaan ja johtopäätösten tekoon, dokumentointiin sekä kommunikointiin. On kuitenkin huomattava, että yksinkertaisissa ja selkeissä onnettomuustutkinnoissa menetelmä ei välttämättä tuo lisäarvoa tutkintaan. Tapauskohtaisesti tulee arvioida sopiva menetelmä tai menetelmien yhdistelmä onnettomuuksien tapahtumien ja syytekijöiden määrittämiseksi.

Kaikki vastanneet arvioivat menetelmistä olevan hyötyä onnettomuustutkimaprosessin eri vaiheissa (kuva 16). Merkittäviä eroja prosessin eri vaiheiden välillä ei ollut, mutta eniten menetelmien koettiin auttavan tiedon ja syytekijöiden analysoinnissa, jossa menetelmiä on perinteisesti eniten hyödynnettykin. Tutkinnan alussa ja tutkintasuunnitelmaa laadittaessa osa vastaajista arvioi, ettei menetelmien käyttö ole hyödyllistä.

Tiedon analysoinnissa, johtopäätöksissä, raportoinnissa ja suosituksissa yli puolet vastanneista kokivat menetelmistä olevan erityistä hyötyä. Avoimessa vastauskentässä huomautettiin, että eri menetelmien välillä on eroja siinä, kuinka paljon niistä on hyötyä tutkimaprosessin eri vaiheissa. Vertailtaessa niiden henkilöiden vastauksia, jotka ovat itse osallistuneet onnettomuuksien tutkintaan niihin, joilla ei ollut henkilökohtaista kokemusta onnettomuuksien tutkinnasta, vastauksissa ei ollut merkittäviä eroja.



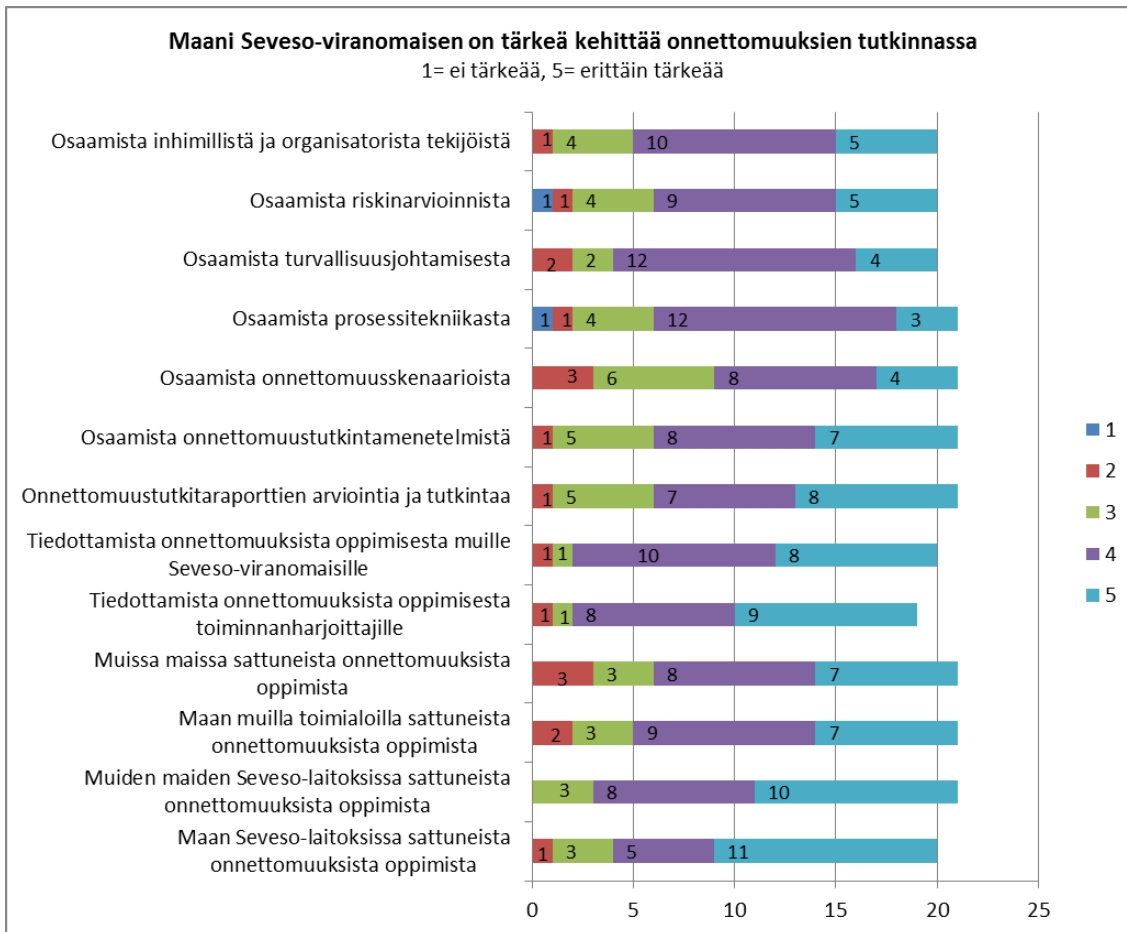
Kuva 16. Onnettomuustutkimetelmien käyttö koetaan hyödylliseksi koko tutkintaprosessin ajan.

Vaikka menetelmät mielletään tärkeiksi, niitä ei kuitenkaan aina käytetä järjestelmällisesti. Lähes kaikki vastaajista (19/20) arvelivat tiedon ja osaamisen puutteen olevan syynä siihen, että onnettomuustutkimetelmiä ei aina käytetä järjestelmällisesti. Joissain tutkinnoissa menetelmien käyttöä ei arvioida tarpeelliseksi (6 vastausta). Avoimessa kohdassa ilmaistiin, että ajankäyttö sekä resurssien puute vaikuttavat myös menetelmien käyttämiseen. Tilannetta vaikeuttaa se, että ei ole yleismenetelmää, joka soveltuisi kaikkien onnettomuuksien tutkintaan, vaan jokaisella menetelmällä on vahvuutensa ja heikkoutensa. Kenenkään mielestä menetelmien käyttämättömyyden syy ei ole sopivien menetelmien puuttuminen.

Onnettomuustutkinnalla arvioitiin olevan vaikutusta turvallisuuteen lähes kaikkien vastaajien mielestä (18/21 vastausta). Avoimessa vastauskohdassa vastaajat korostivat onnettomuuksista oppimista vastaavien onnettomuuksien ennalta ehkäisemiseksi. Onnettomuustutkinnalla havaitaan usein puutteita turvallisuuskulttuurissa ja prosessiturvallisuudessa sekä riskien arvioinnissa, joita voidaan kehittää tutkinnan tulosten perusteella. Yksi vastaajista kertoi, että tutkinnalla ei ole vaikutusta, mutta tutkinnasta saatavalla tiedolla ja onnettomuudesta oppimisella voidaan parantaa turvallisuutta. Kohtaan muu vastannut huomautti, että tutkinnalla voi olla sekä positiivista että negatiivista vaikutusta turvallisuuteen.

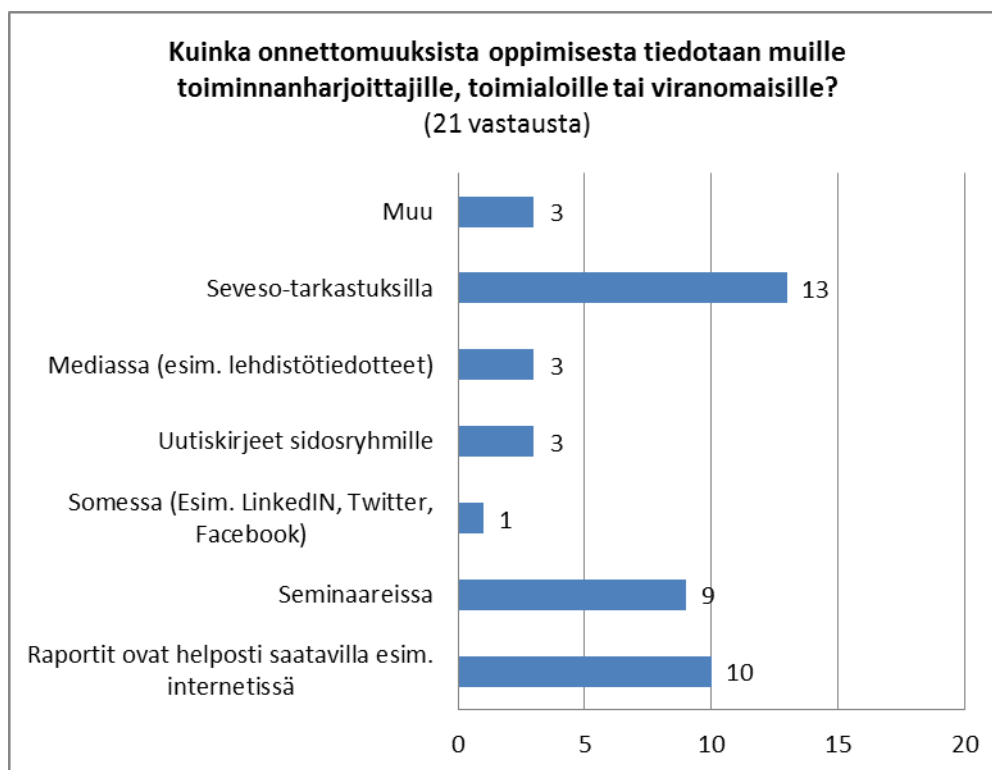
#### 4.2.5 Onnettomuuksista oppiminen

Kyselyyn vastanneet arvioivat, että heidän maidensa Seveso-viranomaisten on tärkeää kehittää onnettomuuksien tutkinnassa useita eri alueita (kuva 17). Kaikki esitetyt vaihtoehdot koettiin tärkeiksi, mutta eniten korostuivat oman maan ja muiden maiden Seveso-onnettomuuksista oppiminen sekä oman maan muilla toimialoilla sattuneista onnettomuuksista oppiminen. Tärkeimpiä kehittämisalueita olivat myös onnettomuuksista oppimisen tiedottaminen toiminnanharjoittajille ja Seveso-viranomaisille.



Kuva 17. Onnettomuustutkinnassa on useita kehittämiskohteita. Eniten korostuivat sattuneista onnettomuuksista oppiminen sekä onnettomuuksista oppimisesta tiedottaminen.

Kyselyyn vastanneet organisaatiot tai muut Seveso-viranomaiset tiedottavat onnettomuuksista muille toiminnanharjoittajille, toimialoille ja viranomaisille pääosin Seveso-tarkastuksilla, helposti saatavilla olevilla raporteilla tai seminaareissa (kuva 18). Muita tiedottamistapoja ovat media (esim. lehdistötiedotteet), sidosryhmille suunnatut uutiskirjeet sekä kyselyn kohdassa muu esitetyt asiantuntijatapaamiset sekä yhteenvetojen ja turvallisuustiedotteiden laatiminen ja välittäminen. Sosiaalista mediaa on hyödynnetty vain yhdessä vastanneiden organisaatioissa. Kaikki onnettomuustutkintamateriaali ja raporttien osat eivät kuitenkaan usein ole julkista. Jos onnettomuuteen liittyy oikeuskäsittely, voi se joissain maissa viivästyttää raporttien julkisten versioiden julkaisua.



Kuva 18. Tiedottamiseen on useita tapoja. Perinteisesti tiedottamista toteutetaan raporttien avulla sekä valvontakäynneillä. Sosiaalista mediaa on toistaiseksi vielä vähän hyödynnetty.

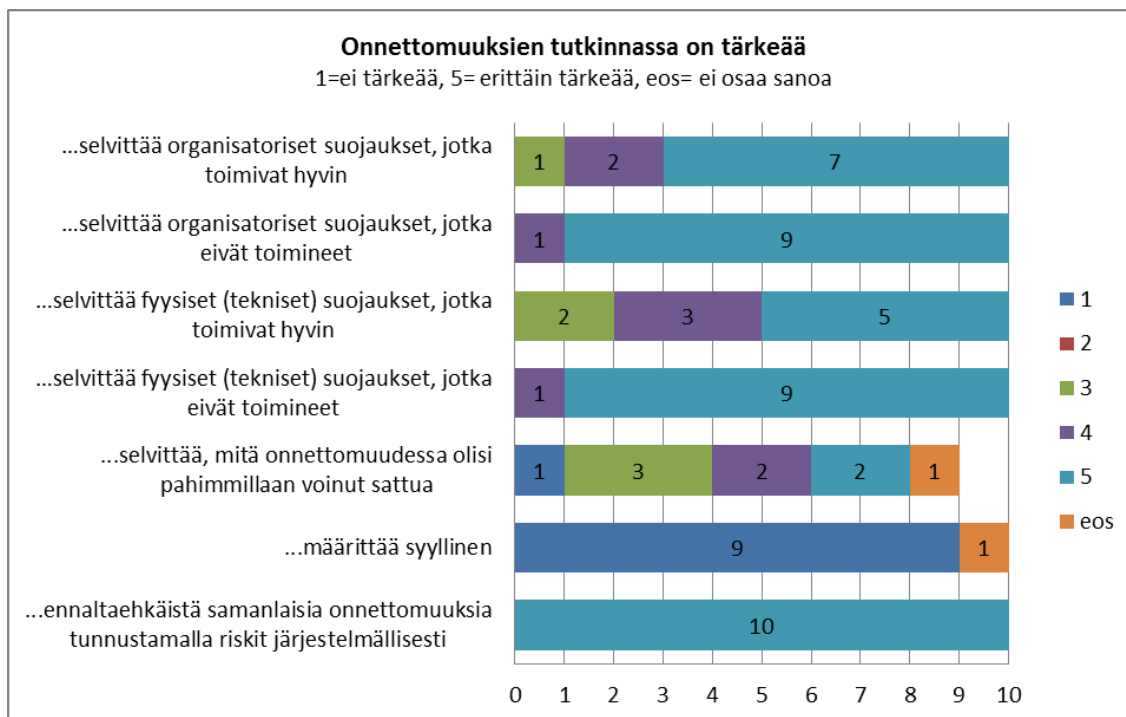
Suomessa onnettomuustutkinnan valmistuttua tutkintaraportti on julkinen ja saatavilla Tukesin kotisivuilla. Tutkinnasta laaditaan lehdistötiedote, jossa korostetaan onnettomuudesta oppimista. Onnettomuutta käsitellään esim. määräaikaistarkastuksilla, koulutustilaisuuksissa ja muissa esityksissä sekä uuden käytännön mukaisesti käytönvalvojille suunnatussa uutiskirjeessä. EU laatii eMARSin pohjalta sattuneista onnettomuuksista teemayhteenvetoja, joita Tukes välittää toiminnanharjoittajille kotisivuillaan ja kertoo niistä määräaikaistarkastuksilla sekä käytönvalvojakirjeissä. EU:n Seveso-seminaarin jälkeen vuonna 2013 (MJV, aiheena Lessons learned) on luotu LinkedIniin suljettu ryhmä seminaariin osallistuneille, jossa on mahdollista tiedonvälittämiseen ja keskusteluun. Foorumia on mahdollista hyödyntää myös onnettomuustutkinnan aikana esim. kysymällä muualla sattuneista vastaavista onnettomuuksista. On myös perustettu suomalainen kaikille avoin ryhmä, jonka tavoitteena on keskustella ja jakaa tietoa onnettomuustutkinnasta.

Lähes puolet vastanneista (9 maata) kertoi maassaan olevista suunnitelmista kehittää onnettomuustutkintaa. Suunnitelmissa oli keskustella Seveso-viranomaisen roolista sekä toiminnasta onnettomuustutkinnassa, parantaa koulutusta onnettomuuksien tutkintaan, selvittää toiminnanharjoittajien onnettomuustutkintakäytäntöjä sekä parantaa menetelmien käyttöä ja menettelytapoja tutkinnassa sekä arvioida pelastustoimien tehokkuutta. Vastanneista kuusi ilmoitti toiminnassa olevan kehitettävää, mutta suunnitelmia ei ole lähiajalle. Viisi ilmoitti, että onnettomuustutkintaan ollaan tällä hetkellä tyytyväisiä, eikä kehittämiselle ole tarvetta.

## 4.3 OTKES-kyselyn tulokset

### 4.3.1 Onnettomuustutkinta

Kaikki vastanneet arvioivat onnettomuustutkinnassa olevan erittäin tärkeää ennaltaehkäistä samanlaisia onnettomuuksia sekä erittäin tärkeää tai tärkeää selvittää tekniset ja organisatoriset suojaukset, jotka eivät toimineet (kuva 19). Virheelliset tai kokonaan puuttuneiden suojausten selvittäminen oli vastaajien mielestä hieman tärkeämpää kuin onnistuneiden suojausten selvittäminen, mutta merkittävää eroa ei ollut. Syyllisen määrittämistä ei koettu tärkeäksi. Kysyttäessä, kuinka tärkeää on selvittää, mitä onnettomuudessa olisi pahimmillaan voinut sattua, vastaukset jakaantuivat.



Kuva 19. Onnettomuuksien tutkinnassa on erittäin tärkeää tunnistaa riskit samanlaisten onnettomuuksien ennaltaehkäisemiseksi.

### 4.3.2 Onnettomuustutkintamenetelmät

OTKES-kyselyssä pyydettiin kertomaan mielipiteitä onnettomuustutkintamenetelmistä (esim. pitäisikö niitä käyttää, miten ja missä vaiheessa tutkintaprosessia). Onnettomuustutkintamenetelmät koetaan pääsääntöisesti tärkeiksi, mutta niiden *käytön arveltiin myös voivan rajoittaa tutkintaa (kirjoitettu luetteloon kursivilla)*:

- Menetelmät ovat tutkintatyötä jännevöittäviä työkaluja, joiden avulla hahmotetaan järjestelmällisesti tapahtumat, syytekijät ja olosuhteet sekä syytekijöiden väliset yhteydet.
- Menetelmät auttavat tunnistamaan puuttuvia tietoja, kysymään oikeita kysymyksiä sekä luomaan puitteet tutkintaryhmän keskusteluille, jossa järjestelmällisesti

tarkastellaan onnettomuutta Menetelmät auttavat johtopäätösten ja potentiaalisten suositusten määrittämisessä.

- Valittavan menetelmän pitäisi sopia parhaiten tutkittavaan onnettomuuteen ja tehokkaimmin tutkijoiden käytössä olevaan aikaan.
- On toivottavaa, että monitieteellisessä tutkintaryhmässä oltaisiin tietoisia useista erilaisista menetelmistä. On tärkeää, ettei pidättäydytä vain yhdessä menetelmässä, vaan tutkinnasta riippuen käytetään useiden eri menetelmien yhdistelmiä.
- Esimerkkejä menetelmien käytöstä:
  - Perättäisten tapahtumien menetelmät aikajanan ja kaikkien relevanttien toimijoiden tunnistamiseksi esim. STEP:llä. Tämän lisäksi määritetään syyketjua epidemiologiseen malliin perustuvalla menetelmällä (esim. perimmäisen syyn analyysi, MTO). Näiden lisäksi suojausanalyysi on hyödyllinen menetelmä olemassa olevien, toimineiden, toimimattomien ja puuttuvien suojausten tunnistamiseksi. Vikapuu-analyysi voisi olla hyödyllinen, jos onnettomuus sisältää monimutkaisia teknisiä ongelmia. Systeminen tarkastelu voisi olla hyödyllistä esim. AcciMap:lla.
  - Kanadan TSB:ssä on oma tutkintamenettely (ISIM, Integrated Safety Investigation Methodology), jonka mukaan menetelmiä voidaan hyödyntää koko tutkintaprosessin ajan.
- Menetelmiä tulisi käyttää tutkintaprosessin eri vaiheissa tiedon keruusta suositusten laatimiseen. Menetelmät ovat hyödyllisiä ensisijaisesti analysoitaessa ja jäsenettäessä kerättyä tietoa, mutta yksityiskohtainen analyysi voi aiheuttaa tarpeen kerätä lisää tietoa.
- *Menetelmien käyttö saattaa rajoittaa tutkintaprosessia toisin kuin vapaa ajattelu. Erityismenetelmiä voidaan hyödyntää yksityiskohtaisessa tutkinta-alueessa (esim. äänen spektrianalyysit).*
- *On paljon teoreettisia malleja, joita on vaikea tai mahdoton käyttää todellisudessa. Tarvittaisiin yhteinen sopimus käytettävästä mallista, mutta on varottava, ettei malli rajaa liikaa tutkintaa.*
- *Usein analyysi on ennemminkin yksi raporttiin kirjoitettu osio kuin tutkintaryhmän työstämä prosessin vaihe. Jos analyysi on osa tutkintaprosessia, sen tekee yleensä yksittäinen henkilö eikä tutkintaryhmä. Ryhmän kanssa keskustellaan tavallisesti vain raporttiluonnokseen kirjoitetun analyysin pohjalta. Analyysin järjestelmällisempi lähestymistapa voisi olla hyödyllistä. Toisaalta, muodollista analyysiä tehdään läpi koko tutkinnan päätettäessä, mihin tutkintaa seuraavaksi suunnataan.*

Useimmissa kyselyyn vastanneissa organisaatioissa suositellaan menetelmien käyttöä tutkinnassa. Kuitenkin yhdessä organisaatiossa kerrottiin vallitsevan yleinen käsitys, jonka mukaan strukturoitu analyysi ei ole tarpeeksi joustava ja tämän vuoksi loogiseen päättelyyn perustuvaa analyysiä pidetään parempana. Suositeltuja menetelmiä ovat:

- Mm. AcciMap, SHELL ja Bow tie.
- Lähtökohtaisesti STEP ja onnettomuudesta riippuen muitakin menetelmiä voidaan käyttää (MTO, Reason, Vikapuu, AcciMap, suojausanalyysi, Australian ATSB).
- Käytetään erilaisia menetelmiä ja valinta tehdään onnettomuudesta riippuen. Esimerkiksi perinteinen perimmäisen syyn analyysi voi soveltua paremmin yksinkertaisempiin onnettomuuksiin kuin MORT.
- Käytetään organisaation omaa menettelyä tutkintaan, joka sisältää seuraavat kahdeksan vaihetta: esiintymisen arviointi, tiedon keruu, tapahtumien ketju, tapahtuma-analyysi, suojausanalyysi, riskinhallintavaihtoehtojen analyysi ja turvallisuusviestintä. Muita yleisiä käytettyjä menetelmiä ovat SHELL, Reason, GEMS, vikapuu sekä tapahtumien ja syytekijöiden kaavio.
- Käytetään omaa menettelyä onnettomuuksien syytekijöiden analysointiin loogisesti ja järjestelmällisesti. Menettely auttaa myös tutkinnan johtamisessa, suunnitamisessa ja turvallisuutta parantavien suositusten määrittämisessä. Menettely perustuu 1. tapahtumien kulun tunnistamiseen STEP:in pohjautuvalla menetelmällä ja tapahtumien välisten yhteyksien määrittämiseen, 2. virheanalyysiin, jossa tunnistetaan kullekin virhetapahtumalle perimmäiset tekijät, kuten virheelliset olosuhteet, ei-turvallinen toiminta tai toimimattomuus. Jos onnettomuuden syytekijöistä tai välisistä suhteista ei ole varmuutta, osoitetaan se selkeästi. Prosessissa käytetään säännöllisesti vertaisarviointeja, jolloin tutkintaryhmän ulkopuolisia tarkastajia käytetään arvioimaan tutkinnan laatua (esim. tukeeko kerätty tieto tutkijaryhmän käsitystä onnettomuuden kulusta ja onnettomuuteen vaikuttaneista syytekijöistä).
- Valittava menetelmä riippuu onnettomuudesta sekä tutkinnan tavoitteesta.
- Ei suositella menetelmää, koska kaikki on tarkoitettu erilaisiin onnettomuuksiin.

Kysyttäessä, minkälaisia kokemuksia menetelmien käytöstä on tutkinnassa, osa vastaajista oli ymmärtänyt kysymyksen toisella tavalla ja kertoivat tutkintaan saamastaan koulutuksesta ja työkokemuksesta. Menetelmien käytöstä kerrottuja kokemuksia:

- Menetelmien käytöstä on erittäin positiivisia kokemuksia ja ne koetaan tärkeiksi.
- Kaikissa tutkinnoissa käytetään jotain menetelmää.
- Menetelmiä on sovellettu menestyksekkäästi useissa tutkinnoissa, myös monimutkaisissa teematutkinnoissa.
- Strukturoitu tutkinta on helpottanut tutkintaprosessia kokonaisuudessaan. Tutkijoilla on yhteinen lähestymistapa onnettomuuteen vaikuttaneiden syytekijöiden tunnistamiseen ja käytetään keskusteluissa yhteisiä termejä. Oma tutkintamenet-



tely otettu käyttöön vuonna 2000, eikä sitä ennen ollut standardisoutua menetettyä.

OTKES-kyselyssä selvitettiin Seveso-kyselyn tavoin, kuinka hyvin vastanneet tuntevat eri onnettomuustutkimamenetelmiä ja minkälaiseksi arvioivat kunkin menetelmän hyödyllisyyden (taulukot 7 ja 8). Kyselyyn nimettyjen menetelmien valinta perustui 1. Skletin (2002 ja 2004) raporttiin ja artikkeliin, joissa kuvattiin joitakin tärkeitä, arvostettuja ja yleisesti käytettyjä menetelmiä suuronnettomuuksien tutkintaan, 2. Ruotsin Karlstadsin yliopiston onnettomuustutkimamenetelmä -kurssiin (Kvalifiserad ulyckutredningsmetoder 2013), jossa esiteltiin yliopiston onnettomuustutkimantasiantuntijoiden käsityksen mukaisia keskeisiä menetelmiä, 3. Tukesin ja Onnettomuustutkimakeskuksen asiantuntijoiden näkemyksiin onnettomuustutkimamenetelmistä, 4. Seveso- ja OTKES-kyselyiden tuloksiin sekä 5. kirjallisuuskatsaukseen. Kyselyssä oli myös avoin kohta, jossa oli mahdollisuus mainita muita menetelmiä.

Vastaajien vähäisestä määrästä johtuen tulokset esitetään vastaajien lukumäärällä. Tulosten havainnollistamiseksi on käytetty alla taulukossa 6 olevia värikoodeja; punaiset sävyt osoittavat menetelmän olevan uusi useimmille vastanneista ja vihreä sekä violetti puolestaan kuvaavat, että vastanneista useimmat ovat käyttäneet menetelmää, nähnyt sitä käytettävän maassaan, tuntee tai tietää menetelmän.

Taulukko 6. Menetelmien a) tunnettavuudessa (tulokset taulukossa 7) ja b) hyödyllisyyden arvioinnissa (taulukko 8) käytetyt värikoodit.

	a) Jos menetelmä on uusi vähintään 8 vastanneista (Käytetty taulukossa 7) b) Jos niiden vastanneiden määrä on vähintään 8, jotka eivät ole tunteneet menetelmää niin hyvin, että olisivat voineet arvioida menetelmän hyödyllisyyttä tai ei ollut vastannut kysymykseen (Käytetty taulukossa 8)
	a) Jos menetelmä on uusi vähintään 6 vastanneista (Käytetty taulukossa 7) b) Jos niiden vastanneiden määrä on vähintään 6, jotka eivät ole tunteneet menetelmää niin hyvin, että olisivat voineet arvioida menetelmän hyödyllisyyttä tai ei ollut vastannut kysymykseen (Käytetty taulukossa 8)
	a ja b) Muut menetelmät kuin yllä ja alla oleviin määritelmiin kuuluvat (Käytetty taulukoissa 7 ja 8)
	a) Jos vähintään 6 vastanneista on käyttänyt, tuntee ja tietää menetelmän (Käytetty taulukossa 7) b) Jos menetelmän hyödyllisyyttä on arvioinut vähintään 6 vastanneista (Käytetty taulukossa 8)
	a) Jos vähintään 8 vastanneista on käyttänyt, tuntee ja tietää menetelmän (Käytetty taulukossa 7) b) Jos menetelmän hyödyllisyyttä on arvioinut vähintään 8 vastanneista (Käytetty taulukossa 8)

Vastaajien määrä menetelmän tunnettavuutta kysyttäessä oli menetelmittäin 8-10 (taulukko 7). Me-netelmittäin pystyi valitsemaan vain yhden vaihtoehdoista, joka kuvasi parhaiten omaa osaamista menetelmästä: a) olen käyttänyt itse menetelmää, b) olen nähnyt käytettävän menetelmää maassani, c) tunnen menetelmän, mutta en ole itse käyttänyt sitä, d) tiedän menetelmän, mutta en tunne sitä, e) menetelmä on uusi minulle.

Taulukko 7. Yhteenveto kyselyn vastauksista menetelmien käyttämisestä ja tunnettavuudesta.

	olen käyttänyt menetelmää	maassani on käytetty menetelmää	tunnen menetelmän, mutta en ole käyttänyt	tiedän menetelmän, mutta en tunne sitä	<i>menetelmä on uusi minulle</i>
AcciMap	3	0	1	2	4
AEB	1	0	0	2	7
Suojausanalyysi	4	0	1	2	2
Muutosanalyysi	3	0	0	4	3
Poikkeamien tutkinta	3	0	0	2	5
DREAM (CREAM)	0	1	0	2	7
Tapahtumien ja syytekijöiden kaavio/ analyysi	5	0	2	2	1
Tapahtumapu	5	0	4	0	1
<b>Vikapuu</b>	6	1	3	0	0
FRAM	1	1	1	2	5
GEMS	2	0	0	1	7
MORT	1	1	3	3	2
MTO	2	0	1	1	6
<b>Perimmäisen syyn analyysi</b>	5	0	2	3	0
Turvallisuus-toiminta-analyysi	2	0	0	3	4
SCAT	0	1	0	3	6
SHELL	4	0	1	1	4
STEP	3	0	0	1	5
TapRoot	1	0	2	1	4
TRIPOD	1	0	2	1	6

Onnettomuuksien tutkintaa tekevien ammattilaisten keskuudessa tutkintamenetelmien käyttö ja eri menetelmien osaaminen vaihtelee (taulukko 7). Vikapuu, tapahtumapuu, perimmäisen syyn analyysi sekä syytekijöiden kaavio/ analyysi ovat menetelmät, jotka lähes kaikki tuntevat ja joita on myös eniten käytetty. Suojaus- ja muutosanalyysi ovat myös käytettyjä menetelmiä, jotka useimmat tuntevat. Sen sijaan AcciMap ja SHELL ovat menetelmiä, joita toiset ovat käyttäneet, mutta menetelmä on kuitenkin useille tuntematon. Tällaisia havaintoja tehtiin myös poikkeamien tutkinta ja STEP. MORT on yleisesti tunnettu, mutta kuitenkin vähän käytetty menetelmä. AEB, DREAM ja GEMS tunnettiin heikoiten vastaajien keskuudessa heikoiten. Kysely osoitti, että onnettomuustutkintaan erikoistuneet tuntevat, tietävät ja käyttävät taustoiltaan erilaisia menetelmiä; perinteiseen turvallisuusajatteluun perustuvia syyseurausmenetelmiä sekä koko sosioteknisen järjestelmän huomioivia menetelmiä.

Menetelmän hyödyllisyyttä arvioitiin asteikolla 0-5, missä 0 tarkoitti, että hyödyllisyys ei ole kovin hyvä ja 5 vastasi menetelmän erinomaista hyödyllisyyttä (taulukko 8). Yhtenä vaihtoehtona oli kertoa, ettei tunne menetelmää niin hyvin, että voisi arvioida menetelmää.

Taulukko 8. Yhteenveto menetelmien hyödyllisyydestä.

	kaikki vastanneet					muu *(
	1	2	3	4	5	
AcciMap				3	1	6/0
AEB				1		9/0
Suojausanalyysi			1	3	1	5/0
Muutosanalyysi			1	2	1	6/0
Poikkeamien tutkinta				2	1	7/0
<b>DREAM (CREAM)</b>						10/0
Tapahtumien ja syytekijöiden kaavio/ analyysi				2	2	6/0
Tapahtumapuu			1	2	2	5/0
Vikapuu			3	1	3	3/0
FRAM		1	1			8/0
GEMS				2		8/0
MORT		1			1	8/0
MTO				3		7/0
Perimmäisen syyn analyysi			1	2	2	5/0
Turvallisuustoiminta-analyysi				1	1	8/0
SCAT		1				8/1
SHELL				2	2	5/1
STEP				2	1	7/0
TapRoot			1	1		8/0
TRIPOD			1		1	8/0

Asteikko: 1= menetelmä ei kovin hyvä, 5= erinomainen, \*( muu= ei tunne menetelmää tarpeeksi hyvin, että olisi voinut arvioida / ei vastausta

Vastanneet olivat kriittisiä siinä, että tuntevatko menetelmää tarpeeksi hyvin arvioidakseen sen ominaisuuksia (taulukko 8). Vähäisten vastausten vuoksi tuloksia ei voida käyttää menetelmien hyödyllisyyden arviointiin, mutta tulokset kuvaavat taulukon 7

tavoin menetelmien tunnettavuutta; perinteiset Vikapuu, tapahtumapuu, suojausanalyysi sekä perimmäisen syyn analysointi ovat tunnetuimmat menetelmät.

Onnettomuustutkimamenetelmiin liittyviä ajankohtaisia kehittämissuunnitelmia oli puolella vastanneista organisaatioista (4 organisaatiota):

- Kehitämme määrätietoisesti analyysimenetelmien soveltamista ja hyödyntämistä turvallisuustutkinnassa.
- Suunnitelmissa on kirjoittaa analyysimenetelmien käytöstä laatu järjestelmään. Jotkut meritutkijat ovat alkaneet käyttää Australian ATSB-menetelmää yhdessä STEP:n kanssa. Kokemuksista voi olla vaikutusta myös muiden sektoreiden (maantie, lento, raide) tutkintaan.
- Tällä hetkellä työntekijöille järjestetään koulutusta, jossa käydään läpi yleisesti käytettäviä analyttisiä menetelmiä. Tavoitteena on varmistaa, että työntekijöillä on käytettävissä osaamista erilaisiin menetelmiin.
- Onnettomuustutkintaan liittyvät menettelytavat tarkastellaan ja päivitetään lähitulevaisuudessa (v. 2015-2016).

Yksi vastaajista kertoi, ettei suunnitelmissa ole analyysimenetelmiin liittyviä suunnitelmia vaan tällä hetkellä kehitetään inhimillisiin tekijöihin liittyvää tutkintaa. Vastaaja suunnittelee tutustuvansa itsenäisesti paremmin erilaisiin onnettomuustutkimamenetelmiin ja miettivänsä, josko jotain pitäisi sisällyttää strategisiin suunnitelmiin. Yhden organisaation menettelyt oli juuri käyty läpi ja yksi kertoi, että onnettomuuksien tutkinta on jatkuvaa kehittämistä. Yhden vastaajaan organisaatiossa ei ollut ajankohtaisia suunnitelmia.

## 4.4 Haastatteluiden tulokset

Tässä työssä haastateltiin keskeisiä onnettomuuksien tutkintaa turvallisuuskriittisissä organisaatioissa tekeviä tahoja Suomessa. Kuvaukset perustuvat toimialaa koskevaan lainsäädäntöön, asiantuntijoiden haastatteluihin sekä organisaatiosta saatuihin dokumentteihin. Tukesin alla esitettyjä käytäntöjä on kirjoitettu myös Seveso-kyselyn tuloksissa helpottamaan lukijaa muodostamaan paremman kokonaiskuvan Seveso-onnettomuustutkinnasta Euroopassa.

### 4.4.1 Tukes

#### *Tutkinnan tausta ja toteutus*

Tukesin tehtäviä koskevassa lainsäädännössä (laki Turvallisuus- ja kemikaalivirastosta 1261/2010, VnA Turvallisuus- ja kemikaalivirastosta 1266/2010) onnettomuustutkinnasta ei ole erikseen mainittu vaan Tukesin onnettomuuksien tutkinta on osa Tukesin tehtäväksi säädettyä valvontaa, turvallisuuden ja luottavuuden seurantaa, arvioimista, edistämistä ja viestintää. Näiden yleisten velvoitteiden lisäksi onnettomuuksien tutkinnasta on säädetty erikseen Tukesin valvomaa toimialaa koskevissa säädöksissä. Tutkintaa tehdään vaarallisten kemikaalien (ml. räjähteet, ammoniumnitraatti, maakaasu ja

nestekaasu, öljylämmityslaitteistot) käsittelyyn ja varastointiin liittyvien onnettomuuksien lisäksi esim. sähkötapaturmissa, sähköpaloissa ja hissionnettomuuksissa, kaivosonnettomuuksissa sekä painelaitteonnettomuuksissa. Tässä käsitellään erityisesti vaarallisten kemikaalien käsittelyssä ja varastoinnissa sattuneiden onnettomuuksien tutkintaa.

Tukesin prosessiturvallisuusryhmän yhtenä tehtävänä on tutkia valvontaansa kuuluvassa tuotantolaitoksessa tai kemikaalin siirrossa sattunut vakava onnettomuus, jos se on onnettomuuden syyn selvittämisen tai onnettomuuksien ehkäisemisen kannalta tarpeellista (laki vaarallisten kemikaalien käsittelystä ja varastoinnista 390/2005 99 §). Tukes voi vastaavasti tutkia myös muut toimialallaan sattuneet onnettomuudet (laki 390/2005 99 §). Tutkinnan tavoitteena on saada tietoa onnettomuuden tapahtumiseen vaikuttaneista syytekijöistä vastaavien onnettomuuksien ehkäisemiseksi sekä valvonnan, viestinnän ja tutkimuksen kohdentamiseen. Tukesin tekemän tutkinnan tavoitteena ei ole selvittää syyllisiä eikä vahingonkorvausvelvollisia.

Tukesin valvontakohteissa on sattunut VARO-rekisterin mukaan kemikaalionnettomuuksia vuosittain 17-37 vuosina 2009-2013 (taulukko 9) (Tukes 2014). Toiminnanharjoittajan tekemissä VARO-ilmoituksissa mm. kuvataan tapahtuma, arvioidaan onnettomuuteen vaikuttaneet välittömät ja välilliset tekijät sekä määritetään korjaavia toimenpiteitä vastaavien onnettomuuksien ehkäisemiseksi. Lomaketta on uudistettu syksyllä 2014 ja siinä on huomioitu tämänkin tutkimuksen tuloksia. Uudistetulle lomakkeelle kirjataan edellä mainittujen lisäksi, mitä onnettomuudessa olisi pahimmillaan voinut sattua ja minkälaiset seuraukset tällöin olisivat olleet. Lisäksi arvioidaan, mitkä olivat ne tekniset, inhimilliset ja organisatoriset tekijät, joiden avulla onnettomuutta ja/tai sen seurauksia saatiin rajattua. Tukes voi pyytää valvontakohteissa sattuneista onnettomuuksista toiminnanharjoittajalta tarkempia selvityksiä ja lisätietoja. Tukes on nimenyt oman tutkintaryhmän pääsääntöisesti 1-2 kertaa vuodessa. Varsinaisia teematutkintoja ei ole viime vuosina tehty, mutta VARO-tietojen perusteella tehdään yhteenvetoja sattuneista onnettomuuksista.

Taulukko 9. Tukesin valvontakohteessa sattuneet kemikaalionnettomuudet ja tehdyt tutkimukset (Tukes 2014).

Vuosi	Tukesin valvontakohteessa sattuneet kemikaalionnettomuudet	Tukes itse tutkinut
2013	17	1
2012	37	2
2011	29	1
2010	19	1
2009	30	2

Seveso-valvontaa tekevä prosessiturvallisuusryhmä tekee onnettomuustutkintaa muiden työtehtävien ohella. Tutkintaryhmään nimetään yleensä kaksi tutkijaa (vähintään toinen kokenut tutkija), joista kokenut tutkija toimii mentorina. Tutkintatehtäviä ei ole nimetty vain joillekin prosessiturvallisuusryhmäläisistä. Koska vakavia onnettomuuksia, joihin

Tukesin tutkintaryhmä nimetään, sattuu vähän, osuu kunkin työntekijän kohdalle onnettomuuksien tutkintavuoro harvoin.

Tutkinnassa tiedon keruuta tehdään esim. onnettomuuspaikkaan tutustuen ja valokuvaten, haastatteluilla sekä dokumentteihin (esim. luvat, riskinarvioinnit, sisäinen pelastussuunnitelma, toimintaperiaateasiakirja tai turvallisuusselvitys, työohjeet, vaaratilanteet) tutustumalla. Tutkinnan alkuvaiheessa käydään läpi VARO-ilmoituksia sekä muualla sattuneita onnettomuuksia (esim. eMARS), joista voi olla tutkinnassa hyötyä.

Tapauksesta riippuen yhteistyötä on tehty muiden viranomaisten (esim. Onnettomuustutkintakeskus, poliisi, pelastusviranomainen, työsuojeluviranomainen, ympäristöviranomainen), muiden Tukesin ryhmien (esim. painelaitteet ja sähkölaitteet) tai ulkopuolisten asiantuntijoiden (esim. laitevalmistajat) kanssa. Poliisilta on saatu apua mm. paikkatutkinnassa ja yhteistyötä on tehty esim. kysymysten laadinnassa asianosaisten haastattelemiseksi.

### *Ohjeistus*

Tukesissa on onnettomuustutkinnan ja onnettomuustietojen hallinnan käsikirja (Tukes 2007), jossa on kuvattu mm. onnettomuustiedon seurannan periaatteet ja onnettomuustutkinnan toimintaperiaatteet. Käsikirjan osa II sisältää onnettomuustutkintaohjeen, joka opastaa tutkijaa käytännön tasolla tutkinnan eri vaiheissa. Onnettomuustutkinnan käsikirjaa ollaan päivittämässä. Tukesin toimintajärjestelmän kehittämissuunnitelmassa onnettomuustutkinta on määritelty yhdeksi Tukesin tyyppiprosessiksi ja kuvattu osana toimintajärjestelmäprojektia.

### *Tutkintamenetelmät*

AcciMap:a sovellettiin ensimmäisen kerran Tukesissa vuonna 2004 (Onnettomuustutkintaraportti, Hankenro 046ON006). Samana vuonna AcciMap:a sovellettiin myös prosessiturvallisuusryhmän tutkinnassa (Onnettomuustutkintaraportti Dnro 4647/06/2004). AcciMap:sta on tullut Tukesissa vakiintunut käytäntö ja graafinen AcciMap -kaavio kuvataan tutkintaraporteissa.

Tukesin onnettomuustutkinnan käsikirjassa on esitetty kolme tutkintamenetelmää (AcciMap, STEP ja MTO). AcciMap:n on koettu kuvaavan keskeiset tapahtumat ja siihen vaikuttaneet tekijät sosioteknisen järjestelmän eri tasoilla huomioiden myös viranomaisten toiminta ja lainsäädäntö. Menetelmien käytön on todettu olevan henkilöriippuvaista, eikä niitä ole aina hyödynnetty järjestelmällisesti tutkintaprosessin eri vaiheissa. Menetelmien soveltaminen vaatii sekä teoreettista ajattelua onnettomuuden syntyyn vaikuttavista tekijöistä (tekniset syyt, inhimilliset syyt ja organisatoriset syyt) ja systeemijattelua sekä itse menetelmien käytön tuntemusta. Prosessiturvallisuusryhmässä menetelmien käyttöön on saatu vain yleisperhehdystä (yhteiskoulutus) ja AcciMap:a on käytetty lähinnä tutkinnan lopuksi tiivistämään onnettomuuteen johtaneet syyt graafiseksi kuvaksi. Menetelmien tehokkaaseen hyödyntämiseen koko tutkintaprosessin ajan ei ole järjestetty perehdytystä eikä ohjausta.

### *Raportointi ja tulosten hyödyntäminen*

Onnettomuuden tutkinnasta kirjoitetaan raportti, joka ennen julkaisemista lähetetään onnettomuuden asianosaisille kommentoitavaksi. Raportissa kuvataan tapahtumien kulun ja siihen vaikuttaneiden tekijöiden lisäksi yleisiä, koko toimialaa koskevia toimenpidesuosituksia. Onnettomuudessa mukana olleelle toiminnanharjoittajalle Tukes voi kohdistaa velvoittavan päätöksen korjaavista toimenpiteistä. Tarvittavista jatkotoimista keskustellaan yksikön koolle kutsumassa kokouksessa, johon osallistuvat tutkintaryhmän lisäksi yksikön johtaja ja tutkintaa tehneen ryhmän ryhmäpäällikkö sekä kohteesta vastaava tarkastaja. Kokouksessa käsitellään myös mm. Tukesin valvontatoimenpiteitä, Tukesin toimenpiteitä vastaavien onnettomuuksien ehkäisemiseksi, viestintätoimenpiteitä ja asian esille ottamista alan neuvottelukunnissa ja muissa foorumeissa, mahdollisia muutosehdotuksia säädöksiin sekä tutkintaraporttiin. Tapauskohtaisesti Tukesin tulee harkita raportin toimittamista poliisille mahdollista esitutkintaa varten.

Onnettomuustutkintaraportti julkaistaan Tukesin kotisivuilla ja siitä laaditaan lehdistötiedote. Tutkinnan englanninkielinen tiivistelmä julkaistaan myös Tukesin kotisivuilla. Tutkintaraporttia esitellään Tukesin eri sidosryhmille niin kansallisesti (esim. määräaikaistarkastukset, käytönvalvojakirjeet, neuvottelukunnat, luennot, seminaarit) kuin kansainvälisesti (esim. EU- ja pohjoismainen yhteistyö). Tukesin tekemistä onnettomuustutkinnoista tehdään englanninkielinen yhteenveto EU:n Seveso-direktiivin mukaisesti sähköiseen eMARS-tietokantaan.

### *Ajankohtaista*

Tukesissa on meneillään projekti onnettomuuksien tutkinnan hyödynnettävyyden ja vaikuttavuuden parantamiseksi. Tämä tutkimus on osa edellä mainittua projektia.

## **4.4.2 Onnettomuustutkintakeskus**

### *Tutkinnan tausta ja toteutus*

Onnettomuustutkintakeskus perustettiin vuonna 1996 oikeusministeriön yhteyteen. Onnettomuustutkintakeskuksen toimintaa säätelee turvallisuustutkintalaki (525/2011). Viraston tehtävänä on tutkia eri aloilla sattuneet vakavat tapahtumat ja niiden vaaratilanteet viidessä eri tutkintahaarassa (ilmailu, vesiliikenne, raideliikenne ja muut onnettomuudet sekä poikkeukselliset tapahtumat). Näiden lisäksi Onnettomuustutkintakeskus tekee teematutkintaa tekemällä yhteisiä tutkintoja useista samankaltaisista onnettomuuksista. Onnettomuustutkintakeskus päättää tutkinnoista itsenäisesti ottaen huomioon tapahtuman vakavuuden ja uusiutumisen todennäköisyyden. Poikkeuksellisten tapahtumien tutkinnasta päättää valtioneuvosto.

Turvallisuustutkinnassa selvitetään tapahtumien kulku, syyt ja seuraukset sekä pelastustoimet ja viranomaisten toiminta. Tutkinnassa selvitetään erityisesti, onko turvallisuus otettu riittävästi huomioon onnettomuuteen johtaneessa toiminnassa sekä onnettomuuden tai vaaran aiheuttajina taikka kohteina olleiden laitteiden ja rakenteiden suunnittelussa, valmistuksessa, rakentamisessa ja käytössä. Lisäksi selvitetään, onko johtamis-, valvonta- ja tarkastustoiminta asianmukaisesti järjestetty ja hoidettu. Tarvittaessa

on myös selvitettävä mahdolliset puutteet turvallisuutta ja viranomaisia koskevissa säännöksissä ja määräyksissä. (L 525/2011, 5 §). Tutkinnan tavoitteena on turvallisuuden parantaminen ja uusien onnettomuuksien ehkäiseminen sekä vahinkojen vähentäminen, ei oikeudellisen vastuun kohdentaminen.

Tutkinnassa tyypillisesti mietitään, mitä tapauksessa olisi pahimmillaan voinut tapahtua ja minkälaiset seuraukset tällöin olisivat olleet. Tämä on keskeistä erityisesti vaaratilanteiden tutkinnassa. Joissain tapauksissa on myös mietitty onnettomuuksiin tai vaaratilanteisiin liittyviä onnistumisia, jotka ovat esim. rajoittaneet seurausten suuruutta (esim. onnistunut pelastustoiminta). Mikäli selkeitä onnistumisia on tunnistettavissa, niitä voisi määrätietoisemmin tuoda esille esim. viestinnällä.

Onnettomuustutkintakeskus käyttää tutkinnassaan omia päätoimisia virkamiehiä sekä ulkopuolisia asiantuntijoita, jotka nimetään tutkintaan tapauksesta riippuen. Asiantuntijat työskentelevät tyypillisesti muualla ansiotyössään, mutta heidät on koulutettu Onnettomuustutkintakeskuksen tutkintaan ja ovat tarvittaessa Onnettomuustutkintakeskuksen käytettävissä. Turvallisuustutkintalaki määrittelee menettelyt asiantuntijoiden nimittämiseksi ja kuvaa asiantuntijoiden oikeudet, velvollisuudet ja vastuut. Asiantuntijat toimivat lain mukaan virkavastuulla. Onnettomuustutkintakeskus voi tarvittaessa nimetä tutkintaryhmään myös muita tutkintaan koulutettuja asiantuntijoita.

### *Ohjeistus*

Onnettomuustutkintakeskuksella on luotu koulutusjärjestelmä asiantuntijoidensa kouluttamiseksi. Onnettomuustutkintakeskuksella on kattava sähköinen toimintajärjestelmä, jossa kuvataan myös turvallisuustutkinnan menettelyt. Jokaiselle tutkinnalle on intrassa (Verstas) oma 20 kohtainen pankki mm. aineiston tallentamiseen (ml. yhteenvedot puhelin keskusteluista, sähköpostit), tehtävälistoille ja tutkintapäiväkirjalle. Näihin tietoihin tutkintaan osallistuvat pääsevät omilla tunnuksillaan. Verstaalle tallennetaan myös jokaisen tutkinnan alkuvaiheessa laadittava, tutkinnan kuluessa päivitettävä tutkintasuunnitelma. Tutkinnan tueksi jokaisella tutkintahaaralla on laadittu tarkistuslista, jossa käsitellään myös tutkinnassa kerättävää aineistoa. Tutkintaa tekevien työturvallisuuden varmistamiseksi on laadittu onnettomuuspaikan vaaratekijöiden arviointilomake. Aina ennen analyysi-istunnon aloittamista käydään läpi analyysin tekemistä ja käytettävää menetelmää.

### *Analyysimenetelmät*

Onnettomuustutkintamenetelmien järjestelmällinen hyödyntäminen tutkinnassa on aloitettu vuonna 2006, jolloin käytettiin tutkinnan analyysivaiheessa AcciMap:a (Tutkintaselostus B3/2006Y: Onnettomuus louhintatyömaalla Espoossa 24.4.2006). Ennen AcciMap:n ensimmäistä kokeilua tutkinnoissa oli käytetty esim. puumalleja poissulkemaan tapahtumaketjun osia ja syytekijöitä sekä kuvattu tapahtumaketjua.

AcciMap:n hyödyntämisestä on tullut Onnettomuustutkintakeskuksessa vakiintunut käytäntö. Tapahtumat kuvataan tutkintaselosteissa graafisesti tutkijaryhmän yhdessä laatimalla AcciMap kaaviolla ja sanallisesti kaavion pohjalta. Analyysi-istunnon onnis-



tumisen kannalta on tärkeää, että analyysin vetäjällä on riittävästi kokemusta menetelmästä ja tutkintaryhmällä riittävästi aineistoa käytettävänä. AcciMap-istuntoon on muodostunut Onnettomuustutkintakeskuksessa oma toimiva käytäntö, joka joiltakin osin voi poiketa alkuperäisestä AcciMap:n ohjeistuksesta. AcciMap-analyysi palvelee hyvin OTKESin tutkinnalle asetettua lainsäädäntövaatimusta tutkinnan sisällöstä (L 525/2011, 5 §). Onnettomuustutkintakeskus on perehdyttänyt AcciMap:n käyttöään myös kansainvälisille kollegoilleen. Hyviä kokemuksia AcciMap:sta on saatu mm. rajuilmojen teematutkinnassa (S2/2010Y: Heinä-elokuun 2010 rajuilmat) sekä 8-vuotiaan lapsen kuolemaan johtaneiden tapahtumien tutkinnassa (Oikeusministeriö 32/2013). Kokemusten perusteella AcciMap ei kuitenkaan sovellu kaikkiin teematutkintoihin.

Onnettomuustutkintakeskuksessa on käytetty myös muita menetelmiä onnettomuuksien tutkinnassa, kuten Bow tie ja SHELL. Bow tien pilottikäyttönä voidaan pitää louhintatyömaalla vuonna 2012 sattuneen onnettomuuden tutkintaa. Bow tien lisäksi tapahtumista laadittiin myös AcciMap-analyysi ja molemmat kuvattiin raportissa. Bow tietä on onnistuneesti käytetty myös ilmailuliikennetapausten tutkinnassa sekä vuonna 2012 tapahtuneiden tasoristeysonnettomuuksien teema-tutkinnassa (Tutkintaselostus R2012-S1: Teematutkinta vuonna 2012 tapahtuneista tasoristeysonnettomuuksista).

Onnettomuustutkintakeskuksessa kokeiltiin SHELL:ä pilottina meriliikenneonnettomuuden tutkinnassa (M2013-03 Merimiehen menehtyminen veteen putoamisen seurauksena Vuoksen satamassa 26.11.2013). SHELL on paljon käytetty menetelmä lentoliikenneonnettomuuksien tutkinnassa, jossa keskeistä on lentäjän toiminta. Onnettomuustutkintakeskuksessa tutkitussa onnettomuudessa tarkastelun kohteena oli mereen pudonnut merimies, joka toi omia haasteita analyysiin. Onnettomuustutkintakeskus on päättänyt jatkaa SHELL:n soveltamista analyysimenetelmänä, jotta siitä saadaan kehitettyä Onnettomuustutkintakeskukselle toimiva menetelmä AcciMap:n rinnalle. Onnettomuustutkintakeskuksessa saatujen kokemusten mukaan SHELL voisi sopia hyvin myös tiedon keruuvaiheeseen auttaen selvittämään oikeita asioita. AcciMap:n on koettu auttavan analysoimaan oikeita asioita ja ymmärtämään tapahtumiin liittyvän kokonaisuuden ja jäsentämään vaikuttaneet tekijät eri tasoille.

Yksi keskeisimmistä hyödyistä menetelmien käyttöön liittyen on todettu olevan se, että tutkintaryhmän analyysi-istunnolla muodostuu ryhmän eri asiantuntijoiden yhteinen ymmärrys onnettomuuden kulusta ja siihen vaikuttaneista tekijöistä. Onnettomuustutkintakeskuksessa käytetään onnettomuustutkintamenetelmistä termiä analyysimenetelmä, koska menetelmiä hyödynnetään pääsääntöisesti tutkintaprosessin analyysivaiheessa ja menetelmät tukevat parhaiten tätä tutkintaprosessin vaihetta. Tutkinnasta riippuen menetelmiä on hyödynnetty myös muissa tutkintaprosessin vaiheissa, vaikka niitä ei olisi kirjoitettu tutkintaselostukseen. Toisaalta tutkintaan osallistuneiden kokemus analyysi-istunnoista ohjaavat tutkintaa ja tutkinnassa kerättävää aineistoa tutkintaprosessin eri vaiheissa.

### *Raportointi ja tulosten hyödyntäminen*

Turvallisuustutkinnasta laaditaan julkinen tutkintaselostus, jossa kuvataan onnettomuuden kulku, onnettomuuteen johtaneet tekijät ja onnettomuuden seuraukset. Onnettomuustutkintakeskus on laatinut raporttipohjan, jossa on ohjeistettu raportin kirjoittamiseen. Raportissa annetaan turvallisuussuositukset asianomaisille viranomaisille ja muille toimijoille. Suositusten laatimisesta on ohjeistusta toimintakäsikirjassa ja määrän on oltava kohtuullinen (tyypillisesti enintään 5 suositusta). Suosituksilla pyritään laajaan vaikuttavuuteen, ne kohdistetaan selkeästi yhdelle toimijalle, niillä annetaan selkeä tavoite, jonka toteutumisesta on mahdollista seurata, suosituksia ei sidota teknisiin ratkaisumalleihin ja niiden tulee perustua tutkintaan. Onnettomuustutkintakeskuksen yhtenä lakisääteisenä tehtävänä on annettujen suositusten seuranta ja Onnettomuustutkintakeskuksen internet-sivuilla on nähtävillä päivitettävä listaus annettujen suositusten toteutumisesta. Jokaisen suosituksia saaneen tahon tulee lainsäädäntöön perustuen vastata suositusten toimeenpanosta 90 päivän kuluessa tutkintaselostuksen julkaisemisesta. Onnettomuustutkintakeskuksen on kahden kuukauden kuluessa vastattava, ovatko suunnitellut toimenpiteet asianmukaiset.

Tutkintaselostusten ja tiedotteiden julkaisemisen lisäksi Onnettomuustutkintakeskus on hyödyntänyt turvallisuusviestinnässään mm. sosiaalista mediaa. Onnettomuustutkintakeskuksella on oma kanava YouTubessa (<http://www.youtube.com/user/Turvallisuustutkinta>), josta löytyy havainnollista materiaalia onnettomuuksista (esim. animaatio massasäiliön kaatumisesta, jäteveden leviämisen simulointi, linja-auton evakuointi sekä ulko-ovien polttokoe ja lämpötilan kehittyminen tulipalossa). Onnettomuustutkintakeskuksella on kansallista ja kansainvälistä yhteistyötä turvallisuustutkinnan alalla.

Onnettomuustutkintakeskuksen tutkintaprosessiin kuuluu palautekeskustelu, joka on kaksivaiheinen; 1) tutkintaselostuksen jälkeen tutkintaryhmän jäsenet vastaavat webropol-kyselyyn tutkinnan onnistumisesta ja kehittämisideoista. 2) parin viikon päästä tutkinnan johtaja järjestää palaverin tutkintaryhmän kanssa ja käy erillisen palautekeskustelulomakkeen avulla läpi palautteen tutkinnasta. Pohja palautekeskustelulle muodostuu saadusta webropol-kyselystä. Näiden jälkeen kukin palautekeskustelu, sen yhteenveto ja johtopäätökset käydään vielä läpi Onnettomuustutkintakeskuksen johtajan kanssa. Vast tämän jälkeen tutkinta päättyy ja aineisto arkistoidaan.

### *Ajankohtaista*

Onnettomuustutkintakeskus on pääsääntöisesti käyttänyt tutkinnoissaan erityisesti AcciMap-menetelmää, mutta laajentanut osaamistaan myös muista menetelmistä. Menetelmiä on perinteisesti käytetty analyysivaiheessa, mutta niiden on todettu auttavan myös muissa tutkinnan vaiheissa. Jatkossa menetelmiä saatetaan hyödyntää aktiivisemmin esim. tiedon keruussa. Jatkossa teematutkintoja tulee olemaan enemmän ja olisi tärkeä löytää soveltuvia analyysimenetelmiä myös näihin. Seuraavassa teematutkinnassa Onnettomuustutkintakeskus tulee kokeilemaan ja kehittämään SOL-menetelmää (Safety through Organisational Learning).

### 4.4.3 Pelastusviranomainen

#### *Tutkinnan tausta ja toteutus*

Ensimmäiset lakiin kirjatut pelastuslaitosten palontutkintaan liittyvät velvollisuudet on esitetty pelastustoimilaissa vuonna 1999 (561/1999), jossa palon syttymissyyn arviointi säädettiin pelastusviranomaisen tehtäväksi. Tämän jälkeen palontutkintaan liittyvät käytännöt sekä lainsäädäntö on kehittynyt, ja vuonna 2011 voimaan tullut pelastuslaki (379/2011, 41 §) edellyttää pelastusviranomaisilta kaikkien tulipalojen tutkinnan. Pelastuslaitoksen tehtäviin kuuluvan palontutkinnan tavoitteena on vastaavien onnettomuuksien ehkäisy ja vahinkojen rajoittaminen sekä pelastustoiminnan ja toimintavalmiuksien kehittäminen. Tutkinnan tavoitteena ei ole etsiä virheitä tai syyllisiä, mutta pelastusviranomaisen on ilmoitettava poliisille, jos on aiheutta epällä rikoksen mahdollisuutta.

Vakavia seurauksia aiheuttaneista tulipaloista poliisin on toimitettava poliisilain (872/2011, 1 §) mukainen tutkinta palonsyyn selvittämiseksi. Pelastuslain perustelu-muistiossa on määritelty, mitä tarkoitetaan vakavalla henkilövahingolla (esim. yli 48 tunnin sairaalahoito) tai huomattavalla omaisuusvahingolla (yli 200 000 euroa). Palon tai onnettomuuden selvittämiseksi voidaan suorittaa Sisäasiainministeriön määräyksestä erityinen tutkinta, josta vastaa asetettava tutkintalautakunta (L 379/2011, 107 §).

Palontutkinnassa arvioidaan tulipalon syttymissyyn ja selvitetään tarvittavassa laajuudessa palon syttymiseen ja leviämiseen vaikuttaneet tekijät, palosta aiheutuneet vahingot ja vahinkojen laajuuteen vaikuttaneet tekijät sekä pelastustoiminnan kulku. Tutkintaa tehdään kolmella eri tasolla (1., 2., ja 3.taso) ja selvityksen laajuuteen vaikuttaa erityisesti palon seurausten vakavuus. Palontutkintavelvoite täyttyy vähimmillään (1. tason tutkinta) pelastustoiminnan johtajan ammattikokemukseen perustuvaan arvioon tulipalosta, joka tallennetaan pelastustoimen toimenpiderekisteriin (Pronto). Prontoissa on tähän valmis lomakepohja. Taso 2 on pelastuslaitosten laajempi palontutkinnan taso, jossa selvitetään tulipalon syy ja perehdytään tarkemmin onnettomuuden laajuuteen vaikuttaneisiin tekijöihin. Tutkinnan suorittaa tehtävään koulutettu palontutkija. 2. tason tutkinta raportoidaan Pronton palontutkintaselosteelle ja tarvittaessa erilliselle raportille jatkokäsittelyä varten. Pelastuslaitokset päättävät annettujen kriteerien perusteella tulipalot, jotka tutkitaan 2. tason mukaisesti. Kriteerejä ovat esim. tulipalon seurausten henkilövahingot (henkilön kuolema tai vakava henkilövahinko), tutkintatietojen merkittävyys palovahinkojen vähentämiseen ja ennalta ehkäisyyn, vuosittaiset palontutkinnan linjaukset, alueelliset ja ajankohtaiset teemat sekä käynnissä olevat tutkimushankkeet (Rautasuo 2014). 3. tason tutkinta suoritetaan erillisen päätöksen mukaan erityisen merkittävistä tapauksista tai osana muuta tutkintaa. Päätöksen 3. tason tutkinnan aloittamisesta tutkintaa tekee Onnettomuustutkintakeskus, sisäasiainministeriö, valtioneuvosto tai pelastuslaitos. Tutkintaan kootaan työryhmä, johon voi kuulua jäseniä pelastuslaitoksen ulkopuolelta. Tutkinta raportoidaan vastaavasti kuin 2. tason tutkinta ja sen toteuttamisesta vastaa tehtävään koulutettu palontutkija (Rautasuo 2014).

Pelastuslain mukaisen palontutkinnan lisäksi pelastusviranomainen voi tutkia valvontaansa kuuluvassa tuotantolaitoksessa (ns. vähäisessä toiminnassa) sattuneet kemi-

kaali- ja räjähdeonnettomuudet (L 390/2005, 99§). Pirkanmaan pelastuslaitos on tehnyt tutkintaselostuksen esim. Fintex-Tetrakemin tulipalosta vuonna 2006. Oman tutkinnan lisäksi pelastusviranomaisen voi olla nimettynä esim. Tukesin tutkintaryhmään (esim. Kuivaimen räjähdys Finnish Chemicals Oy:n pulveritehtaalla, Onnettomuustutkintara-portti dnro 4381/06/2005) tai osallistua tutkintaan asiantuntijana.

Suomessa on 22 pelastuslaitosta ja palontutkintaan liittyvät käytännöt vaihtelevat merkittävästi eri pelastuslaitoksissa (Rautasuo 2014). Pirkanmaalla palontutkintaan on nimetty noin 8 henkilöä eri puolilta Pirkanmaata ja tutkinta tehdään virkatyönä (ei hälytysvalmiutta). Kemikaaliasiantuntijaa käytetään tutkinnassa kemikaalionnettomuuksissa. Aineistoa kerätään esim. haastattelemalla (esim. sammutustöihin osallistuneet täyttävät lomakkeelle tietoa siitä, miten ovat toimineet, minkälaisia käskyjä saaneet/antaneet), tutkimalla aluepelastuskeskuksen nauhoja ja valvomon päiväkirjaa tai kuva-aineistoja, paikkatutkinnalla sekä kirjallisista dokumenteista (esim. ympäristöviranomaisen luvat, pelastussuunnitelmat). Poliisiin osallistuessa tutkintaan pelastusviranomaisen saa aineistoa poliisin paikkatutkinnasta. Tapauksesta riippuen tutkinnassa voidaan käyttää ulkopuolisia asiantuntijoita (esim. sähköpaloissa). Tutkinta kestää viikosta (1. tason perustutkinta) useampaan kuukauteen (2. ja 3. taso). 2. tason tutkintoja on vuosittain Pirkanmaalla noin 20, joista useat ovat standarditapauksia (mikä aiheutti palon, miksi ihminen ei poistunut tilasta). Kemikaalikohteissa tutkintaan johtaneita onnettomuuksia ei ole sattunut usein.

#### *Ohjeistus ja tutkintamenetelmät*

Pelastuslaitoksilla on kirjallista ohjeistusta tutkinnan tekemiseen ja palontutkintaan. Valmisteilla on sähköinen käsikirja, jonka ensimmäisenä vaiheena on julkaistu "Pelastuslaitosten palontutkinnan käsikirja" (Rautasuo 2014) tukemaan pelastuslaitosten palontutkinnan kehittämistä. Käsikirjassa on luetteloitu eräitä onnettomuustutkinnassa käytettyjä menetelmiä, joihin palotutkija voi perehtyä osana oman tutkintaosaamisen kehittämistä. Menetelmiä on kuvattu myös Pelastuslaitosten palontutkinnan kehittämisen diplomityössä (Rasmus 2006) ja näihin aikoihin menetelmiä on käyty läpi myös palontutkinnan koulutuspäivillä. Pirkanmaan pelastuslaitoksella ei ole laadittu yksityiskohtaisempaa ohjeistusta menetelmien käytöstä, vaan tutkinnan tekeminen perustuu pääosin asiantuntija-arviointiin. Tietoisuus ja perusosaaminen menetelmistä vaikuttavat kuitenkin loogisessa päättelyssä. Raporteissa ei ole useinkaan kuvattu onnettomuuden tapahtumaketjua ja vaikuttaneita tekijöitä graafisesti.

#### *Raportointi ja tulosten hyödyntäminen*

Pelastuslaitosten tulee seurata onnettomuusuhkien sekä onnettomuuksien määrän ja syiden kehitystä ja ryhtyä tarvittaviin toimenpiteisiin onnettomuuksien ehkäisemiseksi ja niihin varautumiseksi (L 379/2011, 43 §). Palontutkinnan tehtävänä on tuottaa tietoa ja tarjota sitä eteenpäin pelastuslaitoksen eri toimijoiden hyödynnettäväksi. Tutkinnasta saatavaa tietoa hyödynnetään esim. pelastuslaitoksen valvontatoiminnan kohdentamisessa, rakentamismääräyksissä ja turvallisuusviestinnässä sekä pelastusopiston opetuk-

sessä ja koulutuksessa. Tutkinnan tuloksia voidaan hyödyntää turvallisuusviestinnässä tapauskohtaisesti tai esim. teemoittain mm. raporteissa, tiedotteissa, koulutuksissa ja seminaareissa. Pelastuslaitoksilla on kokemusta myös sosiaalisen median hyödyntämisestä tiedottamisessa ja valitustuksessa (esim. Länsi-Uudenmaan pelastuslaitos /Facebook).

#### *Ajankohtaista*

Pelastuslaitosten kumppanuusverkoston alaisuudessa toimiva Palontutkinta-työryhmä (edustajia sisäasiainministeriöstä, pelastuslaitoksilta ja pelastusopistolta) koordinoi valtakunnallisesti palontutkintaa ja sen kehittämistä. Työryhmän tehtäviin kuuluu esim. laatia palontutkinnan toiminnallista ohjeistusta ja palontutkinnan vuosisuunnitelmapohjat sekä kehittämissuunnitelmat. Vuodesta 2012 palontutkinta-työryhmä on määritellyt valtakunnalliset teemat, joita alueellisesti erityisesti tutkitaan. Näiden tutkintojen perusteella kulloinenkin isäntäpelastuslaitos tekee yhteenvedon. Aiheita on ollut esim. vaaratilanteet tietyn käyttötavan mukaisissa rakennuksissa tai tietynlaiset vahingot.

#### **4.4.4 Työsuojeluviranomainen**

Työtapaturmien tutkinnasta määrätään Työsuojelun valvontalaissa 44/2006, 6 §). Vakavien työtapaturmien tutkintaan on laadittu työsuojeluvalvonnan ohjeita (STM 2014). Työsuojeluviranomaisen tulee tutkia kaikki kuolemaan johtaneet ja vakavat työtapaturomat. Työtapaturmien tutkinnan käytännöissä on eroja alueittain. Tässä kuvataan Etelä-Suomen aluehallintoviraston työsuojelun vastuualueen toimintaa.

Vakavaksi työtapaturmaksi määritellään tapaturma, josta jää pysyviä vammoja. ESAVI:n työsuojelun vastuualueella työskentelee yhteensä noin 200 tarkastajaa. Noin 50 tarkastajaa osallistuu tapaturmien tutkintaan kaikilla aloilla. Tapaturmantutkijat ovat pääosin teollisuuden ja rakennusteollisuuden tarkastajia. Tapaturmien koordinoitiryhmään kuuluu kolme tarkastajaa sekä juristi. Tutkintaa tekevät muodostavat tapaturmaverkoston, jolle järjestetään koulutusta ja laaditaan mm. tutkinnan linjauksia. Paikan päällä tehtävä tapaturmantutkinta tehdään pääsääntöisesti yksin. Työjärjestys kuitenkin velvoittaa tapaturmantutkijaa käsittelemään tapaturman toisen tapaturmantutkijan kanssa vastuualueen linjauksen varmistamiseksi.

Tapaturmantutkijat ovat asiakasaloitteisessa valvonnassa (päivystyksessä) 10 viikkoa vuodessa. Tapaturmat ovat osa asiakasaloitteista valvontaa. Tapaturmasta saadaan ilmoitus joko toiminnanharjoittajalta tai poliisilta. Tietojen perusteella päätetään, lähdetäänkö tekemään tutkintaa onnettomuuspaikalle, pyydetäänkö työpaikalta lisätietoja tai jätetäänkö tutkinta tekemättä. Tapaturmailmoituksia tulee vuosittain noin 500, jotka kaikki selvitetään. Työpaikkatarkastuksia tehdään näistä noin 200:lle; kannanottoja 250:lle ja ilmoituksia esitutkintaan noin 50. ESAVI tekee säännöllisesti yhteistyötä toimintojensa kehittämisessä tapaturmien ilmoittamisessa ja tutkinnassa. Kemikaaleihin liittyviä onnettomuuksia ei ole sattunut usein.

Työsuojeluviranomaisen käydessä tapaturmapaikalla olisi toivottavaa, että työsuojelupääällikköä, -valtuutettua, esimiehiä ja silminnäkijöitä voisi haastatella. Tutkinnan ta-

voitteena on selvittää tapahtumien kulku, työtaturmaan johtaneet syyt sekä mahdollisuudet estää samankaltaisten tapaturmien toistuminen. Haastattelujen pohjalle ei ole luotu yhteisiä tarkistuslistoja tms., mutta tarkastusohjelma ohjeistaa tutkintaa.

Tarkastuskertomuksen toimitusaikataavoite on 30 päivää. Syyllisiä ei etsitä, mutta viranomaisen on arvioitava, onko työturvallisuuslakia noudatettu. Tarkastajan kirjoittamassa tarkastuskertomuksessa tarkastaja antaa tarvittaessa viranomaisohjausta. Vakavista työnantajan laiminlyönneistä ilmoitetaan poliisille esitutkinnan käynnistämiseksi.

Varsinaista teematutkintaa ei ole toistaiseksi tehty, mutta ajankohtaisista aiheista (esim. lumen pudottaminen katolta) on tehty tiedotteita. Mikäli havaitaan aihekokonaisuuksia, voidaan niitä ehdottaa hankkeiksi.

Tapaturmatarkastuskertomuksen jälkeen joissain tapauksissa on tehty tiedotteita, mutta ESAVI:n mukaan tutkinnan jälkeisessä viestinnässä on kehittämistä. Muita ajankohtaisia kehittämiskohteita ovat tutkintaprosessin mallintamisen loppuunsaattaminen, mutta erityisesti yhtenäisten käytäntöjen loppuun hiominen tapaturmatutkinnassa (liittyen organisaatiouudistukseen) sekä tapaturmakoordinaatioryhmän toiminnan tehostaminen (tutkinta ja se, miten jatkossa ennaltaehkäistään onnettomuuksia paremmin).

#### 4.4.5 Ympäristöviranomaisen

Ympäristönsuojelulain (527/2014) mukaan ympäristöviranomaiselle on ilmoitettava viipymättä, jos esim. onnettomuudesta tai häiriötilanteesta aiheutuu päästöjä, jonka vuoksi ympäristölupaa tai muita vaatimuksia ei voida noudattaa. Ympäristöviranomaisen voi pyytää selvityksiä myös esimerkiksi toistuvista vähäisemmistä häiriötilanteista. Ympäristöviranomaisen ei tee itse tutkintaa, vaan arvioi toiminnanharjoittajien tekemiä ilmoituksia. Tapauksesta riippuen ympäristöviranomaisen käy itse onnettomuuspaikalla tai voi pyytää esim. kunnan viranomaista.

Ilmoituksessa tulee kuvata tapahtumien kulku, välitön syy (esim. venttiilin rikkoutuminen) ja se, miten jatkossa vastaavat tapahtumat voidaan ennaltaehkäistä. Tapahtumasta riippuen toiminnanharjoittaja voi joutua selvittämään vaikutuksia (esim. kemikaalipäästön vaikutukset vesistöön) yksityiskohtaisemmin. Ympäristöviranomaiselle tehtävissä ilmoituksissa ei ole vaadittu selvityksiä tapahtumiin vaikuttaneista syytekijöistä (esim. organisatorisia tekijöitä), mutta jotkut toiminnanharjoittajat ovat tehneet yksityiskohtaisia selvityksiä.

Ilmoituksen jälkeen on viipymättä toimitettava viranomaiselle suunnitelma, jonka mukaisesti päästöjä sekä niistä aiheutuvaa ympäristön pilaantumista voidaan rajoittaa poikkeuksellisen tilanteen aikana. Viranomaisen on ilmoituksen johdosta tehtävä päätös ja annettava tarpeelliset määräykset määräaikoineen toiminnan palauttamiseksi asianmukaiseksi. Määräykset voidaan antaa tai toiminta kieltää, vaikka toiminnanharjoittaja ei tekisi ilmoitusta tapahtumasta. Sattuneista onnettomuuksista välitetään tietoa esim. yksikkökokouksissa.

ELY-keskusten valvomat laitokset on jaettu viiteen valvontaluokkaan tarvittavan tarkastustiheyden perusteella. Valvontaluokan määrittelyssä huomioidaan esim. sijait-

seeko laitos pohjavesialueella, onko kyseessä Tukesin valvontakohde vaarallisten kemikaalien käsittelyssä ja varastoinnissa sekä sattuneet onnettomuudet tai häiriötilanteet.

Uudenmaan ELY:n ympäristö ja luonnonvarat -vastuualueella on päivitetty sisäistä ohjeistusta ja laadittu huoneentaulu siitä, miten toimitaan (esim. kenelle ilmoitetaan, kuka ilmoittaa), jos valvontakohteessa sattuu onnettomuus.

#### 4.4.6 Säteilyturvakeskus (STUK)

##### *Tutkinnan tausta ja toteutus*

Ydinenergialain (990/1987 63§, muutos 410/2012) mukaan STUKilla on oikeus tutkia ydinenergian käytössä havaittu normaalia poikkeava tapahtuma tai menettely, jolla on tai saattaa olla olennaista merkitystä ydinenergian käytön turvallisuuden kannalta. STUKin laatimassa yksityiskohtaisessa viranomaisohjeessa (YVL A.1) todetaan, että toiminnanharjoittajalta edellytettävien raporttien ja omien tarkastushavaintojensa perusteella STUK nimeää tarvittaessa tutkintaryhmän arvioimaan tapahtumia (esim. yksittäiset häiriöt tai havainnot, toistuvat tai yhteisestä syystä johtuvat tekniset viat tai inhimillisen toiminnan virheet ja puutteet). Tutkinnan tavoitteena on erityisesti selvittää tapahtuman perussyyt ja esittää tavoitteet korjaaville toimenpiteille. Onnettomuuksien tutkinta on yksi osa poikkeavien tapahtumien tutkintaa. STUK voi osallistua asiantuntijana myös esim. Onnettomuustutkintakeskuksen tutkintaan. Ydinenergian käytössä havaittujen normaalia poikkeavien tapahtumien tutkintoja on vuosittain muutamia.

Tutkintaryhmään nimetään tutkintapäällikön lisäksi 3-6 asiantuntijaa STUKista ja tapauksesta riippuen STUKin ulkopuolelta. Tutkintapäällikkö laatii toimintasuunnitelman aikatauluineen. Tutkinnan kesto vaihtelee tapauksesta riippuen. Teematutkintoja tehdään, jos niihin on aihetta (esim. useita samantyyppisiä teknisturvallisten käyttöehtojen rikkomuksia).

##### *Ohjeistus ja tutkintamenetelmät*

Tapahtumien tutkinnasta STUKilla on oma sisäinen ohje (YTV 4.5.7). Ohjeessa on määritetty esim. vastuut, tapahtumien tutkinnan vaiheet, dokumentointi ja tallenteet. Tapahtuman tutkinta käynnistyy, kun STUKissa arvioidaan tapahtuman, vaaratilanteen tai muun valvontatyössä tehdyn havainnon ydinlaitoksella vaativan tarkempaa selvitystä tutkinnan avulla. Ohjeessa on kuvattu tutkinnan käynnistämisen kriteerit pääluokittain (esim. poikkeama käyttöluvan perusteista, vakavuudeltaan vähintään merkittävä tapahtuma (INES-luokka 2 tai enemmän), voimayhtiön suorittama puutteellinen tapahtuman tutkinta ja käyttökokemustoiminnan tehottomuus).

Aineistoa kerätään mm. haastattelemalla ja asiakirjoihin (esim. tapahtumaraportit, tarkastusraportit, muistiot, ohjeet, sopimukset) tutustumalla niin laitoksella kuin STUKissa sekä muissa ao. sidosryhmissä. Käytössä on myös tarvittaessa tiedon keruukäytännöitä. Tutkintaraporteissa on mm. esitetty Mind Map -kaavio tehdyistä havainnoista ja kuvattu syy-seuraussuhteita.

### *Raportointi ja tulosten hyödyntäminen*

Tutkintaraportissa esitetään tutkinnasta ja sille asetetusta tavoitteesta riippuen suosituksia esim. luvanhaltijalle ja STUKin toiminnalle, joilla vastaavat tapahtumat voidaan jatkossa estää. Suosituksia laadittaessa varmistetaan, että niillä on välitön yhteys tapahtuman perussyihin eli tapahtumaan johtaneisiin rakenteiden tai menettelyjen heikkouksiin. Suosituksia laadittaessa huomioidaan niiden toteuttamiseen tarvittava aika ja resurssit. Toiminnanharjoittajan tulee lähettää toimenpidesuunnitelma aikatauluineen STUKin hyväksyttäväksi. STUK valvoo toimenpiteiden etenemistä tarkastustoiminnan yhteydessä.

Tutkinnan valmistuttua siitä julkaistaan tiedote STUKin internetsivuilla. Tutkintaraportti on myös kokonaisuudessaan luettavissa sivustolla. Tiedote ja raportti julkaistaan suomeksi ja englanniksi.

Tutkinnassa saatuja tuloksia hyödynnetään Suomessa siten, että tutkittuna ollutta toimintaa peilataan muihin luvanhaltijoiden menettelyihin. Tutkinnoissa tehdyt havainnot huomioidaan myös tarvittaessa esim. YVL-ohjeiden päivityksissä. STUK raportoi kansainvälisten ydin- ja atomiennergiajärjestöjen tietokannan kautta tekemistään tutkinnoista ja havainnoista, jotta tapahtumista opittaisiin maailmanlaajuisestikin. Vastaavasti STUK seuraa muiden tekemiä havaintoja sekä varmistaa, ettei Suomessa käytössä ja rakenteella olevilla laitoksilla vastaavia tapahtumia pääsisi tapahtumaan. STUKissa ei ole tällä hetkellä käynnissä tutkintaan liittyvää kehittämishanketta.

#### **4.4.7 Poliisi**

Poliisi tutkii poliisilain (872/2011) mukaisena poliisitutkintana mm. kaikki työpaikoilla tapahtuneet tapaturmat, jotka ovat aiheuttaneet joko kuoleman tai vakavan vamman sekä palonsyöntutkinnan. Poliisitutkinta suoritetaan esim. onnettomuustilanteiden tapahtumakulun selvittämiseksi. Jos tapauksessa epäillään rikosta, poliisi tekee rikoksen esitutkintaa (rikoslaki 39/1889, esitutkintalaki 805/2011). Esitutkinta suoritetaan rikosoikeudellisen vastuun sekä korvauskysymysten selvittämiseksi. Tukes tekee oman toimialansa onnettomuustutkintaa yleensä yhteistyössä poliisin kanssa esim. vaarallisten kemikaalien käsittelyyn ja varastointiin liittyvissä onnettomuuksissa. Tässä tarkastellaan poliisin tekemää tutkintaa erityisesti räjähddeonnettomuuksissa, joissa on tiiviisti mukana poliisin erityistoimintojen yksikkö (TEPO). TEPO:n toimialaan kuuluvat kaikki räjähteisiin liittyvät asiat poliisiorganisaatiossa. Yksittäisiä TEPO-henkilöitä tai ryhmiä on jokaisella hätäkeskusalueella. Useimmat räjähteisiin liittyvät poliisitehtävät ovat vanhojen räjähteiden noutoa, kuljetusta ja hävittämistä. Poliisi ja poliisin TEPO-ryhmä tekee räjähdyspaikka- tai onnettomuustutkintaa Suomessa vuosittain muutamia kertoja (keskimäärin 3-10 tapausta).

Räjähddeonnettomuuden sattuessa poliisin tehtävänä on varmistaa alueen turvallisuus. Mahdollisten lisäräjähdysten vaara tulee huomioida jo ennen pelastustöiden aloittamista. Välttämättömien alkutoimien jälkeen (esim. loukkaantuneiden pelastaminen) tilanne rauhoitetaan, alue eristetään ja laaditaan suunnitelmat alueen turvallisuuden varmistamiseksi (pää-, vara- ja hätäsuunnitelma). Alueen turvatarkastus tehdään lohkot-



tain siten, että vältetään jälkien tuhoamista. Alueen turvatarkastuksessa voidaan käyttää apuna myös erityisvälineistöä, kuten pommirobotia, kameroita, säteilymittareita ja kaasuilmaisimia. Kaikki em. laitteet voidaan myös sijoittaa robottiin. Kun alue on todettu turvalliseksi, se luovutetaan tekniselle tutkinnalle. Poliisin räjähdeseasiantuntija voi toimia asiantuntija-apuna tutkinnassa.

Teknisessä tutkinnassa alue tutkitaan yleensä lohko kerrallaan. Löydökset merkitään ja dokumentoidaan, otetaan valokuvia ja mahdollisia näytteitä analysoitavaksi. Räjähdeonnettomuuksissa heitteiden etäisyys räjähdyspaikasta mitataan ja piirretään kartta-pohjalle. Löydösten analysoinnissa voidaan käyttää KRP:tä (Keskusrikospoliisi) ja ulkopuolisia asiantuntijoita ja pyytää lausuntoja. Tutkinnan johtaja kokoaa tutkinnasta pöytäkirjan. Jos kyseessä on rikosepäily, tapaus menee syyttäjälle syyteharkintaan. Syyttäjä voi tehdä lisätutkintapyynnön asioiden lisäselvittämiseksi.

Poliisin peruskoulutuksen opetussuunnitelmaan kuuluu rikostutkinnan suorittaminen, joka voi olla sekä rikospaikkatutkintaa tai ns. kuulustelua ja tiedonhankintaa. Räjähdyspaikkatutkinnassa voidaan soveltuvin osin käyttää hyödyksi näitä peruskoulutuksessa saatuja oppeja. Lisäksi poliisilla on muita räjähdysonnettomuuksiin ja räjähdyspaikkoihin sekä palonsyöntutkintaan liittyviä kursseja, joissa päästää syvemmälle em. asioiden tutkintaan. Apuna tutkinnassa mm. paineenvaikutuksen laskemiseksi käytetään jo olemassa olevia kaavoja sekä taulukoita. Tutkinta sisältää paljon myös loogista päätelyä. Räjähdeonnettomuuksia ja niiden tutkinnasta saatua tietoa välitetään ja hyödynnetään kansallisesti ja kansainvälisesti esim. koulutuksissa ja seminaareissa.

#### **4.4.8 Tapaturmavakuutuslaitosten liitto (TVL)**

Tapaturmavakuutuslaitosten liitto (TVL) on aloittanut katastrofiluonteisten työtapaturmien tutkinnan vuonna 1971. TVL:n suorittamasta tutkinnasta käytetään termiä TOT-tutkinta. Tutkinnan lähtökohtana on kuolemaan johtaneet työpaikkakuolemantapaukset. Tapauskohtaisesti voidaan tutkia myös muita vakavia työpaikkatapaturmia tai tehdä teematutkintaa. Tutkintaa ei kuitenkaan suoriteta työpaikan ulkopuolisessa tie- eikä muussa liikenteessä sattuneissa kuolemantapauksissa.

Nykyisin TOT-tutkintaan otettavista tapauksista päättää TVL:n TOT-johtokunta asetettujen kriteerien perusteella. Tutkintaan pitäisi ottaa erityisesti tapauksia, jotka edustavat uusia riskejä, kasvualoja, tapauksia, jotka olisivat voineet johtaa suuronnettomuuteen ja tapauksia, joita ei tutkita muiden tahojen toimesta ainakaan riittävän kattavasti. Resurssien vakiintuessa tutkintoja aiotaan tehdä vuosittain 10-15.

Tutkintaryhmää johtaa TVL:n asiantuntija ja muita jäseniä kutsutaan tarpeellinen määrä riittävän asiantuntijuuden (esim. toimiala, työympäristö, työmenetelmät, tutkimusmenetelmät, tekniikka, käyttäytymistieteet) varmistamiseksi. Vakuutuslaitoksella ja työmarkkinajärjestöillä on mahdollisuus osallistua ryhmän toimintaan. TOT-tutkinnan kesto vaihtelee tapauksittain noin puolesta vuodesta useisiin vuosiin. TVL voi lykätä raportin julkaisemista juridisesti epäselvissä ja muutoin poikkeuksellisissa tilanteissa, joissa käytettävissä olevan materiaalin perusteella ei ole määritettävissä yksiselitteisiä faktoja kiistanalaisten tekijöiden osalta. Tällainen on kuitenkin erittäin harvinaista ja

siihen päädytään vain, jotta ei häirittäisi samaan aikaan käynnissä olevaa oikeusprosessia.

TVL saa tutkintaansa muiden viranomaisten aineistoa sekä kerää aineistoa itse esim. haastatteluilla. Tutkintaryhmä tutustuu tapahtumapaikan olosuhteisiin vierailukäynnillä. Hyvin poikkeuksellisissa tilanteissa paikalla ei vieraila. Tällöin raportti laaditaan laajan käytettävissä olevan viranomaismateriaalin ja muiden selvitysten perusteella.

TOT-tutkintaan on vakiintunut 1980-luvulla ns. suomalainen tapaturmientutkimusmalli, jossa tapaturman syntyminen kuvataan prosessimallin tapaan. Mallin lähtökohtana on, että tapaturma syntyy, kun ihminen ja vamman aiheuttaja (ulkoinen voima, aine tai energia) osuvat samaan paikkaan samanaikaisesti. Malli ei ole varsinainen tutkimusmenetelmä. TOT-raportissa esitetty kaavio on kirjoitettu raporttiin, eikä se ole toiminut tutkimusprosessin työvälineenä. Teematutkinnassa tarkastellaan ja raportoidaan useammasta samankaltaisesta tapaturmasta tai vaaratilanteesta. Tutkinnassa ei ole käytössä erityistä menetelmää.

Vuodesta 2014 alkaen TOT-tutkinnoissa noudatetaan uutta TOT-TUTKA - onnettomuustutkimusmenetelmää, joka perustuu riskienhallinnan teoriaan. TOT-TUTKA:n elementit sekä uudistetun raportin runko ovat: a) taustatiedot ja lähtötilanne, b) välittömät turvallisuuspoikkeamat, c) turvallisuusjohtamiseen liittyvät riskitekijät ja d) suositukset työturvallisuuden edistämiseksi. Periaatteena on, että kaikki raportoidut syytekijät liittyvät selkeästi tapaukseen ja kaikkiin löydöksiin määritetään suositus asian kehittämiseksi.

Viestintää on kehitetty paljon mm. lähettämällä jokaisesta valmistuvasta tutkimusraportista oma tiedote jakelulistalla oleville ja medioihin. Tämä on lisännyt latausten määrää TVL:n internet-sivustolla.

Toiminnan kehittämisessä on ajankohtaisena tutkimuskäsikirjan laatiminen, uuden tutkimusmenetelmän (TOT-TUTKA) viimeistely sekä kouluttaminen. Vuosina 2012-2013 kehitetyn turvallisuusjohtamisjärjestelmien auditointimenetelmän viimeistely edellyttää vielä toimenpiteitä vuosina 2014-2015. Merkittävin koko TVL:n toimintaan liittyvä ajankohtainen asia on uuden työtapaturma- ja ammattitautilain toimeenpanoon liittyvät toimenpiteet. Uusi laki astuu voimaan vuoden 2016, mikäli eduskunta hyväksyy sen hallituksen esityksen mukaisessa muodossaan.

#### **4.4.9 Liikennevakuutuskeskus (LVK)**

Liikenneonnettomuuksien tutkimus on alkanut vuonna 1968. Tutkinnasta määrätään tie- ja maastoliikenneonnettomuuksien tutkimusta koskevassa laissa (24/2001). Tutkinnan tavoitteena on syiden ja vaikuttaneiden tekijöiden selvittäminen, ei syyllisten tai korvausvelvollisten etsiminen. Liikenneonnettomuuksien tutkimuksen neuvottelukunta asettaa liikenneonnettomuuksien tutkimuslautakunnat, jotka suorittavat tutkimuksen. Neuvottelukunta ja tutkijalautakunnan toimivat LVK:n yhteydessä. Suomessa toimii 20 liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntaa, joissa on jäseniä noin 300. Tutkijalautakunnassa perusjäseniä ovat poliisi-, ajoneuvotekninen-, liikenne-, tekninen, lääkäri- ja käyttäytymistiedejäsen. Tapauskohtaisesti tutkimukseen voi osallistua muita asiantuntijoita.

Tutkinnan pääkohteena ovat kuolemaan johtaneet onnettomuudet, joiden torjuminen on inhimillisesti ja taloudellisesti keskeistä. Lisäksi tutkitaan teematutkintana mm. vakaviin loukkaantumisiin tai aineellisiin vahinkoihin johtaneita onnettomuuksia. Tutkittavia tapauksia on vuosittain noin 400.

Tutkintaa ohjaa kattava tutkintamenetelmä, joka on päivitetty viimeksi vuonna 2003. Aineistoa kerätään esim. haastatteluilla, kenttätyöllä ja ajoneuvojen tutkinnalla. Tutkijalautakunnalla on tutkinnassa käytettävissä myös poliisin esitutkinta-aineistoa.

Menetelmä sisältää jokaiselle tutkintaryhmän jäsenelle sähköiset lomakkeet, jotka täytetään kokonaisuudessaan kaikissa tutkimuksissa. Strukturoitu menettely mahdollistaa laajan tietokannan, jota voidaan hyödyntää liikenneturvallisuustyössä ja toimenpiteiden kohdentamisessa. Paikkatutkinnassa tehdään usein yhteistyötä poliisin kanssa, mutta haastattelut pidetään erikseen tutkinnan tavoitteiden erilaisuudesta johtuen ja molemmat tekevät oman tutkintansa. Yhden onnettomuuden tutkinta kestää keskimäärin noin 7 kuukautta.

Tutkijalautakunnan jäsenet käyttävät standardoituja tutkintalomakkeita ja tutkinta tehdään tutkintamenetelmän mukaisesti. Tutkintaryhmä kokoontuu tai vaihtaa ajatuksia säännöllisesti tutkinnan edetessä ja tutkintatiedot ovat kaikkien tapauksen tutkintaan osallistuvien jäsenten saatavilla sähköisen lomakejärjestelmän kautta.

Tutkinnan tuloksena tutkijalautakunta laatii tutkintaselostuksen. Tutkintaselostus on muutaman sivun tiivistelmä, johon on koottu tutkinnassa esiin tulleet asiat. Tutkintaselostuksen rakenne on tutkintamenetelmän mukainen ja koostuu seuraavista osiosta: 1. tapahtumakuvaus, 2. avaintapahtuma (esim. raskaan ajoneuvon suistuminen tieltä) ja riskitekijät, 3. vauriot ja seurauksiin vaikuttaneet tekijät, 4. vammat, vammojen aiheuttajat ja turvalaitteet, 5. parannusehdotukset ja turvallisuussuosituksiset ja 6. erityiset seikat. Tutkintaselostus kirjoitetaan tunnistamattomana ja se on julkinen asiakirja. Muu tutkinnassa kerätty aineisto talletetaan ja arkistoidaan Liikennevakuutuskeskukseen ja aineistoa voidaan käyttää tieteelliseen ja tilastolliseen tutkimuksen tai viranomaisten liikenneturvallisuustyöhön.

Tutkinnassa esitetyt yksittäiset suositukset kirjataan ja välitetään alueellisesti. Nopeaa toimintaa (esim. raivaustarve) vaativat suositukset välitetään heti ao. taholle. Suosituksia valmistellaan myös teemoittain.

Ajankohtaisina kehityskohteina ovat mm.: 1. parannusehdotusten, tiedonlevittämisen ja tiedon hyödyntämisen kehittäminen, 2. lautakuntien työn ja tiedon keruun helpottaminen sekä 3. vakavien onnettomuuksien tutkinnan lisääminen (kuolemaan johtaneet onnettomuudet ovat vähentyneet).

## 4.5 Onnettomuustutkintamenetelmätestausten tulokset

Testattavat menetelmät olivat poikkeamien tutkinta, STEP, AcciMap, MTO, vika- ja tapahtumapuu sekä Bow tie -sovellus, DISC-malli ja ESReDA Cube. DISC-malli ja ESReDA Cube eivät olleet varsinaisia onnettomuustutkintamenetelmiä, mutta testauksissa arvioitiin niiden soveltamismahdollisuuksia tutkinnassa. Yhteenvedot onnetto-

muustutkimamenetelmien testauksista ovat liitteestä 7. Seuraavissa luvuissa käsitellään keskeiset tulokset.

#### 4.5.1 Menetelmien tarkoitus ja yleisiä ominaisuuksia

Testattavat menetelmät pohjautuivat erilaisiin onnettomuusmalleihin, ja ne on kehitetty erilaisiin tarkoituksiin. Keskeinen havainto menetelmistä oli, että on tärkeää tietää, mihin menetelmä on tarkoitettu ja käyttää menetelmää tähän tarkoitukseen. Esimerkiksi teknisten syytekijöiden arviointiin kehitettyä vikapuuanalyysiä ei kannata käyttää organisatoristen tekijöiden selvittämiseen, koska siihen on olemassa parempia menetelmiä, kuten testauksessa olleet STEP, MTO ja AcciMap sekä DISC-malli. Se, kuinka hyvin menetelmät huomioivat lopulta organisatorisia tekijöitä ja järjestelmää, riippuu myös tutkintaryhmän asiantuntemuksesta.

Toiset testattavista menetelmistä osoittautuivat perusajatukseltaan helpoiksi ja yksinkertaisiksi, kuten esim. poikkeamien tutkinta, STEP, MTO, vika- ja tapahtumapuu sekä Bow tie. Vaikka menetelmän perusajatus olisikin selkeä, se ei tarkoita, että analyysin tekeminen olisi helppoa ja menetelmällä saatava tulos olisi aina tutkintaryhmästä riippumatta vakio. Menetelmien laadukas hyödyntäminen tutkinnassa vaatii asiantuntemusta onnettomuuksien synnystä, menetelmän käytöstä ja tutkittavasta kohteesta, prosessista ja lainsäädännöstä. DISC-mallin mukainen yksityiskohtaisen analyysin tekeminen edellyttää erityistä osaamista organisaation toiminnasta.

Tutkinnan lopputulos riippuu myös tutkinnan tavoitteesta ja tarkastelunäkökulmasta. Esimerkiksi tapahtumapuun tuloksiin vaikuttaa, mikä riskitekijä (eli tapahtumapuun aloittamiskohta) valitaan tarkasteluun. STEP:llä saadaan aivan erilaisia tuloksia esimerkiksi, jos tutkinta rajataan käsittelemään onnettomuuden syntymistä tai pelastustöiden onnistumista. ESReDA Cube:a voidaan käyttää myös moneen erilaiseen tarkasteluun. AcciMap:n laatiminen on melko vapaata, joten samasta onnettomuudesta tehdyt analyysit voivat poiketa merkittävästikin toisistaan. Vastaavia esimerkkejä löytyisi myös muiden menetelmien kohdalla.

Kuvattavan tapahtumaketjun kausaliteetti eli syy-seuraussuhde vaihtelee menetelmissä paljon, eivätkä kaikki menetelmät edes kuvaa tapahtumaketjua, kuten poikkeamien tutkinta, vika- ja tapahtumapuu, DISC-malli ja ESReDA Cube. Yksityiskohtaisimman tapahtumaketjun testatuista menetelmistä määrittää STEP, jonka avulla voidaan määrittää kronologisessa aikajärjestyksessä toimintojen yhteydet (riippuvuudet) myös eri toimijoiden kesken. Usein tapahtumaketjun kuvaamisessa on vaikeinta päättää, mitkä tapahtumat analyysissä kuvataan eli mitkä ovat onnettomuuden kulun kannalta kriittisiä. Joskus on ongelmallista ratkaista, miten tapahtumat kirjataan sanallisesti, sillä esimerkiksi MTO:ssa tapahtumiin pitäisi löytää onnettomuuteen johtaneita syitä ja syytekijöitä miksi -kysymysten muodossa ja AcciMap:ssa tapahtumat kuvataan neutraaliin sävyyn kirjoitettuna (ei virhelähtöisesti).

Suurin osa testatuista menetelmistä tuottaa analyysin graafisessa muodossa. Graafisen kuvaajan sijaan poikkeamien tutkinta sekä ESReDA Cube tuottavat taulukon ja DISC-malli sanallista arviointia sekä taulukon.

#### 4.5.2 Menetelmien vahvuudet ja heikkoudet sekä hyödyntäminen

Jokaisella menetelmällä on omat vahvuutensa ja heikkoutensa, eikä ole olemassa yhtä menetelmää, joka sopisi kaikkien tapahtumien tutkintaan. Testauksissa havaittiin, että menetelmät täydentävät toisiaan ja monimutkaisten Seveso-onnettomuuksien tutkinnassa onkin usein perusteltua soveltaa useita menetelmiä kattavan ja laadukkaan tutkinnan saavuttamiseksi. Mikäli tapaukset ovat yksinkertaisia, useista eri menetelmistä saatava hyöty voi olla pieni.

Testauksissa todettiin, että menetelmiä ei kannata aina käyttää manuaalien mukaisesti alusta loppuun, vaan hyödyntää niitä osittain tutkintaprosessin eri vaiheissa. Esim. STEP-menetelmän todettiin tukevan tutkinnan alkuvaihetta olemassa olevan tiedon järjestelmällisessä dokumentoinnissa ja lisätiedontarpeen määrittämisessä. Monimutkaisissa onnettomuuksissa STEP:n mukaisten tapahtumaketjujen yksityiskohtainen kuvaaminen raportissa voi olla liian massiivista. AcciMap puolestaan soveltuu viranomaisten tekemään onnettomuustutkintaan myös raportointimielessä hyvin, koska analyysi mahtuu yhdelle paperille ja siinä kuvataan onnettomuuteen vaikuttaneita tekijöitä sosioteknisen järjestelmän jokaisella tasolla lainsäädäntö mukaan lukien.

Bow tien -sovellus osoittautui havainnolliseksi yhteenvedoksi viestintään erityisesti Seveso-onnettomuuksissa, sillä se kuvaa hyvin Seveso-direktiivin mukaista riskienhallinta-ajattelua: 1. tunnistetaan mahdolliset suuronnettomuudet (rusetin solmukohta), 2. tunnistetaan eri onnettomuusskenaariot, 3. arvioidaan, mitä pahimmillaan voisi sattua (worst case scenario) sekä 4a. määritetään tarvittavat suojaukset mahdollisten onnettomuuksien ennaltaehkäisemiseksi ja 4b. määritetään tarvittavat suojaukset mahdollisten onnettomuuksien seurausten poistamiseksi. Pohdittaessa, mitä pahimmillaan onnettomuudessa olisi voinut sattua, saadaan konkreettista tietoa toiminnan suunnitteluun, sisäisiin pelastussuunnitelmiin, turvallisuusselvityksiin tai toimintaperiaateasiakirjoihin ja maankäytönsuunnitteluun.

Vikapuu soveltuu hyvin teknisten syiden arviointiin ja poikkeamien tutkinnalla saadaan erityisesti tutkinnan alkuvaiheessa listattua onnettomuuteen liittyviä havaintoja. Poikkeamien tutkinnalla saadaan paljon kehittämiskohteita, mutta niillä ei välttämättä ole yhteyttä vastaavien onnettomuuksien ennaltaehkäisyyn. Poikkeamia voi arvioida riskinarviointityyppisesti suositusten priorisoimiseksi, mutta menetelmätestausryhmän näkemyksen mukaan saatu hyöty vaadittavaan työhön verrattuna oli melko pieni.

MTO:n avulla tunnistetaan nopeasti miksi -kysymysten avulla onnettomuuden taustalla olevia organisatorisia syytekijöitä. Menetelmä saattaa kuitenkin olla hieman syylistävä. MTO on yleinen onnettomuustutkintamenetelmä Ruotsissa toiminnanharjoittajien ja viranomaisten keskuudessa.

DISC-mallin turvallisuuskulttuuriajattelu kuvaa tämän hetkistä turvallisuuskäsitystä. Organisaatiossa vallitsevat normit ja asenteet ovat onnettomuuksien syntymisen ja onnettomuuksista oppimisen kannalta tärkeitä. Testausryhmän näkemyksen mukaan DISC-mallia olisi hyvä hyödyntää Tukesin tekemässä tutkinnassa yleisellä tasolla. Jos osoittautuu tarpeelliseksi tehdä yksityiskohtaisempaa tarkastelua, on hyvä käyttää apuna

alan asiantuntijoita tai suositella toiminnanharjoittajaa selvittämään turvallisuuskulttuuria tarkemmin. ESReDA Cube on melko työläs, mutta se tuo uudenlaista näkökulmaa onnettomuuksista oppimiseen.

Useiden menetelmien käyttö perustuu tarkistuslistojen hyödyntämiseen. Tarkistuslistojen avulla varmistetaan, että kaikki tärkeät näkökulmat tulee huomioitua. Listojen tulee kuitenkin olla tutkinnan tukena, eikä niiden käyttö saa vähentää loogista päättelyä. Menetelmätestauksissa todettiin, että Seveso-onnettomuuksien tutkinnan tueksi tulisi laatia tarkistuslistat, jossa olisi huomioitu myös lainsäädännön asettamat velvoitteet ja Tukesin valvontaohjelma.

Menetelmien vaatima ajankäyttö ei eronnut merkittävästi kyseisissä testauksissa, jotka tehtiin valmiin raportin perusteella. Tehtäessä tutkintaa normaalitilanteessa, menetelmää tai sen osia kannattaa hyödyntää koko tutkintaprosessin ajan, jolloin menetelmästä saadaan apua mm. tiedon keruuvaiheessa. Menetelmät auttavat esim. tunnistamaan lisätiedon tarvetta, määrittämään haastateltavia sekä laatimaan haastattelukysymyksiä.

### 4.5.3 Suositusten määrittäminen ja onnistumisten arviointi

Menetelmät vaihtelevat myös siinä, kuinka paljon ne tukevat tutkinnassa suositusten määrittämistä. Poikkeamien tutkinta listaa paljon kehittämiskohteita ja niitä kuuluu arvioida toteutusten priorisoimiseksi. AcciMap:lla ja STEP:llä saadaan määritettyä suosituksia eri toimijoille tarkastelemalla menetelmillä tunnistettuja turvallisuuskäsitteitä tarkemmin. Muut menetelmät eivät tue toimenpiteiden määrittämisessä kovin paljoa, vaan suositukset riippuvat enemmän tutkintaryhmän asiantuntemuksesta.

Safety II-turvallisuusajattelun (Hollnagel 2014) mukaisesti onnistumisten tunnistaminen on tärkeää turvallisuuden kehittämisessä. Onnettomuuksiin liittyvät onnistumiset ovat joko vaikuttaneet siihen, että pahinta mahdollista onnettomuutta ei ole syntynyt tai onnettomuuden seuraukset eivät ole olleet niin vakavat, kuin pahimmassa tapauksessa olisi voinut olla. Onnettomuuksiin liittyviä onnistumisia pystytään arvioimaan periaatteessa monella menetelmällä, mutta se voi olla teennäistä esimerkiksi menetelmän perustuessa virhelähtöiseen ajatteluun. Positiivisen näkökulman huomioiminen riippuu usein myös tutkintaryhmästä ja erityisesti tutkinnalle asetetusta tavoitteesta. Suojausanalyysiajattelu, joka sisältyy MTO:hon, vika- ja tapahtumapuuhun sekä Bow tie -sovellukseen, tuo esille myös onnistumisia teknisissä ja organisatorisissa suojainratkaisuissa. Uudempaan turvallisuusajatteluun perustuvat AcciMap, DISC-malli ja ESReDA Cube soveltuvat myös positiivisten näkökulmien havainnoimiseen. DISC-mallilla voidaan tarkastella onnistumisia turvallisuuskulttuurin ja ESReDA Cube:lla oppimisen näkökulmasta.

## 5 TULOSTEN TARKASTELU

### 5.1 Onnettomuustutkintaprosessi

#### 5.1.1 Seveso-onnettomuuksien tutkinnan nykytila

Seveso-valvonta ja Seveso-onnettomuuksien tutkinta on organisoitu Euroopan maissa eri tavoilla. Kaikissa maissa Seveso-viranomaiset eivät tee itse onnettomuustutkintaa, vaan heidän roolinsa on arvioida toiminnanharjoittajan kirjoittamia raportteja ja Seveso-valvonnan kautta vaikuttaa onnettomuuksista oppimiseen ja toiminnanharjoittajien turvallisuustoiminnan kehittämiseen. Kaikissa Euroopan maissa Seveso-onnettomuuksia ei ole koskaan vielä sattunut, eikä menettelyjä ole kaikkialla yksityiskohtaisesti vielä mietitty. Joissain maissa puolestaan on laadittu jo yksityiskohtaiset menettelyohjeet.

Tämän tutkimuksen mukaan Seveso-onnettomuuksien tutkinnan taso vaihtelee ja useilla organisaatioilla olisi kehitettävää onnettomuuksista oppimisen tehokkuuden lisäämiseksi. Seveso-viranomaiset ovat itse arvioineet MJV 2013-seminaarin yhteydessä järjestetyssä kyselyssä, että Seveso-onnettomuuksien tutkinta on useimmissa maissa (62% vastaajista) joko erittäin tehokasta tai jokseenkin tehokasta. Huonoksi tai erittäin huonoksi tutkintajärjestelmä arvioitiin vain kahdessa maassa (MJV 2013). Jatkuvan kehittämisen periaatteen mukaisesti hyvääkin toimintaa tulee aina kehittää. Tämän tutkimuksen mukaan kaikilla Seveso-viranomaisilla ei ole selkeää käsitystä omasta roolista tutkinnassa ja osaamista kaivataan lisää tutkintamenettelyihin sekä erilaisiin onnettomuustutkintamenetelmiin. Tulos on yhdenmukainen sen kanssa, että 61 % Seveso-viranomaisista on kertonut, että heillä ei ole riittävästi osaamista onnettomuustutkintaan liittyvistä menettelyistä voidakseen arvioida onnettomuustutkintaraporttien laatua (MJV 2013).

Tieteellisessä kirjallisuudessa (esim. Dechy et al 2012, Roed-Larsen et al 2012 ja Vuorio et al. 2014) on suositeltu harmonisoituja onnettomuustutkintamenettelyitä, mutta Euroopan erilaisten onnettomuustutkintarakenteiden takia standardoitu Seveso-onnettomuuksien tutkinta ei tule olemaan mahdollista Euroopassa ainakaan lähitulevaisuudessa. Todettakoon, että esimerkiksi liikenne- ja kuljetusalalla käytäntöjen yhtenäistämässä on jo edistytty pidemmälle (Marinho de Bastos 2004, Arnaldo Valdés et al. 2011).

Vaikka Seveso-onnettomuuksien tutkintaan ei tulevaisuudessa olisi yhtenäisiä käytäntöjä, nykyistä tiiviimmälle yhteistyölle on kuitenkin tarvetta Seveso-laitosten turvallisuuden kehittämiseksi. Tämän tutkimuksen kokemusten perusteella yhteistyölle on myös halukkuutta Euroopan Seveso-viranomaisten keskuudessa ja globaalisti onnettomuustutkintaa tekevissä organisaatioissa. Seveso-onnettomuuksien tutkinnassa olisi

opittavaa toisten maiden Seveso-onnettomuustutkinnasta, mutta opittavaa olisi myös muilta turvallisuuskriittisissä organisaatioissa tutkintaa tekeviltä. Vastaavaa ovat todeneet Vuorio et al. (2014), joiden mukaan kuolemaan johtaneiden työtaturmien tutkimuksessa on todettu olevan opittavaa ilmailualalta.

Seveso-onnettomuuksien tutkinta ei ole minkään organisaation ainoa tehtävä, minkä vuoksi tutkintakokemusta ei kerry jatkuvasti. Seveso-onnettomuudet ovat kuitenkin usein monimutkaisia, joten niiden tutkimuksessa tulee olla hyvää asiantuntemusta laajasti käytettävissä. Oman asiantuntijuuden kehittämisen lisäksi satunnaisesti tehtävä tutkinta lisää yhteistyön tärkeyttä muiden Seveso-onnettomuuksia tutkivien tahojen sekä muiden onnettomuuksien tutkintaa tekevien organisaatioiden kanssa. Opittavaa on erityisesti onnettomuustutkinnan hyvistä käytännöistä ja kokemuksista erilaisten onnettomuustutkintamenetelmien käytöstä.

Muilta organisaatioilta voidaan saada käytännön kokemuksia pieniin yksityiskohtiin, kuten käytäntöjä valokuvien ottamiseen, ja laajempiin teoreettisiin asiakokonaisuuksiin, kuten inhimillisten tekijöiden arviointiin. Tulee muistaa, että myös Seveso-onnettomuuksien tutkimuksessa on hyviä käytäntöjä, joista muiden toimialojen tutkintaa tekevillä olisi opittavaa. Tukesissa onnettomuustutkintaa on kehitetty jo pitkään ja myös Tukesin tutkimuksessa on hyviä käytäntöjä ja tutkintakokemusta muidenkin organisaatioiden hyödynnettäväksi.

Vuorio et al. (2014) ovat esittäneet, että tarvittaisiin kansainvälisiä ohjeita tutkimuksesta ja koulutusta. Yleisellä tasolla olevia käytännönläheisiä ohjeistuksia (esim. ESReDA) onkin jo tehty, mutta yksityiskohtaisempia ja tietyille toimialoille suunnatuille ohjeistuksille olisi tarvetta. Onnettomuuksien tutkintaa tekeviä organisaatioita on maailmassa kuitenkin rajallinen määrä, joten asiantuntemuksen ja kokemusten laajempi hyödyntäminen veisi tutkintaa parhaiten eteenpäin. Kuten Dechy et al. (2012) ovat esittäneet, yhteistyön kehittäminen muiden onnettomuustutkintaa tekevien organisaatioiden kanssa on yksi tulevaisuuden kehittämissuosituksista.

### 5.1.2 Hyvät käytännöt

Hyvien käytäntöjen kerääminen ja välittäminen on vallitsevan turvallisuusajattelun mukaista (resilienssi, Safety II), ja tällainen suositus on esitetty myös viranomaisille toiminnanharjoittajien ja viranomaisten välisen yhteistyön kehittämiseksi (Laakso et al. 2013). Tässä tutkimuksessa ilmeni paljon hyviä käytäntöjä onnettomuustutkintaprosessin eri vaiheisiin. On muistettava, että hyvä käytäntö yhdelle ei välttämättä ole toimiva ratkaisu kaikkialla muualla. Tulee miettiä, mitkä hyvistä käytännöistä soveltuvat omaan toimintaan ja huomioitava, että jatkuvan kehittämisen mukaisesti käytäntöjä on tarkasteltava ja kehitettävä jatkossakin.

Liitteessä 8 kuvataan hyviä käytäntöjä yleisellä tasolla tarkistuslistamaisesti tutkimusprosessin eri vaiheissa. Valtaosa kirjatuista hyvistä käytännöistä on havaintoja tällä tutkimuksella kerätyistä aineistoista, mutta myös kirjallisuuslähteitä on käytetty. Tässä luvussa tarkastellaan keskeisimpiä tutkimusaineistoon perustuvia havaintoja erityisesti Suomen Seveso-viranomaistutkinnan näkökulmasta.



### *Lainsäädäntö ja yhteistyö onnettomuustutkinnassa*

Hyvän lähtökohdan onnettomuustutkinnalle antaa ajan tasainen ja selkeä *lainsäädäntö*. Viranomaisen näkökulmasta Seveso-onnettomuuksien tutkinta on lainsäädännössä asianmukaisesti esitetty, mutta toiminnanharjoittajalle käytännöissä on todettu olevan epäselvyyttä erityisesti onnettomuuksista ilmoittamisen osalta. Onnettomuudesta ei aina huomata ilmoittaa kaikille asianmukaisille viranomaisille, koska kriteerit vaihtelevat ja toiminnanharjoittajan menettelyitä ei ole määritelty tarkasti.

Samaa onnettomuutta voivat tutkia useat viranomaiset, jolloin roolien tulee olla selkeät laadukkaiden tutkintojen varmistamiseksi. Mahdollisuuksien mukaan eri viranomaiset voivat tehdä paikkatutkintaa yhtä aikaa, jolloin toiminnanharjoittajankin resurssit ovat tehokkaammin käytössä. Yhteiset haastattelut eivät kaikissa tapauksissa kuitenkaan ole mahdollisia, koska eri viranomaisten tutkintatavoitteet voivat olla ristiriitaisia, kuten poliisin selvittäessä rikosoikeudellista vastuuta.

Tutkintaa suunniteltaessa on hyvä pitää mielessä myös toiminnanharjoittajan näkökulma eli häiritään laitoksen toimintaa onnettomuustutkinnalla mahdollisimman vähän. Onnettomuuden jälkeen on kuitenkin varmistettava, missä määrin laitoksen toiminta voi turvallisesti jatkua ja tarvittaessa keskeyttää toiminta.

### *Tutkinnan tavoite, tutkintasuunnitelma ja resurssit*

Tutkinnan tavoitteen asettaminen sekä tutkintasuunnitelman laatiminen ovat tärkeitä, jotta tutkimus kohdennetaan oikein tutkintaprosessin alusta asti ja valitaan parhaimmat tutkintamenetelmät tutkintaprosessin eri vaiheisiin. Koska Tukesin tutkinta ei edellytä hälytysvalmiudessa oloa ja välitöntä onnettomuuspaikalle lähtöä, kuten esimerkiksi pelastusviranomaisella ja poliisilla, suunnitelma kannattaa laatia huolella, jotta tarpeellinen tutkinta onnettomuuspaikalla voidaan tehdä järjestelmällisesti ja tehokkaasti. Samalla tulee myös määrittää Tukesin sisäisen viestinnän ja mediakyselyihin vastaamisen periaatteet, jotta tutkintaryhmä saa asianmukaisen työrauhan ja viestintä on kuitenkin ajantasaista ja tarpeenmukaista.

Tutkintaan tulee olla käytettävissä riittävästi resursseja, kuten taloudellisia resursseja, aikaa sekä osaamista. Tutkintaa tekevien työturvallisuuden varmistamiseksi on hyvä kehittää menettelyt (esim. tarkistuslista) ja huomioida tutkintaa tekevien fyysinen ja henkinen jaksaminen. Onnettomuus tapahtuu yllättäen ja näin ollen onnettomuustutkinta muuttaa aina alkuperäisiä suunnitelmia. Tutkinnan aloittamista ja asioiden järjestelyä helpottaa tarkistuslista huomioitavista asioista.

Monialaisen osaamisen tärkeyttä tutkintaryhmässä korostettiin kirjallisuuden tavoin tutkimuksen kyselyiden, haastatteluiden ja menetelmätestausten tuloksissa. Kuten Babinec et al. (2005) ovat esittäneet, prosessiteollisuudessa sattuneiden onnettomuuksien tutkinta on yksittäisten henkilöiden sijaan asiantuntijaryhmän tehtävä, jolla on osaamista onnettomuuksien tutkinnasta ja tutkintamenetelmien soveltamisesta.

Tämän tutkimuksen mukaan useat onnettomuustutkintaa päätyönään tekevät organisaatiot hyödyntävät toimintansa kehittämisessä niin tieteellistä tutkimusta kuin käytännönkokemusta omilta asiantuntijoilta. Inhimillisten tekijöiden (human factors) arviointi

onnettomuuksien tutkinnassa on yksi tärkeistä tämän hetken onnettomuustutkinnan kehittämisalueista, joka tämänkin työn kyselyiden tuloksissa tuli esille. Inhimilliset tekijät ovat keskeisiä myös Seveso-onnettomuuksissa, mutta niiden yksityiskohtainen selvittäminen ei tavallisesti ole Tukesin onnettomuustutkinnan tavoitteena. Tarvittaessa tulee käyttää ulkopuolista asiantuntijaa tai suositella toiminnanharjoittajaa selvittämään näitä tekijöitä tarkemmin.

### *Menettelyt onnettomuustutkinnassa*

Tutkimukseen liittyneet kyselyt ja haastattelut vahvistivat onnettomuustutkintamenettelyiden tai tutkintakäsikirjojen tärkeyttä. Yhdessä sovitut käytännöt auttavat järjestelmälliseen tutkintaan ja erityisesti yhdenmukaistavat tutkintaorganisaatioissa käytettävää termistöä, joka tieteellisessä kirjallisuudessaakin on havaittu epä johdonmukaiseksi (Harms-Ringdahl 2004). ESReDA:n vuonna 2003 tekemän selvityksen mukaan 69 %:lla onnettomuustutkintaa vaarallisten aineiden varastoinnissa tai tuotannossa, kuljetusalalla tai energiantuotannossa tekevillä Euroopan virastoilla tai organisaatioilla on ollut menettelytavat onnettomuustutkintaan. Luku vastaa Seveso-onnettomuuksien tutkintaa tänä päivänä, mutta toisaalta monissa organisaatioissa on jo pitkälle kehitettyjä menettelyitä sekä laadittu omia onnettomuustutkintamenetelmiä, joiden käyttöä täydennetään tarvittaessa yleisimmillä menetelmillä.

Tukesissa on ollut pitkään onnettomuustutkintakäsikirja, mutta sitä ei ole päivitetty ajan tasalle lainsäädäntömuutosten jälkeen. Päivittämisen yhteydessä on suositeltavaa huomioida myös tämän tutkimuksen tulokset. Nykyisin käsikirjat laaditaan usein sähköiseen muotoon, mikä helpottaa mm. asiakirjan päivittämistä ja lisämateriaalin, kuten tarkistuslistojen liittämisen käsikirjaan.

Organisaatioissa laaditut menettelyohjeet tutkinnan suorittamiselle ovat keskeisessä asemassa suuntaamaan tutkinnalla etsittäviä syytekijöitä (Lundberg et al. 2009). Kuten Lundberg et al. (2009) ovat esittäneet, onnettomuustutkinnalla löydetään sitä, mitä etsitään, joten on erityisen tärkeää, että menettelyohjeissa ohjataan etsimään oikeita asioita. Siihen, mitkä ovat oikeita tutkittavia asioita, vaikuttaa mm. kuka tutkintaa tekee ja minäkalaiset tavoitteet tutkinnalle on asetettu.

Onnettomuustutkinnassa tulisi pyrkiä havaitsemaan kaikki mahdolliset onnettomuuden kulkuun liittyvät vaihtoehdot, joita tarkastellaan johdonmukaisesti. On kuitenkin huomioitava, että vahvat oletukset tapahtumien kulusta ja vaikuttaneista tekijöistä voivat ohjata tutkintaa niin, että tutkinnassa jätetään ottamatta huomioon tärkeitä asioita tai johdatellaan tutkintaa tiettyyn suuntaan (löydät, mitä etsit, Lundberg et al. 2009) vaikuttaen tutkinnan objektiivisuuteen. Onnettomuustutkintamenetelmien käyttö ohjaa usein objektiivisempaan tutkintaan kuin loogiseen päättelyyn perustuva tutkinta.

Onnettomuustutkinnassa on tyypillistä erilaisten lomakkeiden ja tarkistuslistojen käyttö. Organisaatiosta riippuen on mietittävä, missä määrin tutkinnan tukena käytetään lomakkeita ja tarkistuslistoja, koska joissain tapauksissa ne voivat ohjata tutkintaa liikaa. Tiedon keruuta on vakioitu ja helpotettu esim. liikenneonnettomuuksien tutkinnassa (LVK, ATSB) sähköisten lomakkeiden avulla. Kerätessä jokaisesta tutkittavasta

onnettomuudesta samat tiedot, on mahdollisuus tilastolliseen tutkintaan. Seveso-onnettomuuksien tutkintaan vakioitujen lomakkeiden käyttö ei olisi yksin riittävää, koska onnettomuudet voivat olla hyvin erilaisia ja sattuvat erilaisilla toimialoilla. Kaiken kaikkiaan Seveso-onnettomuuksia sattuu liian vähän tilastolliseen käsittelyyn. Seveso-onnettomuuksien monimutkaisuuden vuoksi standardoidut kysymyslomakkeet olisivat liian massiivisia, eikä niillä pystyittäisi varmistamaan kaikkia tärkeitä yksityiskohtia. Olisi vaarana, että tutkinta pidättäytyisi liikaa lomakkeissa esitettyihin näkökulmiin, jolloin jotain ratkaisevaa voisi jäädä huomioimatta. Seveso-onnettomuuksien tutkinnan apuna olisi kuitenkin hyvä olla tarkistuslistoja huomioitavista asioista. Tarkistuslistojen päivittäminen ja ylläpito saatujen kokemusten perusteella tulisi olla osa onnettomuustutkintaprosessia.

### *Suosituksset ja raportointi*

Suositusten määrittämisessä yleisenä periaatteena on, että korjataan niitä asioita, jotka tutkinnassa havaitaan puutteellisiksi (korjaat, mitä löydät, Lundberg et al. 2010). Siihen, minkälaisia syytekijöitä onnettomuustutkinnassa tunnistetaan, riippuu puolestaan pitkälti siitä, mihin asioihin tutkinnassa kiinnitetään huomiota, kuten edelläkin kuvattiin (löydät, mitä etsit). Todellisuudessa suositusten määrittämiseen vaikuttavat kuitenkin monet asiat (Lundberg et al. 2010).

Onnettomuustutkinnassa esitettyjen suositusten tulee olla mahdollisimman selkeitä ja täsmällisiä. On kuitenkin tärkeää, että toiminnanharjoittajalle annetaan mahdollisuus itse arvioida, miten kehittäminen käytännössä toteutetaan. Jos suosituksissa määrättäisiin esim. tietty tekninen järjestelmä varmistamaan prosessin turvallista toimintaa, voisi joku parempi ratkaisu jäädä toteuttamatta. Erityisesti johtamisjärjestelmään liittyvät kehittämistoimet riippuvat kustakin organisaatiosta ja eroavaisuuksia on organisaatioiden sisälläkin.

Suositusten määrittäminen on tunnistettu Tukesissa tärkeäksi ja Seveso-onnettomuuksien osalta pohditaan niin kyseistä toiminnanharjoittajaa kuin samaa toimialaa sekä viranomaistoimintaa koskevia suosituksia. Suositusten toteuttamisen seuranta tulisi joiltakin osin tehdä aktiivisemmin.

Onnettomuustutkintaraportin tulee olla yhdenmukainen selvinneiden tietojen kanssa ja vastata tutkinnalle asetettuihin tavoitteisiin. Mikäli onnettomuuden välittömistä syytekijöistä tai onnettomuuteen vaikuttaneista taustatekijöistä ei ole täyttä varmuutta, tulee tämä ilmaista raportissa selkeästi. Tutkintaraporttiin ei voida jättää ristiriitaa onnettomuuden kulun ja onnettomuuden yksityiskohtien välille. Tutkinnan luotettavuus lisääntyy, kun selkeästi kerrotaan, mitä asioita ei ole voitu varmuudella selvittää. Tämän voi esittää esim. hypoteesitestauksella taulukkomuodossa (mitkä tekijät puoltavat ja ovat vastaan eri vaihtoehtoja). Tukesissa on käytössä perinteinen raporttimalli ja tutkintaa tehdään kriittisesti. Tutkintaryhmän jäsenten roolit tulee olla selkeästi määritelty raportin kirjoittamisenkin osalta.

### *Onnettomuustutkintaraporttien arviointi ja analysointi*

Yhtenä kohtana Seveso-kyselyssä selvitettiin hyviä käytäntöjä onnettomuustutkintaraporttien arviointiin ja analysointiin. Kaikkien viranomaisten tehtäviin ei kuulu itse tutkinta, mutta useimmat Seveso-viranomaiset arvioivat toiminnanharjoittajien laatimia onnettomuustutkintaraportteja ja tekevät päätöksiä jatkotoimenpiteistä.

Toivottavaa olisi, että raporttien arviointiin olisi luotu selkeät menettelytavat ja arvioijilla olisi riittävästi osaamista. Tarvittaessa tehtäisiin myös yhteistyötä muiden viranomaisten kanssa. Raporttien arvioinnin tulisi johtaa tarvittavien toimenpiteiden määrittämiseen ja toteuttamiseen.

Onnettomuustutkintaraporttien arvioinnissa on tärkeää varmistaa, että raportista ilmenee tutkinnalle asetettu tavoite ja raportti on selkeä sekä looginen. Raportista tulee ilmetä onnettomuuden tapahtumien kulku ja vaikuttaneet syytekijät luotettavasti huomioiden niin tekniset, inhimilliset kuin organisatoriset tekijät. Hyvässä raportissa on tarkasteltu aikaisemmin sattuneita onnettomuuksia sekä esitetty onnettomuuteen liittyvät konkreettiset johtopäätökset ja kehittämistoimenpiteet.

Tukesissa toiminnanharjoittajien onnettomuusilmoitukset tallennetaan VARO-rekisteriin ja kohteiden vastuutarkastajat arvioivat raportit normaalina valvontatyönä. VARO-ilmoituslomaketta on kehitetty viime aikoina ja siinä on huomioitu tämänkin tutkimuksen tuloksia.

### **5.1.3 Onnettomuustutkintaraporttien hyödynnettävyys**

#### *Hyödynnettävyydessä parannettavaa*

Onnettomuustutkinnassa ei aina hyödynnetä kattavasti aikaisemmista onnettomuuksista saatuja tietoja. Kuten Lind et al. (2008) ovat tutkinnassaan todenneet, kaikki asianosaiset eivät saa tietoa onnettomuuksista tai raportteja ei osata hyödyntää omassa toiminnassa. Seveso-viranomaisten keskuudessa on vastaavanlaisia havaintoja. Tukesin toimialalla sattuneista onnettomuuksista tehdään ilmoitukset Tukesin VARO-rekisteriin ja Seveso-onnettomuuksista EU:n eMARSiin. eMARSissa julkaistavissa onnettomuustiedoissa voi olla pitkääkin viivettä ja raportoinnissa on paljon maakohtaisia eroja. Jäsenvaltioiden välillä on havaittu olevan erilaisia käytäntöjä raportoinnin suhteen erityisesti vaaratilanteiden osalta ja EU onkin pyrkinyt aktivoimaan jäsenmaita raportoinnissa. Toisena heikkoutena eMARSissa on, että raportit saatetaan julkaista pitkällä viiveellä, jos esim. jäsenvaltioiden toimittamat raportit pitää käännettää englanniksi ja tämän jälkeen vielä tarkistuttaa. Tukesin tehtäviin kuuluu tehdä ilmoitukset EU:lle Suomessa sattuneista Seveso-onnettomuuksista. Onnettomuustulokset lähetetään eMARSiin englanniksi välittömästi tutkinnan päätyttyä.

Tukesin onnettomuustutkintaraporttien hyödynnettävyys toiminnanharjoittajien keskuudessa voisi olla tehokkaampaa. Seveso-laitoksissa onnettomuustutkinnan tuloksia tulisi järjestelmällisemmin verrata tehtyihin riskinarviointeihin ja onnettomuusskenaarioihin. Tulisi myös arvioida onnettomuuksiin varautumista sekä pelastustoimia ja päivittää dokumentit (turvallisuusselvitys tai toimintaperiaateasiakirja ja sisäinen pelastussuunnitelma ml. onnettomuuksien vaikutukset). Toiminnanharjoittajien tulisi hyödyntää

myös muualla sattuneista onnettomuuksista saatua oppia. Vastaavat havainnot tulivat esille myös Laakson ja Ahokkaan selvityksessä (2013), jossa arvioitiin tiedonkulun parantamista suuronnettomuustilanteissa ja niihin varautumisessa.

#### *Viestinnällä suuri merkitys raporttien hyödynnettävyydessä*

Onnettomuustutkintaraporttien hyödynnettävyyteen on viestinnällä suuri merkitys. Onnettomuustutkinnan jälkeen viestintää on perinteisesti tehty Seveso-valvonnassakin julkaisemalla tutkintaraportit internetissä, tiedotteilla ja keskustelemalla tapahtumista määrääkaistarkastuksilla sekä erilaisissa koulutustilaisuuksissa ja seminaareissa. Sosiaalista mediaa ei vielä kyselyn tulosten mukaan juurikaan hyödynnetty.

Tukesissa, kuten monissa muissakin organisaatioissa, viestinnän tehostaminen on koettu tärkeäksi. Viestinnässä on keskeistä määritellä kohderyhmä ja käyttää sille parhaita viestintämuotoja ja -menetelmiä. Seveso-onnettomuuksien johtopäätökset kiinnostavat ensisijaisesti prosessiteollisuutta ja teollisuutta yleisemmin, viranomaisia ja turvallisuusalan asiantuntijoita sekä alan opiskelijoita.

Sosiaalisen median hyödyntäminen, havainnolliset graafiset esitykset ja joillakin viranomaisilla jo käytössä olevat videoesitykset auttavat normaalien tiedotteiden ja raporttien ohella tiedon välittämisessä. LinkedIn-ryhmät ovat yksi hyväksi havaittu kanava asiantietojen välittämiseen ja ammattimaiseen keskusteluun.

#### **5.1.4 Onnettomuuksista oppiminen**

Suuronnettomuuksista oppiminen on keskeisessä roolissa onnettomuuksien ennalta ehkäisemisessä (Babinec et al. 2005). Onnettomuuksista oppimista tapahtuu kahdella eri tasolla (single-, double-loop) (Argyris 1996) tai joidenkin määritelmien mukaan kolmella (lisäksi triple-loop, kuten esim. ESReDA Cube). Oppimisen tasot kuvaavat oppimisen syvällisyyttä. Jos oppimista tapahtuu vain single-tasolla eli korjataan virheitä, toiminnanharjoittajan turvallisuustoiminta edustaa Reimanin (2014) ja Hollnagel (2014) määrittelemänä vanhemman turvallisuusajattelun mukaista negatiivista lähestymistä. Tämän hetkisen turvallisuuskäsityksen mukaan organisaatioiden tulee onnistua myös vaihtelevissa olosuhteissa, jolloin pelkkä virheiden korjaaminen ei riitä, vaan oppimista on pitänyt tapahtua organisaation toimintaa ohjaavissa arvoissa ja turvallisuutta käsitellään kokonaisvaltaisemmin ja ennakkoiden. Organisaation on pitänyt oppia aikaisemmista tapahtumista, niin normaalista toiminnasta kuin mahdollisista poikkeustilanteista ja opitun perusteella valita kulloiseenkin tilaan turvallinen ratkaisu.

#### *Teematutkinnat ja muualla sattuneiden onnettomuuksien perusteella tehtävät selvitykset*

Onnettomuuksista oppimisen näkökulmasta tarkasteltuna on todettu (esim. ESReDA 2009), että onnettomuuksien lisäksi tutkintaa kannattaa tehdä myös seurauksiltaan lievempien tapahtumien ja vaaratilanteiden selvittämiseksi sekä ilmiöiden tai teemojen tutkimiseksi, koska tällainen tarkastelu voi nostaa erille asioita, joita ei yksittäisten onnettomuuksien tutkinnassa pystytä havaitsemaan (ESReDA 2009), ja auttaa priorisoi-

maan havaittuja kehittämiskohteita. Onnettomuustietokantojen tarkastelu on yksi esimerkki tutkintaraporttien pohjalta tehdyistä tarkasteluista teemoittain.

Teematutkinnat ovat yleistyneet Suomessa ja muualla viime vuosien aikana. Teemojen mukaista lähestymistapaa ovat toteuttaneet ainakin Onnettomuustutkintakeskus (teematutkinta), Tukes (onnettomuuksien perusteella tehdyt flyerit), pelastus- (teematutkinta) ja työsuojeluviranomaiset (teematiedotteet), LVK (teematutkinta) ja TVL (teematutkinta) sekä Työterveyslaitos (typpitapaturmakuvaukset). EU-tasolla on kirjoitettu yhteenvetoja sattuneista Seveso-onnettomuuksista (eMARS Bulletin). Teemojen merkitys onnettomuustutkinnassa tulee varmasti kasvamaan. Tällainen pitkälle jalostettu onnettomuustutkintaraporttien käsittely auttaa nykypäivän kiireisessä ja tietokylläisessä yhteiskunnassa löytämään oleellista omassa turvallisuustoiminnan kehittämisessä.

Muualla sattuneiden onnettomuuksien tai tapahtumien jälkeen on usein aiheellista selvittää, voisiko vastaavaa onnettomuutta sattua myös Suomessa ja pitäisikö ryhtyä tarvittaviin toimenpiteisiin. Tällaisesta viranomaistoiminnasta on hyviä esimerkkejä esim. ydinteollisuudessa sattuneiden onnettomuuksien osalta (esim. Fukushima aiheuttamat turvatarkastelut Suomen laitoksilla).

### 5.1.5 Onnettomuustutkinnasta oppiminen

Onnettomuuksista oppimisen lisäksi on tärkeää oppia myös itse tutkintaprosessista. Yksi onnettomuustutkinnan tulevaisuuden haasteista on tutkinnan laadun kehittäminen (ESReDA 2009). Laadun kehittämisessä keskeistä on levittää tietoa ja kokemuksia onnettomuustutkinnassa käytetyistä menetelmistä ja toimintatavoista. Muiden onnistumisista ja epäonnistumisista oppiminen on erityisen tärkeää niissä organisaatioissa, jotka eivät tee onnettomuustutkintaa päätyönään, vaan joissa tutkintaa tehdään satunnaisesti, kuten Tukesissa.

Hyviä käytäntöjä tutkinnasta oppimiseen omassa organisaatioissa ovat esim. tutkintaryhmän jäsenille järjestettävä palautekysely ja -keskustelu, joissa käydään läpi tutkintaan ja menetelmien käyttöön liittyvät onnistumiset sekä se, oliko jotain sellaista, jossa olisi kannattanut toimia toisella tavalla.

Sen lisäksi, että tutkinnan jälkeen arvioidaan omaa toimintaa ja kerrotaan kokemuksista muille, on tutkinnasta oppimista mahdollista toteuttaa myös tutkintaprosessin aikana, esim. keskustelemalla analyysivaiheessa tutkinnan kulusta laajemmalla ryhmällä. Tällä tavalla tapahtumaketjun ja tapahtumien kulkuun vaikuttaneiden tekijöiden arviointiin saadaan laajempaa ja objektiivisempaa näkökulmaa, mutta myös menetelmäosaamista tutkintaryhmää suuremmalle joukolle. Aina tällainen laajennettu ryhmä ei kuitenkaan ole mahdollista tutkinnan luottamuksellisuuden ja arkaluontoisuuden vuoksi.

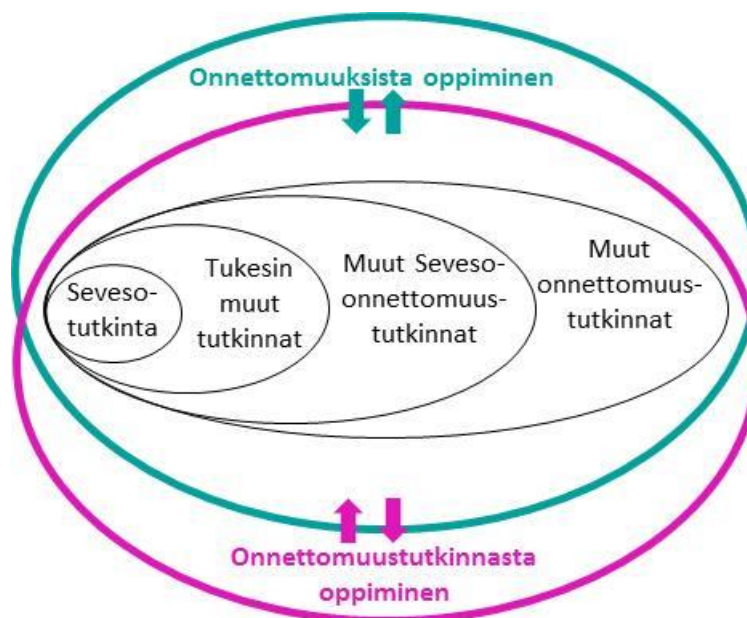
Onnettomuustutkinnasta oppimista on hyvä laajentaa myös oman organisaation ulkopuolelle. Tämän mahdollistaa esim. sosiaalinen media ja eri sidosryhmien yhteistyö. Toistaiseksi onnettomuustutkintaprosessista ja siihen liittyvistä kokemuksista on ollut vähän tiedonvaihtoa. Tämä tutkimus on kuitenkin osoittanut, että eri tahoilla onnettomuustutkintaa tekevillä olisi tarvetta ja halua tämän suuntaiselle keskustelulle. Toisaalta tarvetta on myös tutkimustulosten tehokkaammalle jakamiselle ja suuntaamiselle eri

kohderyhmissä. Tähän tarkoitukseen on avattu kaikille avoin LinkedIn-sivusto onnettomuustutkinnasta suomeksi. Seveso-viranomaisilla on jo aikaisemmin luotu suljettu LinkedIn-sivusto aiheesta Lessons Learned. Jatkossa tulee arvioida myös laajempaa kansainvälisen yhteistyön kehittämistä onnettomuustutkijoiden kesken.

### 5.1.6 Onnettomuuksista oppimisen tehokkuus

Onnettomuuksista oppimisen tehokkuus ja onnettomuustutkinnan vaikuttavuus ovat termejä, jotka tarkoittavat lähes samaa asiaa. Jos onnettomuuksista opitaan tehokkaasti, onnettomuustutkinnan vaikuttavuus on hyvä ja päinvastoin. Laadukas onnettomuustutkinta antaa mahdollisuuden oppimiselle. Mikäli kuitenkin yksilöillä ja organisaatioilla ei ole taipumusta oppimiseen, oppimista ei tutkinnan laadukkuudesta huolimatta tapahdu todellisuudessa sillä tasolla kuin olisi mahdollista. Oppiminen on toki mahdollista myös ilman laadukasta tutkintaa, mutta tehokkuus ei voi olla niin hyvää.

Tämän tutkimuksen yhtenä tutkimusongelmana oli onnettomuuksista oppimisen tehottomuus: miksi esiintyy samanlaisia Seveso-onnettomuuksia? Tieteellisen tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että turvallisuuden kehittämisen mahdollisuus Sevesolaitoksissa tehostuu, jos oppimista tapahtuu onnettomuuksien lisäksi onnettomuustutkintaprosessista (kuva 20). Oppimista tulee tapahtua niin omasta tutkinnasta kuin muiden tekemästä tutkinnasta. Tiedon välittämisellä on keskeinen merkitys organisaatioiden oppimismahdollisuuden lisäämisessä.



Kuva 20. Onnettomuuksista oppimisen tehokkuuden edellytyksenä on organisaatioiden oppiminen niin onnettomuuksista kuin onnettomuustutkinnasta. Oppimista tulee tapahtua niin omasta kuin muiden tutkinnasta.

## 5.2 Onnettomuustutkintamenetelmät

### 5.2.1 Onnettomuustutkintamenetelmien hyödyntäminen tutkinnassa

Seveso-onnettomuuksien tutkinnassa on mahdollista päästä hyvään lopputulokseen ilman järjestelmällistä menetelmien hyödyntämistä, mutta ne organisaatiot, jotka menetelmiä järjestelmällisesti käyttävät, ovat tämän tutkimuksen mukaan vakuuttuneita niiden hyödyistä. Menetelmien käyttö tuo järjestelmällisyyttä ja objektiivisuutta tutkintaan. Yksi tärkeimmistä menetelmien käytön hyödyistä on saada muodostettua tutkintaryhmälle yhteinen käsitys onnettomuuden kulusta ja siihen vaikuttaneista syytekijöistä. Yksinkertaisten tapausten tutkinnassa menetelmillä saatava hyöty voi olla kyseenalaista, mutta Seveso-onnettomuuksien tutkinnat ovat useimmiten niin monitahoisia, että menetelmien käytöstä olisi hyötyä.

Onnettomuustutkintamenetelmien käyttö koettiin Seveso-kyselyssä tärkeäksi onnettomuustutkintaprosessin jokaisessa vaiheessa. Siitä huolimatta vain viidessä Seveso-kyselyyn vastanneessa maassa on ohjeistettu jonkun onnettomuustutkintamenetelmän käyttöön. Lähes kaikki vastanneet arvioivat osaamisen puutteen olevan syynä sille, että tutkintamenetelmiä ei käytetä järjestelmällisesti. OTKES-kyselyssä puolestaan mainittiin loogisen päättelyn olevan menetelmien hyödyntämistä tehokkaampaa, koska ei ole olemassa sellaista yhtä menetelmää, joka soveltuisi kaikkiin tutkintoihin. Kukaan ei arvioinut syynä olevan sopivien menetelmien puuttumisen. Tilanne ei tämän tutkimuksen mukaan ole näin ollen muuttunut vuodesta 2000, jolloin Spangerberg et al. totesivat, että uusien menetelmien kehittämisen sijaan tulisi jatkokehittää olemassa olevia. Useat tutkijat ovat myös ilmaisseet, että tarvitaan enemmän selvityksiä menetelmien käytettävyydestä. Viime vuosina muutamia kattavia menetelmiä kuvaavia (esim. Ziedelis et al. 2011) ja käytännönläheisiä (esim. Strömberg et al. 2013) tutkimuksia on tehty, mutta edelleen tarvitaan toimialakohtaisia lisäselvityksiä.

Onnettomuustutkintamenetelmien käytön hyödyllisyyttä voi verrata riskien arvioinnin menetelmiin. Riskienarvioinnissa menetelmien käyttö oli aluksi satunnaista, mutta nykyisin riskien arviointia edellytetään jo useissa säädöksissä ja toiminnasta riippuen arviointeja tehdään joko yleismenetelmillä (esim. Riskin arviointi työpaikalla -työkirja) tai yksityiskohtaisilla erityismenetelmillä (esim. Hazop). Tämä tutkimus tukee Strömberg et al. (2013) näkemystä, jonka mukaan kiinnostus onnettomuustutkintamenetelmiin on kasvanut viime vuosina. Voidaan siis olettaa, että onnettomuustutkintamenetelmien käyttö tulee jatkossa lisääntymään. Vaikka lainsäädäntötasolla onnettomuustutkintamenetelmien käyttöä ei konkreettisesti esitettäisikään, voidaan määrittää tutkinnalle asetetut tavoitteet siten, että niiden täyttyminen varmistetaan käytettäessä tutkinnan apuna onnettomuustutkintamenetelmiä. Esimerkiksi Onnettomuustutkintakeskuksen turvallisuustutkinnalle lainsäädännössä asetettuihin sisältövaatimuksiin (turvallisuustutkintalaki 525/2011 5§) pääsyä tukee AcciMap:n hyödyntäminen tutkinnassa.



## 5.2.2 Menetelmien käytön vaihtelu

Onnettomuustutkimamenetelmien käyttö vaihtelee organisaatioiden välillä. Yllättävää oli, että menetelmiä ei käytetä järjestelmällisesti kaikissa onnettomuustutkintaan erikoistuneissa organisaatioissakaan. Menetelmien käyttö on kuitenkin parantunut viimeisen kymmenen vuoden aikana, jolloin ESReDA:n vuosina 2001-2002 tekemän kyselyn mukaan eurooppalaisilla onnettomuuksien tutkintaa tekevillä organisaatioilla vain yhdellätoista organisaatiolla 49 vastanneesta oli suositeltu tiettyä menetelmää onnettomuuksien tutkintaan. Strömgren et al. (2013) ovat myös todenneet kiinnostuksen onnettomuustutkimamenetelmiin lisääntyneen.

Sekä Seveso- että OTKES-kyselyissä oli sama kysymys onnettomuustutkimamenetelmien tunnettavuudesta ja hyödyllisyydestä. Mielenkiintoista oli huomata, että onnettomuustutkintaa päätyökseen tekevät OTKES-kyselyyn vastanneet olivat Seveso-kyselyyn vastanneita kriittisempiä siinä, tuntevatko he menetelmiä tarpeeksi hyvin osatakseen arvioida niiden hyödyllisyyttä. Tunnetuimmat ja käytetyimmät menetelmät ovat vika- ja tapahtumapuu, perimmäisen syyn analyysi, suojausanalyysi sekä tapahtumien ja syytekijöiden kaavio/analyysi. Näiden menetelmien taustalla on ns. perinteisen turvallisuusajattelun mukainen syy-seuraus -ajattelu ja se, että turvallisuutta voidaan parantaa erilaisilla suojuksilla. Useimmat näistä menetelmistä huomioivat teknisten syytekijöiden lisäksi myös organisatorisia tekijöitä. Nämä menetelmät eivät kuitenkaan ohjaa tarkastelemaan sosioteknisen järjestelmän eri tasoja, kuten esimerkiksi AcciMap.

AcciMap on vakiintunut Suomessa Tukesin ja Onnettomuustutkimakeskuksen onnettomuuksien tutkinnassa. Kyselyn mukaan AcciMap ei ole Seveso-onnettomuuksien tutkinnassa yleinen menetelmä, mutta OTKES-kollegat ovat sitä käyttäneet. Toisaalta puolet OTKES-kyselyyn vastanneistakaan ei tuntenut menetelmää. Menetelmätestaukset ja kyselyiden tulokset sekä aikaisemmat kokemukset korostavat menetelmän soveltuvuutta erityisesti viranomaistutkintaan, koska tutkinta ulottuu lainsäädäntötasolle asti huomioiden sosioteknisen järjestelmän eri tasot.

STEP:stä kerrottiin Seveso-kyselyssä yksittäisiä kokemuksia, mutta OTKES-kyselyyn vastanneilla menetelmää on käytetty. STEP:n vahvuutena on monilta eri tahoilta saatujen kokemusten (kyselyiden tulokset, menetelmätestaukset, Kontogiannis et al. 2000, Strömgren et al. 2013) mukaan tapahtumaketjun yksityiskohtainen määrittäminen sekä tapahtumiin liittyvien toimijoiden kartoittaminen. Lähestymistapa auttaa myös huomaamaan, mistä tarvitaan lisätietoa (Kontogiannis et al. 2000).

Molemmissa kyselyissä vähiten käytettyjä ja tuntemattomimpia menetelmiä olivat AEB, DREAM, GEMS, SCAT, TapRoot ja Tripod. On kuitenkin muistettava, että kyselyssä mainittiin nimeltä vain rajallinen määrä onnettomuustutkimamenetelmiä. On kehitetty paljon muitakin hyviä onnettomuustutkimamenetelmiä, joihin tulee perehtyä ja arvioida niiden soveltuvuutta tehtävään tutkintaan.

### 5.2.3 Toisiaan täydentävien menetelmien käytön edut onnettomuustutkinnassa

Menetelmien manuaalit ja testaukset osoittavat, että kaikilla menetelmillä on niin vahvuuksia kuin heikkouksiakin. Kokemusten perusteella voidaan sanoa, että käytettäessä tutkinnassa mitä tahansa menetelmää, se antaa tutkinnalle järjestelmällisen lähestymistavan ja tietyn näkökulman tutkinnalle. Toisaalta ymmärretään, että mikään menetelmä yksistään ei ole kattava, eikä tarkastele onnettomuutta laaja-alaisesti. Tämän vuoksi tutkinnassa olisi hyvä hyödyntää useita eri menetelmiä erityisesti monimutkaisten onnettomuuksien, kuten Seveso-onnettomuuksien tutkinnassa.

Strömngren et al. (2013) ovat käyttäneet useita eri onnettomuustutkintamenetelmiä palo- ja pelastusalalla ja todenneet, että tutkintaan saatiin useiden menetelmien avulla laajuutta ja syvällisyyttä. He kertovat myös, että useiden menetelmien käyttö siten, että menetelmää käytetään koko tutkintaprosessin ajan, ei yleensä ole resurssien puolesta mahdollista. Yksi vaihtoehto onkin, että eri menetelmiä hyödynnetään tutkintaprosessin eri vaiheissa sen mukaan, miten niistä saadaan kulloinkin paras hyöty käytettävissä olevin resurssein.

Tukesissa testattujen menetelmien käytössä ei ollut ajankäytöllisesti eroja. Testaustilanne poikkesi normaalista tutkinnasta sillä, että menetelmää käytettiin vasta tutkinnan valmistuttua. Oikeassa tutkintatilanteessa suositeltavaa olisi, että menetelmää hyödynnetään koko tutkintaprosessin ajan. Tutkinnan loppuvaiheessa tehtävä viimeistely yhdessä tutkintaryhmän ja mahdollisten muiden asiantuntijoiden kanssa on silloin nopeampaa, mutta tilaisuuteen kannattaa varata riittävästi aikaa, jotta pohdiskeluun on mahdollisuuksia. Suositeltavaa olisi, että analyysin valmistumisen jälkeen olisi vielä tapaminen, jolloin ajatukset ovat selkeämmät.

### 5.2.4 Menetelmien hyödyt tutkintaprosessin eri vaiheissa

Onnettomuustutkintamenetelmien käyttö koettiin Seveso-kyselyssä tärkeäksi onnettomuustutkintaprosessin jokaisessa vaiheessa. Siitä huolimatta kokemukset osoittavat, että järjestelmällinen onnettomuustutkintamenetelmien käyttö ei ole itsestäänselvyys. Ne organisaatiot, jotka menetelmiä hyödyntävät, hyödyntävät niitä usein analyysivaiheessa tai vasta raportissa yhteenvetona. Menetelmäosaaminen voi kuitenkin vaikuttaa tutkintaprosessin muissakin vaiheissa, vaikka niitä ei järjestelmällisesti käytettäisikään. Joissain organisaatioissa tutkintamenetelmiä hyödynnetään tiedonkeruusta suositusten laatimiseen.

Strömngren et al. (2013) ovat tutkineet, kuinka eräät menetelmät tukevat tutkintaprosessin eri vaihetta. Strömngren et al. (2013) arvioivat, että STEP ja poikkeamien tutkinta tukevat vertailluista menetelmistä parhaiten koko tutkintaprosessia. Tämän Seveso-onnettomuuksiin keskittyvän tutkimuksen menetelmätestauksien kokemukset ovat vastaavia. STEP:n todettiin auttavan heti onnettomuusilmoituksen saapumisen jälkeen toimijoiden ja tapahtumien kirjaamisessa ja poikkeamien kirjaaminen on luonnollista aloittaa heti tutkinnan alussa tapahtumia hahmotettaessa.

Tämä tutkimus osoitti, että kaikki menetelmät tukevat jossain määrin tutkintaprosessin jokaista vaihetta, mikäli menetelmän hyödyntäminen aloitetaan heti tutkintaprosessin alusta. Jos organisaation tutkintamenettelyt ovat sellaiset, että esim. AcciMap:n mukainen graafinen kaavio piirretään loogiseen päättelyyn perustuneen onnettomuustutkinnan lopuksi raporttiin, menetelmä ei ole aktiivisesti auttanut itse tutkintaa. Passiivista tutkinnan suuntausta on kuitenkin voinut olla tutkintaryhmän asiantuntemuksesta riippuen.

### 5.2.5 Onnistumisten havainnointi

Onnettomuustutkintamenetelmistä on tehty useita vertailevia selvityksiä erilaisista tarkastelunäkökulmista. Aikaisemmin vertailuissa ei ole pohdittu, kuinka eri onnettomuustutkintamenetelmät tukevat onnettomuuksissa tapahtuvia onnistumisia. Onnistumisten havainnointi on yksi tämän hetken turvallisuusajattelun (Hollnagel 2014) piirteistä. Joissain edistyneisimmissä suuronnettomuustutkintaa tekevissä organisaatioissa onnistumisia aktiivisesti kuitenkin jo arvioidaan. Onnistumisten tunnistamista helpottaa, jos tutkinnassa mietitään, mitä pahimmillaan olisi voinut sattua ja mitkä tekijät, onnistumiset vaikuttivat siihen, että pahin mahdollinen onnettomuusskenaario ei toteutunut.

Kyselyiden tulosten perusteella onnettomuustutkinnassa on hieman tärkeämpää selvittää virheelliset tai kokonaan puuttuneet suojaukset kuin onnistuneiden suojausten selvittäminen. Tämä on sinänsä looginen vastaus, etenkin jos puuttunut tai virheellinen suojaus olisi voinut estää koko onnettomuuden syntymisen. Tämänhetkisen turvallisuusajattelun mukaan on kuitenkin tärkeää oppia myös onnistumisista.

Onnistumisten arviointi useimmilla onnettomuustutkintamenetelmillä ei ole luontevaa, koska monet menetelmät perustuvat virhelähtöiseen ajatteluun. Positiivisen näkökulman huomioiminen riippuu usein myös tutkintaryhmästä ja erityisesti tutkinnalle asetetusta tavoitteesta. Suojausanalyysiajattelu, joka sisältyy MTO:hon, vika- ja tapahtumapuuhun sekä Bow tie -sovellukseen, tuo esille myös onnistumisia niin teknisissä kuin organisatorisissa suojainratkaisuissa. Suojaukset ovat tehokkaita ratkaisuja ennalta tunnistettuihin riskeihin (Hollnagel 2008). Niillä ei kuitenkaan pystytä varmistamaan uusien ja ennalta-arvaamattomien tapahtumien turvallisuutta. Uudempaan turvallisuusajatteluun perustuva AcciMap soveltuu testauksissa saatujen kokemusten mukaan positiivisten näkökulmien havainnoimiseen. Onnistumisten arviointi onnistuu myös DISC-mallilla turvallisuuskulttuurin ja ESReDA Cube:lla oppimisen näkökulmasta.

Seveso-onnettomuuksien ja vaaratilanteiden tutkinnassa olisi suositeltavaa pohtia, mitä tapahtumista olisi pahimmillaan voinut sattua, koska Seveso-valvonta perustuu tällaiseen worst-case scenario -ajatteluun. Tutkinnasta saatua oppia tulisi huomioida riskienarvioinnissa ja pelastustöiden suunnittelussa.

### 5.2.6 Vanhempien onnettomuustutkintamenetelmien hyödyntäminen

Menetelmiä on kehitetty eri ajankohtina ja vallitseva turvallisuuskäsitys on muuttunut vuosikymmenten aikana merkittävästi. Voidaanko vanhan ajan onnettomuusmalleihin

perustuvia onnettomuustutkimamenetelmiä enää edes hyödyntää vai pitäisi tutkinnassa käyttää apuna pelkästään uusimpia koko sosioteknistä järjestelmää huomioivia systemisiä malleja? Kirjallisuudessakin on sanottu, että perinteiset menetelmät eivät ole soivia monimutkaisten järjestelmien arviointiin (Bouloiz et al. 2013).

Menetelmätestausten sekä kyselyiden ja haastatteluiden perusteella voidaan todeta, että vanhempiin onnettomuusmalleihin perustuvat menetelmät ovat edelleen hyödynnettävissä. Yksinkertaistettuja menetelmiä voidaan käyttää esim. tutkinnan alussa tapahtumien hahmottamiseen (esim. lineaarisiin malleihin kuuluva tapahtumien ja syytekijöiden kaavio) ja tämän jälkeen jatkaa tarkastelua yksityiskohtaisemmilla arvioinneilla.

Vanhempien onnettomuustutkimamenetelmien käytössä on kuitenkin muistettava, että menetelmää hyödynnettäessä tutkinnassa huomioidaan nykytietämys turvallisuuteen vaikuttavista tekijöistä. Tästä hyvä esimerkki on suojausanalyysi; alkuvaiheessa turvallisuuskäsitys oli, että teknisillä suojuuksilla, voidaan estää onnettomuuksien syntyminen, mutta nykyisin suojuukset voidaan jakaa fyysisten suojausten lisäksi toiminnallisiin, symbolisiin ja aineettomiin (Hollnagel 2006). Toiminnallisia suojuuksia ovat esim. automaatiojärjestelmät, symbolisia työluvat sekä varoituskyltit ja aineettomia organisaatiossa vallitseva turvallisuusilmapiiri.

Menetelmien valintaan vaikuttaa tutkinnalle asetettu tavoite. Esimerkiksi Tukesissa onnettomuustutkinnan tavoitteena ei ole ollut turvallisuuskulttuurin syvälinen tarkastelu. Tämä ei ilman ulkopuolista asiantuntemusta olisi edes mahdollista. AcciMap:n mukainen tarkastelu sosioteknisen järjestelmän eri tasoilla on ainakin toistaiseksi koettu riittäväksi.

### **5.2.7 Onnettomuustutkimamenetelmien käytön edellytykset**

Onnettomuustutkimamenetelmien laadukas hyödyntäminen edellyttää, että tutkintaryhmän käytössä on menetelmäosaaja. Turvallisuuden kehittäminen onnettomuuksista oppimisella riippuu tutkintaa tekevien kyvystä valita ja soveltaa sopivimpia käytäntöjä ja tutkimamenetelmiä tutkinnassa (Ziedelis et al. 2011).

Toivottavaa olisi, että kaikilla tutkintaan osallistuvilla olisi osaamista ja kokemusta useista erilaisista tutkimamenetelmistä, mutta se ei useinkaan ole lyhyellä aikavälillä realistista. Esimerkiksi Tukesissa Seveso-valvontaa tekevillä onnettomuustutkintoja on harvoin, jolloin tutkintaan ei tule rutiinia. Onkin tärkeää, että onnettomuustutkintaa tekevissä organisaatioissa järjestetään koulutusta erilaisista menetelmistä ja tutkinnasta saatuja kokemuksia välitetään laajemmin organisaation sisällä ja mahdollisuuksien mukaan myös kansallisille ja kansainvälisille tutkintaa tekeville organisaatioille.

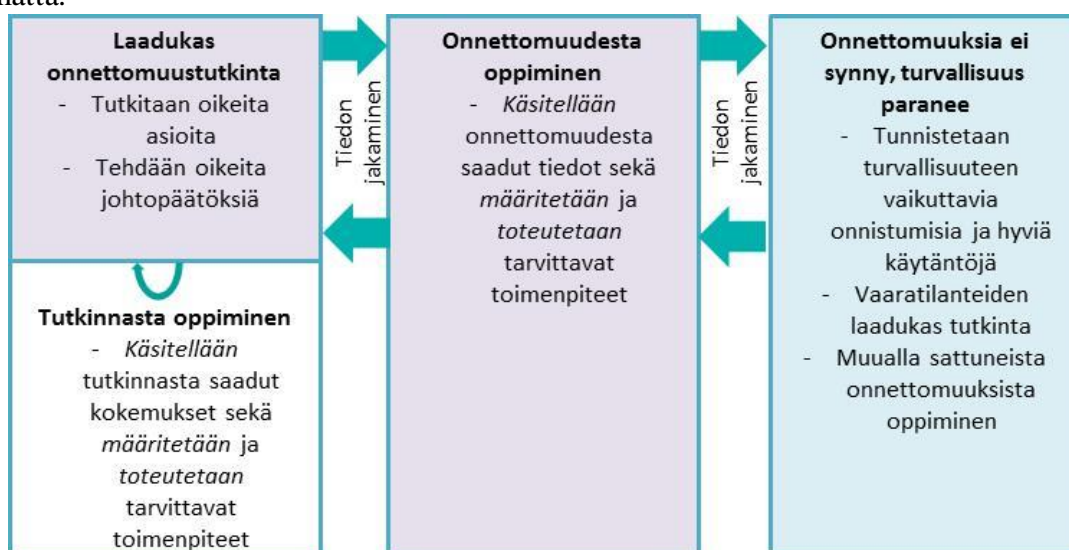
On huomattava, että menetelmät ovat vain onnettomuustutkinnan apuvälineitä. Menetelmillä ei voida korvata tutkinnassa tarvittavaa laajaa asiantuntijaosaamista. Seveso-onnettomuuksissa tarvitaan usein hyvien yhteistyötaitojen lisäksi osaamista mm. prosessiteknikasta, organisaatioiden ja ihmisten toiminnasta, lainsäädännöstä, kemiasta, riskienhallinnasta ja turvallisuusjohtamisjärjestelmistä sekä onnettomuuksien tutkinnasta laadukkaan tutkinnan varmistamiseksi.

Onnettomuustutkimintamenetelmien testaukset osoittivat, että menetelmää on hyvä käyttää siihen tarkoitukseen kuin se on tarkoitettu. Jos menetelmä perustuu teknisten syiden ja syytekijöiden arviointiin, organisaatioon liittyviä tekijöitä kannattaa selvittää siihen paremmin soveltuvalla menetelmällä, joita ovat testattavista menetelmistä STEP, MTO ja AcciMap sekä DISC-malli. Se, kuinka hyvin menetelmät huomioivat lopulta organisatorisia tekijöitä ja järjestelmää, riippuu myös tutkintaryhmän asiantuntemuksesta.

### 5.3 Kehittämiskohteet ja suositeltavat onnettomuustutkimintamenetelmät Tukesin Seveso-onnettomuuksien tutkimuksessa

#### 5.3.1 Kehittämiskohteet Tukesin Seveso-onnettomuustutkimuksessa onnettomuuksista oppimisen tehostamiseksi

Tutkimuksen yhtenä tavoitteena oli tunnistaa kehittämiskohteet Suomen Seveso-valvontaviranomaisen eli Tukesin prosessiturvallisuusryhmän onnettomuustutkimuksen eri vaiheissa, jotta voitaisiin tehostaa onnettomuuksista oppimisen vaikuttavuutta ja hyödynnettävyyttä. Nähdessään tämän tavoitteen ennen aiheeseen perehtymistä, lukijalle voi herätä epäilevä ajatus, voiko Tukesin oman toiminnan kehittämisellä olla vaikutusta siihen, että Tukesin valvontakohteissa onnettomuuksista otettaisiin enemmän opiksi ja samankaltaisia onnettomuuksia ei enää sattuisi? Organisaation oppimisen ja onnettomuuksista oppimisen teoria kuitenkin jo osoittaa, että tekemällä laadukasta onnettomuustutkimusta koko tutkintaprosessin ajan, onnettomuuksista oppiminen voi tehostua ja vaikuttaa onnettomuuksien syntyyn (kuva 21). Tiedon jakaminen sekä tiedon vastaanottaminen ja käsittely ovat keskeisiä, jotta onnettomuudesta opitaan mahdollisimman paljon niin yksilö- kuin organisaatiotasolla toimialasta ja maantieteellisestä sijainnista huolimatta.



Kuva 21. Laadukkaalla onnettomuustutkimuksella voidaan vaikuttaa turvallisuuden parantamiseen.

Tukesin oman toiminnan kehittäminen onnettomuustutkinnassa ei kuitenkaan takaa, että turvallisuus Seveso-laitoksissa paranisi, mutta *mahdollisuus* tehokkaammalle oppimiselle kuitenkin kasvaa. Se, kuinka paljon ja kuinka laajasti onnettomuuksista *todellisuudessa* opitaan, riippuu pitkälti toiminnanharjoittajista, mutta toki Tukes voi omalla aktiivisuudellaan ja pitkäjänteisellä valvontatyöllä vaikuttaa kulttuurillisiin näkemyksiin yrityksissä. Tukes voi valvontatyössään välittää tietoa mm. niistä tekijöistä, joiden on todettu vaikuttavan organisaatioiden taipumukseen oppia sekä välittää hyviä käytäntöjä.

Onnettomuustutkinnan vaikuttavuuden ja onnettomuuksista oppimisen tehokkuuden arviointi ei ole yksiselitteistä ja niiden mittaamisesta on tehty suhteellisen vähän tutkimuksia (Valonen 2010, Jacobsson 2011, Drupsteen et al. 2014), mutta välillisesti Tukeskin voi arvioida onnistumistaan esimerkiksi onnettomuuskehitystä seuraamalla ja erityisesti arvioida tarkastuskäynneillä toiminnanharjoittajien käytäntöjä, olosuhteita ja asenteita onnettomuuksista oppimiselle.

Laadukas onnettomuustutkintaprosessi koostuu aikaisemmin työssä kuvatuista hyvistä käytännöistä. Hyviin käytäntöihin kuuluu onnettomuustutkintamenetelmien hyödyntäminen objektiivisen ja perustellun laajakatseisen tutkinnan varmistamiseksi. Perustellut johtopäätökset, laadukkaat tutkintaraportit ja sosioteknisen järjestelmän eri tasoille annetut suositukset kuuluvat nekin onnistuneeseen tutkintaan. Onnettomuuksista tulee välittää tietoa aktiivisesti toimialan ja muiden toimialojen toiminnanharjoittajille sekä muille sidosryhmille (esim. viranomaiset, järjestöt). Tarvittaessa tuloksia ja suosituksia on esiteltävä ministeriöön mahdollisten lainsäädäntömuutosten aikaansaamiseksi. Suositusten toteutumista tulee aktiivisesti seurata ja huomioida Seveso-valvonnassa.

Tutkimuksen perusteella Tukesin onnettomuustutkinnan kehittämisen tavoitteena on: A) Onnettomuuksista oppimisen tehostaminen ja B) Onnettomuustutkinnasta oppimisen tehostaminen. Näihin yleisellä tasolla esitettyihin tavoitteisiin pääsemiseksi annetaan seuraavat suositukset hyvien käytäntöjen ylläpitämiseksi ja toiminnan kehittämiseksi:

1. Onnettomuustutkinnassa hyödynnetään aktiivisesti onnettomuustutkintamenetelmiä. Selvitetään myös muita menetelmiä kuin tässä työssä on esitetty. *Tavoitteena saada käytännön kokemusta onnettomuustutkintamenetelmistä.*
2. Onnettomuustutkintaryhmän käytössä on riittävästi tarvittavaa asiantuntemusta. *Tavoitteena objektiivinen ja laajakatseinen laadukas tutkinta.*
3. Tutkinnan aikana esim. analyysiä tehdään laajennetulla ryhmäkokoontapanelilla. *Tavoitteena objektiivinen ja laajakatseinen laadukas tutkinta ja lisätä tutkintaosaamista laajemmin.*
4. Onnettomuustutkinnasta järjestetään säännöllisiä tapaamisia Tukesissa, joissa keskustellaan miten onnettomuustutkinta onnistui ja minkälaisia kokemuksia onnettomuustutkintamenetelmistä saatiin. *Tavoitteena vahvistaa osaamista yli ryhmärajojen. (esim. TOP-tapaamiset)*
5. Yhteistyön tiivistäminen muiden onnettomuustutkintaa turvallisuuskriittisissä organisaatioissa tekevien kanssa kansallisesti ja kansainvälisesti. *Tavoit-*

*teena lisätä oppimista muilta organisaatioilta sekä välittää tietoa omista onnettomuustutkinnoista ja toisaalta saada tietoa muiden tutkinnoista. (esim. LinkedIn-ryhmä, seminaaripäivät)*

6. Muualla sattuneista onnettomuuksista oppiminen. Olisiko vastaavaa voinut sattua myös Suomessa? *Tavoitteena vahvistaa osaamista sattuneista onnettomuuksista sekä hyödyntää tietoa Seveso-valvonnassa. (esim. ryhmätapaamiset)*
7. Onnettomuustiedon aktiivinen levittäminen Seveso-valvonnassa *Tavoitteena vahvistaa oppimista sattuneista onnettomuuksista (esim. valvontakäynnit, käytönvalvojakirjeet, tarkastusteemat, teematutkinta)*
8. Viestinnän tehostaminen. *Tavoitteena saavuttaa kyseisen onnettomuuden toimialojen lisäksi muita toimialoja (esim. sosiaalisen median hyödyntäminen)*

Yllä kuvattujen suositusten lisäksi työn muissa osioissa ilmenee kehittämiskohteita sekä hyviä käytäntöjä toiminnan kehittämiseksi onnettomuustutkintaprosessin eri vaiheissa.

### **5.3.2 Suositeltavat onnettomuustutkintamenetelmät Tukesin Seveso-onnettomuuksien tutkintaan**

Tutkimuksen toisena tavoitteena oli tunnistaa onnettomuustutkintamenetelmät, joita Tukes voi hyödyntää Seveso-onnettomuuksien tutkintaprosessin eri vaiheissa. Onnettomuustutkintaa aloitettaessa on tärkeää laatia tutkintasuunnitelma ja määrittää tutkinnalle asetettu tavoite. Tavoitteen ja onnettomuuden perusteella päätetään tutkintamenetelmät, joita tutkinnassa tullaan hyödyntämään. Menetelmien käyttöä tulee arvioida uudelleen tutkinnan edetessä. Onnettomuustutkintaryhmällä tulee olla käytössään riittävästi asiantuntemusta eri menetelmistä ja niiden käytöstä.

#### *Menetelmätyökalulaatikko*

Alla olevat menetelmät (taulukko 10) luovat ns. menetelmätyökalulaatikon, josta on tämän tutkimuksen perusteella arvioitu olevan hyötyä Tukesin tekemässä Seveso-onnettomuuksien tutkinnassa. Työkalulaatikko ei ole täydellinen, vaan on paljon muitakin hyviä menetelmiä, joita tutkinnassa olisi hyvä hyödyntää. Toisaalta olemassa olevia menetelmiä jatkokehittelään ja laaditaan uusia, joten työkalulaatikkoa tulee päivittää säännöllisesti saatujen kokemusten ja kirjallisuuden perusteella.

Taulukko 10. Tukesin Seveso-onnettomuuksien tutkintaan suositeltavat onnettomuus-tutkintamenetelmät.

<i>Menetelmä</i>	<i>Miten menetelmää voisi hyödyntää Tukesissa?</i>
Poikkeamien tutkinta	Poikkeamia on hyvä kirjata ylös koko tutkinnan ajan, mutta menetelmä toimii erityisesti tutkinnan alkuvaiheessa ns. imurina aineistoa kerättäessä. On huomioitava kuitenkin, että kaikki poikkeamat eivät ole olleet kriittisiä tekijöitä onnettomuuden syntymisen kannalta. Toiminnanharjoittaja voi löytää paljon kehittämiskohteita poikkeamien tutkinnalla, mutta yksin käytettynä menetelmä ei anna kuvaa tapahtumien kulusta eikä siitä, kuinka vastaavat onnettomuudet voidaan ennaltaehkäistä. Menetelmää tai sen periaatteita voisi käyttää toisen menetelmän rinnalla (esim. STEP:n tai AcciMap:n kanssa). Tukesin tekemän onnettomuuksien tutkinnan kannalta paras hyöty menetelmästä saadaan listaamalla poikkeamia ja havaintoja.
STEP	Auttaa tutkinnan alussa toimijoiden ja tapahtumien jäsentämiseen. Auttaa määrittelemään tutkinnassa käytettävät termit ja aikajanalla määrittämään tapahtumien kulun ja yhteydet toisiinsa. STEP:n avulla saadaan luotua hyvä yleiskuva onnettomuudesta ja tämän pohjalta voidaan lähteä selvittämään syvällisemmin tunnistettuja oleellisia tarkastelunäkökulmia toisilla menetelmillä. STEP:n kaaviota ei kannata kaikissa tapauksissa laittaa kokonaisuudessaan raporttiin. Laajan onnettomuuden tutkinnassa STEP:llä voi olla hankala hahmottaa vaikutussuhteita eri toimijoiden välillä. Tällaisessa tapauksessa STEP:ä voisi hyödyntää toimijoiden ja tapahtumien tunnistamiseen ja käyttää esim. AcciMap:a rajapintojen selvittämiseen.
AcciMap	On hyvä menetelmä hyödynnettäväksi koko tutkintaprosessin ajan. Menetelmällä tarkastellaan koko sosioteknistä järjestelmää ja se soveltuu erityisesti viranomaisen tekemään tutkintaan, koska yhtenä tarkasteltavana tasona on lainsäädäntö ja viranomaistoiminta. Menetelmä soveltuu hyvin Tukesin tekemään Seveso-onnettomuuksien tutkintaan, koska tutkintaryhmällä on asiantuntemusta sosioteknisen järjestelmän eri tasoilta: ymmärretään toimialaa koskeva lainsäädäntö, toiminnanharjoittajien toimintaympäristö on tuttu ja Tukesilla on paljon aineistoa käytettävissä (esim. luvat, turvallisuusjohtamisjärjestelmät / toimintaperiaateasiakirjat, valvonta-aineisto, sisäinen ja turvallisuusselvitysvelvollisten laitosten osalta ulkoinen pelastussuunnitelma). AcciMap -kaavio toimii hyvänä ja havainnollisena yhteenvetona raportissa. Raportin tekstiosio on hyvä kirjoittaa kaavioon perustuen. Menetelmä ohjaa määrittämään suosituksia sosioteknisen järjestelmän eri tasoille vastaavien onnettomuuksien ennaltaehkäisemiseksi. Jos onnettomuudesta halutaan kuvata täydellinen tapahtumaketju, tarvitaan siihen toista menetelmää (esim. STEP).



	Kokemuksen mukaan STEP ja AcciMap täydentävät hyvin toisiaan; STEP tukee erityisesti tutkintaprosessin alkuvaiheessa ja AcciMap ohjaa laajempien kokonaisuuksien hahmottamista sosioteknisen järjestelmän eri tasoilla.
Suojaus-analyysi	Suojauksia on hyvä pohtia määrittäessä erityisesti tapahtumien kulkua ja syytekijöitä (mikä onnistui, mikä onnistui osittain, mikä suojaus puuttui kokonaan). Suojausanalyysi auttaa suositusten määrittämisessä. Teknisten suojausten lisäksi tulee huomioida organisatorisia (esim. johtaminen) suojuksia. Suojauksiin liittyy myös inhimillinen näkökulma (esim. ohjeiden noudattaminen ja turvallisuusasenteet).
MTO	Hyvä tutkinnanaikainen menetelmä määrittäessä <i>miksi</i> jotakin tapahtui. Menetelmä ei kuvaa tarkasti onnettomuuden kulkua, joka on tärkeää, jotta tutkintaryhmälle muodostuisi selkeä kuva tapahtumista ja niihin vaikuttaneista tekijöistä. Huomattava, että analyysistä voi tulla syyttävä sävy, jos kuvaaja liitetään raporttiin.
DICS	Soveltuu turvallisuuskulttuurin arviointiin. Mallin pohjalta olisi hyvä laatia kysymyspatteristo ja arviointikriteerit Seveso-onnettomuuksien valvontaan. Pohdittava kuitenkin tapauskohtaisesti Tukesin tutkinnan tavoite ja tarkastelun taso. Usein yksityiskohtainen organisaation tarkastelu ei ole Tukesin tutkinnassa tarpeellista. Jos tutkinnallisesti tulee esille, että turvallisuuskulttuurilla on ollut vaikutusta onnettomuuteen, Tukesin raporttiin on mahdollista kirjoittaa löydöksiä yleisellä tasolla. Tarvittaessa voidaan tehdä yhteistyötä alan asiantuntijoiden kanssa tai suositella toiminnanharjoittajaa selvittämään turvallisuuskulttuuria yksityiskohtaisemmin.
Vikapuu	On hyvä lähestymistapa teknisen syyn määrittämiseen. Menetelmää ei kannata soveltaa muuhun, vaan käyttää tutkinnassa toisia menetelmiä esim. organisatoristen tekijöiden määrittämiseksi. Vikapuu sopii hyvin esim. STEP:n jälkeen teknisten yksityiskohtien selvittämiseksi.
Tapahtumapuu	Soveltuu pohdittaessa, mitä onnettomuudessa olisi voinut pahimmillaan sattua (minkälaiset vaikutukset ja kuinka laajalle alueelle) ja miksi näin ei kuitenkaan käynyt (missä onnistuttiin?). Tällaisella lähestymistavalla saadaan konkreettista tietoa toiminnanharjoittajan laatimaan riskinarviointiin, onnettomuusskenaarioihin, sisäiseen pelastussuunnitelmaan, turvallisuusselvitykseen tai toimintaperiaateasiakirjaan. Tiedot ovat tärkeitä myös maankäytönsuunnittelussa.

Bow tie -sovellus	Bow tie kuvaa hyvin Seveso-direktiivin mukaista riskienhallinta-ajattelua: 1. Tulee tunnistaa suuronnettomuusvaarat (rusetin solmukoh- ta), 2. Mahdolliset onnettomuusskenaariot, 3. Arvioida mitä pahimmil- laan voisi sattua (worst case scenario) sekä 4. Rakentaa suojaukset a) mahdollisten onnettomuuksien ennaltaehkäisemiseksi ja b) mahdollisten onnettomuuksien seurauksien ennaltaehkäisemiseksi. Onnettomuustut- kinnassa graafinen esitysmuoto on havainnollinen ja sitä voisi hyödyn- tää viestinnässä.
Palo-/ räjäh- dys-kolmio	On keskeinen lähestymistapa Seveso-valvonnassa. Tulipaloa tai räjäh- dystä ei esiinny kemikaalien käsittelyssä ja varastoinnissa ilman, että palokolmion kolme osaa ovat läsnä (palava aine, happi ja sytytyslähde).
Hypoteesi- testaus	Auttaa osoittamaan tutkinnan läpinäkyvyyttä ja perustelemaan johtopää- töksiä. Hypoteesitestausta soveltuu esim. vika-analyysin jatkeeksi poissulkemaan/ vahvistamaan tuloksia. Menetelmää on Tukesissa käy- tetty esim. arvioimaan mahdollisia kipinän lähteitä räjähdyskolmion mukaisessa tarkastelussa.
ESReDA Cube	Mallilla saadaan selvitettyä onnettomuuksista oppimista sosioteknisen järjestelmän eri tasoilla (mikro, makro, meso). Mallin näkökulmaa voisi hyödyntää erityisesti tutkinnan loppuvaiheessa, kun mietitään toimenpi- teitä vastaavien onnettomuuksien ennaltaehkäisemiseksi: mitä opittavaa onnettomuudesta on eri tasoilla (mikro, makro, meso). Analyysi kannat- taisi kuitenkin tehdä siinä vaiheessa, kun on vielä mahdollista selvittää analyysissä esille nousevia asioita. Mallin näkökulmaa voisi hyödyntää myös tutkinnan jälkeisessä kokouksessa mietittäessä suosituksia ja toi- menpiteitä toiminnanharjoittajalle, yleisesti toimialalle, viranomaisille ja muille sidosryhmille. Malli soveltuu myös esim. teematutkinnassa mie- tittäessä onnettomuuksista oppimista (esim. löytyykö yhteisiä piirteitä, joista viranomaisen tulisi viestittää).
SHELL	On kehitetty ilmailuliikenteelle ja siellä käytetty menetelmä. Tarkastelee onnettomuutta ihmiskeskeisesti. Jos onnettomuuteen on ollut keskeisesti yksittäinen henkilö tai ryhmä, SHELL:n lähestymistapa voisi auttaa selvittämään ihmisten toimintaa ko. tilanteessa. Menetelmä ei kuiten- kaan yksin käytettynä sovellu Tukesin tekemään tutkintaan. Tähän menetelmään kannattaisi tutustua.

Keskeisimmät onnettomuustutkimusmenetelmät, joista Tukesin Seveso-tutkinnassa olisi hyötyä, ovat tämän tutkimuksen perusteella STEP ja AcciMap. Seveso-onnettomuuksien teknisten syytekijöiden analysoinnissa auttavat erityisesti palo-/ räjähdyskolmio ja hypoteesitestausta. Näiden lisäksi tutkinnassa on suositeltavaa hyödyntää DISC-mallin mukaista ajattelua turvallisuuskulttuurista.

*Menetelmien hyödyntäminen tutkimusprosessin eri vaiheissa*

Tutkintaprosessin eri vaiheissa on suositeltavaa hyödyntää eri menetelmiä. Ei ole tarkoituksenmukaista käyttää useita eri menetelmiä koko tutkinnan ajan vaan hyödyntää niiden osioita tilanteen mukaan. Näin käytettynä menetelmät ovat nimenomaan tutkinnan apuvälineitä, eikä niiden käyttöä kannata kirjata yksityiskohtaisesti tutkintaraporttiin. Tutkintaraportissa on kuitenkin hyvä olla esim. AcciMap -kaaviolla kuvattu yhteenveto tapahtumista. Alla kuvataan myös, kuinka tutkintaprosessin eri vaiheissa testattuja tutkintamenetelmiä voisi käytännössä hyödyntää (taulukko 11).

Taulukko 11. Onnettomuustutkintamenetelmien hyödyntäminen tutkinnan aikana.

<i>Miten tutkintamenetelmiä voisi hyödyntää tutkintaprosessin eri vaiheissa?</i>	
Tutkinnan aloittaminen	<p>Tutkinnan alusta alkaen tiedon järjestelmällistä dokumentointia; esim. excel-tiedostoon, jossa eri välilehdillä:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) STEP:n mukaiset toimijat, toiminta, aika sekä mistä lähteestä tieto on saatu</li> <li>2) havaitut poikkeamat ja tehdyt positiiviset havainnot (esim. annettu koulutusta, tehty ohje)</li> <li>3) listaus suojauksista (tekniset/ organisatoriset, toimineet/puutteelliset/ puuttuvat)</li> </ol> <p>Näin saadaan sähköiseen muotoon kerättyä aineistoa, jota voidaan edelleen lajitella. Alkutietojen perusteella lähdetään rakentamaan tapahtumaketjuja, selvittämään onnettomuuteen vaikuttaneita syytekijöitä, laatimaan haastattelukysymyksiä sekä määrittämään, mistä tarvitaan lisätietoa.</p>
Tiedon keruu	<p>Tapauksesta riippuen tiedon keruuta auttavat useat eri menetelmät. On huomattava, että tiedon keruuta tehdään iteratiivisesti koko tutkinnan ajan.</p>
Tiedon analysointi	<p>Tapauksesta riippuen analysointiin soveltuu useita eri menetelmiä. Seveso-onnettomuuksien teknisten syytekijöiden analysoinnissa auttavat erityisesti palo-/ räjähdyskolmio ja vikapuu sekä suojausanalyysi ja poikkeamien tutkinta. Huomattava, että analyysiä tehdään iteratiivisesti koko tutkinnan ajan.</p>
Johtopäätökset ja raportointi	<p>Palo-/ räjähdyskolmiolla pystytään havainnollisesti kuvaamaan paloon/ räjähdykseen vaikuttaneet tekijät.</p> <p>Hypoteesitestauksella voidaan selkeästi esittää, mitkä seikat tutkinnassa tukevat tehtyjä johtopäätöksiä ja mitä asioita tutkinnassa ei olla pystytty varmistamaan.</p> <p>AcciMap -kaavio antaa hyvän kokonaiskuvan onnettomuuden kulusta ja siihen vaikuttaneista tekijöistä sosioteknisen järjestelmän eri tasoilla.</p>

Suosituksset	Suosituksset annetaan AcciMap -kaavion mukaisille sosioteknisen järjestelmän eri tasoille. Suosituksia voidaan antaa myös STEP:n avulla tunnistetuille keskeisille toimijoille.
Tiedon levittäminen	Tiedon levittämisessä on huomioitava kohderyhmä. Tiedotteissa tapahtumien ja suojausten kuvaus Bow tie -sovelluksella on havainnollinen. AcciMap -kaavio on informatiivinen ja havainnollinen tapa viestittää sosioteknisen järjestelmän eri tasojen vaikutusta onnettomuuteen. Laaditaan sosiaaliseen mediaan viestinnän kohderyhmän mukaan kuvauksia onnettomuuksista tai niistä saaduista opeista. Hyödynnetään esim. valokuvia, videokuvaa, Power Point-kalvoja, Slidesharea tai Preziä.

STEP auttaa erityisesti tutkinnan alkuvaiheessa toimijoiden ja tapahtumien jäsentämiseen sekä määrittelemään tutkinnassa käytettävät termit ja havainnollistaa aikajanalla tapahtumien kulun. AcciMap soveltuu viranomaisen tekemään tutkintaan, koska se tukee koko sosioteknisen järjestelmän arvioimista lainsäädäntö ja viranomaistoiminta mukaan lukien. AcciMap -kaavioon saadaan esitettyä tiiviisti oleelliset tapahtumat ja syytekijät toimien havainnollisena yhteenvetona raportissa.

#### *Muita suosituksia*

Yllä olevat suositukset ovat subjektiivisia ja annettujen suositusten taustalla on testattu vähäinen määrä onnettomuustutkimamenetelmiä. Vaikka testauksiin valittiin menetelmät asiantuntijajoukolla tieteelliseen kirjallisuuteen perustuen, on olemassa myös muita hyviä suuronnettomuustutkinnassa hyödynnettäviä menetelmiä.

Tukesissa on onnettomuustutkintoja vuosittain vähän, joten käyttökokemusta menetelmistä ei oman tutkinnan kautta pääse kertymään paljon. Olisi tärkeää oppia myös muiden tutkintaa tekevien organisaatioiden kokemuksista. Yksi yhteistyömahdollisuus olisi perustaa sosiaaliseen mediaan avoin ryhmä, johon jokainen tutkintaa tekevä voisi käydä kirjaamassa taulukkoon kokemuksia menetelmittain. Taulukkoon voisi laittaa myös linkin onnettomuustutkintaraporttiin, johon voisi halutessaan tutustua. Vastaavasti voisi laittaa hyvien käytäntöjen listan, johon kaikki voisivat lisätä uusia hyviksi havaitsemiaan käytäntöjä.

Turvallisuuskulttuuriin liittyvien ilmiöiden järjestelmällinen tunnistaminen on yleisesti ottaen ollut heikkoa, koska Tukesin turvallisuuskulttuurin arviointiosaaminen on vähäistä. Jatkossa Tukesin tulee arvioida, millä tasolla sosioteknisiä ilmiöitä tulisi huomioida onnettomuustutkinnassa ja Seveso-valvonnassa yleisemminkin.

## **5.4 Vastaukset tutkimuskysymyksiin**

Työssä on käsitelty onnettomuustutkintaa määritettyjä tutkimuskysymyksiä laajemmin. Valittu esitystapa tarjoaa lukijalle paremman mahdollisuuden kokonaiskuvan muodostamiselle, mutta tutkimuskysymysten argumentointi ei tule kaikilta osin selkeästi esille.

Taulukkoon 12 on kirjattu lyhyesti vastauksen tutkimuskysymyksiin sekä maininta, mistä kohdasta löytyy aiheesta lisätietoa.

Taulukko 12. Tutkimuskysymysten argumentointi.

<i>Tutkimuskysymys</i>	<i>Argumentointi Lisätietoa</i>
1. Minkälaisia hyviä käytäntöjä onnettomuustutkinnan eri vaiheissa on käytössä tai tunnistettu Euroopan Seveso-valvontaviranomaisen keskuudessa?	Seveso-onnettomuuksien tutkinnassa on tunnistettu paljon hyviä käytäntöjä. Hyviä käytäntöjä tunnistettiin Tukesin työpajassa sekä Seveso-kyselyssä muilta Euroopan Seveso-viranomaisilta onnettomuustutkintaprosessin eri vaiheissa. <b>Lisätietoa:</b> Luvut 4.1, 4.2.3, 5.1.1, liite 8.
2. Mitä opittavaa Seveso-onnettomuuksien tutkinnassa on muissa turvallisuuskriittisissä organisaatioissa tehtävästä tutkinnasta?	Seveso-onnettomuuksien tutkinnan taso vaihtelee ja useilla organisaatioilla olisi kehitettävää onnettomuuksista oppimisen tehostamiseksi. Työssä on laadittu lista aineiston sekä kirjallisuuden perusteella hyvistä käytännöistä tutkintaprosessin eri vaiheisiin (liite 8), joihin tulee pyrkiä. Tutkimuksen mukaan laadukas onnettomuustutkinta luo mahdollisuuden onnettomuuksista oppimiseen ja turvallisuuden kehittämiseen. Onnettomuustutkinnasta oppimisen kehittämisessä on keskeistä yhteistyön tiivistäminen. Seveso-valvonta ja onnettomuuksien tutkinta on organisoitu Euroopan maissa eri tavoilla ja on tärkeää, että kaikilla on selkeä käsitys omasta roolistaan tutkinnassa sekä riittävästi osaamista tutkintamenettelyistä ja erilaisista tutkintamenetelmistä. <b>Lisätietoa:</b> Luvut 5.1.1, 5.1.2, liite 8.
3. Miten Seveso-viranomaiset sekä muut onnettomuustutkintaa tekevät organisaatiot hyödyntävät tutkintamenetelmiä onnettomuustutkinnassa?	Onnettomuustutkintamenetelmien hyödyntäminen eri organisaatioissa vaihtelee merkittävästi. Kaikki Seveso-viranomaiset eivät tee itse tutkintaa vaan arvioivat heille toimitettuja raportteja. Suurimmalla osalla ei ole ohjeistusta onnettomuustutkintamenetelmien käytöstä. Usein tutkinta on perustunut loogiseen päättelyyn. <b>Lisätietoa:</b> Luvut 4.2.4, 4.3.2, 4.4, 5.2.1, 5.2.2
4. Mitä onnettomuustutkintamenetelmiä käytetään ja mitkä menetelmät soveltuvat Tukesin tekemään Seveso-onnettomuuksien tutkintaan?	Onnettomuuksien tutkinnassa ei edelleenkään aina hyödynnetä onnettomuustutkintamenetelmiä järjestelmällisesti. Tunnetuimmat ja käytetyimmät menetelmät ovat perinteiseen syyseuraus -turvallisuusajatteluun perustuvat vika- ja tapahtumapuu, perimmäisen syyn analyysi, suojausanalyysi sekä tapahtumien ja syytekijöiden kaavio/analyysi. AcciMap:n käyttö on vakiintunut Tukesin ja Onnettomuustutkintakeskuksen tutkinnassa. AcciMap ja STEP on todettu olevan hyviä tutkintamenetelmiä useissa organisaatioissa. Jokaisella testauksessa mukana olleella onnettomuustutkintamenetelmällä todettiin olevan positiivista vaikutusta tutkintaan. Taulukkoon 10 on kuvattu menetelmät, joista on tämän

---

	tutkimuksen perusteella todettu olevan hyötyä Tukesin Seveso-onnettomuuksien tutkinnassa. Tämä ns. menetelmätyökä-lupakki ei täydellinen, vaan sitä tulee aktiivisesti päivittää kokemusten ja kirjallisuuden perusteella. Keskeisiä menetel-miä ovat STEP, AcciMap ja DISC-malli sekä palo-/ räjähdys-kolmio ja hypoteesitestaus. <i>Lisätietoa:</i> Luvut 4.2.4, 4.3.2, 4.4, 5.2.1, 5.2.2, 5.3.2
5. Miten menetelmiä voidaan hyödyntää tutkintaprosessin eri vaiheissa?	Tutkintaprosessin eri vaiheissa on suositeltavaa hyödyntää useita eri menetelmiä tai niiden osioita. Taulukkoon 11 on esitetty suosituksia menetelmien käytöstä tutkintaprosessin eri vaiheisiin. <i>Lisätietoa:</i> Luvut 5.2.3, 5.2.4, 5.3.2
6. Millä menetelmillä voidaan löytää myös onnistumisia?	Menetelmistä suojausanalyysin sisältävä MTO, vika- ja tapah-tumapuu sekä Bow tie soveltuvat onnistumisten arviointiin. Lisäksi AcciMap, DISC-malli sekä ESReRA-Cube ovat luon-tevia onnistumisten arviointiin. Koska monet menetelmät pe-rustuvat virhelähtöiseen ajatteluun, onnistumisten arviointi ei ole luontevaa. Arviointiin vaikuttavat myös tutkintaryhmän asiantuntemus ja tutkinnalle asetettu tavoite. <i>Lisätietoa:</i> Luku 5.2.5

---

## 5.5 Tutkimuksen luotettavuus

Tämän työn tutkimusongelmat, Seveso-onnettomuuksista oppimisen tehottomuus ja onnettomuustutkintamenetelmien vähäinen hyödyntäminen, muodostivat työlle kaksi eri näkökulmaa, joita lähestyttiin selvittämällä onnettomuustutkintaan liittyviä hyviä käytäntöjä sekä onnettomuustutkintamenetelmien käyttöä. Työssä on monimenetelmällinen ja laadullinen asetelma, joten tutkimusprosessi perustuu pitkälti tutkijan omaan tulkin-taan.

Tutkimuksen toistettavuus on yksi tutkimuksen luotettavuutta kuvaava tekijä (Met-sämuuronen 2005). Tämä tutkimus on helposti toistettavissa, mutta on osoittautunut, että tutkimukseen osallistuminen on lisännyt osallistuneiden ymmärrystä onnettomuus-tutkintaan, joten esimerkiksi tietoisuus hyvistä käytännöistä ja onnettomuustutkintame-netelmistä on lisääntynyt. Näin ollen on todennäköistä, että uusittaessa tutkimus, saadut vastaukset eivät olisi enää samanlaiset, kuin tätä tutkimusta tehtäessä.

Tutkimuksen luotettavuuteen vaikuttaa keskeisesti tutkimusasetelma ja otanta sekä käytettävien mittareiden luotettavuus (Metsämuuronen 2005). Tässä tutkimuksessa ky-selyyn vastaajat, haastateltavat sekä menetelmätestauksiin ja työpajaan osallistuvat or-ganisaatiot valittiin ei-satunnaisesti, mutta organisaatioiden oli itse mahdollista nimetä tutkimukseen osallistuva henkilö tai henkilöt.

Seveso-kyselyyn saatiin vastauksia noin 60 % maista, jotka noudattavat Seveso-lainsäädäntöä. Vastauksia saatiin niin suurista (Saksa, Italia, Iso-Britannia) kuin pienistä (Malta, Liettua) ja uusimmista EU:n jäsenmaista (Kroatia). Kyselyyn vastasi myös Nor-ja, joka ei kuulu EU:hun, mutta noudattaa Seveso-lainsäädäntöä. Vastauksia voidaan pitää kattavina antamaan kuva Seveso-viranomaisten toiminnasta onnettomuustutkin-

nassa. Täydellistä kuvaa kyselyn vastaukset eivät kuitenkaan anna, sillä jo kyselyn lähettämävaiheessa rajattiin kohdemaita. Tutkimuksessa toimineen EU:n yhdyshenkilön kanssa tehtiin päätös, että kyselyä ei lähetetty kaikkiin Seveso-lainsäädäntöä noudattaviin maihin, vaan joukko rajautui henkilöihin, jotka olivat osallistuneet EU:n Seveso-tarkastajien onnettomuuksia käsittelevään seminaariin (MJV) tai edustavat maataan EU:n Seveso-työryhmässä (Technical Work Group on Seveso-inspections, TWG2). Kyselyä oli mahdollisuus välittää eteenpäin, mutta kysely ei tavoittanut jäsenmaiden kaikkia Seveso-valvontaan osallistuvia viranomaisia. Kysely lähetettiin 23 Euroopan maahan, joista 16 vastasi. Vastauksissa merkittävin puute oli Ranskan vastaamattomuus, koska siellä sijaitsee toiseksi eniten Seveso-laitoksia. Ranskan vastaukset olisivat olleet mielenkiintoisia senkin vuoksi, että siellä ylläpidetään ARIA-onnettomuustietokantaa, johon kerätään tietoa mm. vaarallisten aineiden käsittelyyn liittyvistä onnettomuuksista ja vaaratilanteista (ARIA 2014).

OTKES-kyselyyn osallistuneilla mailla on pitkät perinteet suuronnettomuustutkinnassa ja heidän tutkintansa on arvostettua. Näiden organisaatioiden vastaukset antavat hyvän yleiskuvan tutkintaan liittyvistä hyvistä käytännöistä, ajatuksista tutkintamenetelmien hyödyntämiseen sekä ajankohtaisista asioista. Australian vastaamattomuus heikentää aineiston kattavuutta, mutta heiltä jälkikäteen saatu aineisto on ollut tutkimuksessa hyödynnettävissä.

Kyselyissä esitettiin nimeltä rajallinen määrä onnettomuustutkintamenetelmiä. Vaikka menetelmien valinta tehtiin perustellusti, on valinta ollut subjektiivinen. Vastajilla on ollut mahdollista kertoa myös muista käytetyistä tai hyviksi havaituista menetelmistä, mutta on mahdollista, että kaikkia ei ole tullut esille.

Menetelmätestauksiin valittiin menetelmät kyselyiden tulosten ja asiantuntija-arvioiden perusteella. Testeihin valittiin eri tarkoituksiin kehitettyjä menetelmiä turvallisuusajattelun eri ajoilta. Valintakriteereistä huolimatta testattavien menetelmien valinta on kuitenkin ollut subjektiivinen ja testauksessa mukana olleiden onnettomuustutkintamenetelmien lisäksi on paljon muita Tukesin onnettomuustutkintaan soveltuvia menetelmiä.

Menetelmiä kokeiltiin vaarallisten kemikaalien käsittelyssä ja varastoinnissa sattuneeseen räjähdys-onnettomuuteen kuuden onnettomuustutkinnan asiantuntijan ryhmässä. Arviointiryhmässä oli monialaista osaamista Seveso-laitosten turvallisuuteen vaikuttavista tekijöistä, joten saatuja menetelmätestausten tuloksia voidaan pitää kattavina Tukesin Seveso-onnettomuuksien tutkinnassa. Menetelmätestaukset antavat hyvää oppia myös Tukesin muiden valvontakohteiden onnettomuustutkintoihin, mutta tulokset eivät ole kuitenkaan täysin yleistettävissä. Vastaavasti myös muut onnettomuustutkintaa tekevät viranomaiset ja toiminnanharjoittajat Suomessa ja kansainvälisesti, voivat hyödyntää menetelmäkokeilun tuloksia, mutta jokaisen organisaation on arvioitava omaan tutkintaansa parhaiten soveltuvat menetelmät. Laadulliselle tutkimukselle on tyypillistä rajallinen yleistettävyys (Metsämuuronen 2005).

Seveso-*viranomaisille* lähetetyn kyselyn avulla saatiin selvitettyä tämänhetkistä Seveso-onnettomuuksien tutkintaan liittyvää toimintaa. OTKES-kyselyllä sekä tutkintaa

tekevien organisaatioiden haastatteluilla verrattiin Seveso-onnettomuuksien tutkinnan tasoa muihin. Tukesin työpajalla ja menetelmätestauksilla saatiin konkretisoitua tutkimusta Tukesin tarpeisiin. Useilla eri menetelmillä kerätyt aineistot esim. hyvistä käytännöistä ja onnettomuustutkintamenetelmistä tukevat toisiaan. Työ antaa yleiskuvan onnettomuustutkinnan käytännöistä ja tutkintamenetelmien käytöstä.

Tutkimuksen tavoitteena oli tunnistaa kehittämiskohteet Tukesin Seveso-onnettomuuksien tutkinnassa sekä tunnistaa onnettomuustutkintamenetelmät, joita Tukesissa voitaisiin hyödyntää. Asetetut tavoitteet on saavutettu kiitettävästi ja tulokset ovat myös muiden onnettomuustutkintaa tekevien organisaatioiden hyödynnettävissä. Hyvien käytäntöjen luettelo on kirjoitettu yleisellä tasolla, joten sitä on helppo muokata omaan organisaation soveltuvaksi niin toiminnanharjoittajien, vakuutuslaitosten kuin viranomaisten keskuudessa. Myös menetelmistä saadut kokemukset auttavat tutkintaa tekeviä organisaatioita valitsemaan, mihin menetelmiin kannattaa tutustua tarkemmin. Työssä kerrotaan paljon onnettomuustutkintaan ja onnettomuustutkintamenetelmiin liittyviä keskeisiä lähteitä, joista saa lisätietoa tarpeellisiksi katsomiltaan osa-alueilta.



## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen tarkoituksena oli Seveso-laitosten turvallisuuden parantaminen ja onnettomuuksien ennaltaehkäisy Suomessa kehittämällä Tukesin onnettomuustutkinnan vaikuttavuutta ja hyödynnettävyyttä. Tutkimus oli ajankohtainen, koska edelleen Seveso-laitoksissa sattuu samankaltaisia onnettomuuksia, eikä onnettomuuksista näin ollen ole opittu tarpeeksi. Toisaalta on havaittu, että onnettomuustutkimusmenetelmien hyödyntämistä on mahdollista tehostaa ja monipuolistaa Tukesissa.

Seveso-onnettomuuksien tutkinnan taso Euroopassa vaihtelee ja useilla organisaatioilla on kehitettävää onnettomuuksista oppimisen tehokkuudessa. Tutkimuksen mukaan laadukas onnettomuustutkinta luo mahdollisuuden onnettomuuksista oppimiseen ja turvallisuuden kehittämiseen. Työssä on koottu onnettomuustutkintaprosessin eri vaiheisiin hyviä käytäntöjä, jotka auttavat kehittämään Seveso-viranomaisten lisäksi muiden tutkintaa tekevien organisaatioiden onnettomuustutkimusmenetelmiä ja onnettomuuksista oppimista. Tukesin pitkään jatkunut onnettomuustutkinnan kehittäminen on ollut tuloksellista ja toiminnassa on jo paljon hyviä käytäntöjä, mutta toki myös kehitettävää. Tutkintaosaamisen ylläpitoon ja kehittämiseen tulee kiinnittää erityistä huomiota.

Yksi hyvistä käytännöistä on onnettomuustutkimusmenetelmien hyödyntäminen tutkinnassa. Erityisesti monimutkaisissa Seveso-onnettomuuksissa tutkinnassa tulee soveltaa useita menetelmiä tutkintaprosessin eri vaiheissa laadukkaan, objektiivisen ja riittävän laaja-alaisen tutkinnan varmistamiseksi. Usean eri menetelmän samanaikainen hyödyntäminen koko tutkintaprosessin ajan ei kuitenkaan ole työmäärään nähden järkevää. Sen sijaan menetelmiä tai niiden yksittäisiä vaiheita voidaan hyödyntää tutkinnan eri vaiheissa.

Usein menetelmiä käytetään vain analyysivaiheessa, jota monet menetelmät tukevatkin parhaiten. Menetelmät auttavat tutkintaryhmää tiedonkulussa ja yhteisen käsityksen muodostamisessa onnettomuuden kulusta ja siihen vaikuttaneista tekijöistä. Tämän tutkimuksen perusteella menetelmiä kannattaisi hyödyntää koko tutkintaprosessin ajan.

Menetelmien onnistunut hyödyntäminen on mahdollista vain, jos tutkintaryhmällä on käytettävissä riittävästi moniammatillista osaamista ja menetelmäosaamista. Teoreettinen osaaminen menetelmistä ei riitä, vaan ainoastaan menetelmien käytöllä voidaan saavuttaa todellinen ymmärrys menetelmien tai niiden yksittäisten vaiheiden hyödynnettävyydestä tutkintaprosessin eri vaiheissa. Seveso-onnettomuuksien tutkinta ei ole minikään organisaation ainoa tehtävä, joten vaikeutena on varmistaa riittävä asiantuntemus tutkittavasta asiasta, tutkinnasta ja menetelmistä. Tarvittaessa tulee käyttää tutkintaryhmän ulkopuolisia asiantuntijoita.

Menetelmillä ei voi korvata tutkinnassa tarvittavaa laajaa asiantuntijaosaamista. Seveso-onnettomuuksissa tarvitaan usein osaamista prosessiteknikasta, organisaatioiden ja ihmisten toiminnasta, lainsäädännöstä, kemiasta, riskienhallinnasta, johtamisjärjestelmistä sekä hyvää yhteistyötaitoa. Ilman monialaista osaamista tutkinta jää liian suppeaksi ja pinnalliseksi.

Onnettomuuksien tutkinnassa ei edelleenkään aina hyödynnetä onnettomuustutkimamenetelmiä järjestelmällisesti. Toiset tutkintaa tekevät organisaatiot kertovat loogiseen päättelyyn perustuvan tutkinnan olevan tehokkainta, koska ei ole yhtä kaikkiin tutkintoihin soveltuvaa menetelmää. Ne organisaatiot, joissa menetelmiä on käytetty, korostavat menetelmien hyödyntämisen tärkeyttä. Menetelmien hyödyt on pääosin tunnustettu, mutta niiden käytöstä ei koeta olevan riittävästi asiantuntemusta. Tunnetuimpia ja käytetyimpiä menetelmiä ovat perinteiseen turvallisuusajatteluun perustuvat menetelmät, kuten vika- ja tapahtumapuu, perimmäisen syyn analyysi, suojausanalyysi sekä tapahtumien ja syytekijöiden analyysi.

Jokaisella testauksessa mukana olleella onnettomuustutkimamenetelmällä todettiin olevan positiivista vaikutusta tutkintaan. Tutkimamenetelmän valinnassa on tärkeää tutkinnalle asetettu tavoite ja menetelmää kannattaa käyttää siihen tarkoitukseen kuin se on alun perin suunniteltu. Tutkinnassa voidaan edelleen hyödyntää vanhempia onnettomuustutkimamenetelmiä, mutta on ymmärrettävää, että yksin käytettynä ne eivät anna kokonaisvaltaista kuvaa onnettomuudesta.

Keskeisimmät onnettomuustutkimamenetelmät, joista Tukesin Seveso-tutkinnassa olisi hyötyä, ovat tämän tutkimuksen perusteella STEP ja AcciMap. Seveso-onnettomuuksien teknisten syytekijöiden analysoinnissa auttavat erityisesti palo-/räjähdyskolmio ja hypoteesitestaus. Näiden lisäksi tutkinnassa on suositeltavaa hyödyntää DISC-mallin mukaista ajattelua turvallisuuskulttuurista.

STEP auttaa erityisesti tutkinnan alkuvaiheessa toimijoiden ja tapahtumien jäsentämisessä sekä määrittelemään tutkinnassa käytettävät termit ja havainnollistamaan ajanalla tapahtumien kulun. AcciMap soveltuu viranomaisen tekemään tutkintaan, koska se tukee koko sosioteknisen järjestelmän arvioimista lainsäädäntö ja viranomaistoiminta mukaan lukien. AcciMap -kaavioon saadaan esitettyä tiiviisti ja havainnollisesti oleelliset tapahtumat ja syytekijät. Kaavio toimii siten yhteenvedona raportissa. Turvallisuuskulttuuriin liittyvien ilmiöiden järjestelmällinen tunnistaminen on yleisesti ottaen ollut heikkoa, koska Tukesin turvallisuuskulttuurin arviointiosaaminen on vähäistä. Jatkossa Tukesin tulee arvioida, millä tasolla sosioteknisiä ilmiöitä tulisi huomioida onnettomuustutkinnassa ja Seveso-valvonnassa yleisemminkin.

Vallitsevan turvallisuusajattelun mukaan tulee oppia virheiden lisäksi onnistumisista. Menetelmätestauksessa arvioitiin yhtenä tekijänä, kuinka eri onnettomuustutkimamenetelmät tukevat onnistumisten tunnistamista. Useimmilla menetelmillä onnistumisten arviointi ei ollut luontevaa, koska monet menetelmät perustuvat virhelähtöiseen ajatteluun. Positiivisen näkökulman huomioiminen riippuu usein myös tutkintaryhmästä ja erityisesti tutkinnalle asetetusta tavoitteesta. Suojausanalyysiä on helppo käyttää onnis-

tumisten arviointiin. AcciMap, DISC-malli sekä ESReDA Cube soveltuvat myös positiivisten näkökulmien havaitsemiseen.

Usein oppimista tapahtuu vain omassa organisaatiossa sattuneesta onnettomuudesta ja mahdollisesti saman toimialan onnettomuuksista. Niin toiminnanharjoittajien kuin viranomaistenkin tulisi avarakatseisemmin tutustua muualla sattuneisiin onnettomuuksiin ja arvioida, mitä opittavaa niistä olisi. Tukesin tulee jatkossa hyödyntää entistä aktiivisemmin muualla sattuneista onnettomuuksista saatavaa tietoa ja välittää tietoa valvontakohteissa. Teematutkintojen merkitys tulee myös korostumaan. Tiedon välittämisellä on keskeinen merkitys organisaatioiden oppimisessa.

Viestinnässä on tärkeää määritellä kohderyhmä ja käyttää sille parhaita viestintämuotoja ja -menetelmiä. Sosiaalisen median hyödyntäminen, havainnolliset graafiset esitykset ja joillakin viranomaisilla jo käytössä olevat videosesitykset auttavat normaaliin tiedotteiden ja raporttien ohella tiedon välittämisessä. Tukesin viime aikoina käyttöön ottamat uudet tiedottamiskanavat, kuten käytönvalvojakirjeet, onnettomuusflyerit ja LinkedIn-ryhmä ovat saaneet hyvää palautetta. Tukesin tulee jatkossakin olla aktiivinen ja kehittää tiedottamista asiakaslähtöisesti ja riskiperusteisesti.

Onnettomuuksista oppimisen lisäksi tulee oppia myös itse onnettomuustutkinnasta. Onnettomuuksista ja onnettomuustutkinnasta oppimisen kehittämisessä suositellaan yhteistyön tiivistämistä Tukesin sisällä ja muiden tutkintaa tekevien organisaatioiden kanssa. Organisaation sisällä tutkinnan objektiivisuutta ja laaja-alaisuutta voitaisiin parantaa tekemällä analyysiä tutkintaryhmää laajemmalla ryhmäkokoontamalla. Samalla onnettomuustutkinnasta ja menetelmien käytöstä tulisi omakohtaista kokemusta useammalle. Onnettomuustutkinnasta oppimista voitaisiin tehostaa yhteisillä opintopiireillä, joiden aiheena olisi tuoda esille tutkintaan liittyneitä onnistumisia ja haasteita.

Tässä työssä on testattu rajallinen määrä erilaisiin käyttötarkoituksiin laadittuja menetelmiä ja saatu viitteitä siitä, miten ne soveltuvat Tukesin Seveso-onnettomuuksien tutkintaan. Menetelmien käytön sekä kokemusten vaihdon tulee olla jatkossa aktiivista ja toisaalta tulee arvioida, mitkä muut menetelmät, olemassa olevat ja uudet myöhemmin kehitettävät menetelmät, ovat varteenotettavia Seveso-viranomaisen onnettomuustutkinnassa.

Tämän tutkimuksen mukaan on tarvetta ja kiinnostusta aikaisempaa tiiviimpään yhteistyöhön, jossa voidaan vaihtaa kokemuksia onnettomuuksista oppimisesta, onnettomuustutkinnasta ja onnettomuustutkintamenetelmistä. Viranomaisilla olisi toisiltaan paljon opittavaa. Tässä työssä aihetta oli mahdollisuus selvittää vain pinnallisesti, joten jatkotutkimukselle on tarvetta. Yksi yhteistyömahdollisuus olisi perustaa sosiaaliseen mediaan ryhmä, johon jokainen tutkintaa tekevä voisi käydä kirjaamassa hyviä käytäntöjä ja kokemuksia onnettomuustutkinnasta sekä onnettomuustutkintamenetelmistä. Suomessa ja Seveso-viranomaisilla tähän tarkoitukseen soveltuvat LinkedIn-ryhmät on jo perustettu, mutta myös muilta suuronnettomuuksien tutkintaa tekeviltä organisaatioilta olisi paljon opittavaa.

*Kenelle tästä työstä on hyötyä?*

Tutkimuksen tulokset onnettomuustutkinnan hyvistä käytännöistä ja menetelmistä ovat Seveso-viranomaisia laajemmin hyödynnettävissä. Tuloksia voivat hyödyntää myös muut viranomaiset, toiminnanharjoittajat ja vakuutuslaitokset onnettomuustutkinnassa sekä vaaratilanteiden tutkinnassa. Työtä voidaan käyttää myös opetuksessa ja koulutuksessa.

Työ käsittelee onnettomuustutkintaprosessia, onnettomuustutkintamenetelmiä sekä onnettomuuksista oppimista antaen lukijalle kokonaiskuvan onnettomuustutkinnasta. Työssä laaditut luettelot onnettomuustutkintaprosessin eri vaiheiden hyvistä käytännöistä antavat näkemyksiä onnettomuustutkinnan kehittämiseen. Onnettomuustutkintamenetelmistä laadittu yhteenvetotaulukko lähteineen sekä yhteenvedot onnettomuustutkintamenetelmien testauksista toimivat apuna sopivia menetelmiä valittaessa.

Työ sisältää paljon onnettomuustutkintaan liittyviä keskeisiä ja helposti saatavilla olevia lähteitä, joista löytää halutessaan lisätietoa. Työn rakenne mahdollistaa, että lukija voi halutessaan tutustua vain onnettomuustutkintaprosessiin ja hyviin käytäntöihin tai onnettomuustutkintamenetelmiin.

## LÄHTEET

AAIB (The UK Air Accidents Investigation Branch) 2014. Organisaation esittely. [Viitattu 19.6.2014]. Saatavissa. <http://www.aaib.gov.uk/>.

AIBN (The Accident Investigation Board Norway) 2014. Organisaation esittely. [Viitattu 19.6.2014]. Saatavissa: <http://www.aibn.no/>.

Argyris, C., Schön, D. A. 1996. Organizational Learning II. Theory, Method, and Practice. Addison-Wesley Publishing Company. ISBN 0-201-62983-6. 305 s.

ARIA 2014. Organisaation esittely. [Viitattu 10.2.2014]. Saatavissa: <http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/?lang=en>.

Arnaldo Valdés, R.M., Gómez Comendador, F. 2011. Learning from accidents: Updates of the European regulation on the investigation and prevention of accidents and incidents in civil aviation. *Transport Policy* 18, s. 786-799.

Babinec, F., Ivánek, L., Ficbauer, V. 2005. Accidents, causes of accidents and learning from Seveso II implementation. *Process Safety and Environmental Protection* 83, 5, s. 437-442.

Bouloiz, H., Garbolino, E., Tkiouat, M., Guarnieri, F. 2013. A system dynamics model for behavioral analysis of safety conditions in a chemical storage unit. *Safety Science*, 58, s. 32–40.

Braut, G. S., Njå, O. 2013. Components of a tool to address learning from accident investigation. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 6, s. 40-49.

CAA (Civil Aviation Authority) 2002. CAP 719 Fundamental Human Factors Concepts (previously ICAO Digest No. 1). 38 s. [Viitattu 24.10.2014]. Saatavissa: <http://www.caa.co.uk/docs/33/CAP719.PDF>.

Cedergren, A. 2013. Implementing recommendations from accident investigations: A case study of inter-organisational challenges. *Accident Analysis and Prevention* 53, s. 133-141.

Cedergren, A., Petersen, K. 2011. Prerequisites for learning from accident investigations – A cross-country comparison of national accident investigation boards. *Safety Science* 49, s. 1238-1245.

D 82/501/ETY. Seveso-direktiivi.

D 96/82/EY. Seveso II-direktiivi.

D 2012/18/EU. Seveso III- direktiivi.

Dechy, N., Dien, Y., Funnemark, E., Roed-Larsen, S., Stoop, J., Valvisto, T., Vetere Arellano, A.L. 2012. Results and lessons learned from the ESReDA's Accident Investigation Working Group. Introducing article to "Safety Science" special issue on "Industrial Events Investigation". *Safety Science* 50, s. 1380-1391.

DOE (Department of Energy) 1999. DOE Workbook. Conducting Accident Investigations. rev 2. Washington.

Drupsteen, L., Groeneweg, J., Zwetsloot, G.I.J.M. 2013. Critical Steps in Learning From Incidents: Using Learning Potential in the Process From Reporting an Incident to Accident Prevention *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)* 19(1), s. 63-77.

Drupsteen, L., Hasle, P. 2014. Why do organizations not learn from incidents? Bottlenecks, causes and conditions for a failure to effectively learn. *Accident Analysis and Prevention* 72, s. 351–358.

Drupsteen, L., Wybo, J-L. 2015. Assessing propensity to learn from safety-related events. *Safety Science*, 71, s. 28–38.

eMARS 2014. The Major Accident Reporting System. [Viitattu 8.5.2014]. Saatavissa: <https://emars.jrc.ec.europa.eu/>.

Energy Institute 2008. Guidance on investigating and analysing human and organisational factors aspects of incidents and accidents. Lontoo, Englanti. (ISBN 978 0 85293 521 7). 71 s. [Viitattu 1.11.2014]. Saatavissa: <http://www.energypublishing.org/publication/ei-technical-publications/human-and-organisational-factors/guidance-on-investigating-and-analysing-human-and-organisational-factors-aspects-of-incidents-and-accidents>.

ESReDA (edit. Valvisto T., Harms-Ringdahl L., Kirchsteiger C., Roed-Larsen S) 2003. Accident investigation practices. Results from a European enquiry. (ISBN 82 515 0301 9). 32 s.

ESReDA 2009. Guidelines for Safety Investigations of Accidents. (ISBN 978-82-51-50309-9). [Viitattu 18.11.2014]. Saatavissa: [http://www.esreda.org/Portals/31/ESReDA\\_GLSIA\\_Final\\_June\\_2009\\_For\\_Download.pdf](http://www.esreda.org/Portals/31/ESReDA_GLSIA_Final_June_2009_For_Download.pdf).

ESReDA 2015. Case study analysis on dynamic learning from accidents. The ESReDA Cube, a method and metaphor for exploring a learning space for safety. 120 s. [Viitattu 19.3.2015]. Saatavissa: <http://www.esreda.org/Portals/31/ESReDA-dynamic-learning-case-studies-180315.pdf>.

Euroopan komissio 2013. Report on the Application in the Member States of Directive 96/82/EC on the control of major-accident hazards involving dangerous substances for the period 2009-2011. [Viitattu 12.3.2014]. Saatavissa: [http://ec.europa.eu/environment/seveso/pdf/reports/2009\\_11/1\\_EN\\_ACT\\_part1\\_v7.pdf](http://ec.europa.eu/environment/seveso/pdf/reports/2009_11/1_EN_ACT_part1_v7.pdf)

Fahlbruch, B., Schöbel, M. 2011. SOL- Safety through organizational learning: A method for event analysis. *Safety Science* 49, s. 27-31.

Haddon, W. 1980. The basic strategies for reducing damage from hazards of all kinds. *Hazard Prevention*, September/ October, s. 8-12.

Hale, A.R., Ale, B.J.M., Goossens, L.H.J., Heijer, T., Bellamy, L.J, Mud, M.L., Roelen, A., Baksteen, H., Post, J., Papazoglou, I.A., Bloemhoff, A., Oh, J.I.H. 2007. Modeling accidents for prioritizing prevention. *Reliability Engineering & System Safety* 92, 12, s. 1701-1715.

Harms-Ringdahl, L. 2001. *Safety analysis - Principles and practice in occupational safety*. Taylor & Francis, London and New York, 302 s.

Harms-Ringdahl, L. 2004. Relationships between accident investigations, risk analysis, and safety management. *Journal of Hazardous Materials* 111, 1-3, s. 13-19.

Harms-Ringdahl, L. 2009. Analysis of safety functions and barriers in accidents. *Safety Science* 47, s. 353-363.

Harms-Ringdahl, L. 2010. *Metodbeskrivning - Säkerhetsfunktionsanalys av olycksfall*. IRS, Stockholm, Sweden. (ISBN 978-91-633-6246-0). 29 s.

Harms-Ringdahl, L. 2013. *Guide to safety analysis for accident prevention*. IRS Riskhantering AB, Ruotsi. (ISBN 978-91-637-3164-8). 348 s. [Viitattu 8.10.2014]. Saatavissa: <http://www.irisk.se/sabook/>.

HE 204/2010. Hallituksen esitys Eduskunnalle turvallisuustutkintalaiksi, laiksi sotilas-ilmailuonnettomuuksien tutkinnasta ja laeiksi eräiden niihin liittyvien lakien muuttamisesta sekä ihmishengen turvallisuudesta merellä vuonna 1974 tehdyn kansainvälisen yleissopimuksen liitteen XI-1 lukuun tehdyn muutoksen hyväksymisestä ja laiksi muu-

toksen lainsäädännön alaan kuuluvien määräysten voimaansaattamisesta. [Viitattu 25.1.2015]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2010/20100204.pdf>.

Heinrich, H.W. 1959. *Industrial Accident Prevention. A Scientific Approach*. McGrawhill Book Company. 4<sup>th</sup> edition. 486 s.

Hendrick, K. & Benner, L. 1987. *Investigating Accidents with STEP*. Marcel Dekker Inc, New York. (ISBN 0-8247-7510-4). 454 s.

Hollnagel, E. 1998. *Cognitive Reliability and Error Analysis Method - CREAM*. Elsevier Science, Oxford, 287 s.

Hollnagel, E. 2008. Risk + barriers = safety?. *Safety Science* 46, s. 221-229.

Hollnagel, E. & Speziali, J. 2008. Study on Developments in Accident Investigation Methods: A Survey of the "State-of-the-Art". (ISSN 1104-1374). *SKI Report* 2008:50, 45 s. [Viitattu 24.10.2014]. Saatavissa: <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Publikationer/Rapport/Sakerhat-vid-karnkraftverken/2008/200850/>.

Hollnagel, E. 2013. *FRAM – Funktionel Resonans Analyse Metode – en kursushåndbog*. Center for Kvalitet, Region Syddanmark, Tanska. (ISBN 978-87-993427-9-2). 67 s. [Viitattu 8.10.2014]. Saatavissa: <http://www.centerforkvalitet.dk/metoder>.

Hollnagel E. 2014. *Safety-I and Safety-II. The Past and Future of Safety Management*. (ISBN: 978-1-4724-2308-5). 200 s.

Hovden J., Størseth F., Tinmannsvik, R K. 2011. Multilevel learning from accidents – Case studies in transport. *Safety Science* 49, s. 98–105.

HSE 2001. *Root cause analysis: Literature review*. Contract research report 325/2001. (ISBN 0 71761966 4). 62 s. [Viitattu 29.10.2014]. Saatavissa: [http://www.hse.gov.uk/research/crr\\_pdf/2001/crr01325.pdf](http://www.hse.gov.uk/research/crr_pdf/2001/crr01325.pdf).

HSE 2004. *Investigating accidents and incidents: A workbook for employers, unions, safety representatives and safety professionals*. 88 s. [Viitattu 3.11.2014]. Saatavissa: <http://www.hse.gov.uk/pubns/hsg245.pdf>.

Jacobsson, A. 2011. *Mehodology for Assessing Learning from Incidents - a Process Industry Perpective*. Väitöskirja, Lunds Universitet. 88 s.



Jacobsson, A., Sales, J., Mushtaq, F. 2009. A sequential method to identify underlying causes from industrial accidents reported to the MARS database. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 22, s. 197–203.

Jacobsson, A., Sales, J., Mushtaq, F. 2010. Underlying causes and level of learning from accidents reported to the MARS database. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 23, s. 39–45.

Jacobsson, A., Ek, Å., Akselsson, R. 2011. Method for evaluating learning from incidents using the idea of “level of learning”. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 24, s. 333-343.

Katsakiori, P., Sakellaropoulos, G., Manatakis, E. 2009. Towards an evaluation of accident investigation methods in terms of their alignment with accident causation models. *Safety Science* 47, s. 1007–1015.

Kjällen, U. 2000. *Prevention of Accidents Through Experience Feedback*. Taylor Francis. London. 416 s.

Kontogiannis, T., Leopoulos, V., Marmaras, N. 2000. A comparison of accident analysis techniques for safety-critical man-machine systems. *International Journal of Industrial Ergonomics* 25 s. 327-347.

Laakso, K. ja Ahokas, I. 2013. Viranomaiset ja elinkeinoelämä samassa veneessä. Miten parannamme tiedonkulkua suuronnettomuustilanteissa ja niihin varautumisessa? Tulevaisuuden tutkimuskeskus, TUTU-julkaisuja 1/2013. (ISBN 978-952-249-264-7). [Viitattu 30.10.2014]. Saatavissa: [http://www.utu.fi/fi/yksikot/ffrc/julkaisut/tutu-julkaisut/Documents/Tutu\\_2013-1.pdf](http://www.utu.fi/fi/yksikot/ffrc/julkaisut/tutu-julkaisut/Documents/Tutu_2013-1.pdf).

L 39/1889. Rikoslaki.

L 608/1948. Tapaturmavakuutuslaki.

L 990/1987. Ydinenergialaki.

L 744/1989. Kemikaalilaki.

L 24/2001. Laki tie- ja maastoliikenneonnettomuuksien tutkinnasta.

L 390/2005. Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta.

L 44/2006. Laki työsuojelun valvonnasta ja työpaikan työsuojeluyhteistoiminnasta.

L 1261/2010. Laki Turvallisuus- ja kemikaalivirastosta.

L 525/2011 Turvallisuustutkintalaki.

L 379/2011. Pelastuslaki.

L 872/2011. Poliisilaki.

L 805/2011 Esitutkintalaki.

L 527/2014. Ympäristönsuojelulaki.

Le Coze, J.S. 2013. What we have learned about learning from accidents? Post-disasters reflections. *Safety Science* 51, s. 441-453.

Leveson, N. 2004. A new accident model for engineering safer systems. *Safety Science* 42, s. 237-270.

Lind, S., Kivistö-Rahnasto, J. 2008. Utilization of external accident information in companies' safety promotion – Case: Finnish metal and transportation industry. *Safety Science* 46, 5, s. 802–814.

Lindberg, A-K. 2010. Learning from accidents. Experience feedback in practice. Väitöskirja, KTH, Stockholm, Sweden. (ISBN 1654-627X). 42 s.

Lindberg, A-K. 2010b. Svenska myndigheters erfarenhetsåterföring. En intervjustudie. MSB. [Viitattu 10.11.2014]. Saatavissa: <https://www.kth.se/abe/om-skolan/organisation/inst/philhist/phil/personal/2.13790/2.24272/anna-karin-lindberg-1.62864>.

Lindberg, A-K., Hansson, S.O., Rollenhagen, C. 2010 Learning from accidents – What more do we need to know? *Safety Science* 48, 6, s. 714-721.

Lundberg, J. Rollenhagen, C. Hollnagel, E. 2009. What-You-Look-For-Is-What-You-Find – The consequences of underlying accident models in eight accident investigation manuals. *Safety Science* 47, s. 1297–1311.

Lundberg, J. Rollenhagen, C. Hollnagel, E. 2010. What you find is not always what you fix—How other aspects than causes of accidents decide recommendations for remedial actions. *Safety Science* 42, s. 2132-2139.

MAHB 2014. Lessons Learned Bulletin. [Viitattu 8.5.2014]. Saatavissa: <http://ec.europa.eu/environment/seveso/implementation.htm>

MAIB (Marine Accident Investigation Branch) 2014. Organisaation esittely. [Viitattu 19.6.2014]. Saatavissa. <http://www.maib.gov.uk/>.

Marinho de Bastos, S. 2004. The need for a European Union approach to accident investigations. *Journal of Hazardous Materials*, 111, s. 1-5.

Metsämuuronen, J., 2005. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä. Methelp, Helsinki. (ISBN 952-5372-18-9). 1292 s.

MJV 2013. MJV 2013- seminaarin yhteydessä järjestetyn kyselyn vastaukset aiheesta "Lessons learned". MSB, Ruotsi. Julkaisematon selvitys.

Mushtaq, F. 2008. A methodology for learning lessons in the chemical industry. In book: *Learning of accidents. An anthology based on thoughts and ideas from young research fellows*. Swedish Resque Service Agency, Sweden. (ISBN 978-91-7253-399-8). s. 139-158. [Viitattu 7.11.2014]. Saatavissa: <http://rib.msb.se/Filer/pdf/24342.pdf>.

Nivolianitou, Z.S., Leopoulos, V.N, Konstantinidou, M. 2004. Comparison of techniques for accident scenario analysis in hazardous systems. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 17, s. 467–475.

NRI (The Noordwijk Risk Initiative Foundation) 2009. NRI MORT User's Manual. For use with the Management Oversight & Risk Tree analytical logic diagram. Second Edition, Delft, The Netherlands. (ISBN 978-90-77284-08-7). 56 s. [Viitattu 1.11.2014]. Saatavissa: <http://nri.eu.com/NRI1.pdf>.

NTSB (National Transportation Safety Board) 2014. Organisaation esittely. [Viitattu 19.6.2014]. Saatavissa: <http://www.nts.gov/>.

Onnettomuustutkintakeskus 2014. Organisaation esittely. [Viitattu 19.6.2014]. Saatavissa: [www.turvallisuustutkinta.fi](http://www.turvallisuustutkinta.fi).

Pasman, H. J. 2009. Learning from the past and knowledge management: Are we making progress? *Journal of Loss Prevention in the Process Industry* 22, s. 672-679.

RAIB (Rail Accident Investigation Branch) 2014. Organisaation esittely. [Viitattu 19.6.2014]. Saatavissa: <http://www.raib.gov.uk/>.

Rasmus, T. 2006. Pelastuslaitosten palontutkinnan kehittäminen. Diplomityö, Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan koulutusohjelma, 76 s. + 78 liites.

Rasmussen, J. & Svedung, I. 2007. Proactive risk management in a dynamic society. Swedish Rescue Services Agency, Karlstad, 160 s.

Rasmussen, J., 1997. Risk management in a dynamic society; a modeling problem. Safety Science 27, s. 183-213.

Rasmussen, J., Svedung, I. 2000. Proactive Risk Management in a Dynamic Society. Swedish Rescue Services Agency, Karlstad, Sweden. (ISBN 91-7253-084-7). 161 s. [Viitattu 2.11.2014]. Saatavissa: <https://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/16252.pdf>.

Rautasuo, J. 2014. Pelastuslaitosten palontutkinnan käsikirja. Helsinki, Suomen Kuntaliitto, 56 s. [Viitattu 3.9.2014] Saatavissa: [http://shop.kunnat.net/product\\_details.php?p=3007](http://shop.kunnat.net/product_details.php?p=3007).

Reason, J. 1990. Human Error. Cambridge University Press, Cambridge. 302 s.

Reiman, T. 2014. Sähköpostikeskustelu 29.10.2014.

Reiman, T. 2015. Turvallisuusasiantuntijoiden roolit, työtavat ja tarvittavat kyvyt ja taidot. VTT, Espoo. (ISBN 978-951-38-8193-1). 34 s. [Viitattu 28.1.2015] Saatavissa: <http://www2.vtt.fi/inf/pdf/technology/2014/T198.pdf>.

Reiman, T., Oewald, P. 2008. Turvallisuuskriittiset organisaatiot. Onnettomuudet, kulttuuri ja johtaminen. 2. painos. Helsinki, Edita Prima Oy, 475 s.

Reiman, T., Pietikäinen, E., Oedewald, P., Gotcheva, N. 2012. System modeling with the DISC framework: evidence from safety-critical domains. Work 41, s. 3018-3025.

Roed-Larsen, S., Valvisto T., Harms-Ringdahl, L., Kirchsteiger, C. 2004. Accident investigation practices in Europe-main responses from a recent study of accidents in industry and transport. Journal of Hazardous Materials 111, s. 7–12.

Roed-Larsen, S., Stoop, J. 2012. Modern accident investigation - Four major challenges. Safety Science 50, s. 1392-1397.

Rollenhagen, C. 2003. Att utreda olycksfall. Teori och praktik. Studentlitteratur, Lund, Sweden. (ISBN 91-44-04243-4). 234 s.

Rollenhagen, C., Westerlund, J., Lundberg, J., Hollnagel, E. 2010. The context and habits of accident investigation practices: A study of 108 Swedish investigators. *Safety Science* 48, s. 859-867.

Sales, J., Mushtaq, F., Christou, M.D. & Nomen, R. 2007. Study of major accidents involving chemical reactive substances. Analysis and Lessons Learned. *Process Safety and Environmental Protection*, 87 (B2), s. 117-124.

Sales, J., Mushtaq, F., Christou, M., Nomen, R. 2008. Application of the HarsMeth methodology as a tool for analysing the chemical accidents reported to the MARS database. *Process Safety and Environmental Protection*, 86, s. 95-102.

SHK (Swedish Accident Investigation Authority) 2014. Organisaation esittely. [Viitattu 19.6.2014]. Saatavissa: <http://www.havkom.se/>.

Sklet, S. 2002. Methods for accident investigation. ROSS (NTNU) 200208. (ISBN 82-7706-181-1). 75 s. *Suomennettu: Onnettomuustutkinnan menetelmiä. TUKES-julkaisu 6/2004.* [Viitattu 21.10.2014]. Saatavissa: [http://www.tukes.fi/Tiedostot/julkaisut/6\\_2004.pdf](http://www.tukes.fi/Tiedostot/julkaisut/6_2004.pdf).

Sklet, S. 2004. Comparison of some selected methods for accident investigation. *Journal of Hazardous Materials* 111, s. 29–37.

Sonnemans, P.J.M., Körvers, P.M.W. 2006. Accidents in the chemical industry: are they foreseeable? *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 19, s. 1–12.

Spangenberg S., Baats C., Kines, P. 2000. Metodet till analyse og forebyggelse af arbejdsulykker. En gennemgang af litteratur og anvendelsesmuligheder. AMI, Kööpenhamina. (ISBN 87-7904-048-9). 69 s.

STM 2014. Työsuojelun valvontaohjeita 1/2014. Vakavien työtaturmien tutkinta. Sosiaali ja terveystministeriö, Työsuojeluosasto, Tampere. 15 s. [Viitattu 19.11.2014]. Saatavissa: [http://www.tyosuojelu.fi/upload/Tyosuojeluvalvonnan\\_ohjeita\\_1\\_2014\\_Vakavien\\_tyotaturmien\\_tutkinta.pdf](http://www.tyosuojelu.fi/upload/Tyosuojeluvalvonnan_ohjeita_1_2014_Vakavien_tyotaturmien_tutkinta.pdf).

Strömgren, M. 2013. Verktyg i lokalt säkerhetsarbete med särskilt fokus på olycksutredningar. *Lisensiaatintyö, Karlstad University Studies* 2013:24. (ISBN 978-91-7063-501-4). 45 s.

Strömgren, M., Harms-Ringdahl, L. & Bergqvist, A. 2013. Säkerhetsutredningar av brander. Kolme eri osatutkimusta: 1. Fallstudie av en brand i en villa. 2. Fallstudie av ett

stadsgasutsläpp i en lägenhet.3. Fallstudie av en lägenhetsbrand med dödlig utgång. Centrum för personsäkerhet, Institutionen för miljö- och livsvetenskaper, Karlstads universitet, Karlstad, Sverige. [Viitattu 31.10.2014]. Saatavissa: [http://www.brandforsk.se/forskningsprojekt/avslutade-projekt-fran-och-med-ar-2000/avslutade\\_projekt\\_2](http://www.brandforsk.se/forskningsprojekt/avslutade-projekt-fran-och-med-ar-2000/avslutade_projekt_2).

Svedung, I. & Rasmussen, J. 2002 Graphic representation of accident scenarios: mapping system structure and the causation of accidents. *Safety Science*, 40, s. 397–417.

Svenson, O. 2000. Accident Analysis and Barrier Function (AEB) Method. Manual for Incident Analysis. SKI Report 00:6. (ISSN 1104-1374). 24 s. [Viitattu 8.10.2014]. Saatavissa: <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Publikationer/Rapport/Sakerhat-vid-karnkraftverken/2000/0006-Accident-Analysis-and-Barrier-Function-AEB-Method-Manual-for-Incident-Analysis/>.

Tashakkori, A., Teddlie, C (ed.). 2010. *SAGE Handbook of Mixed Methods in Social & Behavioral Research Hardcover*. 893 s.

Tukes 2007. Onnettomuustutkinnan ja onnettomuustietojen hallinnan käsikirja. 35 s. + Osa II: Onnettomuustutkintaohje 67 s.

Tukes 2014. Yhteenvedot vuoden 2013 onnettomuustiedoista, Vaaralliset kemikaalit. [Viitattu 15.9.2014]. Saatavissa: <http://www.tukes.fi/fi/Palvelut/asia-tieto-onnettomuustietoja/Yhteenvedot-vuoden-2013-onnettomuustiedoista/>.

Tukes 2015. Tukesin valvontarekisteri Kemu.

Underwood, P., Waterson, P. 2014. Systems thinking, the Swiss Cheese Model and accident analysis: A comparative systemic analysis of the Grayrigg train derailment using the ATSB, AcciMap and STAMP models. *Accident Analysis & Prevention*, 68, s. 75–94.

Uusitalo, T., Heikkilä J., Rantanen, E., Lappalainen, J., Liuhamo, M., Palukka, P., Hämäläinen, P. 2009. Ennakoiva ja joustava turvallisuuden johtaminen. Resilienssi Suomessa. Tutkimusraportti VTT-R-09394-09. 49 s +7 liites.

Valonen, K. 2010. Onnettomuustutkinnan vaikuttavuuden mittaaminen. Tutkielma. Teknillinen korkeakoulu, Koulutuskeskus Dipoli. 38 s. [Viitattu 7.10.2014]. Saatavissa: <http://lib.tkk.fi/Reports/2010/urn100173.pdf>.

VnA 685/2015. Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin valvonnasta.

VnA 1266/2010. Valtioneuvoston asetus Turvallisuus- ja kemikaalivirastosta.

Vuorio, A., Rantonen J., Johnson, C., Ollila, T.b, Salminen, S., Braithwaite, G. 2014. What fatal occupational accident investigators can learn from fatal aircraft accident investigations. *Safety Science*, 62, s. 366–369.

Wallén Warner, H., Ljung Aust, M., Sandin, J., Johansson, E., Björklund G. 2008. Manual for DREAM 3.0. Driving Reliability and Error Analysis Method. 44 s. + 27 liites. [Viitattu 2.11.2014]. Saatavissa: <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/80432.pdf>.

Ziedelis, S., Noel, M. 2011. Comparative Analysis of Nuclear Event Investigation Methods, Tools and Techniques. European Commission, Joint Research Centre, Interim Technical Report (ISBN 978-92-79-19712-3). 202 s. [Viitattu 22.10.2014]. Saatavissa [http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/111111111/16341/1/reqno\\_jrc62929\\_jrc-str\\_fv2011-0513.pdf%5B1%5D.pdf](http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/111111111/16341/1/reqno_jrc62929_jrc-str_fv2011-0513.pdf%5B1%5D.pdf).

***Tukesin onnettomuustutkintaraportit, joihin työssä on viitattu:***

*Tutkintaraportit saatavissa: <http://www.tukes.fi/fi/Palvelut/asia-tieto-onnettomuustietoja/>. [Viitattu 17.11.2014].*

Tukes. Onnettomuustutkintaraportti Hankenumero 046ON006. Kuolemaan johtanut sähkötapaturma Kuusamossa.

Tukes. Onnettomuustutkintaraportti Dnro 4647/06/2004. Räjähdyks Sunila Oy:n laimeiden hajukaasujen järjestelmässä 19.10.2004.

Tukes. Onnettomuustutkintaraportti dnro 4381/06/2005. Kuivaimen räjähdys Finnish Chemicals Oy:n pulveritehtaalla Äetsässä 31.10.2005.

Tukes. Onnettomuustutkintaraportti Dnro 31526/06/2009. Kuitu Finland Oy:n konkurssipesän tehdasalueella 2.9.2009 sattunut räjähdys. *Menetelmätestauksissa käytetty onnettomuustutkintaraportti.*

Tukes. Onnettomuustutkintaraportti Dnro 434/06/2009. Abloy Oy:n Joensuun tehtaan pintakäsittelylaitoksen tulipalo 30.1.2009.

Tukes. Onnettomuustutkintaraportti Dnro 11573/06/2010. Arizona Chemical Oy:n säiliöräjähdys 15.9.2010.

Tukes. Onnettomuustutkintaraportti Dnro 6701. Säiliöauton kuljettajan menehtyminen raakatärpätin kuljetussäiliön puhdistuksessa 7.6.2011.

Tukes. Onnettomuustutkintaraportti Dnro 2007/06/2012. Talvivaara Sotkamo Oy:n tehdasalueella 15.3.2012 sattunut kuolemantapaus.

Tukes. Onnettomuustutkintaraportti Dnro 4076/06/2012. Humahdusmainen tulipalo EURENCO Vihtavuori Oy:n ruutitehtaalla 21.5.2012.

Tukes. Onnettomuustutkintaraportti Dnro 6398/06/2013. Suuronnettomuuden vaaratilanne Oy Forcīt Ab:n Vihtavuoren tehdasalueella.

***Onnettomuustutkintakeskuksen onnettomuustutkintaraportit, joihin työssä on viitattu:***

*Tutkintaselostukset saatavissa:*

*<http://www.turvallisuustutkinta.fi/fi/index/tutkintaselostukset.html>. [Viitattu 17.11.2014].*

Onnettomuustutkintakeskus. Tutkintaselostus B3/2006Y: Onnettomuus louhintatyömaalla Espoossa 24.4.2006.

Onnettomuustutkintakeskus. Tutkintaselostus S2/2010Y: Heinä-elokuun 2010 rajuilmat.

Onnettomuustutkintakeskus. Tutkintaselostus R2012-S1: Teematutkinta vuonna 2012 tapahtuneista tasoristeysonnettomuuksista.

Onnettomuustutkintakeskus. Tutkintaselostus M2013-03: Merimiehen menehtyminen veteen putoamisen seurauksena Vuoksen satamassa 26.11.2013.

Oikeusministeriö 32/2013. 8-vuotiaan lapsen kuolemaan johtaneiden tapahtumien tutkinnassa.



**Haastattelut:**

LVK, liikenneturvallisuusjohtaja Kalle Parkkari ja tutkinnan koordinaattori Juha Nuutinen. Haastattelu 6.5.2014.

Onnettomuustutkintakeskus, ryhmähaastattelussa johtaja Veli-Pekka Nurmi, hallintopäällikkö Hannamari Helke, johtava tutkija (ilmailuonnettomuudet) Ismo Aaltonen, johtava tutkija (raideliikenneonnettomuudet) Esko Värhtiö, johtava tutkija (vesiliikenneonnettomuudet) Risto Haimila ja johtava tutkija (muut onnettomuudet ja poikkeukselliset tapahtumat) Kai Valonen. Ryhmähaastattelu 21.8.2014.

Pelastusviranomaisen/ Pirkanmaan pelastuslaitos, palotarkastusinsinööri Tapio Sten ja palotarkastusinsinööri Saira Salomäki. Haastattelu 28.8.2014.

Poliisi/ Sisä-Suomen poliisilaitos, Erityistoiminnot/TEPO, ylikonstaapeli Matti Haavisto. Haastattelu 10.9.2014.

STUK, käytönvalvontapäällikkö Kari Mäkelä. Sähköpostihaastattelu 26.6.2014, 15.10.2014 ja 23.10.2014.

TVL, johtaja Mika Tynkkynen. Haastattelu 12.6.2014.

Työsuojelu/ ESAVI, ylitarkastaja Tuula Sahamies ja turvallisuusinsinööri Satu Auno. Haastattelu 27.6.2014.

Ympäristöviranomaisen/ Uudenmaan ELY, Ympäristö ja luonnonvarat, ylitarkastaja Leena Ruotsila-Uusitalo. Haastattelu 17.9.2014.



## Liite 1. Seveso-kyselylomake



# Survey of accident investigation: methods and how to improve lessons learned

Dear Seveso colleagues,

Here in Finland the Finnish Safety and Chemicals Agency (Tukes) has started a development project on accident investigation, and our main aim is to find out how to improve our work in each stage of the investigation process (beginning of accident investigation process - collection of data - analysis of data - evaluation - conclusions and reporting - recommendations - dissemination - implementation and follow-up). Our aim is to improve the usefulness and utilization of accident investigations and allow both authorities and operators to learn more from accidents. Special focus in this project is on accident investigation methods. Finnish Safety Investigation Authority (OTKES) participates in the project.

Your participation in the survey would be greatly appreciated. Answering will take approximately 30 minutes. The questionnaire has to be completed in one session as saving and continuing later are not possible.

The main results will be available in English in the autumn 2014. If you have any questions or comments, please contact Tanja Heinimaa at [tanja.heinimaa@tukes.fi](mailto:tanja.heinimaa@tukes.fi)

Thank you for your time and participation.

### BACKGROUND INFORMATION

Country:

---

Organisation:

---

Email:

---

1. Do you work as a Seveso authority?

- Yes
- No, not at the moment but I have worked previously
- No

Further comments

---

---

---

## Litteet 2/47

2. Do you have experience in accident investigations?

- Yes, I have lead several accident investigation teams
- Yes, I have been a member of several accident investigation teams
- Yes, I have lead a few accident investigation teams (< 4)
- Yes, I have participated in a few accident investigation teams (< 4)
- No, I haven't personally investigated accidents
- Other (please specify below)

Further comments

---

---

---

3. Have you personally received training on accident investigation?

- Yes, in my opinion I have got enough training
- Yes, but in my opinion not enough
- No, I haven't
- Other (please specify below)

Further comments

---

---

---

4. Do you know (approximately) how many major Seveso accidents (in accordance with the criteria in Annex VI of the Directive) have occurred over the last five years in your country?

- Yes (Please provide an estimate below)
- No
- Other (please specify below)

Further comments

---

---

---

## ACCIDENT INVESTIGATION

5. How is the investigation of major Seveso accidents organised in your country? (You can choose several)

- The operator conducts the accident investigation
- Seveso authority or authorities evaluate the accident investigation report (please indicate which authorities in the space below)
- Seveso authority or authorities conduct the accident investigation (please indicate which authorities in the space below)
- Other authority (please specify below) conducts the accident investigation
- Other party (please specify below) conducts the accident investigation
- Other (please specify below)

Further comments

---

---

---

---

6. What role does your authority play in investigating Seveso accident? (You can choose several)

- we evaluate the accident investigation report
- we conduct the accident investigation
- Other (please specify below)
- We don't have any role in accident investigation
- I don't know

Further comments

---

---

---

---

If you don't have a role in accident investigation, you may skip the questions 7-10.

7. What kind of knowledge requirements do you have for the accident investigation team in your country? (You can choose several)

- there are no requirements
- members have to be objective and independent
- experience in accident investigation
- knowledge of accident investigation methods
- knowledge of process technology
- knowledge of human and organisational factors (HOF)
- other (please specify below)
- I don't know

Further comments

---

8. Please indicate whether the operator, Seveso authority (or authorities) or some other party have instructions, manuals or procedures for accident investigation in your country?

8. Please indicate whether the operator, Seveso authority (or authorities) or some other party have instructions, manuals or procedures for accident investigation in your country?

	Yes, we use our own instructions, manuals or procedures	Yes, we use instructions, manuals or procedures provided by other organisation	No	No, but should have	Other (please specify below)	Don't know
Operator	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seveso authority	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Other (please specify)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Further comments

---



---



---



---

9. Is it recommended to conduct the accident investigation by means of standard accident investigation method(s) in your country?

- Yes (please specify the methods below)
- No
- Other (please specify below)
- I don't know

Further comments

---



---



---



---

10. Is the accident event chain described in graphic form in the accident investigation report?

- Yes, always (please specify why)
- Yes, sometimes (please specify why)
- No, never (please specify why)
- Other (please specify below)
- I don't know

Further comments

---



---

## GOOD PRACTICES AND IDEAS RELATED TO ACCIDENT INVESTIGATION

The purpose of this part is to collect ideas of accident investigation process. Please provide your ideas on the fields below in spite of your role (or lack of it) in the investigation process.

11a. Please describe good practices or ideas concerning EVALUATION OF ACCIDENT INVESTIGATION REPORT?

---

---

---

---

Have you identified good practices or ideas concerning DIFFERENT STAGES OF ACCIDENT INVESTIGATION? Please describe (questions from 11b to 11h).

11b. Please describe good practices or ideas concerning the BEGINNING OF ACCIDENT INVESTIGATION (e.g. decision of the investigation group, plan, timetable, choosing the methods)?

---

---

---

---

11c. Please describe good practices or ideas concerning COLLECTION OF DATA?

---

---

---

---

11d. Please describe good practices or ideas concerning ANALYSIS OF DATA (e.g. organising and analysing data to determine causal factors and to EVALUATE causal factors)?

---

---

---

---

11e. Please describe good practices or ideas concerning CONCLUSIONS AND REPORTING?

---

---

---

11f. Please describe good practices or ideas concerning RECOMMENDATIONS?

---

---

---

---

11g. Please describe good practices or ideas concerning DISSEMINATION (the best way to utilise information of accident investigation)?

---

---

---

---

11h. Please describe good practices or ideas concerning IMPLEMENTATION AND FOLLOW-UP?

---

---

---

---

Other good practices or ideas? Further comments?

---

---

---

---



# ACCIDENT INVESTIGATION METHODS

12. Accident investigation: In your opinion, how important is it...  
1 = not important, 5 = very important

12. Accident investigation: In your opinion, how important is it...

	Not important					Very important
	1	2	3	4	5	Cannot say
...to prevent similar accidents by identifying risks systematically?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...to determine the liable party?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...to discover the worst case scenario of the accident?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...to find out physical (technical) barriers that failed?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...to find out physical (technical) barriers that have worked well?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...to find out organisational barriers that failed?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...to find out organisational barriers that have worked well?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Further comments

---



---



---



---

13. Please choose how familiar you are with the following methods:

13. Please choose how familiar you are with the following methods:

	I have used this	I have seen this used in my country	I am familiar with this method but haven't used it myself	I am aware of but not familiar with this method	New to me
AcciMap	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
AEB	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Barrier analysis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Change analysis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Deviation investigation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
DREAM (CREAM)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Event and causal factor charting/ analysis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Event tree analysis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fault tree analysis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
FRAM	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gems	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MORT	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MTO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Root cause analysis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Safety Function Analysis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SCAT	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Shel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
STEP	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
TapRoot	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
TRIPOD	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Any other methods you would like to mention or further comments?

---



---



---



---

14. What do you think about the usefulness of the following accident investigation methods?  
 1 = not so good, 5 = excellent

	14. What do you think about the usefulness of the following accident investigation methods?					Not familiar enough for me to assess
	not so good					
	1	2	3	4	5	
AcciMap	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
AEB	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Barrier analysis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Change analysis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Deviation investigation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
DREAM (CREAM)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Event and causal factor charting/ analysis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Event tree analysis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fault tree analysis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
FRAM	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gems	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MORT	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MTO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Root cause analysis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Safety Function Analysis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SCAT	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Shel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
STEP	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
TapRoot	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
TRIPOD	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Would you like to comment some of your assessments? Further comments

---



---



---

15. In your opinion, is it important to use accident investigation methods?

- Yes (please specify why)
- No (please specify why)
- Other (please specify why)

Further comments

---



---



---

15.1 In your opinion, how beneficial is it to use accident investigation methods in different stages of the accident investigation process?  
 1 = not beneficial, 5 = very beneficial

15.1 In your opinion, how beneficial is it to use accident investigation methods in different stages of the accident investigation process?

	Not beneficial					Very beneficial
	Not beneficial					Very beneficial
	1	2	3	4	5	Cannot say
Beginning and planning of the accident investigation process	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Data collection	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Analysis of data	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Evaluation (e.g. evaluating causal factors)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Conclusions	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reporting	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Recommendations	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Further comments

---



---



---



---

16. Why do you think accident investigation methods are not always used systematically? You may choose several options.

- Lack of knowledge of accident investigation methods
- Their use has been considered unnecessary
- There are no relevant methods
- Other (please specify below)

Further comments

---



---



---



---

17. Does accident investigation itself have impact on safety?

- Yes (please specify below)
- No (please specify below)
- Other (please specify below)
- I don't know

Further comments

---



---



---

## LESSONS LEARNED

18. In your opinion, what are the most important areas for improvement for a Seveso authority in accident investigation in your country?  
 1 = not important, 5 = very important

	18. In your opinion, what are the most important areas for improvement for a Seveso authority in accident investigation in your country?				
	not important			very important	
	1	2	3	4	5
Learning from accidents occurring in Seveso establishments in your country	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Learning from accidents occurring in Seveso establishments in other countries	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Learning from accidents occurring in different industrial sectors in your country	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Learning from accidents occurring in other countries	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Communicating about lesson learned to operators	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Communicating about lesson learned to other Seveso authorities	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Improving the process of evaluating / conducting accident investigation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Developing knowledge of accident investigation methods	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Developing knowledge of accident scenarios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Developing knowledge of process technology	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Developing knowledge of safety management	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Developing knowledge of risk assessment	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Developing knowledge of human and organisational factors (HOF)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Other 1, please specify below	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Other 2, please specify below	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Other 3, please specify below	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Further comments

---



---



---



---

19. How does your authority or other Seveso authorities communicate lessons learned to other operators / industries / authorities? (You may choose several)

- Reports are made easily accessible e.g. online
- Through seminars
- Through social media (e.g. LinkedIn, Twitter, Facebook)
- Newsletters to stakeholders
- Through media (e.g. press releases)
- During Seveso inspections
- Other (please specify below)

Further comments

---

20. Do you currently have some plans or projects on improving accident investigation in your country?

- Yes (please specify below)
- No, we are satisfied with our work at the moment
- No, we have something to improve but we do not have any plans for the near future

Further comments

---

---

---

---

If you have Internet links or documents you think would be interesting for my research, please provide it here or send by email: [tanja.heinimaa@tukes.fi](mailto:tanja.heinimaa@tukes.fi)

Would you be willing for personal communication in case further questions should arise?

- Yes, you may contact me at (email address)
- No, not this time.

Links or other additional information

---

---

---

---

Thank you for your time and participation!

## Liite 2. Seveso-kyselyyn vastanneet organisaatiot

Taulukkoon on kuvattu Seveso-kyselyyn vastanneet organisaatiot ja niiden rooli Seveso-valvonnassa. Taulukkoon on lisätty vastaavat tiedot Suomesta. Seveso-laitosten lukumäärä perustuu Euroopan Komission joka kolmas vuosi julkaistavaan raporttiin (raportointiperiodi 2009-2011) (European Commission, 2013). Kroatian (liittyi EU:hun 2013) ja Norjan (ei kuulu EU:hun) tiedot puuttuvat.

<b>Maa (Seveso- laitoksia)</b>	<b>Organisaatio</b>	<b>Lisätietoa/ Rooli Seveso-onnettomuuksien tutkinnassa</b> <i>1= arvioivat raporteja</i> <i>2= suorittavat onnettomuustutkintaa</i> <i>3= joku muu</i> <i>4= ei ole roolia</i>
<b>Belgia (381)</b>	The Belgian Federal Public Service Employment, Labour and Social Dialogue (FOD WASO)	<i>1, 2, 3. Tarkastuksilla arvioivat toimintajärjestelmiä ja toiminnanharjoittajan tekemien tutkintojen tuloksia.</i>
<b>Bulgaria (164)</b>	Ministry of Environment and Water	<i>1</i>
<b>Hollanti (416)</b>	Dutch Labour Inspectorate / Inspectorate SZW	<i>2</i>
<b>Italia (1101)</b>	Ministry of Interior - National Corp of Firefighters	Seveso-valvonta on hajautettu. Organisaatio analysoi Seveso-laitosten turvallisuusselvitykset.  <i>2. Tutkinta tehdään yhdessä INAIL:n (työturvallisuus)- ja ISPRA:n (ympäristöturvallisuus) kanssa</i>
	<i>INAIL - Research, Certification &amp; Verification Sector</i>	Analysoi kaikki vakavat työturvallisuusonnettomuudet.  <i>2. Ei ole Seveso-viranomainen, mutta toimii Seveso-viranomaisen (Ympäristöministeriö) "konsulttina". Ilmoittaa Seveso-onnettomuudet EU:lle.</i>
	ISPRA - Italian National Institute for Environmental Protection and Research	Seveso-viranomaisen tekninen elin.  <i>1, 3. Tarkastuksilla arvioivat toimintajärjestelmiä ja toiminnanharjoittajan (usein yhdessä teknisen konsultin kanssa) tekemien tutkintojen tuloksia. MARS-analyyseissä arvioivat viranomaisten tekemän onnettomuustutkinnan tuloksia miettien onnettomuuksien syitä ja onnettomuudesta oppimista.</i>
<b>Itävalta (158)</b>	Magistrat Linz	<i>1</i>
<b>Kroatia</b>	Ministry of Environment and Nature Protection	<i>1</i>
<b>Liettua (41)</b>	Fire and Rescue Department under the Ministry of the Interior	<i>1</i>
<b>Malta (11)</b>	OHSA	Toimivaltainen Seveso-viranomainen.  <i>1, 2</i>

<b>Norja</b>	Directorate for Civil Protection	DSB ei tee normaalisti itse onnettomuustutkintaa, mutta avustaa poliisia. Kaksi muuta Seveso-viranomaista tekevät omaa tutkintaa.  <i>1, 3. Avustavat poliisia tutkinnassa. Seuraavat toiminnanharjoittajien omia tutkintoja ja suunniteltujen toimenpiteiden toteutumista.</i>
<b>Portugali (189)</b>	Environmental Inspection	<i>2. Arvioi vaikutuksia ympäristöön ja terveyteen.</i>
<b>Puola (360)</b>	State Fire Service	<i>1, 2</i>
<b>Ruotsi (381)</b>	Swedish Civil Contingencies Agency (MSB)	Toimivaltainen viranomainen keskushallinnon tasolla. Tarkastukset hoidetaan alueellisesti. MSB seuraa alueellisia tarkastuksia, valmistelee lainsäädäntöä, ohjeistaa sekä ylläpitää kansallista onnettomuuksien raportointi tietojärjestelmää. Eivät tee itse onnettomuustutkintaa, mutta käyvät heille toimitetut raportit lyhyesti läpi laatua arvioiden.  <i>3. Hallinnoivat ja vastaanottavat tutkintaraportteja sekä tekevät yhteenvetoja. Raportoivat EU:lle.</i>
<b>Saksa (2405)</b>	LUBW State Institute for Environment, Monitoring and Nature Conservation	Seveso-valvonta on hajautettu. Organisaatio varmistaa, että Seveso-onnettomuudet tutkitaan ja hoitavat raportoinnin EU:lle kolme kertaa vuodessa.  <i>1, 2</i>
<b>Suomi (276)</b>	Tukes (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto)	Suomen toimivaltainen Seveso-viranomainen.  <i>1, 2</i>
<b>Tanska (122)</b>	Environmental Protection Agency	Seveso-valvonta on hajautettu. Seveso-viranomaisina toimivat ympäristö-, työsuojelu, pelastusviranomainen sekä poliisi ja turvallisuusteknologia kemikaaleista/räjähdeistä riippuen. Ympäristöviranomainen on tärkein toimivaltainen Seveso-viranomainen.  <i>1,3. Tutkinnan tekee usein ympäristö-, työturvallisuus-, pelastus- ja poliisiviranomainen..</i>
	Fire department	<i>1, 2. Toimii usein asiantuntijana poliisitutkinnassa.</i>
<b>Tšekki (197)</b>	Ministry of the Environment	<i>4</i>
<b>Iso-Britannia (1086)</b>	Health and Safety Executive (HSE)	Toimivaltaisena Seveso-viranomaisena toimii työturvallisuus- (HSE) ja ympäristövirasto (Environment Agency). Käyttävät suuronnettomuuksien hallinnasta termiä COMAH (Control of major accident hazards).  <i>2. Saattavat käydä läpi toiminnanharjoittajan omiakin raportteja, mutta se ei kuulu tehtäviin eikä itse tehtävää onnettomuustutkintaan.</i>
<b>USA</b>	OSHA	Seveso-viranomaista vastaava organisaatio USA:ssa. Vastaaaja johtanut useita prosessiturvallisuuden onnettomuustutkintoja.

## Liite 3. OTKES-kyselylomake

# Survey of analysis methods

Dear colleagues of accident investigation,

In Finland the Safety Investigation Authority (SIA) and the Safety and Chemicals Agency (Tukes) have started a development project on accident investigation. The main aim is to find out how to improve our work in each stage of the investigation process (beginning of accident investigation process - collection of data - analysis of data - evaluation - conclusions and reporting - recommendations - dissemination - implementation and follow-up). Special focus in this project is on analysis methods of accident investigation. One part of the project is a survey of colleagues who conduct accident investigation.

Your participation in the survey would be greatly appreciated. Answering will take approximately 15 minutes, and the survey closes at 31 January 2014. The questionnaire has to be completed in one session as saving and continuing later are not possible.

The main results will be available in English in the autumn 2014. If you have any questions or comments, please contact Dr. Veli-Pekka Nurmi ([veli-pekka.nurmi@om.fi](mailto:veli-pekka.nurmi@om.fi)) (SIA) or Mrs. Tanja Heinimaa at [tanja.heinimaa@tukes.fi](mailto:tanja.heinimaa@tukes.fi) (Tukes).

Thank you for your time and participation.

### BACKGROUND INFORMATION

Country:

---

---

Organisation:

---

---

Email:

---

---

Further comments

---

---

---

## ACCIDENT INVESTIGATION

1. Accident investigation: In your opinion, how important is it...  
1= not important, 5=very important

1. Accident investigation: In your opinion, how important is it...

	Not important					Very important
	1	2	3	4	5	Cannot say
...to prevent similar accidents by identifying risks systematically?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...to determine the liable party?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...to discover the worst case scenario of the accident?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...to find out physical (technical) barriers that failed?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...to find out physical (technical) barriers that have worked well?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...to find out organisational barriers that failed?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...to find out organisational barriers that have worked well?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Further comments

---

---

---



## ANALYSIS METHODS OF ACCIDENT INVESTIGATION

2. What do you think about analysis methods of accident investigation (for example should they be used, importance to use, how and in which part of the accident investigation process should they be applied?)

---



---



---



---

3. Is it recommended to apply analysis method(s) during the accident investigation in your organisation? If yes, which methods?

---



---



---



---

4. What kind of experience do you have using analysis methods in accident investigation?

---



---



---

5. Please choose how familiar you are with the following methods:

5. Please choose how familiar you are with the following methods:

	I have used this	I have seen this used in my country	I am familiar with this method but haven't used it myself	I am aware of but not familiar with this method	New to me
AcciMap	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
AEB	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Barrier analysis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Change analysis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Deviation investigation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
DREAM (CREAM)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Event and causal factor charting/ analysis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Event tree analysis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fault tree analysis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
FRAM	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gems	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MORT	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MTO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Root cause analysis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Safety Function Analysis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SCAT	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Shell	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
STEP	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
TapRoot	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
TRIPOD	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Any other methods you would like to mention or further comments?

---



---



---

6. What do you think about the usefulness of the following methods?  
 1= not so good, 5=excellent

	6. What do you think about the usefulness of the following methods?					Not familiar enough for me to assess
	not so good					
	1	2	3	4	5	
AcciMap	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
AEB	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Barrier analysis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Change analysis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Deviation investigation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
DREAM (CREAM)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Event and causal factor charting/ analysis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Event tree analysis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fault tree analysis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
FRAM	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gems	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MORT	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MTO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Root cause analysis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Safety Function Analysis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SCAT	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Shell	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
STEP	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
TapRoot	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
TRIPOD	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Would you like to comment some of your assessments? Further comments

---



---



---

## IMPROVEMENT OF ACCIDENT INVESTIGATION

7. Does your organisation currently have any plans or projects on improving analysis methods or the use of them in accident investigation? Please describe.

---



---



---

If you have Internet links or documents you think would be interesting for the research, please provide it here or send by email: [tanja.heinimaa@tukes.fi](mailto:tanja.heinimaa@tukes.fi)

Would you be willing for personal communication in case further questions should arise?

- Yes, you may contact me at (e-mail address)
- No, not this time.

Links, comments or other additional information

---



---



---



---

Thank you for your time and participation!

## Liite 4. OTKES-kyselyyn vastanneet organisaatiot

Taulukkoon on kuvattu OTKES-kyselyyn vastanneiden organisaatioiden kuvaukset. Tiedot perustuvat organisaatioiden kuvauksiin internetissä.

Maa	Organisaatio
<b>Iso-Britannia</b>	<i>MAIB, Marine Accident Investigation Branch</i> Iso-Britannian merionnettomuuksien tutkintahaara tutkii Iso-Britannian kaiken tyyppisten merialusten onnettomuudet maailmanlaajuisesti sekä muiden alusten onnettomuudet Iso-Britannian aluevesillä. Tutkinnan tavoitteena on onnettomuuteen vaikuttaneiden syiden ja olosuhteiden määrittäminen onnettomuuksien vähentämiseksi tulevaisuudessa. Syyllisiä ei etsitä. ( <a href="http://www.maib.gov.uk/">http://www.maib.gov.uk/</a> viitattu 19.6.2014)
<b>Iso-Britannia</b>	<i>RAIB; Rail Accident Investigation Branch</i> Iso-Britannian raideonnettomuuksien tutkintahaara tutkii onnettomuudet ja vaaratilanteet turvallisuuden parantamiseksi ja tulevien onnettomuuksien ehkäisemiseksi, ei syyllisen löytämiseksi. ( <a href="http://www.raib.gov.uk/">http://www.raib.gov.uk/</a> viitattu 19.6.2014)
<b>Iso-Britannia</b>	<i>AAIB, The UK Air Accidents Investigation Branch</i> Iso-Britannian ilmailuonnettomuuksien tutkintahaara tutkii siviili-ilmailuonnettomuudet ja vakavat vaaratilanteet Iso-Britanniassa ja sen merentakaisilla alueilla. Tutkinnan tarkoituksena on määrittää onnettomuuksien ja vakavien vaaratilanteiden syyt ja esittää turvallisuussuosituksia uusien tapausten ennaltaehkäisemiseksi. Syyllisiä ei etsitä. ( <a href="http://www.aaib.gov.uk/">http://www.aaib.gov.uk/</a> viitattu 19.6.2014)
<b>Kanada</b>	<i>TSB, Transportation Safety Board of Canada</i> Kanadan liikenneturvallisuuslautakunta on riippumaton virasto, joka edistää liikenneturvallisuutta tutkimalla meri-, putkisto-, rautatie- ja lentoliikenteen kuljetustapahtumia. Tutkinnassa ei etsitä syyllisiä. ( <a href="http://www.tsb.gc.ca/eng/">http://www.tsb.gc.ca/eng/</a> viitattu 19.6.2014)
<b>Norja</b>	<i>AIBN, The Accident Investigation Board Norway</i> Norjan onnettomuustutkintakeskuksen tutkinnan tarkoituksena on selvittää tapahtumien kulku ja tekijät liikenneonnettomuuksien (ilmailu-, raide-, juna- ja maantieliikenne) ehkäisemiseksi jatkossa. AIBN ei etsi syyllisiä. ( <a href="http://www.aibn.no/">http://www.aibn.no/</a> viitattu 19.6.2014)
<b>Ruotsi</b>	<i>SHK, Swedish Accident Investigation Authority</i> Ruotsin onnettomuustutkintakeskus on valtion viranomainen, jonka tehtävänä on tutkia onnettomuudet ja vaaratilanteet turvallisuuden parantamiseksi. Tutkinta kohdistuu siviili-ilmailuun ja vesiliikenteeseen, raideliikenteeseen, sotilaallisiin tapahtumiin, tieliikenteeseen ja muihin tapahtumiin. SHK ei etsi syyllisiä. ( <a href="http://www.havkom.se/">http://www.havkom.se/</a> viitattu 19.6.2014)
<b>Suomi</b>	<i>Onnettomuustutkintakeskus</i> Onnettomuustutkintakeskuksen tehtävänä on tutkia kaikki suuronnettomuudet ja suuronnettomuuden vaaratilanteet riippumatta niiden laadusta sekä ilmailu-, raideliikenne- ja vesiliikenneonnettomuudet ja niiden vaaratilanteet. Tutkintaa ei tehdä oikeudellisen vastuun kohdentamiseksi. ( <a href="http://www.turvallisuustutkinta.fi">www.turvallisuustutkinta.fi</a> viitattu 19.6.2014)
<b>USA</b>	<i>NTSB, National Transportation Safety Board</i> USA:n kansallinen liikenneturvallisuuslautakunta on riippumaton virasto, joka tutkii kaikki siviili-ilmailuonnettomuudet sekä merkittävät onnettomuudet muissa kuljetusmuodoissa (rautatie, valtatie, meri ja putkistot). NTSB määrittää onnettomuuden todennäköiset syyt ja määrittää turvallisuussuosituksia uusien onnettomuuksien ehkäisemiseksi sekä tekee erityistutkintaa ja koordinoi eri organisaatioiden resursseja uhrien ja heidän perheidensä auttamiseksi. ( <a href="http://www.ntsb.gov/">http://www.ntsb.gov/</a> viitattu 19.6.2014)

## Liite 5. Onnettomuustutkimetelmien kuvaukset

Taulukkoon on kuvattu tämän tutkimuksen keskeiset onnettomuustutkimetelmät sekä lähteitä. Kaikkien menetelmien kohdalla on vähintään yksi helposti saatavilla oleva lähdeote. Joidenkin menetelmien osalta myös alkuperäinen lähdeote tai manuaali (**tummennettuna**).

<i>Menetelmä</i>	<i>Lyhyt kuvaus</i>	<i>Lähteitä</i>
AcciMap	Onnettomuus kuvataan tapahtumaketjuna ja arvioidaan taustalla vaikuttaneita tekijöitä sosioteknisen järjestelmän eri tasoilla. Menetelmästä julkaistu kuvaus vuonna 1997.	Rasmussen and Svedung 2000; <b>Svedung and Rasmussen 2002</b> ; Sklet 2002; Harms-Ringdahl 2013
AEB (Accident Analysis and Barrier Function)	Onnettomuuden kehitymis- ja suojausanalyysissä onnettomuuteen johtaneita tapahtumia kuvataan vuokaaviossa sarjana inhimillisten ja teknisten järjestelmien välisiä vuorovaikutuksia. Menetelmä kehitetty 1991.	<b>Svenson 2000</b> ; Sklet 2002; Ziedelis et al. 2011; Harms-Ringdahl 2013
ATSB-turvallisuustutkimamenettely	Ei ole onnettomuustutkimetelmä, vaan Australian liikenneturvallisuuksiviraston kehittämä <i>menettely</i> turvallisuustutkimintaan. Perustuu tieteelliseen tutkimukseen, on käytännön läheinen ja opastava menettely. Siinä on sovellettu eri menetelmiä ja laadittu ohjeita, taulukoita sekä kaavioita. Kaavioissa on vaikutteita mm. STEP:stä, MTO:sta, AcciMap:sta ja hypoteesitestauksesta. Siinä arvioidaan myös pahinta mahdollista onnettomuusskenaariota ja positiivisia turvallisuustekijöitä	
Bow tie	Bow tie havainnollistaa tapahtumia rusettikuviona. Keskelle solmuksi kuvataan onnettomuus (tai muu tarkasteltava kriittinen tapahtuma) ja vasemmalle vikapuumaisesti onnettomuuteen vaikuttaneita mahdollisia tapahtumaketjuja. Oikealle puolestaan tapahtumapuumaisesti onnettomuuden seurauksia. Esitystapaan voidaan sisällyttää myös suojauksia. Kehitetty alun perin 1970-luvulla ja siitä on tehty useita sovelluksia.	EI 2008; Harms-Ringdahl 2013
DREAM (Driving Reliability and Error Analysis Method)	Maantieliikenteeseen vuonna 2002 kehitetty menetelmä, jolla tarkastellaan kognitiivisia prosesseja, havainnointia sekä ihmisten toiminnan ja teknologiajärjestelmien vuorovaikutusta tarkistuslistojen avulla. Perustuu vuonna 1997 kehitettyyn CREAM:in (Cognitive Reliability and Error Analysis Method).	<b>Wallén Warner et al. 2008</b> ; Hollnagel 1998 (CEAM)
DISC	Ei ole onnettomuustutkimetelmä, mutta voidaan hyödyntää onnettomuustutkimuksessa. DISC-mallin avulla voidaan selvittää tekijöitä, jotka vaikuttavat ihmisten ja organisaatioiden toimintaan (turvallisuuskulttuuriin). DISC-mallissa on määritelty kuusi hyvän turvallisuuskulttuurin kriteeriä. Artikkelijulkaistu 2012.	<b>Reiman et al. 2012</b>

ESReDA Cube	Ei ole onnettomuustutkimusmenetelmä, vaan mallin avulla voidaan arvioida onnettomuuksista oppimista. Mallilla arvioidaan onnettomuuksista oppimista eri tasoilla (mikro, makro, meso): mitä pitäisi oppia onnettomuudesta sekä mitä tapauksesta on opittu ja mitä on jäänyt oppimatta. Mallin tavoitteena ei ole selvittää tapahtumien kulkua.	<b>ESReDA 2015</b>
FRAM (Functional Resonance Analysis Method)	Monimutkaisten sosioteknisten järjestelmien kuvaaminen. Tarkastellaan toimintoja ja toimintoihin liittyviä näkökulmia. Tapahtumaketju ei ole keskeinen tässä menetelmässä. Kehitetty 2000-luvun alussa.	Ziedelis et al. 2011 <b>Hollnagel 2013</b>
GEMS (Generic Error Modelling System)	Ihmisten tekemien virheiden mallintamista käsittelevä malli. Ei ole onnettomuustutkimusmenetelmä, mutta ajatusmallia käytetään onnettomuustutkinnassa. Reason kehittänyt vuonna 1987.	
Hypoteesi-testaus	Ei ole varsinainen menetelmä, mutta käytetty onnettomuustutkinnassa. Argumentoidaan tehtyjä oletuksia eli mitkä tukevat oletusta ja mitkä ovat oletusta vastaan.	
MORT (Management Oversight and Risk Tree)	Menetelmällä tunnistetaan operatiivisiin hallintakeinoihin ja johtamisjärjestelmiin liittyviä tekijöitä analyttisellä puumenetelmällä. MORT:lla on paljon yhtäläisyyksiä vikapuun kanssa, mutta MORT on vikapuuta yksityiskohtaisempi. Analyysissä käytetään valmiita tarkistusluetteloita. Ennen MORT-analyysiä tehdään tapahtumien ja syytekijöiden kaavio sekä suojausanalyysi. Alkuperäisen projektin (1969-1972) jälkeen menetelmää on kehitetty edelleen. Menetelmä on kehitetty ydinvoimateollisuudelle.	DOE 1999; Sklet 2002; EI 2008; <b>NRI 2009</b> ; Ziedelis et al. 2011
MTO (Människa, tekniska, organisatoriska)	Tapahtumien käsittelyssä huomioidaan ihmisiin, tekniikkaan ja organisaatioon/kulttuuriin liittyviä tekijöitä. Tapahtumaketjun määrittämisen jälkeen "miksi"-kysymysten avulla selvitetään välittömät syyt sekä taustalla vaikuttaneet syytekijät. Menetelmään kuuluvalla suojausanalyysillä tunnistetaan toimineet, väärin ja puutteellisesti toimineet sekä puuttuneet suojaukset. Kehitetty 1990-luvun lopulla.	Sklet 2002; Ziedelis et al. 2011; Harms-Ringdahl 2013
Muutosanalyysi	Menetelmällä verrataan onnettomuustilannetta normaaliin tilanteeseen, jolloin onnettomuutta ei tapahtunut. Ydinanalyysi, joka sisältyy useisiin monimutkaisiin menetelmiin. Ollut käytössä 1960-luvulta.	<b>DOE 1999</b> ; Sklet 2002; Ziedelis et al. 2011; Harms-Ringdahl 2013

Perimmäisen syyn analyysi (Root Cause Analysis)	Selvitetään perimmäisiä puutteita, joiden poistaminen olisi estänyt onnettomuuden synnyn tai ehkäisisi vastaavan onnettomuuden tapahtumisen tulevaisuudessa. Ydinanalyysi, joka sisältyy useisiin monimutkaisiin menetelmiin. Perimmäisen syyn menetelmiä on useita (esim. MORT, TapRoot, SCAT, SOL). Termiä käytetään usein puhekielessä tarkoittaessa yleisesti onnettomuustutkintaa ja syytekijöiden analysointia.	<b>DOE 1999;</b> HSE 2001; Sklet 2002; Ziedelis et al. 2011
Poikkeamien tutkinta	Menetelmällä tunnistetaan ja arvioidaan poikkeamia, joita esiintyi ennen onnettomuutta, sen aikana ja jälkeen. Englanniksi ensimmäinen kuvaus julkaistiin vuonna 1981.	Harms-Ringdahl 2001; Harms-Ringdahl 2013
SCAT (Systematic Cause Analysis Technique)	Perustuu domino-teorian mukaiseen ILCI-vahinkosymalliin (International Loss Control Institute), jonka dominopalikkoina ovat hallinnan puute, perussyyt, välittömät syyt, ei-toivotut tapaukset ja vahinko. Menetelmä pohjautuu ISRS:ään (International Safety Rating System), jolla arvioidaan tappioiden hallinnan riittävyttä (loss control management) turvallisuusjohtamisjärjestelmän elementtien avulla. Menetelmästä on saatavilla sekä paperi- että tietokonesovellus, kaupallinen menetelmä. ILCI-malli on julkaistu vuonna 1989, SCAT 1985.	HSE 2001; Sklet 2002; EI 2008
SHELL	Onnettomuuden syntyyn vaikuttaneiden inhimillisten tekijöiden tarkastelu. Mallissa tarkastellaan sen osien (Software, Hardware, Environment, Lineware) välisiä sidoksia ja keskinäisiä yhteensopivuuksia mallin keskellä olevaan ihmiseen tai inhimillisen toiminnan osaan. Kehitetty alun perin ilmailualalle 1972.	CAA 2002
SOL (Safety through Organisational Learning)	Menetelmällä kuvataan tapahtumaketjua STEP-menetelmään perustuen sekä tunnistetaan onnettomuuteen vaikuttaneiden inhimillisten tekijöiden lisäksi tekniset, organisatoriset ja johtamiseen liittyvät tekijät. Reasonin malliin perustuva, alun perin ydinvoimateollisuudelle vuonna 1997 kehitetty menetelmä. Menetelmästä on olemassa tietokonesovellus SOL-VE.	EI 2008; Ziedelis et al. 2011; Fahlbruch et al. 2011
STEP (Sequentially Timed Events Plotting)	Tapahtumaketjun kuvaus kronologisesti. Kuvataan onnettomuuteen liittyvät tapahtumat toimijoittain sekä toimintojen väliset suhteet. Kehitetty vuonna 1987.	<b>Hendrick and Benner 1987;</b> HSE 2001; Sklet 2002; EI 2008; Harms-Ringdahl 2013
Suojausanalyysi	Tunnistetaan onnettomuuteen liittyviä vaaratekijöitä sekä mitkä suojaukset olivat tai olisi pitänyt olla suojaamassa onnettomuudelta. Ydinanalyysi, joka sisältyy useisiin monimutkaisiin menetelmiin.	<b>DOE 1999;</b> Sklet 2002; Ziedelis et al. 2011

Tapahtumapuu	Puumalli, jolla voidaan analysoida alkutapahtumaa seuraavia vaihtoehtoisia tapahtumaketjuja. Kuvauksia menetelmästä löytyy 1980-luvulta.	Sklet 2002; Ziedelis et al. 2011; Harms-Ringdahl 2013
Tapahtumien ja syytekijöiden kaavio/ analyysi	Kuvataan onnettomuuteen vaikuttaneet tapahtumat ja olosuhteet. Menetelmää käytetään pääasiassa tiedonkeruussa ja onnettomuustapahtumaketjun kuvaamiseen. Ydinanalyysi, joka sisältyy useisiin monimutkaisiin menetelmiin.	<b>DOE 1999;</b> Sklet 2002; EI 2008; Ziedelis et al. 2011; Harms-Ringdahl 2013
TapRoot	Perimmäisen syyn analysointiin kehitetty järjestelmällinen prosessi. Julkaistu alun perin vuonna 1991. Menetelmä on kaupallinen ja siitä tietokonesovellus.	<b>www.taproot.com;</b> EI 2008; Ziedelis et al. 2011
TRIPOD	Perustuu ajatukseen, että onnettomuuksien taustalla ovat organisaatiossa piilevät virheet. Onnettomuuden voi laukaista joko teknisiä tai inhimillisiä virheitä mahdollistavat riskitekijät, jotka menetelmässä on määritelty. Menetelmää on alettu kehittää vuonna 1988 ja sen pohjalta on tehty Tripod Beta tietokonepohjainen ohjelma.	Sklet 2002; EI 2008; Ziedelis et al. 2011
Turvallisuustoiminta-analyysi	Määritetään tapaukseen liittyvät turvallisuustoiminnot, jotka voivat vähentää ei-toivotun tapahtuman todennäköisyyttä tai seurauksia. Tarkastellaan teknisiä ja organisatorisia toimintoja sekä ihmisen toimintaa ja näiden yhdistelmiä. Analyysiä tehdään taulukkoon, ei sisällä tapahtumien kuvausta. Menetelmä julkaistu 2000 ja kehitetty tämän jälkeenkin.	<b>Harms-Ringdahl 2009;</b> Harms-Ringdahl 2010
Vikapuu	Graafinen puumalli onnettomuuden (huipputapahtuma) syiden analysointiin. Arvioidaan, mitkä tekijät tai eri tekijöiden yhdistelmät aiheuttivat onnettomuuden (esim. normaalit tapahtumat, laitteiston viat, inhimilliset virheet ja ympäristötekijät). Kehitetty 1960-luvun alussa.	Harms-Ringdahl 2001; Sklet 2002; Ziedelis et al. 2011

**Lähteet:**

CAA (Civil Aviation Authority) 2002. CAP 719 Fundamental Human Factors Concepts (previously ICAO Digest No. 1). 38 s. [Viitattu 24.10.2014]. Saatavissa: <http://www.caa.co.uk/docs/33/CAP719.PDF>.

DOE 1999. Conducting accident investigations DOE Workbook, Rev. 2, Washington.

EI (Energy Institute) 2008. Guidance on investigating and analysing human and organisational factors aspects of incidents and accidents. Lontoo, Englanti. (ISBN 978 0 85293 521 7). 71 s. [Viitattu 1.11.2014]. Saatavissa: <http://www.energypublishing.org/publication/ei-technical-publications/human-and-organisational-factors/guidance-on-investigating-and-analysing-human-and-organisational-factors-aspects-of-incidents-and-accidents>.

ESReDA 2015. Case study analysis on dynamic learning from accidents. The ESReDA Cube, a method and metaphor for exploring a learning space for safety. 120 s. [Viitattu 19.3.2015]. Saatavissa: <http://www.esreda.org/Portals/31/ESReDA-dynamic-learning-case-studies-180315.pdf>.

Fahlbruch, B., Schöbel, M. 2011. SOL- Safety through organizational learning: A method for event analysis. *Safety Science* 49, s. 27-31.

Harms-Ringdahl, L. 2001. *Safety analysis - Principles and practice in occupational safety*. Taylor & Francis, London and New York, 302 s.

Harms-Ringdahl, L. 2009. Analysis of safety functions and barriers in accidents. *Safety Science* 47, s. 353–363.

Harms-Ringdahl, L. 2010. *Metodbeskrivning - Säkerhetsfunktionsanalys av olycksfall*. IRS, Stockholm, Sweden. (ISBN 978-91-633-6246-0). 29 s.

Harms-Ringdahl, L. 2013. *Guide to safety analysis for accident prevention*. IRS Riskhantering AB, Ruotsi. (ISBN 978-91-637-3164-8). 348 s. [Viitattu 8.10.2014]. Saatavissa: <http://www.irisk.se/sabook/>.

Hendrick, K. and Benner, L. 1987. *Investigating Accidents with STEP*. Marcel Dekker Inc, New York. (ISBN 0-8247-7510-4). 454 s.

Hollnagel, E. 1998. *Cognitive Reliability and Error Analysis Method - CREAM*. Elsevier Science, Oxford, 287 s.

Hollnagel, E. 2013. *FRAM – Funktionel Resonans Analyse Metode – en kursushånd-bog*. Center for Kvalitet, Region Syddanmark, Tanska. (ISBN 978-87-993427-9-2). 67 s. [Viitattu 8.10.2014]. Saatavissa: <http://www.centerforkvalitet.dk/metoder>.

HSE 2001. *Root cause analysis: Literature review*. Contract research report 325/2001. (ISBN 0 71761966 4). 62 s. [Viitattu 29.10.2014]. Saatavissa: [http://www.hse.gov.uk/research/crr\\_pdf/2001/crr01325.pdf](http://www.hse.gov.uk/research/crr_pdf/2001/crr01325.pdf).

NRI (The Noordwijk Risk Initiative Foundation) 2009. *NRI MORT User's Manual*. For use with the Management Oversight & Risk Tree analytical logic diagram. Second Edition, Delft, The Netherlands. (ISBN 978-90-77284-08-7). 56 s. [Viitattu 1.11.2014]. Saatavissa: <http://nri.eu.com/NRI1.pdf>.

Rasmussen, J., Svedung, I. 2000. *Proactive Risk Management in a Dynamic Society*. Swedish Rescue Services Agency, Karlstad, Sweden. (ISBN 91-7253-084-7). 161 s. [Viitattu 2.11.2014]. Saatavissa: <https://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/16252.pdf>.

Reiman, T., Pietikäinen, E., Oedewald, P., Gotcheva, N. 2012. *System modeling with the DISC framework: evidence from safety-critical domains*. *Work* 41, s. 3018-3025.

Sklet, S. 2002. *Methods for accident investigation*. ROSS (NTNU) 200208. (ISBN 82-7706-181-1). 75 s. Suomennettu: Onnettomuustutkinnan menetelmiä. TUKES-julkaisu 6/2004. [Viitattu 21.10.2014]. Saatavissa: [http://www.tukes.fi/Tiedostot/julkaisut/6\\_2004.pdf](http://www.tukes.fi/Tiedostot/julkaisut/6_2004.pdf)

Svedung, I. and Rasmussen, J. 2002. *Graphic representation of accident scenarios: mapping system structure and the causation of accidents*. *Safety Science*, 40, s. 397–417.



Svenson, O. 2000. Accident Analysis and Barrier Function (AEB) Method. Manual for Incident Analysis. SKI Report 00:6. (ISSN 1104-1374). 24 s. [Viitattu 8.10.2014]. Saatavissa: <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Publikationer/Rapport/Sakerhat-vid-karnkraftverken/2000/0006-Accident-Analysis-and-Barrier-Function-AEB-Method-Manual-for-Incident-Analysis/>.

Wallén Warner, H., Ljung Aust, M., Sandin, J., Johansson, E., Björklund G. 2008. Manual for DREAM 3.0. Driving Reliability and Error Analysis Method. 44 s. + 27 liites. [Viitattu 2.11.2014]. Saatavissa: <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/80432.pdf>.

Ziedelis, S., Noel, M. 2011. Comparative Analysis of Nuclear Event Investigation Methods, Tools and Techniques. European Commission, Joint Research Centre, Interim Technical Report (ISBN 978-92-79-19712-3). 202 s. [Viitattu 22.10.2014]. Saatavissa [http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/111111111/16341/1/reqno\\_jrc62929\\_jrc-str\\_fv2011-0513.pdf%5B1%5D.pdf](http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/111111111/16341/1/reqno_jrc62929_jrc-str_fv2011-0513.pdf%5B1%5D.pdf).

## Liite 6. Seveso-onnettomuuksien tutkinnan organisointi

Taulukkoon on kuvattu, kuinka Seveso-onnettomuuksien tutkinta on organisoitu kyselyyn vastanneissa maissa. Tiedot perustuvat kyselyn vastauksiin. Taulukkoon on lisätty Suomen käytäntö.

<b>Maa</b>	<b>Kuinka Seveso-onnettomuuksien tutkinta on organisoitu</b> <i>1= toiminnanharjoittaja tekee tutkinnan</i> <i>2= Seveso-viranomainen arvioi raportin</i> <i>3= Seveso-viranomainen tekee onnettomuustutkinnan</i> <i>4= joku muu viranomainen tekee onnettomuustutkinnan</i> <i>5= joku muu taho tekee onnettomuustutkinnan</i>
<b>Belgia</b>	<i>1, 2, 3</i> Onnettomuuden vakavuudesta ja seurauksista riippuen tutkintaa voi tehdä toiminnanharjoittaja, Seveso-viranomainen ja/tai muut viranomaiset.
<b>Bulgaria</b>	<i>1, 2,</i> <i>3:</i> Tutkintaa tekee joko ministeriö, alueelliset ympäristötarkastajat, yleinen työturvallisuusvirasto ja/tai paikallisviranomaiset.
<b>Hollanti</b>	<i>1,</i> <i>3:</i> Työsuojeluviranomainen tekee tutkintaa yhdessä alueellisten ympäristö- ja pelastusviranomaisten kanssa.
<b>Italia</b>	<i>1, 3, 4, 5</i> Toiminnanharjoittajan on tehtävä sisäinen tutkinta. Onnettomuudesta ja seurausten vakavuudesta riippuen eri viranomaiset ja muut organisaatiot (esim. konsultit) tekevät tutkintaa. Merkittävät onnettomuudet tutkii Seveso-viranomainen (CTR). Jos onnettomuuden seuraukset täyttävät Seveso-direktiivin liitteen IV-kriteerit (vakavat seuraukset tai erityinen mielenkiinto), alkaa juridinen prosessi, jolloin tutkinta annetaan teknisille asiantuntijoille (usein alueellisille ympäristövirastojen asiantuntijat) (CTU, Technical office consultant).
<b>Itävalta</b>	<i>1, 2</i> Toiminnanharjoittaja ja/tai Seveso-viranomainen tekee tutkinnan.
<b>Kroatia</b>	<i>1, 2, 4</i> Kansallisen lainsäädännön mukaan toiminnanharjoittaja on velvollinen tekemään onnettomuustutkinnan. Seveso-tarkastusviranomainen (Ministry of environmental and nature protection) ja Ympäristönsuojeluvirasto (Croatian environmental protection agency) arvioivat raportin. Ympäristövirasto tekee ilmoitukset EU:lle.
<b>Liettua</b>	<i>2, 3</i> Onnettomuustutkinnan komissioon voi kuulua edustajia (valtakunnallisilta tai alueellisilta) palo- ja pelastuslaitokselta, ympäristönsuojelusta, työsuojelusta, energian tarkastusvirastosta, hätäkeskuksesta? (Health Emergency Situations Center), terveyslaitoksesta, rautateiden ja/tai lentoliikenteen tarkastusvirastosta. Palo- ja pelastusviranomainen osallistuu tutkintaan aina, muut onnettomuudesta riippuen.
<b>Malta</b>	<i>1, 2, 3, 4</i> Ei ole ollut merkittäviä Seveso-onnettomuuksia. Vastaajalla ei ollut varmaa tietoa, mutta arveli poliisin tekevän tutkinnan.
<b>Norja</b>	<i>1, 2, 4</i> Toiminnanharjoittajat tekevät oman tutkinnan, jonka raportin Seveso-viranomainen arvioi. Poliisi on velvollinen tutkimaan kaikki onnettomuudet ja muilla viranomaisilla on velvollisuus auttaa poliisia. Kaksi Seveso-viranomaista (työsuojelu ja öljyturvallisuus) tekee myös omaa tutkintaa.

<b>Portugali</b>	<i>1, 2, 3</i> Ympäristöviranomaisen tehtävänä on arvioida vaikutuksia ympäristöön ja terveyteen sekä arvioida johtamisjärjestelmän toteuttamista. Suojeluviranomainen (National Protection Agency) arvio ulkoisen pelastussuunnitelman sekä paloturvallisuusjärjestelmien toteuttamista.
<b>Puola</b>	<i>1, 2, 3, 4:</i> Ympäristö- ja pelastusviranomainen ja lisäksi joissain tapauksissa syyttäjäviranomainen ja työsuojeluviranomainen.
<b>Ruotsi</b>	<i>1, 2, 3, 4</i> Onnettomuustutkintaa tekevät työympäristö- ja onnettomuustutkintaviranomainen sekä kuntien valmiusorganisaatiot. Lääninhallitukset ja työympäristöviranomaiset arvioivat onnettomuustutkintaa.
<b>Saksa</b>	<i>1, 2, 3, 5</i> Saksan osavaltiot vastaavat Seveso-vaatimusten täytäntöönpanosta. Päätös siitä, kuinka tutkinta tehdään riippuu useasta tekijästä (esim. laitoksen koosta ja toiminnasta, liittyykö onnettomuuteen syyteharkinta sekä toiminnanharjoittajan ja viranomaisen osaamisesta ja resursseista).
<b>Suomi</b>	<i>1, 2, 3, 4, 5</i> Toiminnanharjoittaja on velvollinen tutkimaan onnettomuudet ja toimittamaan raportin, jonka Seveso-viranomainen arvioi ja voi määrätä toimenpiteitä. Tukes tutkii vähintään kaikki vakavat onnettomuudet ja raportoi EU:lle tutkimansa onnettomuudet. Tutkintaa voivat tehdä myös muut viranomaiset (työsuojelu-, pelastus- ja ympäristöviranomainen, poliisi sekä Onnettomuustutkintakeskus) ja Tukes voi tehdä heidän kanssaan yhteistyötä. Tukes kirjoittaa aina oman tutkintaraportin valvomaansa lainsäädäntöön pohjautuen.
<b>Tanska</b>	<i>1, 2, 4</i> Pienemmissä onnettomuuksissa toiminnanharjoittajan tulee toimittaa toimivaltaiselle viranomaiselle (useimmiten ympäristö-, työsuojelu-, pelastus- tai poliisiviranomainen) yksityiskohtainen raportti, jonka perusteella viranomainen voi asettaa vaatimuksia. Isoimmissa onnettomuuksissa poliisilla on yksin tutkintavastuu.
<b>Tšekki</b>	<i>1, 2, 4</i> Onnettomuuden tyypistä ja syistä riippuen työsuojeluviranomainen, poliisi, pelastusviranomainen tai räjähteistä vastaava viranomainen.
<b>Iso-Britannia</b>	<i>3, 4</i> Toimivaltaiset Seveso-viranomaiset (työturvallisuus- ja ympäristöviranomainen) tekevät tutkinnan joko yhdessä tai yksittäin. Kun kyseessä on kuolema ja syyteharkinta, tutkinnan johtajana toimii poliisi ja toimivaltaiset viranomaiset auttavat heitä.

## Liite 7. Onnettomuustutkimamenetelmien testausten yhteenvedot menetelmittäin

Onnettomuustutkimamenetelmiä testattiin Seveso-onnettomuustutkintaan Tukesin kirjoittaman tutkintaraportin ja tutkintaryhmän tietojen pohjalta. Testausryhmään kuului viisi Tukesin asiantuntijaa. Testattavat menetelmät olivat poikkeamien tutkinta, STEP, AcciMap, MTO sekä vika- ja tapahtumapuu. Lisäksi pohdittiin Bow tie -sovelluksen käytettävyyttä sekä DISC-mallia ja ESReDA Cube:a. Alla on esitetty yhteenvedot testausryhmän kokemuksista menetelmittäin.

Menetelmiä on tarkasteltu Tukesin Seveso-onnettomuustutkinnan näkökulmasta, mutta kokemukset ovat myös muiden hyödynnettävissä. Yhteenvedon tarkoituksena on antaa tietoa menetelmien vahvuuksista ja heikkouksista sekä auttaa tutkintaa tekeviä organisaatioita valitsemaan, mihin menetelmiin kannattaa tutustua tarkemmin. Osa taulukoihin kirjatuista kommentteista on melko yksityiskohtaisia ja niiden ymmärtäminen vaatii perehtyneisyyttä menetelmään. Niistä voi kuitenkin olla hyötyä menetelmiä käytettäessä. Kappaleessa 4.5 on kirjoitettu yleisellä tasolla menetelmätestausten tuloksista.

### **Poikkeamien tutkinta** (Deviation investigation, Avvikelseutredning)

<i>Kuinka kauan käytettiin aikaa arviointiin?</i>	1 h
<i>Kuinka monta % analyysistä ehdittiin läpikäydä?</i>	max 30 %
<i>Mihin menetelmä on tarkoitettu, mitä sen avulla etsitään?</i>	- Etsitään onnettomuuteen liittyviä poikkeamia ja niiden riskejä
<i>Kuinka paljon vaatii asiantuntijuutta/ koulutusta?</i>	- Menetelmä on helppo ja yksinkertainen, mutta käyttäjän tausta vaikuttaa siihen, minkälaisia poikkeamia kykenee tunnistamaan ja kuinka systemaattisesti saa selvitettyä onnettomuutta. Prosessiturvallisuudelle muokattu tarkistuslista auttasi kokonaisvaltaisempaan tarkasteluun.
<i>Mitä hyvää menetelmässä on?</i>	- Helppo ja nopea menetelmä poikkeamien tunnistamiseen. - Saadaan paljon kehittämistoimenpide-ehdotuksia. - Auttaa hahmottamaan, mikä on ensimmäinen poikkeama onnettomuuden syntymisessä. Poikkeamien tutkinta on näin ollen hyvä tukimenetelmä mietittäessä esim. mikä on lähtöpahtuma aloitettaessa tutkintaa STEP:llä.
<i>Mitä negatiivista menetelmässä on?</i>	- Pelkkä poikkeamien havainnointi ei auta hahmottamaan tapahtumien kulkua. - Ei kytke asioita toisiinsa. - Alun aivoriihen jälkeen pitäisi käyttää tarkistuslistoja, jotta asioita tulisi tarkasteltua systemaattisesti useasta näkökulmasta. Tarkistuslistat tulisi muokata prosessiturvallisuudelle. Toisaalta tarkistuslistat voivat johdatella tutkintaa liikaa ja uusia näkökulmia voi jäädä huomioimatta. - Menetelmä liian mekaaninen (mietitään kehittämistoimia poikkeamittain), jolloin kokonaisuus voi jäädä huomioimatta? - Piilevien virheiden löytäminen haastavaa ellei käytössä ole kattavia tarkistuslistoja. Menetelmällä löydetään aktiivisia virheitä. - Ei ole selkeää aikajanaa (ellei järjestellä poikkeamia siten, että ovat kronologisessa järjestyksessä). - Ei graafista kuvausta.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ei sovellu yksinään käytettäväksi menetelmäksi, jos tutkinnan tavoitteena on saada kokonaiskuva onnettomuuden kuluista ja vaikuttaneista tekijöistä.</li> </ul>
<i>Missä onnettomuuksien tutkinnan prosessin vaiheessa menetelmä erityisesti antaa tukea?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tutkinnan alkuvaiheessa "imurina" poikkeamien listaamiseen.</li> <li>- Tiedonkeruuvaiheessa auttaa keräämään erityisesti "negatiivista" aineistoa ja auttaa määrittämään, mistä tarvitaan lisätietoa (esim. selvittämään, miksi toimittiin poikkeavasti).</li> <li>- Menetelmää tai sen periaatteita voisi käyttää toisen menetelmän rinnalla (esim. STEP:n tai AcciMap:n kanssa).</li> <li>- Havaittujen poikkeamien toimenpide-ehdotusten ja suosituksen määrittämiseen.</li> </ul>
<i>Huomioiko järjestelmää/organisaatiota?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Riippuu tutkintaryhmän kokoonpanosta sekä apuna käytettävistä tarkistuslistoista.</li> <li>- Kattavan tarkistuslistan avulla voidaan varmistaa laaja tarkastelunäkökulma (listan pitäisi olla mahdollisimman konkreettinen).</li> </ul>
<i>Auttaako toimenpiteiden määrittämisessä?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kyllä, menetelmässä keskeistä toimenpiteiden määrittäminen.</li> <li>- Menetelmällä ei kuitenkaan välttämättä löydetä kattavasti kaikkia keskeisiä kehittämistoimenpiteitä. Menetelmä saattaa olla liian mekaaninen, varsinkin jos ei ole asianmukaisia tarkistuslistoja.</li> <li>- Vaikeutena toimenpiteiden priorisointi, jossa toki voi käyttää hyödyksi arviointia.</li> </ul>
<i>Eesitysmuoto?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lista havaituista poikkeamista, ei graafista kuvausta onnettomuuksien kulusta.</li> <li>- Lista voidaan järjestellä eri näkökulmien (esim. ajan, tekijän) mukaan.</li> </ul>
<i>Voidaanko arvioida myös onnistumisia?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kyllä, periaatteessa. Menetelmä ei ohjaa kuitenkaan tähän, koska perustuu virhelähtöiseen ajatteluun.</li> <li>- Havaittujen poikkeamien kohdalla voisi miettiä, mitä pahimmillaan olisi voinut sattua. Tällöin voisi helpommin löytää vahvuuksia/onnistumisia, jotka estivät tai pienensivät onnettomuuden seurauksia.</li> </ul>
<i>Muuta</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tutkinnan alkuvaiheessa (tiedon keruu, jäsentely) voisi kerätä listalle poikkeamien lisäksi listaa suojauksista (oikein toimineet, puutteelliset, puuttuneet).</li> <li>- Poikkeamia voidaan arvioida (luokitella riskinarvioinnin tavoin) yksityiskohtaisesti. Arviointi on kuitenkin melko aikaa vievää. Tutkinnan tavoitteesta ja muista mahdollisesti käytössä olevista menetelmistä riippuen tulee harkita, kannattaako arviointia tehdä (vaadittava työ vs. saatava hyöty). Arviointi voi auttaa priorisoimaan suosituksia, mutta koska menetelmää ei kannata kuitenkaan käyttää ainoana menetelmänä, niin arvioinnista saatu hyöty voi jäädä pieneksi.</li> </ul>

**STEP** (Sequential Timed Events Plotting, plotting av händelser i tidskedjor)

<i>Kuinka kauan käytettiin aikaa arviointiin?</i>	2,5 h
<i>Kuinka monta % analyysistä ehdittiin läpikäydä?</i>	30 %
<i>Mihin menetelmä on tarkoitettu, mitä sen avulla etsitään?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tapahtumaketjun kuvaus kronologisesti ja onnettomuustapahtumiin liittyvät toimijat sekä niiden väliset suhteet.</li> <li>- Vastaa erityisesti kysymyksiin kuka, mitä ja milloin.</li> <li>- Huomioi niin tekniset, inhimilliset kuin organisatoriset tekijät.</li> </ul>
<i>Kuinka paljon vaatii asian- tuntijuutta / koulutusta?</i>	Helppo menetelmä ja nopea ymmärtää menetelmän periaatteet. Sopii aloittelevallekin onnettomuustutkijalle.
<i>Mitä hyvää menetelmässä on ?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selkeä esitystapa ja hahmottelu selkeyttää ajatuksia.</li> <li>- Hyvä menetelmä toimijoiden järjestelmälliseen tunnistamiseen sekä tapahtumaketjun jäsentelyyn ja kuvaamiseen.</li> <li>- Auttaa havaitsemaan puutteita tapahtumaketjusta - &gt;määrittää, mistä tarvitaan lisätietoa (kaaviota laatiessa kannattaa epäselvyydet/lisätiedon tarve merkitä eri värillä -&gt; hyvä menetelmä jo tiedon keruuvaiheessa (BackSTEP:llä voidaan miettiä vaihtoehtoisia tapahtumaketjuja)).</li> <li>- Auttaa yhdenmukaistamaan käytettyjä termejä (esim. tarkastelussa onnettomuustutkintaraportissa käytetty useita termejä epäloogisesti (yhdistelmäauto, pesuauto, imu- ja pesuauto).</li> <li>- Auttaa rajaamaan tarkastelua (mistä onnettomuus alkaa ja päättyy) tai voidaan rajata tarkastelu esim. pelastustyöhön tai työn suunnitteluun.</li> <li>- Menetelmän avulla mahdollisuus tarkastella niin teknisiä, inhimillisiä kuin organisatorisia tekijöitä.</li> </ul>
<i>Mitä negatiivista menetelmässä on?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menetelmällä saattaa olla liian mekaaninen lähestymistapa. Usein Tukesin tutkimat onnettomuudet ovat monitahoisia ja käytettäessä yksistään STEP:ä, jotain keskeistä voi jäädä huomioimatta tai selvittämättä riittävän syvällisesti. Menetelmä toimii karkealla tasolla hyvin, mutta yksityiskohtaiseen tarkasteluun tarvitaan muita menetelmiä. Esim. kemikaalisäädösten velvoitteet eivät tule helposti esille tällä menetelmällä (organisaation vastuut, riskitarkastelu, muutostenhallinta).</li> <li>- Käyttämällä menetelmää alkuperäiseen tarkoitukseen (ts. valitaan alkutapahtumaksi onnettomuuden kannalta kriittinen tapahtuma, joka poikkesi suunnitellusta ja aiheutti onnettomuuden), menetelmän avulla ei päästä kovin pitkälle organisatoristen tekijöiden taakse.</li> <li>- Sähköiseen muotoon graafiseen kuvauksen raportointi on haastavaa (tulee usein isoja Excel- tai PowerPoint- tiedostoja). Excel-kaavio on hyvä työväline, mutta ei sovellu aina raportointiin.</li> </ul>
<i>Missä onnettomuuksien tutkinnan prosessin vaiheessa menetelmä erityisesti antaa tukea?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Heti <i>alkuvaiheessa</i> onnettomuusilmoituksen jälkeen toimijoiden ja tärkeiden tapahtumien tunnistamisessa. Taulukkoon kannattaa listata toimijat (henkilöitä, esineitä, laitteita) tapahtumat, ajankohdat ja lähteet (mistä tieto on peräisin) sekä muita kommentteja. Alussa kannattaa kirjata kaikki esille nousseet asiat, vaikka niiden merkityksestä onnettomuuteen ei vielä ollakaan varmoja ja muokata listaa tutkinnan edetessä perustellen. (-&gt; käytetään menetelmää työkaluna tutkinnan tukena).</li> <li>- Menetelmä auttaa omien ajatusten selkiyttämiseen <i>koko</i></li> </ul>

	<p><i>tutkintaprosessin ajan.</i> Jo ennen onnettomuuspaikalla käyntiä STEP:n avulla on hyvä jäsentää niitä kysymyksiä, joihin tulisi saada vastauksia. Graafista kuvaa voidaan muokata (täydentää, ottaa pois, korjata) tutkinnan edetessä.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiedonkeruuvaiheessa listan tekeminen (toimija- tapahtuma-ajankohta- tiedonlähde) auttaa aineiston kirjaamisessa ja jäsentelyssä. Auttaa löytämään kohdat, joista tarvitaan lisätietoa. Kaikki tunnistetut kohdat käsitellään tasapuolisesti, joten menetelmä ohjaa objektiiviseen tarkasteluun.</li> <li>- STEP-kuvaajista tulee helposti isoja, joten niiden esittäminen tutkintaraportissa voi olla hankalaa. Jos raportissa halutaan esittää onnettomuuden kulku STEP-kaaviolla, kannattaa harkita kaavion yksinkertaistamista. Toisaalta STEP:llä voidaan kuvata vain valittua onnettomuustapahtumien osaa (esim. pelastustoimintaa).</li> </ul>
<i>Huomioiko järjestelmää/organisaatiota?</i>	On mahdollista huomioida sosioteknistä järjestelmää ja organisatorisia tekijöitä. Riippuu tehtävistä rajauksista ja analyysin tekijöistä.
<i>Auttaako toimenpiteiden määrittämisessä?</i>	Menetelmä tuottaa rajatun kuvan teknisistä, inhimillisistä ja organisatorista syistä ja syytekijöistä, joille voidaan määrittää turvallisuutta parantavia toimenpiteitä. Laajentamalla alkuperäistä STEP:ä määrittämään tapaukseen liittyviä turvallisuusnäkökohtia (graafisessa kuvauksessa yläosaan), voidaan näitä tarkastella yksityiskohtaisemmin ja hyödyntää muitakin menetelmiä taustalla vaikuttavien organisatoristen ja sosioteknisten järjestelmien näkökohtien kehittämiseksi.
<i>Esitysmuoto?</i>	Graafinen
<i>Voidaanko arvioida myös onnistumisia?</i>	Menetelmällä on mahdollista arvioida myös onnistumisia, mutta menetelmä perustuu virhelähtöiseen tarkasteluun, jossa ihminen ja tekniikka erotetaan toisistaan. Usein esim. koulutukseen, sopimukseen ja työsuunnitteluun liittyy sekä onnistumisia että kehitettävää (on koulutusta, mutta ei kattavaa; on tehty riskinarviointia, mutta ei ole arvioitu prosessiturvallisuusriskejä riittävällä tasolla). Onnistumiset voi merkitä turvallisuusongelmien tavoin graafisen kuvaajan yläosaan esim. eri värillä.
<i>Muuta</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Usein tutkinnoissa on suositeltavaa tehdä "kevennetty" STEP eli analyysiä ei viedä alkuperäisen tarkoituksen mukaan loppuun asti vaan käytetään nimenomaan tiedon keruussa ja jäsentelyssä sekä eri toimijoiden ja tapahtumaketjun hahmotamisessa.</li> <li>- Laajan onnettomuuden tutkinnassa STEP:llä voi olla hankala hahmottaa vaikutussuhteita eri toimijoiden välillä. Tällaisessa tapauksessa STEP:ä voisi hyödyntää toimijoiden ja tapahtumien tunnistamiseen ja käyttää esim. AcciMap:a rajapintojen selvittämiseen.</li> <li>- Seveso-valvonnan onnettomuuksien tutkinnassa kannattaa tutkintaa jatkaa pelastustoiminnan loppuun asti, koska tällöin pystytään arvioimaan myös onnettomuuksiin varautumista ja seurausten rajoittaminen. Näin saadaan takaisinkytkentä Seveso-valvonnassa keskeisiin onnettomuusskenaarioihin.</li> <li>- Menetelmää on testattu Tukesissa myös siten, että tutkintaa on tehty onnettomuuden varsinaisesta alkukohdasta taaksepäin, jolloin on päästy tarkastelemaan yksityiskohtaisemmin tapahtumien takana vaikuttaneita organisatorisia tekijöitä.</li> </ul>

**AcciMap**

<i>Kuinka kauan käytettiin aikaa arviointiin?</i>	1,5 h
<i>Kuinka monta % analyysistä ehdittiin läpikäydä?</i>	30%
<i>Mihin menetelmä on tarkoitettu, mitä sen avulla etsitään?</i>	Perustuu ajatukseen, että onnettomuuksien syntymiseen vaikuttavat useat eri tekijät organisaatioiden eri tasoilla (sosio-tekniinen lähestymistapa). AcciMap:ssa arviointi painottuu teknisten järjestelmien sijaan pehmeämpiin tekijöihin (ihmisiin, organisaatioihin, päätöksiin, taloudellisiin priorisointeihin, tiedonkulkuun).
<i>Kuinka paljon vaatii asiantuntijuutta / koulutusta?</i>	Menetelmä on yksinkertainen, mutta sen käyttö ja laadukas tutkinta vaatii asiantuntemusta monelta eri sosioteknisen järjestelmän tasolta (esim. lainsäädännöstä ja viranomaistoiminnasta, toiminnanharjoittajan eri organisaatiotasojen toiminnasta). Tutkintaryhmässä tulee olla osajia monelta alalta.
<i>Mitä hyvää menetelmässä on?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tarkastelee onnettomuutta sosioteknisen järjestelmän eri tasoilla, myös yhteiskuntatasolla (muut menetelmät eivät tähän ohjaa).</li> <li>- Soveltuu viranomaisen omankin toiminnan peilaamiseen sekä lainsäädäntötason puutteiden havaitsemiseen.</li> <li>- AcciMap:illa käytännön toiminta saadaan linkitettyä eri tasojen kesken.</li> <li>- Ei ole virhelähtöinen menetelmä, vaan kuvaa toimintaa.</li> <li>- Ohjaa tutkintaa huomioimaan, mitä asioita pitää selvittää lisää.</li> <li>- Graafisen kuvauksen luominen auttaa tutkijoita muodostamaan yhteisen käsityksen onnettomuuteen vaikuttavista tekijöistä laajalla perspektiivillä.</li> <li>- Auttaa raportin kirjoittamisessa (analyysi on hyvä kirjoittaa AcciMap kaavioon perustuen).</li> </ul>
<i>Mitä negatiivista menetelmässä on?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asiantuntijajoukosta riippuen erilaiset näkökulmat voivat korostua.</li> <li>- AcciMap voi pelkistää liikaa tapahtumia (vrt. esim. STEP:n yksityiskohtainen tapahtumaketju), koska AcciMap:n tavoitteena ei ole täydellisen tapahtumaketjun kuvaaminen.</li> <li>- Graafisen kaavion lukeminen voi olla hankalaa kokemattomalle.</li> </ul>
<i>Missä onnettomuuksien tutkinnan prosessin vaiheessa menetelmä antaa tukea?</i>	AcciMap tukee <i>koko tutkintaprosessia</i> . Tutkinnan alussa auttaa määrittämään onnettomuuteen vaikuttaneita tekijöitä sosioteknisen järjestelmän eri tasoilla ja ohjaa <i>tiedonkeruuta</i> . Kaaviota on hyvä täydentää ja muokata tutkintaryhmän tapamisissa. Kaavion valmistuttua se ohjaa <i>raportin kirjoittamista</i> ja <i>suositusten</i> kohdentamista sosioteknisen järjestelmän eri tasoille.
<i>Huomioiko järjestelmää/organisaatiota?</i>	Huomioi paljon, sillä menetelmä perustuu sosioteknisen järjestelmän eri tasoilla tehtävään arviointiin.
<i>Auttaako toimenpiteiden määrittämisessä?</i>	Kyllä. Menetelmä tukee toimenpiteiden ja suositusten kohdentamista järjestelmän eri tasoille. AcciMap:n tavoitteena ei ole kuvata tapahtumia ja vaikuttaneita tekijöitä yksityiskohtaisella tasolla, joten toimenpidesuosituksen tulee olla samantasoisia, mutta kuitenkin konkreettisia.
<i>Esitysmuoto?</i>	Graafinen kaavio sosioteknisen järjestelmän eri tasoilla.



<i>Voidaanko arvioida myös onnistumisia?</i>	Kyllä, koska tavoitteena on objektiivinen ja tasapainoinen kuvaus tapahtumista, jossa olisi myös toiminnan vahvuuksia kuvattuna. Koska AcciMap:n laadinta on vapaamuotoista, tutkintaryhmän asiantuntemuksella on suuri merkitys lopputulokseen.
<i>Muuta</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AcciMap on vakiintunut menetelmä Tukesin onnettomuus-tutkintaraporteissa. AcciMap- kaavio toimii hyvänä yhteenve-tona viranomaistutkinnassa. Menetelmä soveltuu hyvin Tuke-sin tekemään Seveso-onnettomuuksien tutkintaan, koska tut-kintaryhmä ymmärtää toimialaa koskevan lainsäädännön, toiminnanharjoittajien toimintaympäristö on tuttu ja Tukesilla on paljon aineistoa käytettävissä (esim. luvat, turvallisuusjoh-tamisjärjestelmät/toimintaperiaateasiakirjat, valvonta-aineisto, sisäinen pelastussuunnitelma).</li> <li>- Menetelmää voi hyödyntää eri tavoilla ja tapaus-/ tutkinta-ryhmäkohtaisesti kannattaa miettiä, miten menetelmästä saa-daan helpoiten paras hyöty (esim. käytetäänkö "lisälaatikoita" graafisessa kuvauksessa. Joskus "lisälaatikot" voisivat helpot-taa kaavion luettavuutta).</li> <li>- Kokemuksen mukaan STEP ja AcciMap täydentävät hyvin toisiaan; STEP tukee erityisesti tutkintaprosessin alkuvaihees-sa ja AcciMap ohjaa laajempien kokonaisuuksien hahmotta-mista sosioteknisen järjestelmän eri tasoilla.</li> </ul>

**MTO** (Människa- Teknik - Organisation)

<i>Kuinka kauan käytettiin aikaa arviointiin?</i>	1 h
<i>Kuinka monta % analyysistä ehdittiin läpikäydä?</i>	30 %
<i>Mihin menetelmä on tarkoitettu, mitä sen avulla etsitään?</i>	Menetelmä perustuu ajatukseen, että tapahtumien käsittelyssä tulee soveltaa MTO-näkökulmaa (M= ihminen, T= tekniikka, O= organisaatio/kulttuuri). Tapahtumaketjun määrittämisen jälkeen "miksi"-kysymysten avulla selvitetään välittömät syyt sekä taustalla vaikuttaneet syytekijät kullekin onnettomuuden kannalta keskeiselle tapahtumalle. Menetelmään kuuluvalla suojausanalyysillä tunnistetaan toimineet, puutteelliset ja puuttuneet suojaukset.
<i>Kuinka paljon vaatii asian-tuntijuutta / koulutusta?</i>	Perusajatus menetelmässä on helppo ja selkeä (esim. 5x miksi) ja toimii hyvänä tutkinnan apuvälineenä. Onnettomuuksien tutkinta ja menetelmän tarkoitus pitää kuitenkin olla hyvin sisäistetty, ettei tapahtumia tarkastella liian suppeasti. Menetelmän käyttöä tukevat tarkastuslistat, jotka eivät sellaisenaan sovellu Tukesin tutkintaan vaan niitä pitäisi muokata. Laadukkaan tutkinnan saavuttamiseksi on kuitenkin oltava riittävästi organisaatio-osaamista, jotta tutkinta on kokonaisvaltaista pohdintaa, eikä tukeuduta liikaa tukilistoihin.
<i>Mitä hyvää menetelmässä on?</i>	Kysyttäessä "miksi" tarpeeksi monta kertaa, saadaan tutkinta organisatoristen syytekijöiden tasolle asti. Antaa lisätietoa suojauksista.
<i>Mitä negatiivista menetelmässä on?</i>	- Menetelmä ei kuvaa tapahtumien kulkua yksityiskohtaisesti. Graafisesti kuvattua pelkistettyä tapahtumaketjua voidaan kuitenkin sanallisesti täydentää tekstiosiossa. Lineaarinen ajankulu "hukkuu" graafisen kuvaajan yläosassa (ts. taustalla vaikuttaneet tekijät eivät välttämättä ole kronologisessa järjestyksessä). - Menetelmä ei kuvaa toimijoiden välisiä suhteita. - Vastausten etsiminen miksi -kysymyksiin voi tuoda negatiivisen sävyn tutkintaan ja vaikuttaa jopa syyllisten etsimiseltä.
<i>Missä onnettomuuksien tutkinnan prosessin vaiheessa menetelmä antaa tukea?</i>	MTO tukee koko tutkintaprosessin ajan. Tarkistuslistat ja miksi -kysymykset ohjaavat ja auttavat tiedonkeruuta.
<i>Huomioiko järjestelmää/organisaatiota?</i>	Menetelmän avulla löydetään taustalla vaikuttaneita organisatorisia tekijöitä, mutta sosioteknisen järjestelmän tasojen huomiointi riippuu tutkintaryhmän asiantuntemuksesta. Järjestelmän huomiointi tehostuisi, jos laadittaisiin tarkistuslistoja tutkinnan tueksi (esim. Tukesin viranomaisnäkökulma).
<i>Auttaako toimenpiteiden määrittämisessä?</i>	Kyllä. Menetelmä tuo myös organisaatiotasolla esille konkreettisesti syytekijöitä, joita kehittämällä vastaavia onnettomuuksia voidaan ennaltaehkäistä. Suojausanalyysi auttaa tunnistamaan niin parannettavia kuin ylläpidettäviä (positiivisia, onnistuneita) suojauksia (mitä puuttui, mitkä ei toiminut hyvin, mitkä toimi hyvin).
<i>Esitysmuoto?</i>	Graafinen
<i>Voidaanko arvioida myös onnistumisia?</i>	Suojausanalyysi tuo esille myös onnistumisia
<i>Muuta</i>	Tapahtumien kuvaamisessa voi olla vaikeaa määrittää, mitkä tapahtumat kuvataan sekä kirjoittaa tapahtumat siihen muotoon, että voidaan vastata "miksi"-kysymyksiin.

**Vikapuu** (Fault tree, Felträd)

<i>Kuinka kauan käytettiin aikaa arviointiin?</i>	1
<i>Kuinka monta % analyysistä ehdittiin läpikäydä?</i>	25 %
<i>Mihin menetelmä on tarkoitettu, mitä sen avulla etsitään?</i>	Menetelmällä saadaan vastauksia, MIKSI onnettomuus sattui teknisessä mielessä eli löydetään teknisiä vikoja sekä syytekijöitä (prosessinäkökulma). Menetelmä ei huomioi kokonaisuutta (inhimilliset ja organisatoriset tekijät), eikä tapahtumien kulkua.
<i>Kuinka paljon vaatii asiantuntijuutta / koulutusta?</i>	Perusajatus menetelmässä on helppo ja selkeä. Vaaditaan teknistä osaamista, laite- ja järjestelmätuntemusta laadukkaana analyysin tekemiseksi. Tarvittaessa käytettävä eri alan asiantuntijoita apuna ja tehtävä yhteistyötä esim. laitevalmistajien kanssa.
<i>Mitä hyvää menetelmässä on ?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ohjaa tutkintaa tunnistamaan mahdollisia onnettomuuden teknisiä syitä ja vaikuttaneita tekijöitä, joka on keskeistä Seveso-laitoksissa sattuneissa onnettomuuksissa.</li> <li>- Menetelmä sopii hyvin esim. syttymissyiden ja järjestelmien tarkasteluun. Menetelmällä on mahdollista viedä tutkinta jopa komponenttitasolle.</li> <li>- Huomioitava, että usein Tukesin tutkinnan tavoite/rajaus määrittää, ettei viranomaisen kannata lähteä selvittämään teknisiä syytekijöitä tarkasti komponenttitasolla. Viranomaisen voi kuitenkin antaa suosituksia esim. toiminnanharjoittajalle ja laitetoimittajalle yksityiskohtaisiin tarkasteluihin.</li> </ul>
<i>Mitä negatiivista menetelmässä on?</i>	Menetelmän teknisen lähestymistavan ja suoraviivaisuuden takia se ei yksin käytettynä ole useinkaan riittävä kokonaisuuden selvittämiseksi. Tukesin tekemässä tutkinnassa myös ihmilliset ja organisatoriset näkökulmat ovat tärkeitä.
<i>Missä onnettomuuksien tutkinnan prosessin vaiheessa menetelmä erityisesti antaa tukea?</i>	<i>Tiedonkeruussa</i> auttaa tunnistamaan näkökulmia, joista tarvitaan lisätietoa. <i>Analyysivaiheessa</i> ohjaa tutkintapolkujen laajaan tutkintaa teknisten syiden ja syytekijöiden tunnistamiseksi. Raportoinnissa graafinen kuva selkeyttää teknisten tekijöiden vaikutuksista onnettomuuteen.
<i>Huomioiko järjestelmää/organisaatiota?</i>	Menetelmää ei ole kehitetty organisatoristen tekijöiden määrittämiseen. Testattaessa menetelmää kokeiltiin myös organisatoristen ja ihmillisten tekijöiden analysointia, mutta kokemuksen perusteella on suositeltavaa, että menetelmää käytetään vain alkuperäiseen tarkoitukseen ja tutkintaa täydennetään toisilla organisaation ja sosioteknisen-järjestelmän huomioivilla menetelmillä tutkinnalle asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi (esim. siinä vaiheessa, kun vikapuun haaraksi tulee esim. kunnossapito-ohje, kannattaa siirtyä jatkamaan tutkintaa tältä osin toisella menetelmällä).
<i>Auttaako toimenpiteiden määrittämisessä?</i>	Auttaa löytämään mahdollisia teknisiä vikoja ja priorisoimaan esim. turvallisuuskriittisiä laitteita ja prosessin vaiheita, joiden poistamiseksi voi määrittää toimenpiteitä. Toimenpiteiden määrittäminen riippuu asiantuntijan osaamisesta. Menetelmä ei tue kokonaisvaltaista kehittämistä.
<i>Esitysmuoto?</i>	Graafinen puumalli.
<i>Voidaanko arvioida myös onnistumisia?</i>	Ei helposti, koska menetelmän lähtökohtana on virheiden etsiminen.

<i>Muuta</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Menetelmää voisi käyttää esim. STEP:n jälkeen teknisen syyn määrittämiseen.</li><li>- Menetelmä ohjaa keräämään tietoa, jonka avulla voidaan joko vahvistaa tai poissulkea tunnistettuja syitä ja onnettomuuteen vaikuttaneita tekijöitä. Tutkinnan läpinäkyvyyden ja oikeellisuuden varmistamiseksi kannattaa harkita "hypoteesien testausmenetelmää".</li></ul>
--------------	---

**Tapahtumapuu, Bow tie-sovellus** (Event tree, Händelseträd)

<i>Kuinka kauan käytettiin aikaa arviointiin?</i>	Keskusteltiin tapahtumapuusta ja Bow tiestä sekä pohdittiin niiden hyödynnettävyyttä Tukesissa
<i>Kuinka monta % analyysistä ehdittiin läpikäydä?</i>	Varsinaista analyysiä ei tehty. Analyysin tekeminen yksityiskohtaisesti ei ole mahdollista jälkikäteen, koska tarvittaisiin paljon tietoa organisaation valmistautumisesta (suojauksista) toimintaan mahdollisissa onnettomuustilanteissa. Aineistoa olisi löytynyt esim. sisäisestä pelastussuunnitelmasta (kyseessä ns. lupalaitos, joilta ei vaadita turvallisuusselvitystä/toimintaperiaateasiakirjaa).
<i>Kuinka paljon vaatii asian-tuntijuutta / koulutusta?</i>	Tapahtumapuu ja Bow tie ovat perusajatukseltaan helppoja ja selkeitä. Vaatii kuitenkin hyvää osaamista onnettomuuksien syntymisestä sekä kokemusta menetelmän käytöstä laadukkaana analyysin saavuttamiseksi.
<i>Mihin menetelmä on tarkoitettu, mitä sen avulla etsitään?</i>	Tapahtumapuulla määritetään, missä tilanteessa riskistä aiheutuu onnettomuus. Keskeistä on tunnistaa suojaukset. Menetelmä on kehitetty riskienarviointiin, mutta soveltuu myös onnettomuuksien tutkintaan. Bow tie yhdistää rusettimaisesti riskin mahdollistavien tapahtumien ja suojausten arvioinnin (vikapuu) sekä riskin vaihtoehdot tapahtumaketjut (tapahtumapuu). <i>Tässä työssä Bow tietä sovellettiin siten, että onnettomuus määriteltiin solmukohdaksi ja arvioitiin mahdollisia onnettomuusskenaarioita (solmukkeen vasen puoli) ja onnettomuuksien seurauksia (solmukkeen oikea puoli).</i>
<i>Mitä hyvää menetelmässä on?</i>	Tapahtumapuu ja Bow tie ovat graafisesti havainnollisia ja helposti ymmärrettäviä. Bow tie -sovellusta voisi hyödyntää myös viestinnässä. Menetelmät auttavat selvittämään suojauksia.
<i>Mitä negatiivista menetelmässä on?</i>	Vaikeutena määrittää kriittinen tapahtuma, josta tapahtumapua lähdetään rakentamaan.
<i>Missä onnettomuuksien tutkinnan prosessin vaiheessa menetelmä antaa tukea?</i>	Tapahtumapuu ja Bow tie -sovellus auttavat tutkintaa koko prosessin ajan, erityisesti tutkinnan alkuvaiheessa, tiedonkeruussa, analyysivaiheessa ja suositusten laadinnassa sekä Bow tie havainnollisena viestinnässä.
<i>Huomioiko järjestelmää/organisaatiota?</i>	Menetelmä ei tue tätä kovin hyvin. Keskeistä on teknisten vikojen ja syytekijöiden sekä suojausten tunnistaminen.
<i>Auttaako toimenpiteiden määrittämisessä?</i>	Kyllä, menetelmän vahvuutena on toimenpiteiden ja suositusten määrittäminen.
<i>Esitysmuoto?</i>	Tapahtumapuu on graafinen puumalli, Bow tie -sovellus graafinen rusettimalli.
<i>Voidaanko arvioida myös onnistumisia?</i>	Kyllä. Tapahtumapuu osoittaa, mitkä suojaukset auttoivat ennaltaehkäisemään onnettomuuden syntymisen (missä onnistuttiin, ettei pahinta mahdollista onnettomuutta sattunut).
<i>Muuta</i>	- Tapahtumapuun alkutapahtuman (riski) valinta vaikuttaa paljon analyysiin; mietittävä tarkasti, mikä on tutkinnan tavoite. - Bow tie -sovellus kuvaa hyvin Seveso-direktiivin mukaista riskienhallinta-ajattelua: 1. Tulee tunnistaa mahdolliset suur-onnettomuudet (rusetin solmukohta), 2. Tunnistaa eri onnettomuusskenaariot, 3. Arvioida mitä pahimmillaan voisi sattua (worst case scenario) sekä 4. Rakentaa suojaukset a) kuinka mahdolliset onnettomuudet ennaltaehkäistään ja b) kuinka poistetaan mahdollisten onnettomuuksien seuraukset.

	<ul style="list-style-type: none"><li>- Pohdittaessa, mitä pahimmillaan onnettomuudessa olisi voinut sattua, saadaan konkreettista tietoa niin toiminnansuunnitteluun, sisäisiin pelastussuunnitelmiin, turvallisuusselvityksiin/ toimintaperiaateasiakirjoihin kuin maankäytönsuunnitteluun.</li><li>- Arvioitaessa tapahtumapuulla "worst case scenario", saadaan hyvää ja konkreettista pohjaa suositusten antamiseen (suositusten arvottaminen).</li></ul>
--	--

**DISC-malli**, ei ole onnettomuustutkimetelmä, mutta sitä voisi hyödyntää onnettomuustutkinnassa

<i>Kuinka kauan käytettiin aikaa arviointiin?</i>	Keskusteltiin DISC-mallista ja pohdittiin sen hyödynnettävyyttä Tukesissa. DISC ei ole varsinaisesti kehitetty onnettomuustutkintaan.
<i>Kuinka monta % analyysistä ehdittiin läpikäydä?</i>	Analyysin tekeminen yksityiskohtaisesti ei ole mahdollista jälkikäteen, koska tarvittaisiin paljon tietoa organisaation toiminnasta ja arvoista. Arvioitiin yleisellä tasolla DISC-mallin mukaisia hyvän turvallisuuskulttuurin kriteereitä.
<i>Mihin menetelmä on tarkoitettu, mitä sen avulla etsitään?</i>	DISC-mallin avulla voidaan selvittää tekijöitä, jotka vaikuttavat ihmisten ja organisaatioiden toimintaan (turvallisuuskulttuuriin). DISC-mallissa on määritelty kuusi hyvän turvallisuuskulttuurin kriteeriä.
<i>Kuinka paljon vaatii asiantuntijuutta / koulutusta?</i>	Malli on melko yksinkertainen perustasolla, mutta jos halutaan paneutua yksityiskohtaisesti "collective mindset:iin" (normit, arvot, sosiaalinen identiteetti), niin silloin on hyvä käyttää muita asiantuntijoita (esim. organisaatiopsykologia). Vaatii asiantuntijuutta ihmisten ja organisaatioiden johtamisesta, jotta osataan tunnistaa vaikuttavia tekijöitä.
<i>Mitä hyvää menetelmässä on?</i>	Malli lähtee liikkeelle työtehtävästä ja jokaista työntekijää voidaan tarkastella erikseen (mikä rooli; työntekijä, työnjoh-to,...). Lähestymistapa organisaation toiminnasta.
<i>Mitä negatiivista menetelmässä on?</i>	DISC on suunniteltu ihmisten ja organisaatioiden analysointiin, joten se ei huomioi teknisiä syytekijöitä. Ei näin ollen sovellu ainoana lähestymistapana Tukesin onnettomuuksien tutkinnassa.
<i>Missä onnettomuuksien tutkinnan prosessin vaiheessa menetelmä antaa tukea?</i>	DISC on malli (ei menetelmä), joten ei anna "valmiita ohjeita", mitä pitäisi kysyä. Mallin pohjalta voidaan laatia haastattelukysymyksiä tiedonkeruuvaiheessa. Tapauksesta riippuen olisi hyvä pienryhmällä miettiä haastattelukysymyksiä ja selvitettäviä asioita a) ennen onnettomuuspaikalle menoa tai b) sen jälkeen, kun on saatu tapahtumaketju selvitettyä muiden menetelmien avulla ja halutaan selvittää tarkemmin organisatorisia tekijöitä. Turvallisuuskulttuurin <i>analysointi</i> tuo onnettomuustutkintaan erilaista näkökulmaa. Syvällisiin analysointeihin tarvitaan usein erityisasiantuntijoita esim. organisaatiopsykologiasta. DISC-mallin avulla voisi laatia Seveso-valvontaan liittyviä kysymyspatteristoja.
<i>Huomioiko järjestelmää/organisaatiota?</i>	Kyllä, paljon. Malli painottuu työhön, työtehtävään ja johtamisjärjestelmään.
<i>Auttaako toimenpiteiden määrittämisessä?</i>	Malli tuo esiin organisaation menettelyitä ja käytäntöjä sekä mahdollisia aukkopaiikkoja. Saatujen tietojen pohjalta voidaan määrittää toimenpiteitä, mutta ei järjestelmällisesti. DISC-mallin mukaan voidaan arvioida hyvän turvallisuuskulttuurin kriteereitä (6 kohtaa). esim. 4-portaisella asteikolla. Malli auttaa toimenpidesuosituksen määrittämisessä.
<i>Esitysmuoto?</i>	Sanallista arviointia. Tuloksia voidaan esittää taulukossa kriteereittäin esim. liikennevalväreillä.
<i>Voidaanko arvioida myös onnistumisia?</i>	Kyllä, malli tukee onnistumisten havainnointia. Kuutta eri kriteeriä arvioidaan "toteutuu oikein hyvin - ei toteudu käytännössä" -asteikolla neliportaisella tai tiheimmällä asteikolla.

<i>Muuta</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Tukesin onnettomuuksien tutkintaa koskevassa lainsäädännössä tutkintaa ei ole rajattu vain teknisten ja johtamiseen liittyvien tekijöiden selvittämiseen. Tutkinnalla on tavoitteena saada tietoa onnettomuuteen vaikuttaneista tekijöistä, joten tulee myös huomioida prosessiturvallisuuden johtamista ja tietyiltä osin myös turvallisuuskulttuuria. DISC-malli antaa apua turvallisuuskulttuurin arviointiin.</li><li>- DISC-mallin hyvän turvallisuuskulttuurin kriteerit ovat tärkeä näkökulma onnettomuuksien tutkinnassa. Mallin pohjalta voisi laatia kysymyspatteriston ja arviointikriteerit Seveso-onnettomuuksien valvontaan. Pohdittava kuitenkin tapauskohtaisesti Tukesin tutkinnan tavoite ja tarkastelun taso. Usein yksityiskohtainen organisaation tarkastelu ei ole Tukesin tutkinnassa tarpeellista. Jos tutkinnallisesti tulee esille, että turvallisuuskulttuurilla on ollut vaikutusta onnettomuuteen, asiasta, Tukesin raporttiin on mahdollista kirjoittaa "löydöksiä" yleisellä tasolla (ei kuvata liikennevaloväreillä). Tarvittaessa voidaan tehdä yhteistyötä alan asiantuntijoiden kanssa tai suositella toiminnanharjoittajaa selvittämään turvallisuuskulttuuria yksityiskohtaisemmin.</li></ul>
--------------	--



**ESReDA- Cube**, ei ole ei ole onnettomuustutkimusmenetelmä, vaan mallin avulla voidaan arvioida onnettomuuksista oppimista

<i>Kuinka kauan käytettiin aikaa arviointiin?</i>	1 h
<i>Kuinka monta % analyysistä ehdittiin läpikäydä?</i>	10 %
<i>Mihin menetelmä on tarkoitettu, mitä sen avulla etsitään?</i>	Mallilla saadaan selvitettyä onnettomuuksista oppimista eri tasoilla (mikro, makro, meso); mitä pitäisi oppia onnettomuudesta sekä mitä tapauksesta on opittu ja mitä on jäänyt oppimatta. Malli ei ole onnettomuustutkimusmenetelmä, eikä sen tavoitteena ole selvittää tapahtumien kulkua.
<i>Kuinka paljon vaatii asian-tuntijuutta / koulutusta?</i>	Mallin käyttö vaatii perehtymistä, jotta ymmärtää kuution eri osat. Vaatii termien määrittelyä; mitä ko. tapauksessa tarkoitetaan termeillä mikro (esim. yritys), makro (esim. toimiala) ja meso (esim. viranomaiset). Mallin käyttö vaatii osaamista oppimisen näkökulmista.
<i>Mitä hyvää menetelmässä on?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mallissa korostuu oppimisen näkökulma ja oppimista tarkastellaan järjestelmällisesti eri tasoilla sosioteknisessä järjestelmässä (vrt. AcciMap:n tasot).</li> <li>- Mallilla arvioidaan oppimisen tasoja (levels of learning): single (esim. korjataan mittareita), double (esim. vaihdetaan mittaristo toiseen) ja triple loop (keksitään mittariston tilalle jotain muuta).</li> <li>- Malli soveltuu teematutkintaan, kun tarkastellaan onnettomuuksista oppimista; voidaan kirjata taulukkoon eri tapauksista oppimista.</li> </ul>
<i>Mitä negatiivista menetelmässä on?</i>	Ei sovellu itse tutkintaan, mutta mallilla mahdollisuus pohtia oppimisen näkökulmaa. Malli ei tuo esille tapahtumien kulkua (ei ole edes mallin tarkoituksena).
<i>Missä onnettomuuksien tutkinnan prosessin vaiheessa menetelmä antaa tukea?</i>	Erityisesti tutkinnan loppuvaiheessa, kun mietitään toimenpiteitä vastaavien onnettomuuksien ennaltaehkäisemiseksi: mitä opittavaa onnettomuudesta on eri tasoilla (mikro, makro, meso) ja edelleen pohtia mm. miten viranomaiset voisivat omalla toiminnallaan parantaa oppimista (esim. tiedottaminen, valvonta). Analyysi kannattaisi kuitenkin tehdä siinä vaiheessa, kun on vielä mahdollista selvittää analyysissä esille nousevia asioita. Mallin näkökulmaa voisi hyödyntää myös tutkinnan jälkeisessä kokouksessa mietittäessä suosituksia ja toimenpiteitä toiminnanharjoittajalle, yleisesti toimialalle, viranomaisille ja muille sidosryhmille.
<i>Huomioiko järjestelmää/organisaatiota?</i>	Paljon, mutta yleisemmällä tasolla kuin esim. DISC. DISC huomioi organisaation turvallisuuskulttuuria ja ESReDA Cube organisaatioiden oppimista.
<i>Auttaako toimenpiteiden määrittämisessä?</i>	Kyllä, mallin tavoitteena on nimenomaan määrittää toimenpiteitä.
<i>Esitysmuoto?</i>	Taulukko
<i>Voidaanko arvioida myös onnistumisia?</i>	Kyllä, oppimisen näkökulmasta; mitä opimme?
<i>Muuta</i>	Malli on julkaistu maaliskuussa 2015 ja sitä tullaan mahdollisesti muokkaamaan saatujen kokemusten perusteella.

## **Liite 8. Hyvät käytännöt onnettomuustutkintaprosessin eri vaiheissa**

Organisaatioiden menettelyissä ja ohjeistuksissa (esim. onnettomuustutkintakäsikirja) on hyvä huomioida esitettyjä hyviä käytäntöjä tutkinnan onnistumisen, onnettomuuksista oppimisen ja turvallisuuden parantamisen varmistamiseksi. Tähän kootut hyvät käytännöt on kirjoitettu yleisellä tasolla Tukesin Seveso-viranomaisille järjestetyn työpajan, Euroopan Seveso-viranomaisille suunnatun kyselyn sekä kirjallisuuden perusteella. Hyviä käytäntöjä on kirjoitettu sekä tutkintaprosessin eri vaiheisiin että tutkinnan arviointiin. Alussa on kirjattu hyviä käytäntöjä onnettomuustutkintaraporttien arviointiin, joka kuuluu useiden viranomaistenkin valvontatehtäviin. Hyvät käytännöt on kirjoitettu Seveso-viranomaistutkinnan näkökulmasta, mutta ovat sovellettavissa eri tutkintaorganisaatioiden tutkintaan.

### Hyviä käytäntöjä onnettomuustutkintaraporttien arvioinnissa:

- Organisaatiossa on laadittu raporttien arviointiin menettelyt ja ohjeistus, joista selviää, mitä asioita raportissa tulee olla ja millä tarkkuudella.
- Onnettomuustutkintaraporttien arvioijalle on annettu asianmukainen ja riittävä koulutus. Arvioijalta vaaditaan riittävästi asiantuntemusta prosessista, tekniikasta, inhimillisestä ja organisatorisesta toiminnasta, johtamisesta, turvallisuudesta sekä onnettomuustutkinnasta ja onnettomuustutkintamenetelmistä.
- Varmistetaan, että raportista ilmenee tutkinnan tavoite ja raportti noudattaa hyvän kirjoittamisen periaatteita (Hyviä käytäntöjä raportointiin ao. kohdassa).
- Varmistetaan, että organisaatiota, toimintaa ja olosuhteita on kuvattu riittävän tarkasti.
- Varmistetaan, että onnettomuuden tapahtumaketju on kuvattu riittävän tarkasti.
- Varmistetaan, että onnettomuuteen johtaneita syitä ja syytekijöitä on tarkasteltu riittäväällä tarkkuudella.
- Varmistetaan, että onnettomuustutkinnassa on tarkasteltu asianmukaisella tarkkuudella niin teknisiä, inhimillisiä, organisatorisia kuin systeemisiä tekijöitä.
- Varmistetaan, että esitetyt johtopäätökset ja kehittämistoimenpiteet liittyvät tutkinnassa havaittuihin syytekijöihin.
- Onnettomuustutkintaraportin arvioinnissa huomioidaan aikaisemmat onnettomuudet ja arvioidaan, onko niissä esiintynyt sellaisia havaintoja tai suosituksia, joita tulisi huomioida ko. onnettomuudessa tai siitä oppimisessa.
- Tehdään tarvittaessa yhteistyötä muiden viranomaisten ja sidosryhmien kanssa.
- Tarvittaessa edellytetään toiminnanharjoittajalta lisätoimia.
- Arvioidaan, vaatiiko tapahtuma toiminnanharjoittajalta tarkempaa tutkintaa tai onko muiden tahojen aloitettava yksityiskohtaisempi tutkinta.
  
- Arvioidaan, minkälaisiin toimiin viranomaisen tulee ryhtyä ko. toiminnanharjoittajan, saman toimialan tai muiden valvontakohteidensa kanssa (esim. selvityspyyntöjä, suosituksia, vaatimuksia).

- Arvioidaan, mitä opittavaa on:
  1. Kyseisellä toiminnanharjoittajalla, muilla saman toimialan toiminnanharjoittajilla, muilla toimialoilla sekä järjestöillä niin kansallisesti kuin kansainvälisesti.
  2. Valvovalla viranomaisella (esim. käsiteltävät asiat tarkastuksilla, valvontateemat, lainsäädäntömuutos) ja muilla sidosryhmillä.
- Varmistetaan, että onnettomuusilmoitus on toimitettu asianmukaisille tahoille (esim. VARO) ja arvioidaan, onko tapauksesta aiheellista tiedottaa.
- Seurataan toteutustoimenpiteiden toteuttamista ja tarvittaessa reagoidaan.
- Arvioidaan onnettomuustutkintaraporttien arviointiprosessin onnistumista ja tehdään tarvittavat kehittämistoimet.

Hyviä käytäntöjä onnettomuustutkinnan aloittamisessa:

- Organisaatiossa on laadittu menettelyt ja ohjeistus onnettomuustutkinnalle sekä annettu koulutusta. Koulutus on säännöllistä.
- Viranomaisiin pyytää toiminnanharjoittajalta kirjallisen selvityksen, jota päivitetään tutkinnan edetessä.
- Tilanteesta riippuen harkitaan, pitääkö laitoksen toiminta keskeyttää.
- Onnettomuuden seurausten ja saatujen tietojen perusteella päätetään tutkinnan aloittamisesta. Tutkinnan aloittamisen kriteerit on määritelty esim. onnettomuustutkintakäsikirjassa.
- Tutkinnan aloittamiselle on laadittu tarkistuslista asioista, jotka on huomioitava ja hoidettava.
- Arvioidaan, lähdetäänkö onnettomuuspaikalle välittömästi vai myöhemmin. Tämä riippuu myös tutkintaa tekevistä organisaatioista.
- Luodaan yhteys viranomaisiin (esim. Tukes, pelastus-, työsuojelu-, ympäristöviranomaisiin, poliisi, Onnettomuustutkintakeskus).
- Muodostetaan onnettomuustutkintaryhmä. Huomioitavia asioita:
  - Ryhmässä on vähintään kaksi henkilöä, joista yksi voi toimia mentorina.
  - Tutkintaryhmässä on monialaista osaamista ja riittävää asiantuntemusta prosesseista, tekniikasta, inhimillisestä ja organisatorisesta toiminnasta, johtamisesta, turvallisuudesta, onnettomuustutkinnasta ja onnettomuustutkintamenetelmistä sekä lainsäädännöstä.
  - Käytetään tarvittaessa eri alojen asiantuntijoita (esim. prosessit, tekniikka, onnettomuustutkintamenetelmien käyttö, organisaatiotutkinta). On luotu kattava asiantuntijaverkosto.
  - Tehdään harkinnan mukaan yhteistyötä omassa organisaatiossa ja muiden viranomaisten kanssa.
  - Varmistetaan tutkintaryhmän jäsenten puolueettomuus, riippumattomuus ja objektiivisuus tutkintaan.
  - Tutkintaryhmän jäsenten ja muiden asiantuntijoiden roolit ja tehtävät on määritelty selkeästi.
- Tutkinnan alussa varmistetaan riittävät resurssit tutkinta-aineiston keruuseen. Resursseja voidaan pienentää tutkinnan edetessä.

- Jos samaa onnettomuutta tutkii useampi eri taho, mietitään missä määrin yhteistyötä voi ja kannattaa tehdä. Sovitaan menettelyistä, miten varmistetaan riittävä tiedonvälitys (esim. yhteinen kalenteri, missä nähdään eri tahojen käynnit onnettomuuspaikalla ja käynnin tavoite, valokuvien jakaminen).
- Jos onnettomuustutkintaan liittyy rikostutkinta, on mietittävä sen vaikutukset tutkintaan (esim. mitä tietoja kerrotaan, minkälaista yhteistyötä muiden tutkintaa tekevien organisaatioiden kanssa voi tehdä).
- Laaditaan onnettomuustutkintasuunnitelma (esim. tutkinnan tavoite, käytettävissä olevat resurssit, roolit ja tutkinnan toteutus) ja päätetään tutkintamenetelmistä. Tutkintamenetelmiä kannattaa tavallisesti olla useita ja tutkinnan edetessä menetelmävalinta voi muuttua.
- Nimetään osapuolille yhteyshenkilöt, joiden kanssa sovitaan käytännön järjestelyistä tutkinnan aikana.
- Luodaan avoin ja rakentava ilmapiiri onnettomuustutkinnalle. Kerrotaan selkeästi tutkinnan tavoite.
- Toiminnanharjoittaja on sitoutunut tutkinnan tavoitteisiin.
- Tutkinta tehdään tiiviillä aikataululla.
- Tutkinta, mukaan lukien haastattelut ja todisteiden kerääminen, aloitetaan mahdollisimman nopeasti.
- Varmistetaan, että onnettomuuspaikkaan ja ao. laitteisiin ei kosketa.
- Huomioidaan laitoksen työntekijät ja toiminta onnettomuustutkinnassa.
- Huomioidaan tutkintaryhmän turvallisuus onnettomuustutkinnassa niin tutkintapaikalla kuin matkustettaessa. Huomioidaan niin fyysinen kuin henkinen kuormittuminen.
- Huomioidaan organisaation linjaus viestinnässä:
  - Sisäinen viestintä: (esim. miten tiedotetaan onnettomuudesta johtoa, viestintää ja muita).
  - Ulkoinen viestintä: Päätetään ja tiedotetaan julkisuuteen mahdollisimman pian henkilö, joka vastaa onnettomuutta koskeviin kysymyksiin organisaatiossa. Varmistetaan, miten tiedonvälittäminen sisäisesti toteutetaan.
  - Harkinnan mukaan järjestetään tiedotustilaisuuksia tai tehdään tiedotteita jo tutkinnan aloittamisvaiheessa. Tiedotustilaisuudet voidaan järjestää myös yhteistyössä muiden sidosryhmien kanssa.
  - Hyödynnetään sosiaalista mediaa viestinnässä.
- Selvitetään, onko vastaavia onnettomuuksia sattunut aikaisemmin (mm. VARO-rekisteri, eMARS, kollegat, LinkedIn).
- Onnettomuustutkintaa voidaan aloittaa myös:
  1. Seurauksiltaan lievempien tapausten ja läheltä piti -tilanteiden selvittämiseksi.
  2. Muualla sattuneiden onnettomuuksien/tapahtumien jälkeen arvioimalla olisiko vastaavaa voinut tapahtua täällä.
  3. Ilmiöiden/teemojen tutkimiseksi.

Hyviä käytäntöjä tiedon keruussa:

- Tietoa kerätään ihmisiltä, fyysisestä ympäristöstä ja asiapapereista.
- Tietolähteitä ovat esim. haastattelut, asiakirjat, prosessikuvat, tiedot teknisistä järjestelmistä ja automaatiosta sekä operaattoreiden toiminnasta, laitteistojen käsikirjat, huolto- ja kunnossapitojärjestelmä, mittaustulokset, tarkistuslistat, tiedot vallinneista sääoloista ja muista ympäristöolosuhteista, ympäristönäytteet. Tutkinnassa tärkeitä asiakirjoja ovat mm. toiminnalle myönnetyt luvat, käyttöönotto- ja määräaikaistarkastuspöytäkirjat, turvallisuusselvitys/toimintaperiaateasiakirja, pelastussuunnitelmat, riskienarvioinnit, räjähdysuojasasiakirjat, ohjeistukset, koulutusaineistot ja työluvut.
- Aloitetaan tiedon keruu niin nopeasti kuin mahdollista, koska osa tiedoista voi hävitä esim. sääolojen tai välttämättömien onnettomuusraivausten takia. Myös lokitiedostot sekä valvontakameratallenteet voivat hävitä.
- Onnettomuuspaikan eristäminen: Tutkinnan aloittamisvaiheessa on ilmoitettu, että onnettomuuspaikan raivausta tai siivousta ei saa tehdä muulta osin kuin on välttämätöntä turvallisuuden varmistamiseksi. Jos raivausta on tehtävä, pyritään kuvaamaan onnettomuuspaikka ja sen läheisyys mahdollisimman tarkasti ennen raivausta.
- Tiedon keruuseen on laadittu tueksi tarkistuslista, jota päivitetään. Kerätään tietoa mieluummin liikaa kuin rajoitetaan tutkintaa etukäteen.
- Mukana on oma tarpeellinen välineistö tiedon keruuseen ja oman työturvallisuuden varmistamiseen. Huomioitava mahdolliset räjähdysvaaralliset tilat ja siellä käytettävä välineistö.
- Käytössä on tarpeeksi resursseja, niin taloudellisia resursseja kuin osaamistakin.
- Luodaan verkosto tiedon keruulle mahdollisimman aikaisin (esim. toiminnanharjoittaja, viranomaiset, laitetoimittajat, tutkimuslaitokset). Viranomaisten tehdessä tiedon keruuta muilta viranomaisilta voi olla mahdollista saada esim. kuva-aineistoa ja haastattelupöytäkirjoja. Haastattelukysymysten laadinnassa voi olla mahdollista tehdä yhteistyötä, mutta on huomioitava, että esim. poliisitutkinta voi kestää onnettomuustutkinnan kannalta liian pitkään.
- Tietoa ei kerätä pelkästään onnettomuuden välittömien syiden selvittämiseksi vaan pyritään selvittämään myös taustalla vaikuttaneita asioita (esim. päätöksenteko).
- Laaditaan haastattelukysymykset huolella. Tehdään yksinkertaisia kysymyksiä ja annetaan vastaajan kertoa asioista omin sanoin. Hyviä kysymyksiä ovat esim. "kuvailetko tapahtumia ja olosuhteita", "liittyikö tapahtumiin jotain normaalista poikkeavaa", "mikä oli sinun roolisi", "mitä arvelet, olisiko tapahtuman voinut estää jotenkin".
- Hyödynnetään haastattelukysymysten laadinnassa kirjallisuudessa esiintyviä kysymyslistoja harkinnan mukaan. Kysymyslistoja löytyy useita eri tarkastelunäkökulmista, kuten turvallisuuskulttuurista, resilienssistä ja menetelmien manuaaleista.
- Hallitaan haastattelumenetelmät, huomioidaan uhrien ja heidän läheistensä kohtaaminen.
- Toiminnanharjoittajalta kerätään tietoa eri organisaatiotasoilta ja huomioidaan sijaisuuDET ja työvuorot. Samaa asiaa kannattaa kysyä usealta eri henkilöltä. Kirjalliset kyselylomakkeet auttavat tiedon keruussa esim. jos on useita työvuoroja tai vierasmaalaisia, jolloin tutkintaa hankaloittavat kieliongelmat.
- Haastattelut aloitetaan mahdollisimman nopeasti, koska ihmisten käsitykset tapahtuneesta voivat muuttua ajan kuluessa. Haastatteluissa on hyvä kysyä onnettomuuteen liittyvien kysymysten lisäksi, miten työt normaalisti tehdään ja oliko onnettomuustilan-

teessa jotain normaalia poikkeavaa. On hyvä selvittää, mitä työntekijät aikoivat tehdä ja miten.

- Pitkät keskustelut työntekijöiden kanssa auttavat usein ymmärtämään, onko vastaavia tapauksia ollut aikaisemmin.
- Tulee huomata, että haastattelut eivät ole aina luotettavia.
- Otetaan runsaasti valokuvia, mieluiten digitaalisia valokuvia, joissa näkyy kuvan ottamisen ajankohta. Valokuvista on hyvä olla kirjanpito, kuten valokuvaajan sijainti kuvaa otettaessa ja kuvan mittasuhteet.
- Perehdytään aikaisemmin sattuneisiin vastaaviin onnettomuuksiin ja käytetään tietoja tutkinnan tukena.
- Kerätyn aineiston perusteella tehdään hypoteesit ja suunnataan lisätiedon keruuta tarpeen mukaan.

Hyviä käytäntöjä tiedon analysoinnissa:

- Analysoidaan kaikki käytössä oleva aineisto (fyysinen, suullinen, kirjallinen) ja selvitetään välittömät syyt ja taustalla vaikuttaneet syytekijät, mutta myös onnistumiset (mitkä toiminnot/suojaukset vaikuttivat siihen, että pahinta mahdollista onnettomuutta ei tilanteesta kehittynyt).
- Etsitään asetettujen tavoitteiden mukaisesti riittävän laajasti vastauksia kysymyksiin mitä, missä ja milloin. Ulotetaan tarkastelu riittävän pitkälle perimmäisiin syihin ja muihin syytekijöihin sekä keskinäisiin syy-seuraussuhteisiin.
- Selvitetään tapahtumaketju sekä kuvataan se graafisesti ja kronologisesti yhteisen mielikuvan muodostamiseksi ja lisätiedontarpeen määrittämiseksi.
- Hyödynnetään tutkintaryhmän ulkopuolisia asiantuntijoita tarpeen mukaan esim. syy-seurauskaavion valmistelussa kyseenalaistamaan tutkintaryhmän näkemyksiä. Laajennetun analyysiryhmän käytön tavoitteena on tutkinnan laadun ja tutkinnasta oppimisen kehittäminen.
- Tarvittaessa tehdään yhteistyötä muiden organisaatioiden kanssa (esim. organisaatiotekijöiden arviointi, prosessit ja tekniikka, tutkimuslaitokset).
- Analyysivaiheessa kyseenalaistetaan tehdyt oletukset ja joko todistetaan tai hylätään tehdyt hypoteesit (esim. "puolesta/vastaan" -taulukoilla) ja määritetään mahdollisesti uusia hypoteeseja.
- Analyysiä tehdessä kysytään tarpeeksi monta kertaa "miksi". Syy-seurauskaaviota määrittäessä tulee tunnistaa, mitkä suojaukset toimivat hyvin, mitkä huonosti ja mitkä puuttuivat kokonaan.
- Hyödynnetään onnettomuustutkintamenetelmää ja mahdollisesti useampaa sopivaa menetelmää tutkintaprosessin vaiheissa harkitusti. Muistetaan kuitenkin, että menetelmä on vain apuväline. Menetelmien valintaan ja käyttöön on ohjaamassa menetelmäosaaja. Tarvittaessa käytetään apuna ulkopuolisia asiantuntijoita.
- Tutkintaryhmällä on säännölliset tapaamiset. Hyödynnetään videoneuvottelu- ja muita etäkokousmahdollisuuksia.
- Analyysivaiheessa hyödynnetään aikaisemmin sattuneita onnettomuuksia.

Hyviä käytäntöjä johtopäätösten tekemisessä ja raportoinnissa:

- Raportointi aloitetaan heti tutkinnan alusta.
- Jos kirjoittajia on useita, sovitaan tehtävistä selkeästi. Yksi vastaa kirjoitusten yhdistämisestä raportiksi.
- Raportointi noudattaa hyviä kirjoittamisen periaatteita, joita ovat selkeä rakenne ja loogisuus. Dokumentoidaan myös tutkinnan eteneminen ja prosessin vaiheet. Asiat esitetään ytimekkäästi.
- On laadittu raporttipohja, joka auttaa tiedon jäsentelyä.
- Tutkinnan tulokset perustuvat tutkinnassa tehtyihin havaintoihin tai mittauksiin. Raportista tulee selvitä, mikäli tuloksen oikeellisuuteen liittyy epävarmuustekijöitä tai vaihtoehtoja. Tulee perusteella selkeästi, miksi tutkintatulos ei välttämättä ole oikea.
- Johtopäätöksissä huomioidaan tutkinnalle asetettu tavoite.
- Johtopäätökset ovat selkeitä ja loogisia ja ne esitetään ytimekkäästi, jotta asiat jäävät muistiin ja oppiminen olisi parempaa.
- Johtopäätökset kohdistetaan niin teknisille, inhimillisille kuin organisatorisille tekijöille.
- Raportissa esitetään graafinen kuvaus onnettomuudesta ja siihen vaikuttaneista tekijöistä. Tuodaan esille myös onnistumisia.
- Raportissa ei keskitytä vain kyseiseen onnettomuuteen vaikuttaneiden tekijöiden esittämiseen vaan arvioidaan, miten vastaavat onnettomuudet voidaan jatkossa estää.
- Käytetään tutkintaryhmän ulkopuolisia apuna arvioimaan tulosten johdonmukaisuutta ja objektiivisuutta sekä johtopäätöksiä.
- Hyödynnetään viestinnän asiantuntijoita raportin ja tiivistelmän viimeistelyssä.
- Organisaatiossa on selkeät menettelyt onnettomuustutkinnassa kerätyn aineiston arkistointiin.

Hyviä käytäntöjä suositusten laatimisessa:

- Suositusten tulee perustua onnettomuustutkinnassa löydettyihin syihin ja syytekijöihin.
- Suositusten tulee olla selkeitä ja täsmällisiä ja konkreettisia. Suositukset esitetään kuitenkin niin, että kerrotaan kehitettävä kohde, mutta ei toteutustapaa. Silloin asianosaisille jää mahdollisuus innovoida paras toteutusvaihtoehto.
- Suositukset kohdistetaan tutkinnan tuloksista riippuen niin teknisille, inhimillisille kuin organisatorisille tasoille.
- Laaditaan konkreettisia suosituksia koko toimialalle sekä mahdollisesti yli toimialarajojen. Suositukset voivat olla yksityiskohtaisesti kohdistettu ko. toiminnanharjoittajalle sekä yleisemmin laajemmalle kohderyhmälle onnettomuuksista oppimisen näkökulmasta.
- Määritetään suosituksia sosioteknisen järjestelmän eri tasoille.
- Suositusten tulee olla teknisesti ja taloudellisesti toteuttamiskelpoisia. Tavoitteena on löytää kuhunkin tilanteeseen optimaalinen ratkaisu ymmärtäen, että aina ei ole mahdollista saavuttaa täydellistä ratkaisua.
- Suosituksia mietittäessä käydään läpi vanhojen onnettomuustutkintojen suosituksia ja arvioidaan aikaisempien onnettomuustutkintojen vaikuttavuutta. Jos aikaisemmista ei ole otettu opiksi, on pohdittava, miten jatkossa on toimittava toisin muutosten aikaansaamiseksi.
- Suositukset kirjoitetaan laadittaviin tiedotteisiin.
- Johtopäätösten ja suositusten määrittämisessä on hyvä tehdä yhteistyötä toiminnanharjoittajan edustajien kanssa.

Hyviä käytäntöjä tiedon levittämisessä:

*a) tutkinnan tulokset:*

- Laaditaan suunnitelma tiedon levittämisestä eli määritellään, kenelle tiedotetaan, milloin ja miten. Kohderyhmä vaikuttaa tiedottamistapaan. Tavoitteena on, että mahdollisimman moni oppisi tapahtumista.
- Tiedon jakamiseen on useita vaihtoehtoja, kuten tiedotteet, uutiskirjeet, turvallisuustietoiskut, opetus ja koulutus, teemapäivät, tarkastuskäynnit, viranomaistapaamiset. Onnettomuustutkinnan tulosten perusteella tehty toimintatapojen kehittäminen on myös eräänlainen tiedon jakamisen tapa.
- Hyödynnetään sosiaalista mediaa (esim. Facebook, Slideshare, LinkedIn, Twitter, YouTube).
- Raportti laitetaan kotisivuille helposti saataville.
- Laaditaan tiedote ainakin suomeksi ja englanniksi onnettomuustutkinnan valmistuttua.
- Toimitetaan onnettomuustutkintaraportti lainsäädännössä esitetyille tahoille.
- Järjestetään tiedotustilaisuuksia harkinnan mukaan.
- Esitellään tutkintaraporttia viranomaisille ja neuvottelukunnille sekä ministeriöille ja muille sidosryhmille harkinnan mukaan.
- Levitetään tietoa eri maiden välillä EU:n ja Pohjoismaiden kokouksissa.
- Levitetään tietoa teollisuusjärjestöjen kautta.
- Toimitetaan raportti onnettomuustietokantoihin (esim. VARO, eMARS).
- Tutkinnan aikana tutkinnasta tiedottamisen tulee olla mahdollisimman avointa vaarantamatta kuitenkaan itse tutkintaa.

*b) tutkinnasta oppiminen (kokemukset tutkinnan tekemisestä):*

- Tutkintaryhmä arvioi tutkinnan onnistumista (mikä onnistui, mitä olisi kannattanut tehdä toisin?) sekä kokemuksia onnettomuustutkintamenetelmien käytöstä.
- Keskustellaan tutkintakokemuksista ja menetelmien käytöstä omassa organisaatiossa ja välitetään kokemuksia myös muille tutkintaa tekeville tahoille.
- Ollaan aktiivisia luomaan uusia kanavia onnettomuustutkintaan ja osallistutaan keskusteluihin esim. LinkedInissä.

Hyviä käytäntöjä suositusten toteutuksessa ja seurannassa:

- Suositukset ja kehittämistoimet huomioidaan koko organisaation toiminnassa sekä muissa yksiköissä ja toimipaikoissa.
- Huomioidaan aktiivisesti onnettomuustutkinnan tulosten "takaisinkytkentä" riskienhallintaan eli päivitetään riskienarvioinnit ja toimintaohjeet sekä annetaan koulutusta.
- Kehittämissuunnitelmille asetetaan määräpäivät ja vastuuhenkilöt.
- Seurataan suositusten toteuttamista.
- Seurannan tulee olla tarpeeksi pitkäkestoista, koska esim. organisatoriset ja ihmisen käyttäytymiseen liittyvät kehitystoimet kestävät pitkään. Voi myös olla, että onnettomuudesta oppiminen on lyhytkestoista eli pian muutosten jälkeen palataan vanhoihin käytäntöihin.
- Esim. viranomaiset välittävät onnettomuustietoja ja annettuja suosituksia niin Suomessa kuin muualla sattuneista onnettomuuksista esim. valvontatyössä ja muulla viestinnällä onnettomuuksista oppimisen tehostamiseksi.



Hyviä käytäntöjä arvioinnissa:

- Arvioidaan *onnettomuustutkintaprosessia* esim. itsearvioinnilla ja tutkintaryhmän sisäisellä keskustelulla, jotta voidaan varmistaa tutkinnan onnistuminen ja oppia seuraavia tutkintoja silmällä pitäen.
- Arvioidaan niin *onnettomuustutkinnan vaikuttavuutta* kuin *onnettomuuksista oppimisen tehokkuutta* sosioteknisen järjestelmän eri tasoilla.
- Arvioidaan *onnettomuustutkinnan onnistumista* prosessin eri vaiheissa, hyviä käytäntöjä ja kehittämiskohteita.
- Arvioidaan, minkälaisiin toimiin viranomaisen tulee ryhtyä kyseisen toiminnanharjoittajan, saman toimialan tai muiden valvontakohteidensa kanssa (esim. selvityspyyntöjä, suosituksia, vaatimuksia).
- Arvioidaan, mitä opittavaa on
  - kyseisellä toiminnanharjoittajalla, muilla saman toimialan toiminnanharjoittajilla, muilla toimialoilla sekä järjestöillä niin kansallisesti kuin kansainvälisesti.
  - valvovalla viranomaisella (esim. käsiteltävät asiat tarkastuksilla, valvontateemat, lainsäädäntömuutos) ja muilla sidosryhmillä.
- Määritetään kehittämistoimet aikatauluineen sekä seurataan toteutusta.
- Välitetään kokemuksia onnettomuustutkinnasta ja menetelmien käytöstä omalle organisaatiolle sekä muualle.