

YRTTI – Yhteiset riskiarviointiperusteet turvallisuukselvityksille

**Ylva Gilbert
Tuomas Raivio**



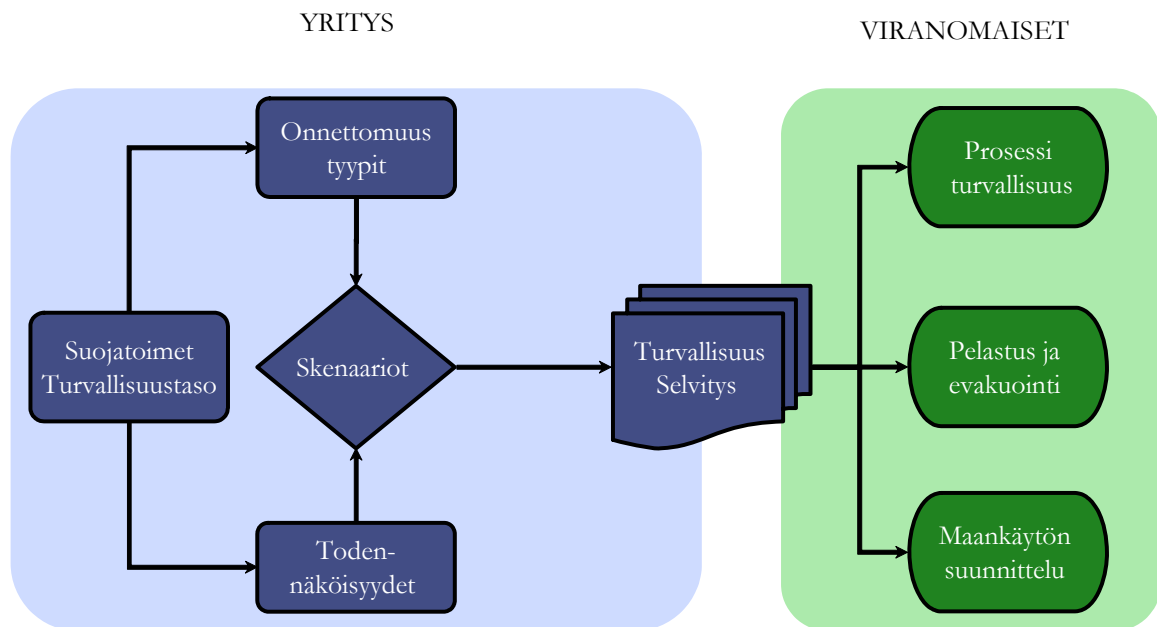
gaia 

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	4
2 TAVOITTEET JA MENETELMÄ	5
3 RISKIEN TUNNISTAMISEN JA ARVIOINNIN HAASTEET	7
3.1 TURVALLISUUSSELVITYSTEN RISKIARVIOINNIN NYKYTILA KILPILAHDESSA	7
3.2 VAIKUTUSTEN ARVIOINTI.....	7
3.3 SKENAARIOIDEN VALINTA	10
3.4 TODENNÄKÖISYYKSIEN ARVIOINTI JA ESITYS.....	11
3.4.1. <i>Todennäköisyyden haasteellisuudesta</i>	11
3.4.2 <i>Katsaus todennäköisyyskäsitteen määritelmiin</i>	11
3.4.3 <i>Todennäköisyydet ja suuronnettomuusskenaarioiden arviointi</i>	12
3.4.4 <i>Vaihtoehto todennäköisyyksien arvioinnille</i>	12
3.5 PAHIN MAHDOLLINEN TAPAHTUMA.....	15
3.6 VAIKUTUSTEN SUHTEUTTAMINEN LAITOKSEN YMPÄRISTÖN HAAVOITTUVUUTEEN	16
3.7 KIRJALLINEN ESITYS	17
3.7.1 <i>Tiedon esittämisen vaikeus</i>	17
3.7.2 <i>Onnettomuustyyppien kytkentä laitospohjaisiin vaarallisten aineiden määriin</i>	17
3.7.3 <i>Prosessikuvauksen kytkentä häiriöihin</i>	18
4 PARHAAN KÄYTÄNNÖN ETSIMINEN MAAILMALTA	19
4.1 KANSAINVÄLINEN NÄKÖKULMA	19
4.2 RANSKA	19
4.3 ISO-BRITANNIA	22
5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA SYSTEMATIIKAN LISÄÄMINEN TUKESIN KEINOIN	23
LÄHTEET JA OSALLISTUNEET TAHOT	25
YRITYSHAASTATTELUT.....	25
TYÖPAJAOSALLISTUJAT 15.11.2006 KILPILAHDESSA.....	25
TYÖPAJAOSALLISTUJAT 21.12.2006 KILPILAHDESSA.....	25
LÄHTEET.....	25

1 Johdanto

Turvallisuusselvitys on suuronnettomuusvaarallisen laitoksen kuvaus omasta toiminnastaan ja niistä vaaroista, joita se toiminnallaan aiheuttaa. Turvallisuusselvitys palvelee sekä prosessiturvallisuuden valvontaa, maankäytön suunnittelua että pelastussuunnitelmien laadintaa (ks. kuva 1.1). Esimerkiksi maankäytön suunnittelun suhteen tavoitteena on muun muassa arvioida, mitä voidaan turvallisesti sijoittaa laitoksen ympärille. Yksinkertaisimmillaan suojaetäisyys kohteesta voidaan esittää metreinä suhteessa kemikaalimäärään: esimerkiksi palavien nesteiden suojaetäisyydet on metrimääräisesti määritelty tonnimäärän mukaan¹ ja pienemmille kohteille on tulossa konkreettiset, ennalta määrätyt metrimääräiset suojaetäisyydet. Näitä ei kuitenkaan voida suoraan soveltaa monimutkaisten turvallisuusselvitysvelvollisten laitosten kohdalla, jolloin vaaditaan erillinen riskiarviointi.



Kuva 1.1 Turvallisuusselvitys rajojen ylittäjänä

Turvallisuusselvitykselle on siten monia vaatimuksia. Olemassa olevassa TUKESin ohjeessa mainitaan kohdassa 1, että: *“toiminnanharjoittajan tulee osoittaa, että se on selvillä harjoittamansa toimintaan liittyvistä suuronnettomuuksien mahdollisuuksista ja on ryhtynyt tarpeellisiin toimenpiteisiin onnettomuuksien välttämiseksi sekä seurausten rajoittamiseksi”*. Tavoitteena on, että turvallisuusselvitys muodostaisi selkeän, loogisen ja yrityksen toimintaa ja riskitasoa heijastavan analyttisen katsauksen yrityksen prosesseihin ja toiminnasta johtuvien suuronnettomuuksien mahdollisuuksiin.

Riskiarvioinnin kattavuuden ja tarkoituksenmukaisuuden lisäksi arvioinnin tulokset tulisi esittää selkeästi ja helposti ymmärrettävästi, jotta viranomaisille muodostuisi kokonaiskuva laitoksen turvallisuustilasta ja niistä järjestelmistä, jotka on tarkoitettu estämään mahdollisen suuronnettomuuden tapahtumista. Sen sijaan esimerkiksi tarkkoihin teknisiin yksityiskohtiin

¹ SFS-standardista 3350 ja nestekaasun suojaetäisyys KTM:n päätöksestä nestekaasusetuksen soveltamisesta 3411997

voitaisiin pureutua liitteissä tai jopa tarkastuskäyntien yhteydessä. Turvallisuusselvitys on tiedonlähde erilaisille viranomaisille ja onkin tärkeää pyrkiä löytämään kommunikointitapa, -taso ja -kieli, joilla voidaan edesauttaa yhteisen ymmärryksen löytämistä.

TUKES on melko yksityiskohtaisesti ohjeistanut turvallisuusselvityksen laadinnan² riskiarviointia, mutta tästä huolimatta esimerkiksi tähän tutkimukseen osallistuneiden yritysten nykyisissä turvallisuusselvityksissä todettiin tämän hankkeen puitteissa olevan huomattavan paljon eroavaisuuksia. Eroavaisuudet hankaloittavat sekä laitoksen turvallisuustason arviointia viranomaisnäkökulmasta että vaikeuttavat laitosten keskinäistä vertailua kansallisella tasolla. Eroavaisuudet tekevät myös muiden viranomaisten tehtävät haasteelliseksi. Eroavaisuuksia on erityisesti seuraavissa tekijöissä:

- Suuronnettomuusskenaarioiden tunnistamismenetelmä
- Suojaustoimien esittelemisen ja näiden vaikutusten arviointi
- Todennäköisyyksien arviointi ja niiden huomiointitapa
- Suuronnettomuuden vaikutusten kuvaamistapa
- Vaikutusten suhteuttaminen laitoksen ympäristön haavoittuvuuteen

Myös varsinaisen raportoinnin suhteen eroavaisuudet ovat huomattavia. Mahdollisuudet soveltaa yhteisiä riskiarviointikriteereitä turvallisuusselvityksissä on haasteellinen aihekokonaisuus, jota on tässä YRTTI-hankkeessa lähestytty nykytilan analyysin ja toimijoiden ja viranomaisen yhteisen tavoitetilan tunnistamisella. Arviointi perustuu kuuden yritysten turvallisuusselvityksissä käytettyihin riskiarviointilähestymistapoihin ja näiden kriittiseen vertailuun sekä toisiinsa että tavoitetilaan. Tapausesimerkkeinä toimivat yritykset ovat osa Pohjoismaiden suurinta jalostamo-, petrokemian- ja muoviteollisuuden keskittymää Porvoon Kilpilahdessa. Hankkeeseen osallistui kaikki kuusi Kilpilahden turvallisuusselvitysvetollista yritystä: Aga Oy, Borealis Polymers Oy, Finnplast Oy, Inngoas Oy, Neste Oil Oyj sekä Styrochem Oy.

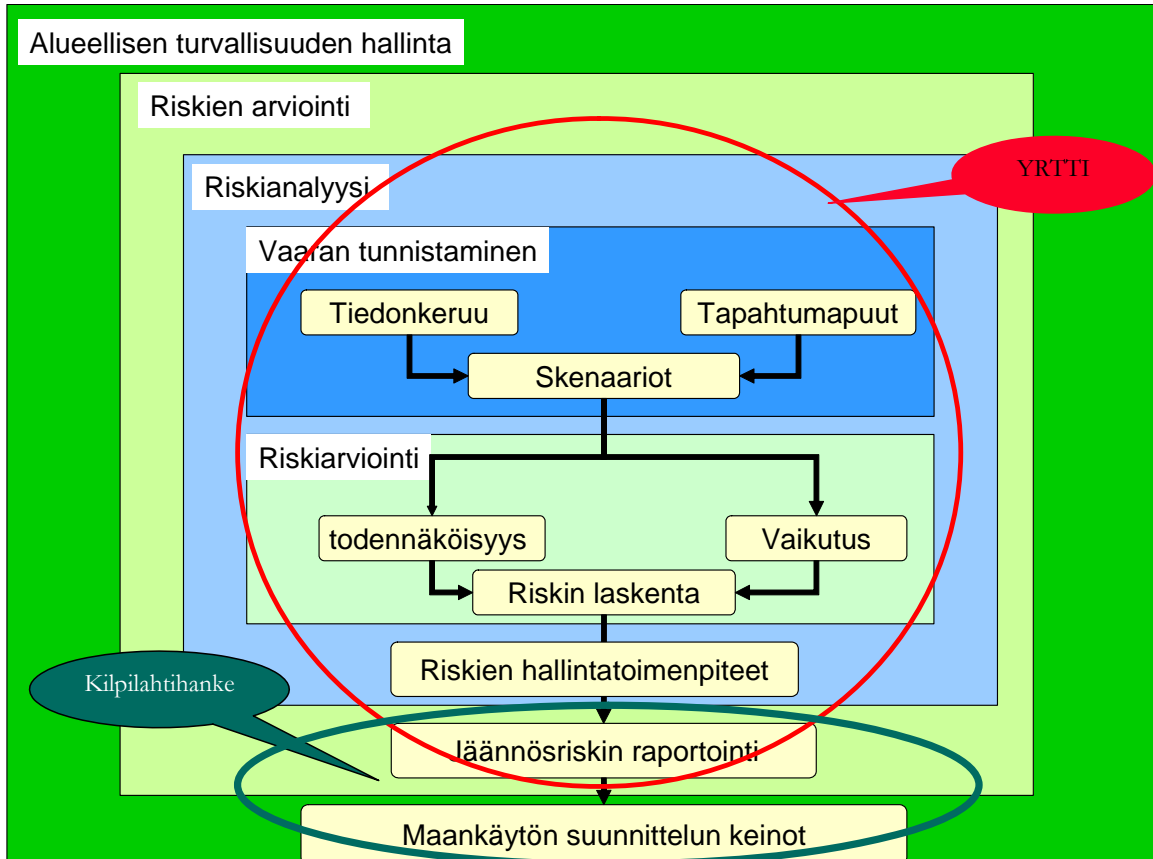
Tässä raportissa esitetään ensin yhteenveto case-yritysten suuronnettomuusriskien tunnistamiseen ja arviointiin käytetyistä kriteereistä ja niiden eroavaisuuksista. Nykytila-analyysin lisäksi hankkeessa on tehty alustava katsaus Ranskan ja Iso-Britannian käytäntöihin sekä yhdessä yritysten ja TUKESin kanssa haarukoitu alustavia yhteisiä kriteereitä suuronnettomuusriskiarvioinnille. Viimeisenä esitetään tunnistettuja kehittämiskohteita.

2 Tavoitteet ja menetelmä

YRTTI -hankkeen tavoitteena on selvittää tavoitetila siitä, millaisia turvallisuusselvitysten yhteisten riskinarviointikriteerien tulisi olla, millaisia kriteereitä käytetään nyt ja mitkä keskeiset tekijät mahdollisesti estävät yhteisten kriteerien käyttöä. Turvallisuusselvitys muodostaa rajapinnan yritysten ja eri viranomaisten välillä (ks. Kuva 1.1). Yhteinen kieli ja yhtenäinen esitystapa, jolla edistetään eri tahojen yhdenmukaista tulkintaa suuronnettomuusriskeistä, on tunnistettu tavoitetila.

² TUKES ohje K1-06

Hanke liittyy keskeisesti toiseen käynnissä olevaan hankkeeseen ”Kilpilahden Seveso-laitokset ja maankäytön suunnittelu: Riski ja mahdollisuudet”³, jossa selvitetään Kilpilahden alueen turvallisuusselvitysvelvoitusten laajentamisen suuronnettomuusriskien vaikutuksia ja huomiointia alueen maankäytön suunnittelussa. Kuvassa 2.1 on esitetty yleinen alueellisen turvallisuuden riskiarvioinnin viitekehys ja näiden kahden hankkeen suhde. Hankkeiden tuloksia toivotaan voivan hyödyntää mm. meneillään olevassa säädösvalmistelussa, jossa asetuksella ja TUKES-ohjeella tullaan täsmentämään nykyistä lainsäädäntöä.



Kuva 2.1. YRTTI- ja Kilpilähti –hankkeiden suhde

Yllä olevan viitekehysten mukaisesti tässä raportissa on pureuduttu sekä **vaaran tunnistamismenetelmiin** että itse **riskiarviointiin**. Myös **riskien hallintatoimenpiteiden huomiointi** ja suhteuttaminen muuhun riskianalyysiin on arvioitu. **Jäännösriskin raportointi** vastaa tässä turvallisuusselvityksen laadintaa.

Selvityksessä on tehty alustava kirjallisuuskatsaus kansainvälisiin käytäntöihin sekä analysoitu esimerkkirytysten turvallisuusselvityksiä. Hankkeen ohjausryhmään kuuluivat Leena Ahonen ja Anne-Mari Lähde TUKES:ista. Tietoa on täydennetty kuudessa yrityskohtaisessa haastattelussa sekä kahdessa vuorovaikutteisessa työpajassa yritysten ja TUKESin edustajien kanssa⁴

³ ”Gaia Consulting Oy on toteuttanut hanketta 2006 -2007 tiiviissä yhteistyössä kuuden yritysten, TUKES:n, kaavoittajien ja ympäristöhallinnon kanssa. Hankkeen tulokset kootaan raporttiin, jonka on suunniteltu valmistuvan helmikuussa 2007 ja joka julkaistaneen Itä-Uudenmaan liiton toimesta”

⁴ Kokous 5.1.2007 (Osallistujat Päivi Rantakoski, Leena Ahonen, Anne-Mari Lähde sekä Heikki Penttinen)

3 Riskien tunnistamisen ja arvioinnin haasteet

3.1 Turvallisuusselvitysten riskiarvioinnin nykytila Kilpilahdessa

Turvallisuusselvitys on viranomaisten vaatima työkalu turvallisuuden systemaattisen parantamisen edistämiseksi ja toimenpidepriorisoinnille. Turvallisuusselvityksellä yritys osoittaa, että se tuntee omat vaaransa ja on varautunut näihin. Rakenteessa ja esitystavassa tulisi huomioida, että selvitys on helposti ymmärrettävä, se kuvaa selkeästi yrityksen toimintaperiaatteet onnettomuuksien ehkäisemiseksi ja sen, miten nämä nivoutuvat turvallisuusjohtamisjärjestelmään. Case yritysten turvallisuusselvitysten kirjallisen analyysin perusteella nähtävillä oli huomattavia eroavaisuuksia lähestymistavassa. Syvällisempiä tietoja eroavaisuuksista ja perusteita mm. menetelmävalintapäätöksille arvioitaessa haastatteluissa ilmeni, että eroavaisuudet ehkä näyttäivät suuremmilta kuin mitä ovat **erilaisten esittämistapojen takia**.

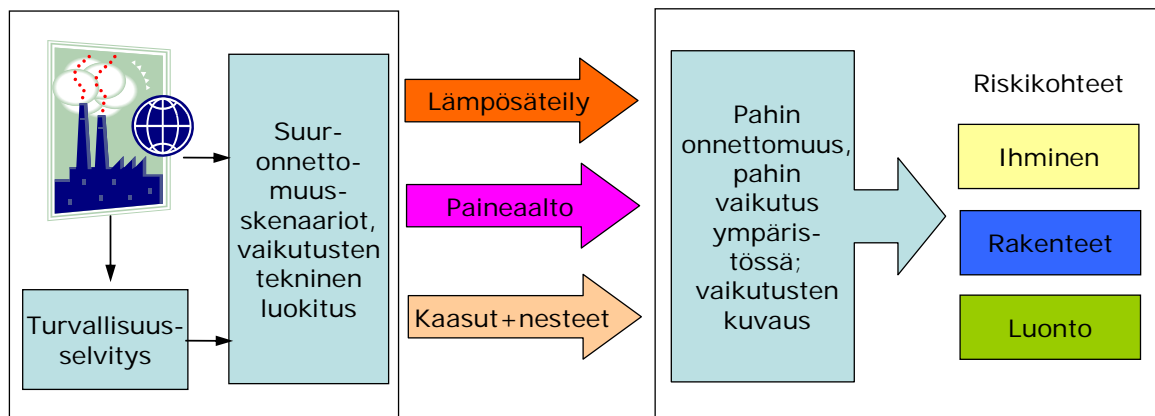
Vaikutusten huomiointitapaan läheisesti liittyvä, yhtenäisen **vaikuttavuusluokituksen** luominen on tehty Kilpilahden maankäytön suunnittelu -hankkeen yhteydessä kattavasti ja tarkennettu tämän hankkeen puitteissa. Mahdollisten suuronnettomuuksien vaikutusten vertailukelpoisen arvioinnin ja kuvaamisen lisäksi tunnistettiin suurimmiksi haasteiksi:

- Looginen ja todellisuuteen pohjautuva skenaariovalintamenetelmä
- Todennäköisyyden arviointi ja esitys
- Systemaattiseen ja vertailukelpoiseen kirjallisen dokumentin tuottaminen

Tunnistetut keskeiset eroavaisuudet haarukoitiin tarkemmin kirjallisuudesta hyviä käytäntöjä etsien ja ongelmalähtöisesti yhteisessä työpajassa. Tulokset on esitetty seuraavissa luvuissa

3.2 Vaikutusten arviointi

Vaikutusten arvioinnissa yhtenä suurena ongelmana on **systematiikka** ja erilaisten vaikutusten **keskinäinen vertailukelpoisuus**. Vaikutusten arviointiin on tarkemmin pureuduttu maankäytön suunnitteluun tähtäävässä hankkeessa Kilpilahdessa yhdessä kaavoittajien, TUKESin, ympäristöhallinnon ja yritysten kanssa. Tämän hankkeen tuloksena kehitettiin Gaia Zoner -menetelmä suuronnettomuuksien vaikutusten arviointiin. Menetelmä kehitettiin alun perin maankäytön suunnittelun kannalta oleellisten riskien arviointiin, mutta se soveltuu myös kokonaisvaltaiseen vaikutustarkasteluun. Vaikutuksia arvioidaan teknisillä parametreilla suhteessa vaikutuksiin vastaanottajissa. Riskikohteina käsitellään tässä ihmiset, rakennukset ja muu infrastruktuuri ja luonto. Menetelmän periaate on esitetty kuvassa 3.1.



Kuva 3.1 Gaia Zoner –vaikutusarviointimenettelyn periaate.

Menetelmässä keskeistä on teknisten suuronnettomuuskuvausten muokkaaminen esimerkiksi maankäytön suunnittelun kannalta ymmärrettäväksi tiedoksi. Tähän päästään seuraavilla menettelyillä:

- Suuronnettomuuksien vaikutukset kunkin vaikutustavan suhteen luokitellaan teknisesti ja tämän lisäksi luokkien vaikutukset riskikohteisiin kuvataan kvalitatiivisesti.
 - Tekninen luokittelu antaa yrityksille raja-arvot vaikutusarviointietäisyyksien laskemiseksi
 - Luokkien kuvaus antaa tulkinnan luokan merkitykselle.
- Kukin vaikutusmekanismi on luokiteltu yhteismitalliseksi niin, että
 - Pahimmat vaikutukset johtavat ihmisen kuolemaan, rakennusten tuhoutumiseen tai ympäristön erittäin vaikeaan pilaantumiseen (Korkean riskin alue⁵)
 - Seuraavaksi pahimmat vaikutukset johtavat pysyvään haittaa ihmiselle, rakennusten vaurioitumiseen tai ympäristön merkittävään pilaantumiseen (Merkittävän riskin alue)
 - Lievimät vaikutukset johtavat väliaikaiseen haittaan ihmiselle, erilaisiin satunnaisiin vaurioihin rakenteille tai ympäristön edellisiä lievempään pilaantumiseen (Kohonneen riskin alue)
- Vaikutukset yhdistetään yhdeksi pahimman tapauksen vaikutukseksi jokaisessa ympäröivän alueen pisteessä (käytännössä alueittain, esim. sektoreittain):
 - Saman suuronnettomuuden eri vaikutuksista huomioidaan pahin alueelle kohdistuva vaikutus
 - Eri suuronnettomuuksien yhdistetyistä vaikutuksista huomioidaan pahin alueelle kohdistuva vaikutus
 - Eri yritysten yhdistetyistä vaikutuksista huomioidaan pahin alueelle eri yrityksistä kohdistuva vaikutus

Menettely edellyttää, että eri yritysten suuronnettomuus-skenaariot on yhteismitallistettu, mikä on ollut yksi tämän hankkeen tavoitteita. Kilpilahti -hankkeessa muotoiltu tekninen luokitus ja luokkien kvalitatiivinen kuvaus on esitetty taulukossa 3.2. Menetelmää kuvataan tarkemmin Kilpilahti-hankkeen loppuraportissa.

Taulukon 3.2 vaikutusarviointimatriisissa esiintyvä lämpösäteilyannos on tarkoitettu arvioimaan lyhytkestoisten kaasupilvi- ja vastaavien palojen vaikutuksia. Periaatteessa annos lasketaan kertomalla säteilyn intensiteetti sen vaikutusajalla eli kaasupilven arvioidulla paloajalla. Kaavassa esiintyvä intensiteetin eksponentti kuva sitä, että suuret intensiteetit

⁵ Nimityskonventio sovittiin Kilpilahti-hankkeen osalta yritysten ja TUKESin työseminaarissa 15.11.2006

ovat samassa aikayksikössä haitallisempia kuin pienet. Eksponentin arvo on määritelty kokeellisesti ja arvoa 4/3 käytetään yleisesti. Teknisten parametrien valintaa raportoidaan kattavammin Kilpilahti-hankkeen loppuraportissa.

Ympäristöön kohdistuvien vaikutuksien määritelmät on tuotettu Uudenmaan ympäristökeskuksen aiantuntijoilla⁶. On kuteinkin suositeltavaa, että ympäristöön kytkeytyvien vaikutusten tarkka sanallinen muoto tarkennettaisiin ympäristöhallinnon kanssa laajemmin.

Tässä esitetty vaikutusarviointimatriisin tai sen pohjalta tarkennetun version soveltaminen yrityksen suuronnettomuusriskeihin edesauttaisi systemaattisuutta ja vertailukelpoisuutta sekä laitoksen omien skenaarioiden välillä että eri laitosten tuottamien skenaarioiden välillä.

⁶ Määritelmiä haarukoitiin kahdessa ympäristökeskukselle tarkoitetussa yhteistapaamisessa sekä yritysten kanssa työpajassa. Määritelmien lähtökohtana olivat YMPÄRI hankkeen suositukset, joita muokattiin. Yritysten kannalta määritelmiin toivotaan tarkennusta, muun muassa aikajänteen kuvaamista tarkemmin, esimerkiksi vuosimääräisesti

Taulukko 3.2: Vaikutusmatriisi suuronnettomuusskenaarioille

Onnettomuus skenaario	Mittayksiköt+ vaikutuskategoriat	Luokat		
		III - Korkea riski	II - Merkittävä riski	I - Kohonnut riski
Tulipalo/ tulipallos	Jatkuva lämpösäteily kW/m ² (aurinko = n. 1kW/m ²)	yli 10	yli 6	yli 2
	Lämpösäteilyannos TDU (kW/m ^{2,4/3} s)	yli 1000 TDU (n. 46 sekuntia 10kW/m ²)	yli 300 TDU (n. 27 sekuntia 6kW/m ²)	yli 100 TDU (n. 40 sekuntia 2 kW/m ²)
	Vaikutus ihmisiin	vähintään 3. asteen palovammoja (hiiltyneitä kudoksia) tai savumyrkytys	2. asteen palovammoja (rakkoja) 20-60 s altistuksesta tai savumyrkytysoireita	mahdollisesti 1. asteen palovammoja (punoitusta) tai lieviä savumyrkytysoireita
	Vaikutus rakenteisiin	kasvillisuus (12 kW/m ²) voi syttyä, tavalliset rakennukset (14 kW/m ²) voivat syttyä	vähäisempiä vaurioita rakenteille (esim.hiiltyminen), käytetään mm. poistumisteiden suunnitteluarvona (30 s)	erilaisia yksittäisiä haittoja, esim. muovirakenteet vaurioituvat, maali kuoriutuu, deformaatioita
Räjähdy	Paineaallon ylipaine bar tai muu vaikutus	yli 0.3 bar tai heitteitä	0.29-0.1 bar	0.1-0.03 bar
	Vaikutus ihmisiin	keuhkot voivat vaurioitua (yli 1 bar) tärykalvot voivat vaurioitua (0,35 bar), välillisiä vaikutuksia heitteistä, sortuvista rakennuksista ja lasinsiruista	hetkellinen kuulovaurio, mahdollinen kuulon alenema, välillisiä vaikutuksia lasinsiruista ja rikkoutuvista rakenteista	lähinnä välillisiä vaikutuksia esim. ikkunoiden sirpaleista
	Vaikutus rakenteisiin	vakavia vaurioita rakenteille (sortuvat tai syntyä sortumavaara)	korjattavissa olevia vaurioita rakenteille, mahdollinen sortumavaara	ikkunoista n. 50 % hajoaa (0,03), sirpaleet voivat tunkeutua ihoon (0,04)
Kaasuvuoto	Haitallisen aineen pitoisuus	ERPG -3	ERPG - 2	A x ERPG-2-etäisyys
	Vaikutus ihmisiin	pitoisuus, jossa lähes kaikkien ihmisten arvioidaan voivan olla tunnin ajan ilman hengenvaaraa (mutta saaden vakavia haittoja)	pitoisuus, jossa lähes kaikkien ihmisten arvioidaan voivan olla tunnin ajan ilman vaaraa saada palautumattomia tai muita vakavia terveyshaittoja tai oireita, jotka heikentävät kykyä suojaautua altistumiselta (mutta saaden palautuvia haittoja)	A valitaan ainekohtaisesti, kuitenkin vähintään 1.5, jolloin päästään suuruusluokkaan 0.5 x ERPG-2.
Nestevuoto	Vaikutus ihmisiin	ihmishenkiä välittömästi vaarantava kemikaalivuoto	kemikaalivuoto josta ihmisille vakavan haitan mahdollisuus joka vaatii sairaalahoitoa tai pitkäaikaista sairaalolmaa	väliaikaista pienimuotoista haittaa ihmisille, lääkärissä käynti tai lyhyt sairaalolmaa
Kaasu- tai nestevuoto	Vaikutus ekologiseen ympäristöön / vaikutukset ihmisiin ja yhteiskuntaan	Vesistön pysyvä pilaantuminen, kasvillisuuden tuhoutuminen, maaperän pilaantumien, kunnostus teknisesti ja taloudellisesti mahdotonta/ Pohjavesiesiintymän pilaantuminen>1000 henkeä altistuu ja vedenhankinta estyy lopullisesti. Elintarviketuotanto estyy lopullisesti.	Vesistön tilapäinen pilaantumien, palautuminen n. 5 vuodessa, kasvillisuus vaurioituu, maaperä pilantuu, kunnostus mittava mutta mahdollinen / Pohjavesiesiintymän pilaantuminen, 100-1000 henkeä altistuu, vedenhankinta estyy mutta palautuu 10 vuodessa. Elintarviketuotanto keskeytyy 5 vuodeksi	Vesistön pilaantuminen, palautuu itsestään tai kohtuullisilla toimenpiteillä.Maaperän pilaantuminen, kunnostus kohtuullista / Pohjavesiesiintymän lievä tilapäinen pilaantuminen, altistuvia <100, ei hengenvaaraa. Elintarviketuotanto keskeytyy 1 vuodeksi

3.3 Skenaarioiden valinta

Tunnistamalla suuronnettomuuksia aiheuttavia skenaarioita pyritään poistamaan niiden mahdollisia aiheuttajia. Hyvä skenaarioiden valintamenetelmä on systemaattinen ja kattaa kaikki vaaralliset toiminnot. Varsinaisella valinta- ja tunnistamismenetelmällä sinänsä ei ole niin paljon merkitystä, kunhan selvityksessä ilmenee selvästi miksi ja miten skenaario on tunnistettu. Tärkeää on mainita tunnistamismenetelmän perusta. Näitä voivat olla esimerkiksi tunnettu tapahtuma, tunnistettu läheltä-piti tilanne tai esimerkiksi yrityksen

sisäinen riskinarviointityö. Yhteisessä työpajassa todettiin, että skenaariovalinta on kuitenkin usein hyvin hataralla pohjalla. Tämä voi olla turvallisuusselvityksen heikoin lenkki, sillä koko selvitys yleensä keskittyy esitettyjen skenaarioiden vaikutusten kuvaamiseen.

Yrityksille erityisen hyödyllistä tässä olisi TUKESin hyväksymä / suosittelema /valmisteleva esimerkkikuvaus hyvistä käytännöistä. Sen sijaan, että määritellään MITÄ menetelmää käytetään, ehdotamme tarkastuslistan kehittämistä, jossa varmistetaan, että käytettävä lähestymistapa täyttää hyvän riskiarvioinnin kriteerit Kuvaus voisi olla internetissä TUKESin sivustoilla ja/tai liitteenä turvallisuusselvityksessä.

3.4 Todennäköisyyksien arviointi ja esitys

3.4.1. Todennäköisyyden haasteellisuudesta

Suuronnettomuusriskien todennäköisyyksien arviointi on erittäin haasteellista muun muassa seuraavista syistä:

1. Suuronnettomuudet ovat erittäin harvinaisia, joten niistä ei ole luotettavaa tilastointia
2. Suuronnettomuuksien alkusyy ja kulku ovat harvoin vertailukelpoisia
3. Erittäin pienten todennäköisyyksien eron hahmottaminen on äärimmäisen vaikea useimmille ihmisille, mikä tekee arvioinnista vahvasti subjektiivisen.

Vaikka todennäköisyys on vakiintunut käsite riskiarvioinnissa, on syytä muistaa, että todennäköisyys on ennen kaikkea eräs malli epävarmuuden käsittelylle⁷. Seuraavassa on esitetty lyhyt historiikki todennäköisyyskäsitteen kehityksestä, jonka jälkeen käsitteen käyttökelpoisuutta suuronnettomuusriskiarviointiin käsitellään.

3.4.2 Katsaus todennäköisyyskäsitteen määritelmiin

Klassinen todennäköisyystulkinta on syntynyt uhkapelien problematiikasta 1600-luvun puolivälissä. Käsittely rakentui siis tilanteista, joiden vaihtoehdot ovat suhteellisen yksinkertaisia ja joissa koejärjestely on suhteellisen yksinkertaisin järjestelyin toistettavissa. Ns. klassisen tulkinnan mukaan todennäköisyys on tarkasteltavan kysymyksen kannalta suotuisien alkeistapausten lukumäärän suhde kaikkiin mahdollisiin alkeistapauksiin. Esimerkiksi rahanheitossa kruunan todennäköisyys on 1/2, koska suotuisa alkeistapaus on kruunan saaminen (1 kpl) ja kaikkia mahdollisia alkeistapauksia on 2 kpl (kruuna ja klaava).

Todennäköisyyden **frekvenssitulkinta** on suotuisien alkeistapausten ja kaikkien alkeistapausten suhteen raja-arvo toistettaessa koetta (äärettömän) monta kertaa. Tulkinta mahdollistaa mm. tilastollisen päättelyn. Sitä sovellettiin jo 1700-luvulla, mutta tulkinnan kannalta keskeinen suurten lukujen laki todistettiin nykymuodossaan vasta 1900-luvun

⁷ Muita mahdollisia malleja ovat esimerkiksi vaikkapa sumeat joukot ja epävarman päättelyn mallit. Epävarmuus voi olla tarkasteltavan ilmiön sisäinen tai se voi liittyä ilmiön havaitsemiseen. Keskeisiä epävarmuuden lähteitä ovat mm. tilastot ja niiden variaatio; otokset ja niiden valintatapa; mittausvirheet; mallinnusvirheet; havainnot tarkasteltavaa järjestelmää muistuttavasta järjestelmästä; asiantuntija-arviot; epäsuorat mittaukset; ja tarkoituksellinen virheellinen tieto (hämäys, harhautus)

alussa. Klassiseen ja frekvenssitulkintaan perustuvaa käsittelyä on pidettävä todennäköisyyslaskennan ja tilastotieteen valtavirtana.

Klassinen ja frekvenssitulkinta ovat objektiivisia siinä mielessä, että ne ovat olemassa riippumatta havaitsijan käsityksestä. Objektiivisuus kuitenkin olettaa erityisesti frekvenssitulkinnassa että koetoistot ovat identtisiä ja riippumattomia. **Tämä on suuronnettomuusien todennäköisyyksien arvioinnissa erityinen ongelmakohde. Näiden osalta onkin kysyttävä, onko objektiivinen todennäköisyys toimiva, mitattavissa ja johtaako se rationaaliseen johtopäätökseen.**

Toisenlaista ajattelua edustaa käytännössä vasta 1960-luvulla yleistynyt bayesilainen⁸ todennäköisyyslaskenta. Bayesilaisessa ajattelussa kaikkea epävarmuutta mitataan todennäköisyyksinä. Käytännön sovellukset edellyttävät mallintamista ja parametrisointia, mutta yhteismitallinen epävarmuuden kuvaaminen mahdollistaa erilaisten evidenssien yhdistämisen. Klassisen ja bayesilaisen tulkinnan välimaastoon sijoittuu joukko lähtökohdiltaan lähinnä tieteenfilosofisia tulkintoja.

3.4.3 Todennäköisyydet ja suuronnettomuusskenaarioiden arviointi

Turvallisuusselvitysten todennäköisyyskäsittelyn kannalta **suuronnettomuusien tilastoaineiston vähyys** sekä olemassa olevien tilastojen merkittävästi **toisistaan poikkeavat käyttöolosuhteet** tekevät objektiivisten todennäköisyyksien arvioinnin myös luotettavuusteknisissä vika- tai tapahtumapuutyypissä tarkasteluissa melko haastavaksi ja epävarmuustekijät suuriksi. Toisaalta täysin subjektiiviset arviot eivät välttämättä täytä yhteismitallisuuden kriteeriä. Lisäksi todennäköisyyslaskentatulosten tulkinta on hyvin haastavaa: mitä esimerkiksi tarkoittaa suuronnettomuuden esiintymistodennäköisyytenä ”kerran kymmenessä miljoonassa vuodessa”. Erityisesti koska arvioinnin virhemarginaali voi olla hyvinkin suuri, on kysyttävä, voidaanko lainkaan tehdä päätöksiä tämän pohjalta, ja millaisiin toimenpiteisiin tuloksen tulisi johtaa? Pelkkään subjektiiviseen asteikkoon pohjautuvat arvioinnit, kuten ”joskus - harvoin – erittäin harvoin – erittäin epätodennäköinen” -tyyli ei myöskään toimi tässä tilanteessa, jossa arvioijalla ani harvoin on kokemusta vastaavien tilanteiden arvioinnista. Tällaisen asteikon parhaat hyödyt saadaan silloin, kun arvioidaan suuri määrä riskejä ja tavoitteena on riskien priorisointi, jolloin varsinainen absoluuttinen riskitaso ei ole kriittinen, vaan käytetyn asteikon yhdenmukainen käyttö kaikille arvioiduille riskeille. Tämä ei ole suuronnettomuusriskiskenaarioiden arviointitavoite turvallisuusselvityksissä. Kansallisella tasolla tämä voisi periaatteessa olla tavoitteena, mutta silloin todennäköisyyksien arvioijan tulisi olla sama – eli käytännössä viranomainen. Tämä ei liene realistinen ajatus.

3.4.4 Vaihtoehto todennäköisyyksien arvioinnille

TUKESin ohjeessa on jo maininta sitä että todennäköisyyksien sijaan voidaan esittää ne olosuhteet, joissa onnettomuus voisi tapahtua. Toimintamalli otettiin yritysseminareissa erittäin positiivisesti vastaan. Ei ole liioiteltua todeta, että todennäköisyyskäsite on

⁸ Thomas Bayes 1701-1762. Tämän mukaan todennäköisyys on subjektiivinen havaitsijan tapausta koskevan uskomuksen määrän mittaluku. Perusajatus on, että havaitsijalla on jokin etukäteinen (*priori*) käsitys tarkasteltavan tapahtuman luonteesta, ja uudet havainnot päivittävät havaitsijan todennäköisyyskäsitettä (*posteriori*). Kahden havaitsijoiden todennäköisyyskäsitteet voi olla erilainen samasta aineistosta, koska heidän taustatietonsa ovat erilaiset. Tulkinnassa todennäköisyys on epävarmuuden kuvaus riippumatta siitä, onko kyseessä jo tapahtunut asia vai tulevaisuutta koskeva väite.

riskiarvioinnissa sekä käsitteellisesti vaikeinta että suurin virhelähde. On myös hyvin vaikeaa argumentoida tietyn, esitetyn todennäköisyyden puolesta tai vastaan. Mikäli suuronnettomuus on selkeästi rajattavissa yhteen tai kahteen tapahtumaketjuun ja näiden tapahtumista on olemassa olevaa, luotettavaa tilastotietoa, näitä voitaisiin toki käyttää. Mikäli olemassa olevaa tietoa onnettomuuteen johtavien sattumien todennäköisyyksistä sen sijaan ei ole saatavilla, tarkan arvioinnin tuottaminen on erittäin vaativaa. Ei voida olettaa, että yritysten riskiarvioinnista vastaavat tahot olisivat kykeneviä tähän ainakaan sellaisella tasolla, että tulokset olisivat valtakunnallisesti vertailukelpoisia.

Olisikin ilmeisesti hedelmällisempää tarkastella määrällisten todennäköisyysarviointien sijaan laadullisia kriteereitä. Näitä ovat erityisesti:

- Olosuhteet, joissa suuronnettomuus voisi tapahtua
- Teknisten ja organisatoristen suojaustoimien ominaisuudet
 - lukumäärä
 - riippumattomuus
 - toimintavarmuus

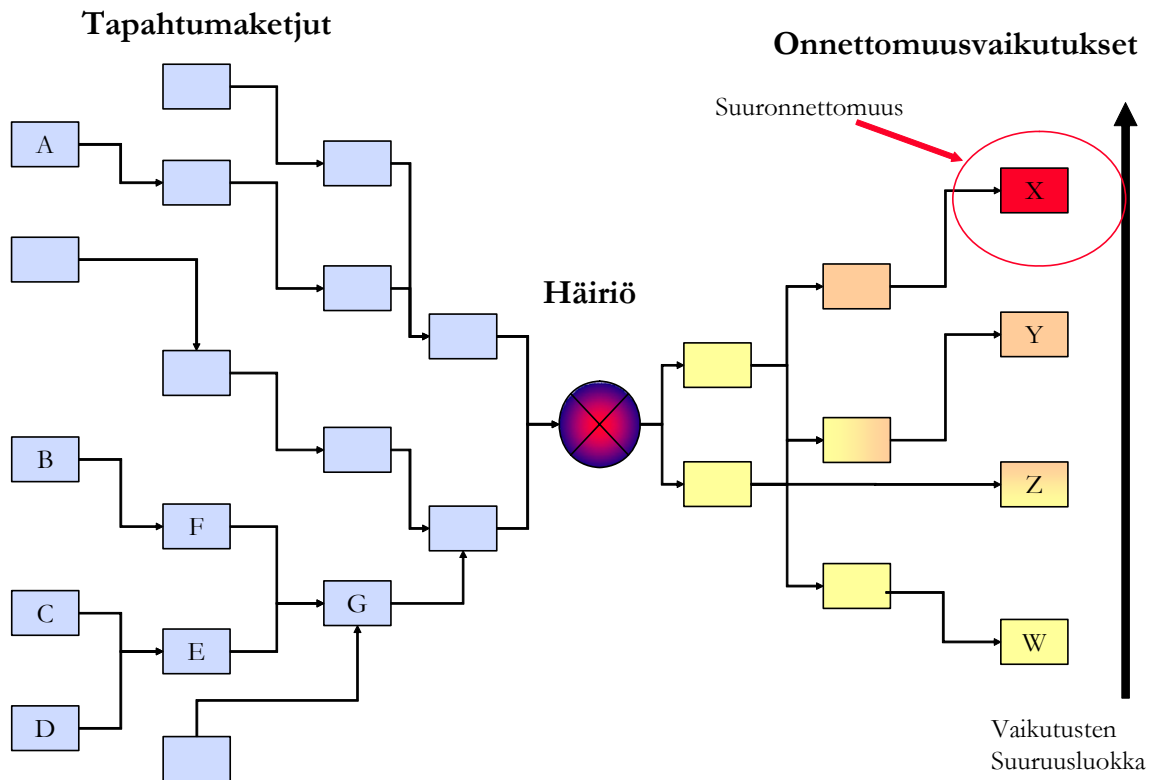
Laadullisten kriteereiden systemaattisen hahmottamisen yksi työkalu on ns. Bow-Tie⁹ menetelmä – suomeksi tunnettu ns. syy-seurauskaaviona. Menetelmä soveltuu varsin hyvin muun muassa valittujen kriittisten tapahtumien seurausten ja syiden tunnistamiseen¹⁰. Syy-seuraus-kaavion ollessa usein kytketty tekniseen vika-puuanalyysiin, se voi nimellä luoda käyttäjille mielikuvaa hyvin yksityiskohtaisesta analyysityökalusta. Yksityiskohtainen tekninen vikapuu voikin olla erittäin monihaarainen ja haasteellinen tehtävä. Suuronnettomuusskenaarioiden hahmottamisessa tärkeämpi on kuitenkin järjestelmätasolla tapahtuva tarkastelu. Niinpä tässä raportissa syy-seuraus-kaavion sijaan, menetelmän tuotos on nimetty hieman lennokkaammin perhostapahtumapuuksi. Nämä visuaaliset puut auttavat hahmottamaan häiriötilaan johtavat yhteensattumat ja häiriön eskaloitumismekanismeja suuronnettomuudeksi.

Niinpä ehdotetaan kehitettäväksi sellainen menetelmäkuvaus, jolla päästään TUKESin kannalta riittävään tarkkuuteen ilman että hukutaan detaljeihin. Tapahtumapuihin perustuva menetelmä on sangen suoraviivainen ja soveltuu tapahtumakulkujen kuvaamiseen toiminnan alasta riippumatta. Erityisen hyvää suuronnettomuusskenaarioiden havainnollistamiseen tässä on vaihtoehtoisten tilanteiden kattaminen, joihin kriittinen/kriittiset alkutapahtuma(t) saattaa johtaa. Perhostapahtumapuu mahdollistaa myös onnettomuuksien todennäköisyyden tai onnettomuuteen johtavien tekijöiden todennäköisyyksien arvioinnin tai osittaisen arvioinnin. **Vaikeinta on rajata katsaus kriittisiin toimintoihin ilman että eksytään venttiilitason tietoihin.**

Kuvassa 3.2 on hahmotettu menetelmän ydintä perhostapahtumapuuta havainnollistamalla.

⁹ Muun muassa Ranskassa vaadittu menetelmä

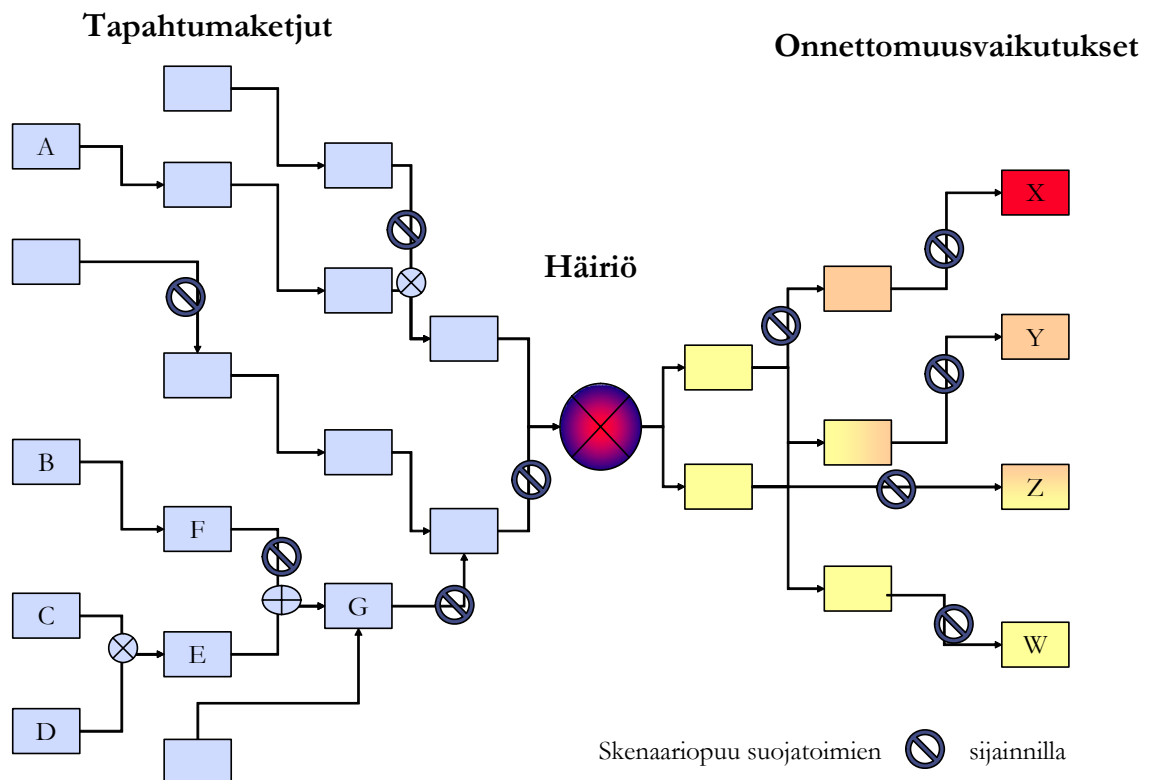
¹⁰ Mun muassa : HSE Information sheet Guidance on Risk Assessment for Offshore Installations Offshore Information Sheet No. 3/2006; Jack Philley, <http://www.chemicalprocessing.com>



Kuva 3.2. Suuronnettomuusperhospuu

Kuvassa 3.2 keskellä oleva häiriötapahtuma ei itsessään ole vielä suuronnettomuus. Häiriö voidaan huomata ja sen seurauksia voidaan rajata. Menetelmä perustuu tällaisten kriittisten häiriöiden systemaattiseen tunnistamiseen (ks. Myös luku 3.7.3 prosessikuvauksesta ja häiriötunnistamisesta). Kuvassa vasemmalla olevat siniset laatikot kuvaavat vikatapahtumia. Nämä voivat olla toisistaan riippumattomia (kuten A ja B) tai riippuvia (kuten E tapahtuu vain jos C ja D tapahtuvat). Myös tapahtuman kulku on riippuvainen erilaisista suojoimista (allastukset, hälytykset, vesiverhot, sprinklerit yms.). Erilaisten polkujen kautta häiriö voi esimerkiksi aiheuttaa pienen vuodon allastukseen (W), Pienen vuodon ympäristöön (Z), keskisuuren häiriön, kuten vuodon syttyminen ja paikallinen tulipalo (Y) tai hallitsemattoman vuodon räjähdysmäinen syttyminen (X). Tällöin X on suuronnettomuusskenaario. Sama suuronnettomuusskenaarioon johtavia häiriöitä voi olla enemmän kuin yksi.

Mielenkiintoisinta turvallisuuden paremman tilan saavuttamisen tavoitteen kannalta on se, että yritys osoittaa havainnollisesti tunnistaneensa mahdolliset häiriöt ja tapahtumaketjut sekä että suojoimien (osoitettu \otimes merkinnällä kuvassa 3.3) kohdentamiseen on panostettu. Lisäksi tällä tavalla voidaan arvioida käytettyjen suojoimien riittävyttä ja tunnistaa mahdolliset tarpeet - ja kohteet – lisäsuojauksille.



Kuva 3.3 Suuronnettomuusperhospuu ja suojaustoimet

Alustavat ajatukset tämäntyyppisestä lähestymistavasta otettiin positiivisesti vastaan case-yrityksissä.

Todennäköisyyksien ollessa sekä vaikeita käsitteellisesti että suuronnettomuuksien kohdalla kutakuinkin mahdottomia luotettavasti arvioida, suositellaan vaihtoehdoisen menetelmän, kuten esimerkiksi suuronnettomuusperhospuun, täsmentämistä ja jalkauttamista yritysten tietoisuuteen.

3.5 Pahin mahdollinen tapahtuma

Yksi selkeä ongelma turvallisuusselvityksissä on pahimman mahdollisen tapahtuman määrittäminen ja esittäminen. Oletusarvoisesti suuronnettomuus on aina pahin mahdollinen skenaario, joka syntyy tietystä tapahtumaketjusta. Ei kuitenkaan ole tarkoituksenmukaista esittää sellaista skenaarioita, joka käytännössä ei ole mahdollinen – esimerkiksi voiko pahin mahdollinen tapahtuma perustua täyteen säiliöön, jos säiliö ei koskaan ole täynnä nykyisellä prosessinajotavalla.

Pahimman tapauksen suuronnettomuusskenaarioiden seurausten arvioinnissa viranomaisten on tällä hetkellä huomioitava yrityskohtaisia eroavaisuuksia siinä, mikä skenaario esitetään. Vaihtoehtoisia malleja ovat mm:

1. Suuronnettomuusskenaariossa ei huomioida suojaustoimia
2. Suuronnettomuusskenaarioissa mainitaan suojaustoimet, mutta vaikutukset arvioidaan ilman näitä

3. Suuronnettomuusskenaariossa mainitaan suojatoimet ja vaikutukset arvioidaan näiden toimiessa

Perusteellinen selvitys käsittelee kaikki vaihtoehdot. Siinä esimerkiksi kuvataan ensin pahin mahdollinen tapahtuma (Suuronnettomuus X kuvassa 3.2) ja siihen johtavat tapahtumat. Tämän jälkeen kuvataan suojatoimet, sekä arvioidaan mikä tapahtumien summa on näiden jälkeen (esimerkiksi pieni vuoto, tapahtuma W kuvassa 3.3). Hyvin esitetyssä skenaarioissa kuvataan sekä suojatoimet, jotka tähtäävät todennäköisyyksien vähentämiseen (kuvassa 3.3. häiriön vasemmanpuolen toimet) ja toimet, jotka tähtäävät vaikutusten vähentämiseen (kuvassa 3.3. häiriön oikealla puolella olevat suojatoimet). **TUKESin viranomaistehtävänä olisi tämän tiedon perusteella viime kädessä arvioida, ovatko yrityksen esittämät suojatoimet riittäviä.** Lähtökohtaisesti TUKES on todennut, että toiminnanharjoittajan tulee pystyä osoittamaan, että esimerkiksi BLEVEä tietyissä tapauksissa ei tarvitse ottaa huomioon maankäytön suunnittelussa¹¹. Tämä tapahtuisi osoittamalla että suojatoimet (ks. kuva 3.3) ovat riittäviä. Pelastussuunnitelmaa laadittaessa myös epätodennäköisemmät tapahtumat tulee huomioida, muun muassa evakuoinnin kannalta

Pahinta mahdollista tapahtumaa ei voida rajata kokonaan varsinaisesti riskitarkastelusta pois. Esimerkiksi varautumisperiaatteen mukaisesti on selvää, että pelastussuunnitelmaa pohdittaessa olisi huomioitava suurin mahdollinen tapahtuma. Sen sijaan maankäytön suunnittelussa voitaisiin ehkä rajata pois ne kaikkein epätodennäköisimmät tapahtumat.

Se, mitkä skenaariot yritys voi rajata pois maankäytön suunnittelua varten kohdennetussa vaikutusarvioinnissa, arvioitaisiin yrityskohtaisesti nykyiseen turvallisuustasoon perustuen. On kuitenkin huomattava, että maankäytön suunnittelu näistä lähtökohdista synnyttää veloitteita pelastustoiminnan suunnittelulle sekä yritysten turvallisuustasolle tulevaisuudessa.

3.6 Vaikutusten suhteuttaminen laitoksen ympäristön haavoittuvuuteen

Suuronnettomuuden vaikutukset tulee suhteuttaa laitosta ympäröivien alueiden haavoittuvuuteen, ts. ihmismääriin, toiminnallisiin funktioihin, infrastruktuureihin ja arvokkaisiin luontokohteisiin erilaisilla vaikutusalueilla.

Vaikutusten suhteuttaminen ympäristöön – sekä rakennettuun että luontoon – ja sen haavoittuviin kohteisiin ei ole helppo tehtävä.. Tätä ei voida pitää pelkkänä yritysten ongelmana, sillä Suomesta puuttuu riittävän yksityiskohtainen määrittely siitä, miten tämä tulisi tehdä. Kilpilahti-hankkeessa kehitetty menettelytapa, jossa vaikutusarvioinnin lisäksi konsultointivyoöhyke jaetaan sopivalla tavalla sektoreihin, joilla maankäytön nykytila kuvataan, tarjoaa yhden lähestymistavan. Tätä on kuvattu tarkemmin rinnakkaishankkeen raportissa.

Perussy ongelmaan on se, että turvallisuusselvitys ja ympäristölupa eivät ole Suomessa suoraan kytköksissä toisiinsa¹². Tämän kytköksen puutteesta voidaan myös todeta, että

¹¹ Tapaaminen 5.1.2007 TUKES:issa, Rantakoski, Ahonen, Lähde ja Penttinen

¹² Turvallisuusselvitysvelvollisten laitosten kohdalla automaattinen velvoite luvan vaaralliselle toiminnalle kumottiin marraskuun 2006 alussa ympäristönsuojelunasetuksella 889/2006. Huomattavaa on, että myöskään tätä ennen yritykset, joiden turvallisuusselvitysvaatimus ei ole peräisin ympäristölle ja terveydelle vaarallisista kemikaaleista vaan palo- ja räjähdysvaarallisten aineiden raja-arvojen ylittävästä varastomäärästä eivät olleet tätä ennenkään automaattisesti ympäristöluvan piirissä.

nykyinen ympäristöriskien käsittely ympäristöluvuissa nähdään olevan vaihtelevalla pohjalla¹³. Tässä voisi olla selventämisen varaa.

3.7 Kirjallinen esitys

3.7.1 Tiedon esittämisen vaikeus

Tällä hetkellä turvallisuusselvitysten kirjallinen taso on kirjava, mikä hankaloittaa viranomaisen tulkintaa esitetystä turvallisuustasosta. Syynä tähän case-yritykset mainitsevat muun muassa sen, että turvallisuusselvityksen laatija usein on käytännön työstä vastaava henkilö, jolle pitkän kirjallisen asiakirjan tuottaminen jo itsessään on haastavaa. Tässä selvityksessä tähän ei ole yksityiskohtaisesti pureuduttu, mutta tärkeimpänä yhtenäistämiskeinona nähtiin viranomaisen ohjeistuksen yhteydessä antamat esimerkit. Oleellisempi kuin yksityiskohtaisesti määritellyt menetelmät on perusajatus, että yritykset yhdessä **kaikkien** asianomaisten viranomaisten kanssa etsisivät sekä parhaita käytäntöjä että **yksinkertaisia esitystapoja**, joita soveltamalla vaaditun tiedon esittämisen yhdentämistä ja vertailukelpoisuutta parannettaisiin.

Seuraavissa kappaleissa on nostettu esille kaksi konkreettista työkalua monimutkaisen tiedon siirtämiselle kohderyhmille ymmärrettävässä muodossa. Näiden soveltuvuutta ja helppokäyttöisyyttä on alustavasti haarukoitu yhdessä case yritysten kanssa.










3.7.2 Onnettomuustyyppien kytkentä laitoskohtaisiin vaarallisten aineiden määriin

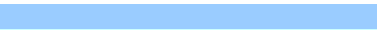

Turvallisuusselvityksessä tulee kuvata vaaralliset aineet, niiden ominaisuudet sekä määrät. Turvallisuusselvitys on tiedonlähde myös kaavoittajille ja pelastusviranomaisille. Vaadittava tekninen ymmärrystaso, jotta esimerkiksi aineiden ominaisuuksista ns. kemiankielellä esitetty tieto olisi lukijalle ymmärrettävä, on korkea. Esimerkiksi maankäytön suunnittelijalle ainekohtainen tarkka selostus voi olla haasteellista luettavaa – ei ole yksiselitteistä arvioida vaarallisten aineiden absoluuttisista määristä, minkä suurusluokan vaarasta on kyse, ellei ymmärrä aineominaisuuksia. Sen sijaan ainemäärän suhteuttaminen turvallisuusselvitysvollisuusrajoihin voisi tarjota **aineriippumattoman luokitusperusteen vaaran suuruudesta**.

Yhtenä havainnollistamiskeinona **suuronnettomuusvaarallisten aineiden vaarallisten ominaisuuksien kytkennästä onnettomuustyyppeihin** saadaan vaikkapa ristiintaulukoimalla. Lisäämällä taulukkoon viittaus varastoidusta määrästä suhteessa sen vaarallisuuteen, voitaisiin samalla luoda alustava havainto mahdollisten onnettomuuksien suuruusluokasta. Tätä on havainnollistettu kuvassa 3.4, missä ristiintaulukointi on tehty suuronnettomuustyypeittäin ja aineominaisuudet kuljetusluokkien perusteella - lähinnä siksi, että tällöin voidaan helposti ulottaa tarkastelu myös kuljetuksiin

Tässä esitetty matriisi on luonteeltaan alustava. Tärkeintä on **työkalumaisen ajattelun periaate** – mahdollisen suosituksen muoto vaatinee tarkentamista. Koekäytössä yritykset kokivat tämän helppona havainnollistamiskeinona, joka on riittävän tarkka yleiskuvan antamiseksi mutta ei riittävän tarkka esimerkiksi terroristeille tai ilkeivallan suunnittelijoille. Työkalu voisi myös helpottaa yhteneväistä pelastussuunnitelmalaadintaa.

¹³Uudenmaan ympäristökeskuksen henkilöstön esittämä mielipide Kilpilahti-hankkeen työpajassa 7.12.2006

KEMIKAALI TYYPPI (Käytetty VAK - luokitusta)	Myrkytys 	Räjähdyks 	Tulipalo 	Ympäristövahinko 
Räjähteet 				
Myrkylliset Kaasut 				
Palavat kaasut 				
Palavat nesteet ja helposti syttyvät aineet 				
Hapettavat ja /tai orgaaniset peroksidit 				
Myrkylliset aineet 				
Syövyttävät ja muut vaaralliset aineet 				

 Tämä onnettomuustyyppi aina olemassa
 Kemikaalin mahdollisuutta aiheuttaa tämä onnettomuustyyppi tulee harkita

Täyttöohje: rastien määrä kertoo yrityksessä varastoitavien kemikaalien määrän seuraavasti:

XXX Turvallisuukselvitysraja ylittyy 25-kertaisesti
XX Turvallisuukselvitysraja ylittyy 10-kertaisesti
X Turvallisuukselvitysraja ylittyy
* Toimintaperieaateasiakirjaraja ylittyy

Kuva 3.4: Kemikaali / Onnettomuustyyppi-matriisi

3.7.3 Prosessikuvauksen kytkentä häiriöihin

Teknistä tietoa prosesseista on nykykäytännössä esitetty vaihtelevalla tasolla. Suurimpana ongelmana on systematiikan puuttuminen ja kytkentä siihen, mitkä kunkin prosessin tai toiminnan vaarat ovat. Itse turvallisuukselvityksessä tämän tiedon tulisi kuitenkin olla selkeästi osoitettu ja kytketty arviointiin suuronnettomuusriskeistä ja niiden aiheuttajista ja hallintatoimista.

Tavoitetilana olisi siten selkeä systemaattinen kuvaus järjestelmätasolla siitä, **missä** voi tapahtua jotakin ja **miksi** ja **miten** se voi tapahtua. Tällä tavalla yritys voi itse asiassa vähentää yksityiskohtaista prosessiin liittyvän tiedon esittämistä ns. venttiilitasolla.

Taso, millä TUKES olettaa että prosessikuvausta tehdään, ei ole tällä hetkellä selkeästi ohjeistettu. Ehdotuksena on, että tarvitun kuvauksen taso itse selvityksessä voisi olla hyvin yleisellä tasolla ja mahdolliset tarkentavat yksityiskohtaiset tiedot annettuna teknisissä liitteissä. Alustavana ajatuksena tälle voisi olla esimerkiksi taulukossa 3.3 esitetyn tyyppinen työkalu. Vaihtoehtoisesti voisi esimerkiksi käyttää vuokaavioita järjestelmän kriittisistä toiminnoista ja hot-spot analyysiä¹⁴.

¹⁴ Gilbert, Y, Lonka, H., Raivo, T., ja Vanhanen, J.(2006) Kemikaalionnettomuusrisalien hallinta toimijaverkostossa Kymenlaaksossa. Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen moniste 22.

prosessi /vaarantekijät	purkaus	säilytys	prosessi A	varasto	lastaus
Tekniset	X		X		X
Automatiikka		X	X		
inhimilliset	X		X		X
organisatoriset	X	X	X	X	X
ulkoiset	X				X

Taulukko 3.3 Prosessi – vaara kuvaus esimerkki

Varsinaisesti esittämistavasta riippumatta olisi kuitenkin tärkeintä, että yrityksille annettaisiin esimerkkejä siitä, **millä tasolla järjestelmäkuvaus tulee tehdä**. Nykykäytäntö vaihtelee erittäin yksityiskohtaisesta suurpiirteisestä ja lähes kaikista puuttuu selkeä kytkeä häiriöiden tunnistamiseen.

Yleistason kuvauksen tärkein ominaisuus olisi sen kytkeä systemaattiseen kuvaukseen mahdollisista vaaranlähteistä.

TUKESin tulisi myös selkeyttää, millä tasolla odotetaan turvallisuusselvityksessä paneuduttavan venttiilitason tietoihin. Tällä hetkellä yrityksissä on ristiriitainen käsitys vaaditusta tasosta. Olisi ehkä myös syytä tarkentaa, mitä voidaan esittää liitteessä ja mitä on oleellista olla itse asiakirjassa ja minkälaista tietoa on itse asiassa parasta säästää tarkistuskäynneille. Tämä on erityisen tärkeää yritysten yhä kasvavan, ns. security-tietoisuuteen pohjautuvan tiedonjaon haluttomuuden kasvun välttämisen kannalta.

4 Parhaan käytännön etsiminen maailmalta

4.1 Kansainvälinen näkökulma

Hyvä turvallisuusselvitys on selkeä, looginen ja yrityksen toimintaa ja riskitasoa heijastava analyttinen katsaus yrityksen prosesseihin ja toimintaan. Tätä helppoa ja selkeää määritelmää on huomattavan vaikeaa toteuttaa käytännössä. Saman ongelman parissa kamppaillaan muuallakin EU:ssa ja erityisesti tiheimmin asutuissa maissa, joissa suuronnettomuusvaarallista teollisuutta on huomattavasti enemmän. Tämän selvityksen puitteissa on haarukoitu karkealla tasolla muutamia esimerkkejä siitä, miten riskiarviointia on Euroopassa ohjeistettu. Esimerkkinä on tässä otettu Ranska ja Iso-Britannia. Molemmissa maissa on huomattava määrä turvallisuusselvityslaitoksia ja molemmissa maissa on ensikäden kokemusta teollisista suuronnettomuuksista

4.2 Ranska

Ranskassa Seveso-direktiivi¹⁵ mukainen lupahakemus on kytketty IPPC-direktiiviin vaatimuksiin siten, että laitoksen joka on jommankumman direktiivin alaisuudessa luokiteltu luvanvaraiseksi, tulee anoa tätä yhdellä lupahakemuksella¹⁶. Luvassa tulee käsitellä molempia aspekteja, eli sekä:

¹⁵ Ranskassa SEVESO Direktiivi on implementoitu lainsäädännöllä 76-663 (19.7.1976)

¹⁶ SHAPE-RISK Synthesis document on WP 1; INERIS

1. Vaikutusarviointia, jossa käsitellään "pollution prevention and control" asioita sekä
2. Vaaranarviointia, jossa käsitellään onnettomuuksia sekä sitä miten mahdollisen onnettomuuden vaikutukset hallitaan ja minimoidaan.

Ennen vuotta 2003 Ranskassa turvallisuusselvitysvaatimuksena oli kvantitatiivinen vaikutusarviointi. Vuoden 2003 tapahtumien jälkeen vaatimukset ovat perustuneet todennäköisyysperusteiseen lähestymistapaan¹⁷. Samalla tavalla kuin Suomessa, turvallisuusselvityksen tavoitteen todetaan olevan sen osoittaminen, että yrityksessä vaarat on tunnistettu ja riskit hallittu. Tapahtuman todennäköisyyttä lähestytään perhospuumallilla, jossa oleellinen osa on suojatoimien kuvaaminen ja niiden toiminnallisuuden arvioiminen¹⁸. Turvallisuusselvitystä käytetään myös maankäytön suunnittelun ja pelastussuunnitelmien taustana. Turvallisuusselvityksen hyödyistä tehokkaana riskienhallintatyökaluna tiedotetaan yrityksille. Ranskan viranomaiset ovat julkistaneet nelivärisen turvallisuusselvityksestä johdon työkaluna¹⁹. Esitteessä esitellään miten riskiarviointi tulee tehdä, sekä annetaan riskiarvioinnille seuraava menetelmäkehys:

- Vaikutusintensiteetti ihmisiin arvioidaan kolmelle parametrille (lämpö, myrkyllisyys sekä paine) neljässä luokassa (merkittävää kuolemaa tuottavia vaikutuksia, kuolemaa tuottavien vaikutusten kynnyksellä, peruuttamattomia vaikutuksia sekä toissijaisia vaikutuksia (kuten särkyneitä ikkunoita)
 - i. Lämpöarvot mitataan joko kW/m² tai lämpösäteilyannoksena (kW/m²)^{4/3} s.
 - ii. Paine mitataan mbarina
 - iii. Myrkyllisyys mitataan LC²⁰ arvoina., extrapoloiden LC₅₀ arvoista LC 5% ja LC 1% sekä SEI²¹
- Vaikutusvakavuus arvioidaan viidessä luokassa, riippuen montako paikallista asukasta on kunkin vaikutusintensiteetti-alueen vaikutusalueella. Esimerkiksi 10 asukasta merkittäviä kuolemaa tuottavia vaikutuksia olevalla alueella katsotaan katastrofaaliseksi (korkein luokka)
- Vaikutusvakavuus kerrotaan tapahtuman todennäköisyydellä. Todennäköisyysluokkia on viisi, skaalalla E:stä A:han. Luokat on myös nimetty (vapaasti käännettynä englannista harvinainen, epätodennäköinen, keskitasoinen, todennäköinen ja erittäin todennäköinen). Luokat on kytketty kvantitatiiviseen todennäköisyyteen (Ks. Kuva 4.1):
- Tällöin muodostuvassa 5 x 5 riskimatriisilla määritellään riskitaso hyväksyttävyyttä. Tämä on esitetty kuvassa 4.2

¹⁷ SHAPE-RISK Synthesis document on WP 2; TNO

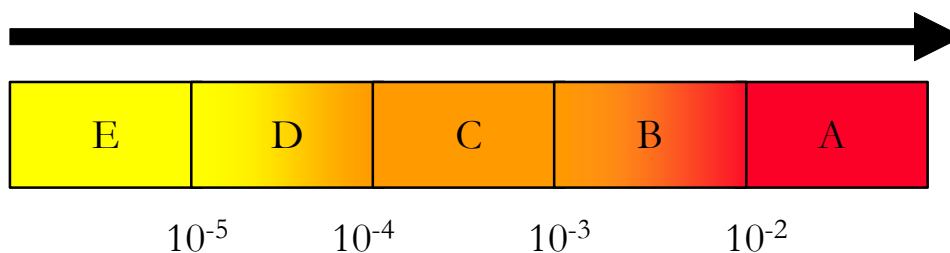
¹⁸ Englanninkielinen termi on "safety barriers". Suomessa ei ole suoraa vastaavaa termiä, ja tässä käytetty suojatoimi nähdään vastaavan englanninkielisen termin tarkoitusta.

¹⁹ Safety Report: An efficient technological risk management tool (Ministry of Ecology and Sustainable Development: 2006)

²⁰ LC = Lethal Concentration, eli pitoisuus jolla X % ihmisistä arvioidaan kuolevan. Esimerkiksi LC₅₀ pitoisuus on se, missä arvioidaan puolet altistuvista ihmisistä menehtyvän. Ongelmallista tässä on muun muassa riittävän datan varmistaminen luotettavaan extrapolointiin.

²¹ SEI = pitoisuus, jolla oletetaan vaikutusten aiheuttavan pysyviä haittoja ihmisille.

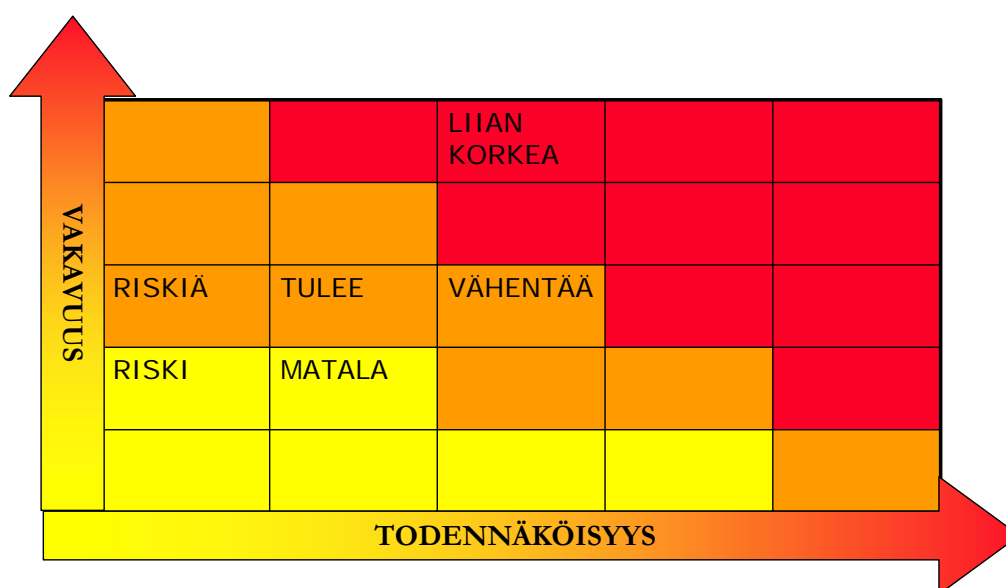
TN kasvusuunta



Kuva 4.1 Rankassa käytetyt todennäköisyysluokat ja niiden raja-arvot²²

Mielenkiintoista on, että suoja-toimien toimivuus ja varmuustaso tulee arvioida ja että näillä on vaikutus varsinaisen skenaarion lopulliseen tapahtumaan (ks. Myös kuva 3.3).

Itse riski lasketaan tapahtuman vakavuus²³ x todennäköisyys. Riskiarvoille on määritelty valmiiksi, on riskitaso hyväksyttävä vai ei (ks. Kuva 4.2). Antamalla tiukasti ohjeistetun ja valmiiksi loppuun pureskellun menetelmän, viranomaiset luovat raamit riskitason hyväksyttävyydelle.



Kuva 4.2 Ranskassa käytetty riskin hyväksyttävyyssasteikko²⁴

Periaatteessa kuvassa 4.2 esitetty luokittelu voitaisiin tulkita siten, että oletetaan yrityksen ottavan kantaa laitoksestaan laatimassaan turvallisuusselvityksessä siihen, onko laitoksen riskitaso hyväksyttävä vai ei. ”Liian korkea” riskitaso voisi esimerkiksi olla sellainen tulos, jota ei helposti tunnustettaisi. Toki viranomaiset hyväksyvät riskiarviointien tulokset ja tarpeen mukaan korjaavat arvioita, mutta aiemmin todetun todennäköisyyden määrittelymisen ongelmاتیikan pohjalta, heikoin lenkki tässä menetelmässä on todennäköisyyksien arviointi. Suuronnettomuusskenaarioita, kuten BLEVE-ilmioita,

²² The French Approach to Risk Assessment; Bourillet, C. (MEDD) EU Seminar presentation (Safe Communities and sustainable Chemical Industry 1996-2006) on 22nd November 2006, Strasbourg

²³ Vakavuuden määrittelymähän on tarkastelualueen vaikutusten intensiteetti suhteessa asukasluukuun alueella

²⁴ Safety Report: An efficient technological risk management tool (Ministry of Ecology and Sustainable Development: 2006)

kuvataan yleisesti todennäköisyyksillä 10^{-6} tai 10^{-7} ilman että toimintaolosuhteita tai yrityksen turvallisuustasoa otetaan huomioon²⁵. Yllä esitetty todennäköisyyssuosituskäytäntö on sellainen, että on kyseenalaistettavaa, arvioisiko yksikään yritys suuronnettomuuden todennäköisyyttä sellaiseksi, että se voisi tapahtua kerran sadassa vuodessa – tai edes keskitasoa kuvaavaksi kerran kymmenessä tuhannessa vuodessa. Jopa alimman luokan ylärajana on kerran sadassatuhannessa vuodessa.

Erityisen mielenkiintoista tämän raportin aihealueen kannalta on se, että Ranskan viranomaiset ovat panostaneet turvallisuusselvityksen ”markkinoinnissa” riskienhallinnan työkalunomaisuuteen ja luoneet yhtenäisen menetelmäkehikon, jota tulee noudattaa. Näin ollen turvallisuusselvitysten riskiarviointi tulee olemaan vertailukelpoista aineistoa ja edesauttaa kansallisen kokonaisriskitason hahmottamista.

4.3 Iso-Britannia

Iso-Britanniassa turvallisuusselvityksen kirjoittamisesta on julkaistu erillinen opas²⁶: Oppaan on julkaissut Seveso-direktiiviä implementoivien COMAH-säännösten asianomaiset viranomaiset yhteistyössä²⁷. Oppaassa on yksityiskohtaisesti käyty läpi, miten hyvä turvallisuusselvitys laaditaan, ja annettu tästä esimerkkejä. Riski arvioidaan sekä yhteiskunnalle että yksittäiselle ihmiselle.

Turvallisuusselvityksessä ei oleteta esitettävän sellaisia riskejä tai skenaarioita, joita ei nähdä että voi tapahtua ”*out of reasonably foreseeable events and behaviour*”²⁸, tai vapaasti suomennettuna, sellaisia skenaarioita ei tarvitse huomioida, joiden tapahtumiseen johtavien yhteensattumien ei nähdä olevan ennakoitavissa. Niinpä esimerkiksi hyvin rakennetun ja hyvin huolletun rakennuksen sortumisskenaariota ei tarvitse sisällyttää, ellei ole nähtävissä sortumiseen johtavia ulkoisia merkkejä.

Riskiarviointivaatimukset riippuvat riskitasosta. Niinpä korkean riskin laitokselta (monimutkainen prosessi, suuri ainemäärä tai erityisen vaarallisia aineita) voidaan vaatia täysi kvantitatiivinen riskiarviointi, mutta alemman riskitason kohteet, kuten vedenkäsittelylaitos, voivat käyttää pelkästään kvalitatiivista riskiarviointia. Laitoskohtaisen tarpeen voi tarkistaa viranomaisen kanssa.

Iso-Britannian lähtökohtana ei ole ollut määritellä yhtä menetelmää, jota tulee käyttää. Päinvastoin, **tavoitteena on ohjeistaa ja avustaa yrityksiä turvallisuusselvityksen teossa siten, että selvitys palvelee sekä viranomaisen tarpeita maankäytön suunnittelussa että yrityksen oman toiminnan tason parantamista.**

²⁵ 10^{-7} näyttää olevan vakiintunut käsite, ja käyttäjät eivät aina tiedä, mistä tämä on peräisin (arvio on nähtävästi Hollannin Purple Book:ista)

²⁶ HSE, EA AND SEPA: Preparing Safety Reports: Control of Major Accident Hazards (COMAH) regulations 1999

²⁷ Ympäristöhallinto (Environment Agency ja Scottish Environment Agency) sekä Health and Safety Executive (HSE).

²⁸ HSE, EA AND SEPA: Preparing Safety Reports: Control of Major Accident Hazards (COMAH) regulations 1999, page 99

5 Johtopäätökset ja systematiikan lisääminen TUKESin keinoin

Tämän hankkeen puitteissa on kuvattu alustavasti ajatuksia ja menettelyjä, jotka olisivat yrityksille helppokäyttöisiä sekä loisivat yhdenmukaisen pohjan TUKES:ille tehdä laitosten keskinäistä vertailua. Tässä luvussa on vedetty yhteen aikaisemmissa luvuissa esitetyt yksityiskohtaisemmat johtopäätökset ja ehdotukset. Suositusten pohjana on case yritysten ja TUKES:in sekä muiden turvallisuusselvityksiä pohtivien viranomaisten kanssa käydyt keskustelut.

TUKES on nykyisellään ohjeistanut turvallisuusselvitysten laatimista, mutta ei ilmeisesti riittävästi. Case-yritykset katsovat itse muodostavansa turvallisuusasioissa Suomen edistyneimmän keskittymän, mutta tästä huolimatta yritysten selvitysten tasossa ja sisällössä on suuria eroavaisuuksia. EU:sta löytyy esimerkkejä sekä viranomaisten tarkasta ohjeistuksesta miten arvioida riskit (kuten Ranska) että ohjeistuksesta, joka antaa yritykselle vapaammat kädet menetelmävalinnoissa (kuten Iso-Britanniassa²⁹). Mikäli tavoitteena on saavuttaa systemaattista ja vertailukelpoista tietoa yritysten turvallisuustasosta, tarvitaan ilmeisesti nykyistä tarkempaa ohjeistusta ja/tai opastusta.

Riskiarvioinnin kriteereitä on pohdittu seuraavista näkökulmista:

1. Onnettomuusskenaarioiden tunnistaminen
2. Vaikutusten määrittely
3. Todennäköisyyksien huomioiminen

Skenaarioiden tunnistamisessa ja valinnassa on suuria eroja. Tavoitteena tulisi olla edesauttaa yritystä kiinnittämään huomiota siihen, miten suuronnettomuusskenaariot valitaan ja miten valintaa voi perustella. Yrityksen tulisi perustella, miten skenaariovalinta on tehty sekä osoittaa, että ne kuvaavat kattavasti laitoksen suuronnettomuusmahdollisuuksia sekä pahimman että tyypillisen tapauksen kohdalla.

Suuronnettomuuksien riskiarvioinnin yksityiskohtaisen tarkka ohjeistaminen ei liene tavoitteena. Ranskan mallissa on kuitenkin paljon hyviä puolia, kuten vertailukelpoisuus ja systematiikka, josta voitaisiin poimia ikään kuin rusinat pullasta seuraavat kohdat:

Vaikutusten määrittelyn voisi systemaattisesti tehdä ennalta sovittujen vaikutusluokkien mukaisesti. Yrityksen tulisi voida skenaarioidensa vaikutuksia arvioidessaan nojautua teknisiin, mallinnettaviin ja mitattaviin parametreihin. Tämä lähestymistapa sekä ehdotus valtakunnalliselle mallille on esitetty taulukossa 3.2. Vaikutusmatriisin soveltuvuus vaikutusten leviämiseen ympäristössä on todettu rinnakkaishankkeessa erinomaiseksi ja varsin hyväksyttäväksi esimerkiksi maankäytön suunnittelun pohjaksi. Vaikutusmatriisin sanamuodot on syytä tulevaisuudessa vielä tarkistaa, mutta jo nyt Kilpilahden maankäytön suunnittelu-hankkeessa on saavutettu laajapohjainen viranomais- ja yrityshyväksyntä.

Todennäköisyyksien tarkan laskemisen tilalle voisi kannustaa perhospuumaiseen skenaarioajatteluun ja mahdolliseen suuronnettomuuteen johtavien tapahtumien kulun tunnistamiseen ja kuvaamiseen. Tämä antaisi paremman käsityksen sekä onnettomuuteen

²⁹ On kuitenkin huomattavaa, että vaikka Iso-Britannian ohjeistuksessa todetaan, että yritys voi esittää turvallisuusselvityksensä missä formaatissa haluaa, seuraavassa lauseessa mainitaan, että käsittely on usein nopeampaa, mikäli noudattaa annettuja ohjeita. Niinpä menetelmävalinta on vapaa, mutta tulosten esittäminen tietyssä muodossa nopeuttaa asian käsittelyä.

johtavista tapahtumista ja niiden hallinnasta, tunnistamismenetelmien soveltuvuudesta että olemassa olevista suojamekanismeista. Suojajärjestelmien vikatodennäköisyyksien ilmoittaminen voisi tuoda lisäarvoa, mikäli tällaista tietoa on käytettävissä. Perusteettomia viranomaisen vuoksi esitettyjä arvauksia ei kuitenkaan tulisi hyväksyä. Mikäli on olemassa olevaa, luotettavaan tilastoon perustuvaa tietoa tietyistä tapahtumista, tätä voisi toki myös hyödyntää. Sitä, että todennäköisyyksiä ehkä olisi vain osasta tapahtumista, ei tulisi nähdä puutteena, vaan mahdollisuutena parempaan tarkkuuteen. Erityisesti häiriön eskaloitumista suuronnettomuuteen estävien suojatoimien kuvaamista ja näiden riittävyden arviointia tulisi parantaa nykyisestään. Esitetty perhospuumenetelmä on suhteellisen yksinkertainen ja helposti toistettava menetelmä, jolla luodaan visuaalinen kuva onnettomuuden syistä ja seurauksista.

Varsinaisen riskiarvioinnin rinnalle nousi turvallisuusselvityksen laadinnan haaste. Tässä hyvinkin kirjavassa joukossa systemaattisuutta voisi edistää antamalla yrityksille käyttöön työkalupakin, jonka tarkoituksena on sekä helpottaa tiedon esittämistä että yhdenmukaistaa tiedon tarkkuustasoa.

On selvää, että tällä hetkellä turvallisuusselvitys koetaan mitä suurimmassa määrin viranomaisvaatimuksena, jonka antamaa hyötyä ei aina osata yritysten jokapäiväisessä turvallisuushallinnassa tai esimerkiksi turvallisuusinvestoinneissa systemaattisesti hyödyntää. Suurimmat epäselvyydet siitä, mitä tarkalleen vaaditaan turvallisuusselvityksen teossa ja miten vaadittu tieto tulisi esittää systemaattisesti siten, että turvallisuusselvitykset olisivat vertailukelpoisia, voitaisiin vähentää esimerkiksi luomalla yrityksille sarja yksinkertaisia työkaluja tulosten esittämiseksi. Samalla voisi edistää hyvien käytäntöjen leviämistä, vaikkapa esimerkkien kautta havainnollistetuilla malliturvallisuusselvityksillä.

Lähteet ja osallistuneet tahot

Yrityshaastattelut

Taho	Henkilö
Oy AGA Ab	Kirsti Koli
Borealis Polymers Oy	Esa Haapalainen
Finnplast Oy	Jyrki Hakola
Finnplast Oy	Jari Lähde
Innogas Oy	Pekka Tuokko
Innogas Oy	Kari Suoja
Neste Oil Oyj	Terho Suna
Neste Oil Oyj	Matti Surakka
Styrochem Oy	Aimo Kauhaniemi

Työpajaosallistujat 15.11.2006 Kilpilahdessa

Taho	Henkilö
Borealis Polymers Oy	Esa Haapalainen
Finnplast Oy	Jyrki Hakola
Finnplast Oy	Jari Lähde
Innogas Oy	Pekka Tuokko
Neste Oil Oyj	Terho Suna
Neste Oil Oyj	Matti Surakka
Styrochem Oy	Aimo Kauhaniemi
TUKES	Heikki Penttinen
TUKES	Leena Ahonen
TUKES	Anne-Mari Lähde

Työpajaosallistujat 21.12.2006 Kilpilahdessa

Taho	Henkilö
Borealis Polymers Oy	Esa Haapalainen
Finnplast Oy	Jyrki Hakola
Finnplast Oy	Jari Lähde
Innogas Oy	Pekka Tuokko
Innogas Oy	Kari Suoja
Neste Oil Oyj	Terho Suna
Styrochem Oy	Aimo Kauhaniemi
TUKES	Heikki Penttinen
TUKES	Timo Kukkola

Lähteet

- Gilbert, Y, Lonka, H., Raivo, T., ja Vanhanen, J.(2006) Kemikaalionnettomuusriskien hallinta toimijaverkostossa Kymenlaaksossa. Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen moniste 22.
- HSE Information sheet Guidance on Risk Assessment for Offshore Installations Offshore Information Sheet No. 3/2006
- HSE, EA AND SEPA (1999): Preparing Safety Reports: Control of Major Accident Hazards (COMAH) regulations 1999 reprint 2005
- Phillely, Jack (2005) The “Bow-Tie” method katsottu <http://www.chemicalprocessing.com>
Safety Report: An efficient technological risk management tool (Ministry of Ecology and

Sustainable Development: 2006
SHAPE-RISK Synthesis document on WP 1; INERIS
SHAPE-RISK Synthesis document on WP 2; TNO
The French Approach to Risk Assessment; Bourillet, C. (MEDD) EU Seminar
presentation (Safe Communities and sustainable Chemical Industry 1996-2006) on
22nd November 2006, Strasbourg
TUKES ohje K1-06

Lisäksi on käytetty osallistuvien yritysten turvallisuusselvityksiä