

**VAK-kuljetuskeskittymät osana
turvallista yhteiskuntaa
– maankäytön suunnittelu ja yhteinen
riskienhallinta
KERTTU-hankkeen loppuraportti**



Tekijät Ylva Gilbert, Anna Kumpulainen, Johan Lunabba ja Tuomas Raivio, Gaia Consulting Oy		Julkaisun laji Tutkimus	
		Toimeksiantaja Liikenne- ja viestintäministeriö	
		Toimielimen asettamispäivämäärä	
Julkaisun nimi VAK-kuljetuskeskittymät osana turvallista yhteiskuntaa – maankäytön suunnittelu ja yhteinen riskienhallinta. KERTTU-hankkeen loppuraportti			
Tiivistelmä <p>KERTTU-hankkeessa rakennettiin eri toimijoiden ja hallinnonalojen yhteistyönä arviointimenetelmä vaarallisten aineiden kuljetusten (VAK) solmukohtien VAK-suuronnettomuusriskeille. Menetelmässä kuljetuskeskittymän ympäristön riskitaso luokitellaan ja havainnollistetaan alueellisena ulottuvuutena. Eri toimintojen, kuten asutuksen, teollisuuden tai liikekeskusten, haavoittuvuuden perusteella voidaan sitten arvioida niiden sijoittamisen sopivuutta kuljetuskeskittymän läheisyyteen. Hankkeessa määriteltiin myös yhteiset valintakriteerit VAK-suuronnettomuusskenaarioille sekä konkretisoitiin kaavoittajien käytännön suunnittelutyötä tukevat askelmerkit.</p> <p>KERTTU-hankkeessa tunnistettiin lisäksi joukko VAK-keskittymien suuronnettomuusriskien vähentämiseen soveltuvia riskienhallintakeinoja. Keinojen vaikuttavuus arvioitiin sekä suhteutettiin se niiden vaatimiin investointeihin ja käyttökustannuksiin. Kuvaukset ja kokemukset näistä riskienhallintakeinoista koottiin Excel-työkaluun, joka on saatavilla tämän raportin sähköisenä liitteenä. Työkalu tukee eri toimijoiden yhteistä riskienhallintaa sekä auttaa kustannustehokkaiden riskienhallintakeinojen tunnistamisessa ja keinojen vaikuttavuuden vertailussa.</p> <p>Hankkeessa huomioitiin tie-, rautatie- ja meriliikenteen VAK-keskittymät. Hankkeessa kehitetty VAK-suuronnettomuusriskien arviointimenetelmä on sovellettavissa myös rajanylityspaikkoihin sekä esimerkiksi tieliittymiin ja risteyksiin sekä tietyin rajauksin eritysrakenteisiin (kuten tunnelit). Hankkeen tulokset edesauttavat alueellista riskienhallintaa ja turvallisuuden kustannustehokasta kehittämistä. Hankkeen tulosten avulla VAK-kuljetuskeskittymät voidaan entistä paremmin huomioida maankäytön suunnittelussa sekä näin edistää turvallista aluekehitystä ja kannattavaa VAK-toimintaa.</p>			
Avainsanat (asiasanat) Vaarallisten aineiden kuljetus (VAK), suuronnettomuusriski, maankäytön suunnittelu, kaavoitus, ratapiha, satama, logistiikkakeskus			
Muut tiedot Yhteyshenkilöt Seija Miettinen-Bellevergue ja Liisa Virtanen, liikenne- ja viestintäministeriö; Matti Laitio, ympäristöministeriö; Kristine Jousimaa ja Rami Ruuska, sisäasiainministeriö			
Sarjan nimi ja numero Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 24/2009		ISSN 1457-7488 (painotuote) 1795-4045 (verkkajulkaisu)	ISBN 978-952-243-057-1 (painotuote) 978-952-243-058-8 (verkkajulkaisu)
Sivumäärä (painotuote) 108	Kieli suomi	Hinta	Luottamuksellisuus julkinen
Jakaja Liikenne- ja viestintäministeriö		Kustantaja Liikenne- ja viestintäministeriö	



Författare Ylva Gilbert, Anna Kumpulainen, Johan Lunabba och Tuomas Raivio, Gaia Consulting Oy		Typ av publikation Undersökning	
		Uppdragsgivare Kommunikationsministeriet	
		Datum för tillsättandet av organet	
Publikation Transportering av farliga ämnen, en del av samhället – stadsplanering och gemensam riskhantering KERTTU-projektets slutrapport			
Referat <p>I KERTTU-projektet utformades i samarbete med olika aktörer och förvaltningsområden en evalueringsmetod för att utvärdera och analysera storolycksrisker förknippade med transport av farliga ämnen i trafikens olika knutpunkter. I metoden klassificerades och exemplifierades effekterna av trafikknutpunkternas risker till en lättöverskådlig modell med vilken man kan avgöra var olika verksamheter såsom bostadsbebyggelse, industriområden och affärscentra kan placeras. I projektet definierades även gemensamma valkriterier för tillämpbara olycksscenarioer för transporter av farliga ämnen. Likaså konkretiserades metoderna för stadsplaneringen.</p> <p>I KERTTU-projektet identifierades även flera metoder för riskhantering som kan tillämpas för att reducera storolycksrisker i knutpunkter där farliga ämnen transporteras. Riskhanteringsmetodernas effektivitet uppskattades i förhållande till investeringarnas storlek och eventuella brukskostnader. Utgående från dessa konstruerades ett Excel verktyg som finns tillgänglig som bilaga i den elektroniska versionen av föreliggande rapport. Verktøget befrämjar olika aktörers riskhantering samtidigt som den hjälper att hitta kostnadseffektiva riskhanteringsmetoder och utvärdera deras effektivitet.</p> <p>Projektet inriktade sig på transporter av farliga ämnen som sker i knutpunkter i väg-, tåg- samt sjötrafiken men den utarbetade evalueringsmetoden kan tillämpas även i gränsövergångsställen, olika typer av korsningar och i vissa fall för specialkonstruktioner som t.ex. tunnlar. Resultaten som alstrades i projektet gynnar den regionala riskhanteringen och utvecklandet av säkerheten på ett kostnadseffektivt sätt. Med hjälp av resultaten kan man även bättre ta i beaktade trafikens knutpunkter i samband med stadsplaneringen och på detta vis befrämja en trygg och ändamålsenlig utveckling av säkerheten för transportering av farliga ämnen.</p>			
Nyckelord Transportering av farliga ämnen, risk för storolycka, stadsplanering, bangård, hamn, logistikcentral			
Övriga uppgifter Kontaktpersoner vid kommunikationsministeriet är Seija Miettinen-Bellevergue och Liisa Virtanen; vid miljöministeriet Matti Laitio; vid inrikesministeriet Kristine Jousimaa och Rami Ruuska.			
Seriens namn och nummer Kommunikationsministeriets publikationer 24/2009		ISSN 1457-7488 (trycksak) 1795-4045 (nätpublikation)	ISBN 978-952-243-057-1 (trycksak) 978-952-243-058-8 (nätpublikation)
Sidoantal (trycksak) 108	Språk finska	Pris	Sekretessgrad offentlig
Distribution Kommunikationsministeriet		Förlag Kommunikationsministeriet	



Authors Ylva Gilbert, Anna Kumpulainen, Johan Lunabba and Tuomas Raivio, Gaia Consulting Oy	Type of publication Report		
	Assigned by Ministry of Transport and Communications		
	Date when body appointed		
Name of the publication TDG transport hubs as part of safe society – land use planning and joint risk management <i>KERTTU project - final report</i>			
Abstract <p>In the multi-stakeholder KERTTU project different transport sectors and authorities jointly developed a major accident hazard assessment methodology suitable for assessing risk associated with Transport of Dangerous Goods (TDG) hubs. In the assessment method the risk is categorised and the illustrated in the spatial dimension. The inherent vulnerability of different land uses, such as housing, industry or commercial centres, can then be used to assess what can be sited in the vicinity of the TDG hub. The project included defining criteria for selecting major accident scenarios suitable for TDG hubs and development of practical guidance for land use planners.</p> <p>Risk management measures suited to TDG major accident hazard reduction were identified and evaluated. The relative effectiveness was related to required investments and operational costs. The results have been collated into an Excel tool, available as an electronic attachment to this report. In the tool, each risk management measure is evaluated and described, including previous experience from applying it. The tool supports effective management of risks through collating the measures available to each actor into one tool. This enhances comparisons of relative effectiveness and identification of cost effective measures in a multi-stakeholder contexts.</p> <p>The TDG transport hubs looked at included road and railway hubs and ports. The developed TDG major accident hazard evaluation method can also be applied to boarder-crossings, road junctions, level crossings and to certain extent to special structures (i.e. tunnels). The results can be used to enhance both local and regional land use planning and cost effective development of safety. This allows the requirements of TDG transport hubs to be better included in land use planning thus improving both safe regional development and allowing profitable TDG activity</p>			
Keywords Transport of Dangerous Goods (TDG), major accident hazard, land use planning, planning, marshalling yard, port, logistics centre			
Miscellaneous Contact persons: Ms Seija Miettinen-Bellevergue and Ms Liisa Virtanen, Ministry of Transport and Communications; Mr Matti Laitio, Ministry of the Environment; Ms Kristine Jousimaa and Mr Rami Ruuska, Ministry of the Interior			
Serial name and number Publications of the Ministry of Transport and Communications 24/2009	ISSN 1457-7488 (printed version) 1795-4045 (electronic version)	ISBN 978-952-243-057-1 (printed version) 978-952-243-058-8 (electronic version)	
Pages, total (printed version) 108	Language Finnish	Price	Confidence status Public
Distributed and published by Ministry of Transport and Communications			

ESIPUHE

Suomen vaarallisten aineiden kuljetusten (VAK) turvallisuuden kehittämiseen ja jatkuvaan parantamiseen panostetaan liikennöitsijän, infrastruktuurin haltijan, valvovien viranomaisten ja lainsäätäjien toimin. Suuronnettomuuden todennäköisyys on hyvin hallitussa ympäristössä vähäinen. Yhteiskunnallisesta näkökulmasta vähäistäkin vaaraa, jolla olisi mittavia seurauksia ihmisille tai luonnolle, on kuitenkin vaikea hyväksyä. Lisäksi suuronnettomuuksista seuraavat suorat ja välilliset kustannukset voivat kasvaa niin mittaviksi, että vakuutukset eivät riitä niitä kattamaan ja suuri osa kustannuksista lankeaa yhteiskunnan kannettavaksi.

Suuronnettomuusvaaran tehokas hallinta perustuu objektiiviseen vaaran ymmärtämiseen ja riskinarviointiin. KERTTU-hankkeessa on tehty uraauurtavaa eri toimijoiden sekä hallinnonalojen välistä yhteistyötä ja määritelty yhdessä prosessi, jolla kaavoituksessa voidaan ottaa huomioon VAK-liikenteen solmukohtien VAK-suuronnettomuusriskit. Prosessin olennainen osa on vuorovaikutus eri toimijoiden kanssa. Hankkeessa on luotu ehdotus luokituksesta, jolla eri alueiden riskitaso voidaan määritellä ja arvioida eri toimintojen sijoittamisen sopivuutta näille alueille. Lisäksi hankkeessa koottiin tiedot VAK-keskittymien turvallisuuden parantamiseen soveltuvista, eri toimijoiden toteuttamista riskienhallintakeinoista yhteiseen ja julkisesti jaettavaan Excel-työkaluun.

Hankkeen tulosten toivotaan edesauttavan alueellista riskienhallintaa ja turvallisuuden kustannustehokasta kehittämistä. Hankkeen tuloksia hyödyntäen maankäytön suunnittelussa voidaan entistä paremmin huomioida VAK-kuljetuskeskittymät sekä luoda näin edellytykset turvalliselle aluekehitykselle ja kannattavalle VAK-toiminnalle.

KERTTU-hankkeen rahoittajina olivat liikenne- ja viestintäministeriö, Merenkululaitos, Palmberg TKU Oy ja Sato Oyj, Porin kaupunki, Ratahallintokeskus, Rautatievirasto, Turun kaupunki, VR-Yhtymä Oy sekä ympäristöministeriö. Hankkeen ohjausryhmässä toimivat Seija Miettinen-Bellevergue ja Liisa Virtanen liikenne- ja viestintäministeriöstä, Jyrki Vähätalo Merenkululaitoksesta, Tapio Keiramo Palmberg TKU Oy:stä, Markku Rantamäki Porin kaupungin teknisestä palvelukeskuksesta, Jaakko Nirhamo Porin satamasta, Pentti Haapala Ratahallintokeskuksesta, Mikko Pelho Rautatievirastosta, Kristine Jousimaa ja Rami Ruuska sisäasiainministeriöstä, Robert Nyman Suomen säiliöautoliitto ry:stä, Christina Hovi Turun kaupungin Ympäristö- ja kaavoitusvirastosta, Raimo Aarnio Varsinais-Suomen pelastuslaitoksesta, Kari Helislahti ja Markku Iivanainen VR-Yhtymä Oy:stä sekä Matti Laitio ja Miliza Malmelin ympäristöministeriöstä. Hankkeen toteuttajana toimi Gaia Consulting Oy¹. Hankkeen kesto oli marraskuusta 2008 toukokuuhun 2009.

Seija Miettinen
liikenneneuvos

¹ www.gaia.fi

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	7
2	HANKKEEN TAVOITTEET, VIITEKEHYS JA MENETELMÄT	9
2.1	Tavoitteet	9
2.2	Määritelmät	9
2.3	Viitekehys	10
2.4	Menetelmät	12
3	RISKINHALLINNAN TEORIAA JA MENETELMIÄ	14
3.1	Riskin osatekijät ja laskeminen	14
3.1.1	Riskin määritelmä	14
3.1.2	Riskin vaikutusten arviointi	14
3.1.3	Riskin todennäköisyyksien arviointi	15
3.2	Henkilöön kohdistuvan riskin mittaaminen	17
3.2.1	Yksilöriski.....	17
3.2.2	Yhteiskunnallinen riski	18
3.2.3	Yksilöriski vai yhteiskunnallinen riski	19
3.3	Riskin kokeminen ja riskitason hahmottaminen	19
3.4	Riskin hyväksyttävyys	21
3.5	Onnettomuusskenaariot riskinarvioinnin ja riskienhallinnan tukena	23
4	RISKIENHALLINTAKEINOJEN KUSTANNUSTEN JA HYÖTYJEN ARVIOINTI	26
4.1	Riskin ja riskienhallintakeinojen kustannukset	26
4.2	Riskienhallintakeinojen kustannushyödyn arviointi	28
4.3	Riskienhallintakeinojen vertailuun kehitetty työkalu	29
5	KAAVOITTAJAN ASKELMERKIT VAK-SUURONNETTOMUUSRISKIEN HUOMIOINTIIN	31
5.1	Maankäytön suunnittelu – tavoitteiden yhteensovittamista	31
5.2	Riskitasoon perustuva huomioimisen tarve	33
5.3	Riskinarviointi maankäytön suunnittelussa	35
5.4	VAK-suuronnettomuusriskin huomiointi eri kaavatasoilla	36
5.5	VAK-keskittymän käytännön riskinarviointi kaavoittajan näkökulmasta	39
5.5.1	Kaavoittajan tietotarve ja askelmerkit	39
5.5.2	Tunnista VAK-keskittymä mahdollisena suuronnettomuusriskin aiheuttajana	41
5.5.3	Tunnista alueen haavoittuvat toiminnot.....	42
5.5.4	Selvitä, millaisesta VAK-suuronnettomuusriskistä on kyse.....	42
5.5.5	Määrittele VAK-suuronnettomuusriskin alueellinen ulottuvuus ja vaikutusten suuruus.....	42
5.5.6	Tunnista riskienhallintakeinojen tarve.....	43
5.5.7	Määrittele, mitä uusia toimintoja voidaan sallia alueella ja millä ehdoin	43
5.6	Vuorovaikutteisuuksella parempi riskitietoisuus	43
5.6.1	Maankäytön suunnittelun yhteistyötahot	43
5.6.2	Riskienhallintakeinojen valinta ja riskienhallintakeinoja vertailevan työkalun hyödyntäminen.....	44

6	ESIMERKKEJÄ SUURONNETTOMUUSRISKIN HUOMIOINNISTA MAANKÄYTÖN SUUNNITTELUSSA	46
6.1	Eurooppalaisia esimerkkejä suuronnettomuusriskin arvioinnista	46
6.2	Eurooppalaisia esimerkkejä suuronnettomuusriskin vaikutuksesta maankäytön suunnitteluun	47
6.3	Suuronnettomuusriskin perusteella tehtyjä maankäytön ratkaisuja Suomessa.....	49
7	EHDOTUS VAK-SUURONNETTOMUUSRISKITASON ARVIOITIMENETELMÄKSI MAANKÄYTÖN SUUNNITTELUUN	52
7.1	Menetelmän vaatimukset	52
7.2	Vaikutusten luokittelu	53
7.3	Todennäköisyyksien luokittelu	53
7.4	Riskien luokittelu ja maankäytön rajoitteet.....	54
7.5	Riskin visualisointi.....	56
8	KOKEMUKSET PILOTTIKOHITEISTA JA KAPPALETAVARAKULJETUSTEN VAK-SUURONNETTOMUUSSKENAARIOT	58
8.1	Kokemukset pilottikohteista	58
8.1.1	Vaikutusten arviointi.....	59
8.1.2	Todennäköisyyksien arviointi.....	60
8.1.3	Riskinarviointi ja maankäytön rajoitukset	60
8.2	Skenaariovalintakriteereiden soveltaminen tieliikenteen kappaletavarakuormiin.....	60
9	YHTEENVETO, JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET	62
9.1	VAK-suuronnettomuusriskien huomiointi kaavoituksessa	62
9.2	VAK-suuronnettomuusriskin arviointi.....	63
9.3	Riskienhallintakeinojen valinta VAK-keskittymiin	64
9.4	Maankäytön rajoitteet VAK-suuronnettomuusriskin perusteella	64
9.5	VAK-suuronnettomuusriskin havainnollistaminen.....	66
9.6	Yhteenveto KERTTU-hankkeen tulosten uutuusarvosta	66
	LÄHDELUETTELO	68
	LIITE 1. HAASTATTELUT	72
	LIITE 2. TYÖPAJOJEN JA PILOTTIKOKOUSTEN OSALLISTUJAT	73
	LIITE 3. GAIA ZONER -MENETELMÄN KUVAUS.....	76
	LIITE 4. TILASTOT JA VAK-SUURONNETTOMUUKSIEN TODENNÄKÖISYYDET	81
	LIITE 5. ITALIALAISEN MAANKÄYTÖN SUUNNITTELU MENETELMÄN HAAVOITTUVUUSLUOKAT.....	84
	LIITE 6. KOKEMUKSET KERTTU-HANKKEEN PILOTTIKOHITEISTA.....	85
	Turun ratapiha.....	85
	Porin satama ja lähiympäristö.....	87

Hämeenlinnan tunneli ja kiertotiet	89
LIITE 7. KAPPALETAVARASKENAARIOT	93
LIITE 8. KERTTU-HANKKEEN RISKIENHALLINTAKEINOJEN ARVIINTITYÖKALUN KÄYTTÖOHJE	97

RAPORTIN KUVAT

Kuva 1: Hankkeen viitekehys ja raportin luvut, joissa viitekehysten osat esitellään	11
Kuva 2: Vaikutusarviointimenettely	15
Kuva 3: Kuvitteellinen esimerkki yksilöriskin tasa-arvokäyrästä sekä yksilöriskistä etäisyyden funktiona	18
Kuva 4: Kuvitteellinen esimerkki F-N-käyrästä	19
Kuva 5: Riskin suuruus ja hyväksyttävän riskin raja	22
Kuva 6: Esimerkki riskimatriisista	22
Kuva 7: Tarkasteltujen onnettomuustapahtumien valintaprosessi	23
Kuva 8: Esimerkki tapahtumapuusta	24
Kuva 9: Onnettomuustapahtuman seuraukset, vaikutusten kohteet ja kustannukset	25
Kuva 10: Riskienhallinta, kustannukset ja riskienhallintakeinot	26
Kuva 11: Riskienhallintakeinojen kustannushyötysuhteen luokittelu KERTTU-hankkeessa kehitetyssä työkalussa	29
Kuva 12: Kaavoittajan askelmerkit VAK-keskittymän suuronnettomuusriskin huomioimisessa ja vuorovaikutus muiden toimijoiden kanssa	40
Kuva 13: Ote Itä-Uudenmaan maakuntakaavasta (hyväksytty 12.11.2007)	50
Kuva 14: Kolmiportainen asteikko vaikutusten arvioinnille	53
Kuva 15: KERTTU-hankkeen ehdotus riskitasoluokista maankäytön suunnittelussa ...	55
Kuva 16: KERTTU-hankkeen ehdotus maankäytön hyväksyttävyydestä eri riskiluokissa	56
Kuva 17: Esimerkkinä Hämeenlinnassa tapahtuva kuvitteellinen VAK-säiliöauton BLEVE-räjähdykset	57
Kuva 18: Kaavoittajan askelmerkit VAK-keskittymän suuronnettomuusriskin huomioimisessa ja vuorovaikutus muiden toimijoiden kanssa (vastaavasti kuin kuvassa 12)	62
Kuva 19: KERTTU-hankkeen ehdotus riskitasoluokista maankäytön suunnittelussa - alueiden riskitason luokituksen avulla voidaan määritellä kullekin alueelle sijoitettavat toiminnot (vastaavasti kuin kuvassa 15)	63
Kuva 20: KERTTU-hankkeen ehdotus maankäytön hyväksyttävyydestä eri riskiluokissa (vastaavasti kuin kuvassa 16)	65
Kuva 21: Esimerkkinä VAK-suuronnettomuusriskin havainnollistamisesta säiliöauton tulipalo	66

RAPORTIN TAULUKOT

Taulukko 1: Pilottikohteiden erityispiirteet	13
Taulukko 2: Koettua riskiä kasvattavia tekijöitä	20
Taulukko 3: Koettua riskiä pienentäviä tekijöitä.....	20
Taulukko 4: Eräitä kuolinsyitä Suomessa 2007 ja populaation yli keskiarvotettu kuoleman todennäköisyyden	21
Taulukko 5: Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ja VAK-keskittymät.....	32
Taulukko 6: Ehdotus tarpeellisista määrittelyistä VAK-suuronnettomuusriskin huomioimiseksi eri kaavatasoilla ja rakennusluvassa.....	38
Taulukko 7: Ehdotus tarpeellisista määrittelyistä VAK-suuronnettomuusriskin huomioimiseksi eri kaavatasoilla ja rakennusluvassa.....	44
Taulukko 8: Suositeltava maankäyttö Britannian HSE:n mukaan.....	48
Taulukko 9: Italiassa sovelletut maankäytön määräykset.....	48
Taulukko 10: Hankkeessa valitut todennäköisyysluokat.....	54
Taulukko 11: Toimintojen luokitteluehdotus eri riskitasoluokkien alueille.....	55
Taulukko 12: Pilottikohteissa tarkastellut VAK-suuronnettomuusskenaariot.....	59
Taulukko 13: Toimintojen luokitteluehdotus eri riskitasoluokkien alueille (vastaavasti kuin taulukossa 11)	65

1 JOHDANTO

Kaikkeen toimintaan liittyy riski. Jokainen ihminen altistuu tapaturmariskille päivittäin esimerkiksi kotonaan ja liikenteessä. Suuronnettomuuden todennäköisyys verrattuna muihin onnettomuuksiin on hyvin hallitussa ympäristössä pieni, mutta onnettomuuden sattuessa seuraukset voivat olla hyvinkin mittavia. Suuronnettomuuden seuraukset kohdistuvat yksittäisten ihmisten, ympäristön sekä rakennetun ympäristön (esimerkiksi tiet, sillat ja rakennukset) lisäksi yhteiskuntaan sekä suoraan että välillisesti. Suorien vaikutusten kuten kuolemien ja loukkaantumisten, ympäristövahinkojen sekä infrastruktuurivaurioiden lisäksi välilliset vaikutukset voivat kasvattaa yhteiskunnan tappioita merkittävästi. Välillisenä seurauksena voi olla esimerkiksi alueen työllisyyden ja verotulojen lasku yritysten mahdollisesti siirtyessä pois vaara-alueelta².

Yhteiskunnallisesta näkökulmasta vähäistäkin riskiä, jolla voi olla mittavia seurauksia, on vaikea hyväksyä. Suuronnettomuusriskin hyväksyttävyyden poikkeaa yksittäisiin ihmisiin kohdistuvista onnettomuusriskeistä myös siksi, että suuronnettomuusriskiä ei yleensä oteta vapaaehtoisesti ja suuronnettomuusskenaario koetaan tuntemattomuudessaan pelottavammaksi.

Suomessa vaarallisten aineiden kuljetusten (VAK) turvallisuuteen ja sen jatkuvaan parantamiseen panostetaan liikennöitsijän, infrastruktuurin haltijan, valvovien viranomaisten ja lainsäätäjien toimin. Maankäytön suunnittelulla voidaan puolestaan hallita ympäristön haavoittuvuutta ja siten vähentää mahdollisille onnettomuuksille altistuvien ihmisten ja omaisuuden määrää sekä rajoittaa ympäristövahinkojen laajuutta. Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden sekä elinkeinoelämän kannattavan toiminnan yhteensovittaminen siten, että luodaan edellytykset toimivalle ja turvallisuudelle VAK:lle sekä taataan turvallinen ja terveellinen asuinympäristö, vaatii kokonaisvaltaista ymmärrystä alueella sijaitsevien toimintojen riskitasosta.

VAK-suuronnettomuusriskien tehokas hallinta perustuu objektiiviseen vaaran olemassaolon ymmärtämiseen ja riskitason arviointiin Keskeisenä haasteena on ollut vaara-alueen konkreettinen hahmottaminen. Esimerkiksi VAK-liikenteen solmukohdille (kuten ratapihat, satamat ja logistiikkakeskukset) ei ole olemassa selkeää ohjenuoraa siitä, millaisia VAK-suuronnettomuusriskejä niissä tulisi huomioida, millä etäisyyksillä ja miten.

KERTTU-hankkeessa eri viranomaiset, liikennemuotojen edustajat ja yritykset ovat yhdessä pohtineet, miten liikennekeskittymien ja erityisrakenneiden (kuten tunnelit) VAK-suuronnettomuusriski tulisi suhteuttaa alueiden käyttötarkoituksiin ja toimintoihin. Mikäli alueelle suunniteltujen toimintojen aiheuttama riski tai alueen haavoittuvuus arvioidaan liian suureksi, alueen turvallisuutta tulee parantaa eri riskienhallintakeinojen avulla. Turvallisuutta voidaan parantaa vähentämällä onnettomuuden todennäköisyyttä, rajoittamalla onnettomuuden vaikutuksia tai pienentämällä ympä-

² Esim. Dali, A. (2008) The Total Loss Iceberg from a Major Fire (AZF Toulouse)

ristön haavoittuvuutta. Käytetyt keinot voivat olla sekä operatiivisia toimia, organisaation hallintajärjestelmien kehittämistä, torjuntakeinojen parantamista sekä investointeja muun muassa infrastruktuuriin, kalustoon tai rakenteisiin.

Jotta keskustelua turvallisuuden parantamisen tarpeesta ja mahdollisista toimenpiteistä voitaisiin käydä käytännön tasolla, on oleellista että toimenpiteitä voidaan arvioida yhteismitallisesti. Yksi askel tätä kohden on KERTTU-hankkeessa tehty riskienhallintakeinojen kustannusten ja hyötyjen arviointi yhdenmukaisella menetelmällä. Tätä voidaan hyödyntää investointipäätösten tukena.

Usein riskienhallintakeinojen arviointi rajoittuu niihin keinoihin, joita toimija voi itse toteuttaa. Alueellisesti ajateltuna riskienhallintavastuu jakautuu kuitenkin useille eri toimijoille. Kokonaisvaltainen yhteisymmärrys kustannustehokkaasta suuronnettomuusriskien vähentämisestä VAK-keskittymissä vaatii yhteisen päämäärän asettamista ja tiedonvaihtoa. Toimenpiteiden määrittelyn ja arvioinnin lisäksi on arvioitava, mikä toimija voi toteuttaa kunkin riskienhallintatoimenpiteen tehokkaimmin. Maankäytön suunnittelussa voidaan edesauttaa tätä luomalla tilaisuus vuorovaikutukselle, jossa alueen eri toimijat vaihtavat tietoa riskeistä ja riskienhallintakeinoistaan³.

KERTTU-hankkeen tulosten toivotaan tukevan omalta osaltaan VAK-turvallisuuden parantamista sekä kaavoituskäytäntöjen yhtenäistämistä VAK-keskittymien osalta. Jo hankkeen aikana eri toimijoiden välistä keskustelua ja yhteisymmärrystä edesautettiin tuomalla saman pöydän ääreen liikenneturvallisuuden, yhdyskuntasuunnittelun sekä investointianalytiikan asiantuntemusta. Yhteisellä kustannusten ja vaikutusten pohdinnalla voidaan maksimoida turvallisuuteen tähtäävien investointien tuoma riskin vähennys käytettyä euroa kohden.

Tämän raportin luku 2 esittelee tarkemmin KERTTU-hankkeen tavoitteet sekä käytetyn viitekehyksen, määritelmät ja työmenetelmät. Luku 3 tutustuttaa riskinarvioinnin teoriaan ja menetelmiin hankkeen kannalta olennaisin osin. Luku 4 esittelee riskienhallintakeinojen kustannusten ja hyötyjen arviointia sekä KERTTU-hankkeessa kehitetyn yksinkertaisen ja yhtenevän menetelmän tähän. Luku 5 esittelee kaavoittajan näkökulman VAK-keskittymien suuronnettomuusriskien hallintaan sekä systemaattiset askelmerkit, jotka edesauttavat mahdollisen suuronnettomuusriskin huomiointia kaikilla kaavatasoilla sekä keskustelua eri sidosryhmien kanssa. Luvussa 6 on eurooppalaisia esimerkkejä siitä, miten suuronnettomuusriskejä on huomioitu maankäytön suunnittelussa, sekä aiempia kokemuksia Suomesta. Luku 7 kuvaa KERTTU-hankkeessa kehitetyn menetelmän VAK-keskittymän riskitason arvioimiseksi sekä alueelle sijoitettavista toiminnoista päättämiseksi. Vuorostaan luku 8 esittelee hankkeen tulosten testauksen kolmessa pilottikohteessa ja lopulta luku 9 vetää yhteen hankkeen tulokset, esittelee johtopäätökset sekä antaa suositukset jatkolle.

³ Ks. myös Gilbert, Y. et al. (2008) Tehokasta yhteistoimintaa alueellisella riskitiedonvaihdolla

2 HANKKEEN TAVOITTEET, VIITEKEHYS JA MENETELMÄT

2.1 Tavoitteet

KERTTU-hankkeen tavoitteina oli:

1. **Tunnistaa ja arvioida mahdollisia riskienhallintakeinoja**, jotka soveltuvat VAK-liikenteen solmukohtien suuronnettomuusriskien vähentämiseen
2. Luoda yhtenäinen menetelmä VAK-keskittymien **riskienhallintakeinojen kustannushyötysuhteen** arvioinnille
3. Luoda eri toimijoiden **käytännön työtä tukeva työkalu** VAK-riskienhallintakeinojen hyötyjen, kustannusten ja soveltuvuuden arvioinnille
4. Muodostaa **yhtenäinen käsitys kaavoituksen näkökulmasta**:
 - Miten eri VAK-keskittymien aiheuttama suuronnettomuusriski tulisi huomioida?
 - Millaisia VAK-suuronnettomuusskenaarioita tulisi huomioida?
 - Millainen VAK-suuronnettomuusriskin taso tulisi huomioida?

KERTTU-hankkeessa huomioitiin vaarallisten aineiden tie-, rautatie- sekä merikuljetusten VAK-keskittymät. Kuljetuksissa huomioitiin maaliikenteen osalta sekä säiliö- että kappaletavarakuljetukset. Merikuljetuksissa keskityttiin kappaletavarakuljetuksiin. VAK-keskittymien lisäksi hankkeen tulokset ovat sovellettavissa rajanylityspaikkojen sekä esimerkiksi tieliittymien ja risteysten VAK-suuronnettomuusriskin arviointiin sekä tiettyin rajauksin eritysrakenteiden (kuten tunneleiden) riskiarviointituloksien esittämiseen.

2.2 Määritelmät

Suuronnettomuudella tarkoitetaan onnettomuutta, jota on kuolleiden tai loukkaantuneiden taikka ympäristöön tai omaisuuteen kohdistuneiden vahinkojen määrän taikka onnettomuuden laadun perusteella pidettävä erityisen vakavana⁴.

VAK-keskittymiin liittyen suuronnettomuuskäsitettä on KERTTU-hankkeen puitteissa on täsmennetty seuraavasti:

”VAK-suuronnettomuudella tarkoitetaan vaarallisen aineen kuljetuksen yhteydessä tapahtuvaa huomattavaa päästöä, tulipaloa, räjähdystä tai muuta ilmiötä, jonka osapuolena on VAK-kuljetusväline sekä jokin vaarallinen aine ja joka aiheuttaa ihmisten terveyteen, ympäristöön tai omaisuuden kohdistuvaa vakavaa välitöntä tai myöhemmin ilmenevää vaaraa. Tarkasteluissa huomioidaan ne onnettomuudet, joiden vaikutukset kohdistuvat myös välittömän onnettomuusalueen ympäristöön.”

⁴ Laki onnettomuuksien tutkinnasta 1985/272

VAK-suuronnettomuusriskin hyväksyttävyydellä tarkoitetaan tässä hankkeessa määrittelyä siitä, millaisia toimintoja tulisi kaavoituksella rajoittaa ja millaisia toimintoja voidaan sallia tietyn riskitason alueilla.

VAK-keskittymiä ovat esimerkiksi ratapihat, satamat ja logistiikkakeskukset. VAK-keskittymällä on vaikutuksia myös liikenneväylille sen ympärillä, koska VAK-ajoneuvojen määrät näillä väylillä – ja näin ollen usein myös VAK-onnettomuuden todennäköisyys – poikkeavat merkittävästi valtakunnallisesta keskiarvosta. VAK-keskittymän tarkastelussa on siis huomioitava myös sinne johtavat pääliikenneväylät sellaiseen etäisyyteen saakka, jossa VAK-liikennevirtojen osuus kokonaisliikenteestä on valtakunnallisen keskiarvon suuruusluokkaa.

2.3 Viitekehys

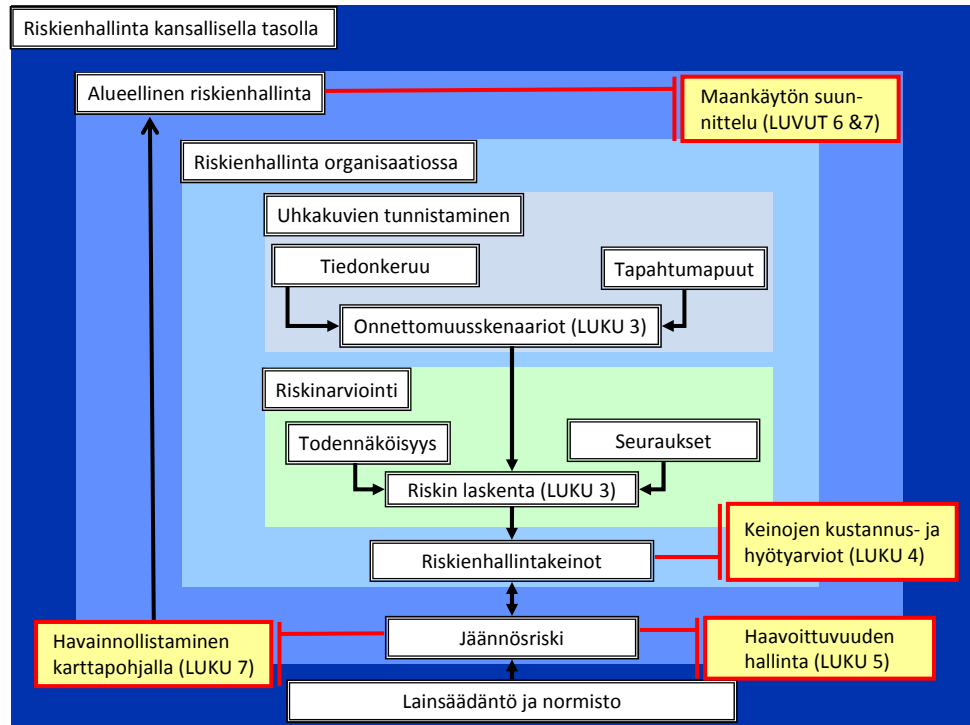
VAK-lainsäädäntö⁵ asettaa tiukkoja vaatimuksia VAK-riskien hallitsemiselle läpi koko kuljetusketjun. Organisaation riskienhallinta lähtee oletusarvoisesti tarpeesta turvata oman toiminnan jatkuvuus. Monissa yrityksissä riskienhallinta onkin olennainen osa liiketoiminnan kannattavuuden turvaamista. Toimijan riskienhallinta koostuu yleensä seuraavista toimista⁶:

1. Riskien tunnistaminen sekä niiden suuruuden ja merkityksen arviointi
2. Riskienhallintakeinojen valinta, toteuttaminen ja vaikutusten arviointi
3. Jäännösriskin raportointi ja häiriötilannesuunnitelmat

Kuvassa 1 on esitetty hankkeen viitekehys, jossa näkyy yksittäisen toimijan riskienhallintaprosessi osana alueellista riskienhallinnan koordinoitua. Riskienhallinta kehittyy systemaattiseksi, kun toimija koostaa eri riskien toteutumisen uhkakuvat yhtenäiseksi riskimaisemaksi, jossa uhkien suuruuden tai vakavuuden perusteella voidaan vähentää riskejä eri riskienhallintakeinoilla. Riskienhallintakeinojen tunnistaminen voidaan tehdä toimijakohtaisesti tai vuorovaikutteisesti muiden toimijoiden kanssa. Tuomalla yhteen tiedot sekä eri toimijoiden aiheuttamista riskeistä että varautumisesta, voidaan luoda selkeä kuva alueen riskitasosta sekä erilaisten riskienhallintakeinojen lisästarpeista.

⁵ Ks. esim. LVM:n [www-sivu VAK-säädöksistä](http://www.sivu.vak-saadoksista)

⁶ Esim. Gilbert, Y. et al. (2008) Tehokasta yhteistoimintaa alueellisella riskitiedonvaihdolla



Kuva 1: Hankkeen viitekehys⁷ ja raportin luvut, joissa viitekehysten osat esitellään

KERTTU-hankkeessa esiteltyä viitekehystä on hyödynnetty systemaattisena lähestymistapana etsittäessä yhteistä toimintamallia, jolla voidaan tunnistaa, arvioida ja esittää VAK-suuronnettomuusriskejä. Jotta eri riskejä voidaan verrata, on **riskien laskennan** perustuttava yhdenmukaiseen ja yhdessä validoituun menetelmään. Osana hanketta on myös kehitetty kriteeristö **VAK-suuronnettomuusskenaarioiden**⁸ rakentamiseen. Onnettomuusskenaarioita voidaan hyödyntää osaltaan riskien tunnistamisessa.

Kattava ymmärrys kuhunkin VAK-keskittymään **soveltuvista ja kustannustehokkaimmista riskienhallintakeinoista** ja niiden turvallisuutta parantavista ominaisuuksista voidaan saavuttaa vuorovaikutteisella prosessilla alueen toimijoiden kesken. Riskienhallintakeinojen valinnassa yhteinen kriteeristö keinojen priorisointiin muodostaa tärkeän tuen päätöksille. KERTTU-hankkeessa on kehitetty yhtenäistä kriteeristöä hyödyntävä työkalu riskienhallintakeinojen valinnan tueksi.

Riskienhallintakeinojen valinnan jälkeen voidaan laskea **jäännösriski**, josta usein myös tiedotetaan esimerkiksi viranomaisille. Jäännösriskin raportointi tulisi tehdä sellaisessa muodossa, että se on selkeästi ymmärrettävä. Niinpä esimerkiksi kaavoittajille tiedotettaessa on usein havainnol-

⁷ Muokattu lähteestä OTIF (2005) Generic Guidelines for the calculation of Risk due to Railway Transport of Dangerous Goods

⁸ VAK-suuronnettomuusskenaario on niiden tapahtumien kuvaamista, jotka toteutuessaan voivat johtaa VAK-suuronnettomuuteen. Tässä raportissa on käytetty myös termejä skenaario ja onnettomuusskenaario viittaamaan VAK-suuronnettomuusskenaarioihin.

lisinta kuvata VAK-suuronnettomuusriskiä karttapohjalla⁹. Alueellinen jäännösriskien hallinta on vahvasti sidoksissa maankäytön suunnitteluun. Mahdollisen VAK-suuronnettomuusriskin huomioiminen maankäytön suunnittelussa perustuu alueen haavoittuvuuden hallintaan.

Hankkeessa käsitellään pääosin kahden eri lainsäädännön piirissä olevia asioita: maankäyttö- ja rakennuslain^{10,11} alaista maankäytön suunnittelua sekä VAK-lainsäädännön alaisia kuljetuksia ja kuljetuskeskittymiä¹². Maankäytön suunnittelua ohjaavaa lainsäädäntöä on tässä hankkeessa suhteutettu VAK-lainsäädäntöön sekä sitä kautta myös VAK-keskittymien suuronnettomuusriskin huomioimiseen. Myös pelastustoimen toimintaa ohjaavan pelastuslain¹³ vaatimukset on huomioitu.

2.4 Menetelmät

Hankkeessa käytettyjä työmenetelmiä olivat kirjallisuuskatsaus, tilastollinen analyysi, haastattelut, työpajatyöskentely, skenaariotyöskentely sekä pilottikohteiden tapaustarkastelu.

Kirjallisuuskatsauksessa haettiin tietoa riskienhallinnan teoriasta, olemassa olevista maankäyttöön liittyvistä riskienhallintaesimerkeistä sekä eri riskienhallintakeinoista. Kirjallisuuslähteinä toimivat alan kirjallisuus ja tieteelliset julkaisut, eri maiden viranomaisten www-sivuillaan ja muuten antamat tiedot sekä haastatelluilta henkilöiltä saadut kirjalliset materiaalit.

Todennäköisyyksien arviointia varten suoritettiin tilastollisia analyysejä. Niissä johdettiin erilaisten apumuuttujien avulla todennäköisyyksien suuruusluokkia tarkasteltaville kuljetuksille. Osana analyysejä jouduttiin tekemään paljon oletuksia, jotka on raportoitu osana todennäköisyysarvioita.

Kirjallisuuskatsauksessa tehtyä listaa mahdollisista riskienhallintakeinoista täydennettiin VAK-riskienhallinnan asiantuntijoiden haastatteluissa. Ulkomaisia esimerkkejä haettiin Ruotsista, Norjasta, Alankomaista, Saksasta sekä kahdesta monikansallisesta yrityksestä. Lisäksi Suomessa haastateltiin kaavoituksen asiantuntijoita (ympäristöministeriö, Kuntaliitto ja Kaakkois-Suomen ympäristökeskus) sekä riskienhallintakeinojen vaikuttavuuden arvioinnin asiantuntijoita (vakuutusala, Säteilyturvakeskus ja Turvatekniikan keskus). Haastatteluja tehtiin yhteensä 26 kappaletta Suomessa ja seitsemän ulkomailla (ks. lista haastatteluista liitteessä 1). Suomen haastattelut tehtiin pääosin kasvotusten ja ulkomaiset haastattelut puhelimitse. Näiden haastattelujen lisäksi haettiin myös yksityiskohtaista riskienhallintakeinoihin liittyvää tietoa eri laitetoimittajilta.

⁹ Esim. Raivio, T. et al. (2007) Suuronnettomuusriskien huomioiminen maankäytön suunnittelussa Kilpilahden teollisuusalueella

¹⁰ Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132

¹¹ Maankäyttö- ja rakennusasetus 1999/895

¹² Laki vaarallisten aineiden kuljetuksesta 1994/719, lisäksi LVM:n www-sivulle on koostettu eri kuljetusmuotoihin liittyvät VAK-säädökset

¹³ Pelastuslaki 2003/468

Hankkeessa valittiin kolme pilottikohdetta tapaustarkasteluun: Turun ratapiha, Porin satama sekä Hämeenlinnan suunnitteilla oleva tunnelihanke, jossa tarkoituksena on mahdollistaa rakentaminen nykyisen moottoritien päälle. Tapaustarkasteluissa tavoitteena oli testata hankkeen tuloksia konkreettisissa esimerkkikohteissa kattaen kaikki hankkeessa tarkasteltavat kuljetusmuodot (tie, rautatie, meri) sekä säiliö- ja kappaletavarakuljetukset (ks. taulukko 1). Pilottikohteiden analyysissä hyödynnettiin skenaariotarkastelua ja pilottikohteille muodostettiin erilliset VAK-suuronnettomuus-skenaariot. Kohderiippumattomia onnettomuusskenaarioita rakennettiin myös tieliikenteen kappaletavarakuljetuksille kattaen kaikki vaarallisten aineiden luokat. (Pilottikohdekohtaisten työkokousten sekä kappaletavaraskenaariokokouksen osallistujat on lueteltu liitteessä 2.)

Taulukko 1: Pilottikohteiden erityispiirteet

	Turun ratapiha	Porin satama	Hämeenlinnan tieliikennetunneli (suunnitteilla)
Sijainti	Keskusta	Keskustan ulkopuolella	Keskusta
Liikenne- muoto	Rata	Meri (lastaus), tie ja rata	Tie, tunnelin kiertotiet
Erityis- piirre	Myrkyllinen kaasu, junasäiliökuljetus	Merkittävä määrä palavia nesteitä, paljon kuljetuksia ja eri toimijoita	Vaihtoehtoiset reitit ja tunneli, kappaletavarakuljetus

Hankkeessa järjestettiin yhteensä kolme työpajaa, joissa vuorovaikutteisin menetelmin testattiin ja täydennettiin hankkeen eri vaiheiden tuotoksia. Ensimmäisessä työpajassa testattiin hankkeessa kehitettyä riskienhallintakeinojen arviointityökalua pilottikohteiden onnettomuusskenaarioita esimerkkitapauksina käyttäen sekä täydennettiin työkalua tarvittavilta osin. Toisessa työpajassa keskityttiin riskienhallinnan prosessiin maankäytön suunnittelijoiden ja kaavoittajien näkökulmasta. Kolmannessa työpajassa validoitiin pilottitarkastelujen tulokset sekä riskienhallintakeinojen arviointityökalun käytettävyys. Osallistujina työpajoissa oli monipuolisesti eri liikennemuotojen, kaavoituksen sekä pilottikohteiden edustajia (ks. työpajojen osallistujat liitteessä 2).

Hanketta ohjasi ohjausryhmä, johon kuuluivat edustajat liikenne- ja viestintäministeriöstä, Merenkululaitoksesta, Palmberg TKU Oy:stä, Porin kaupungista, Porin satamasta, Ratahallintokeskuksesta, Rautatievirastosta, sisäasiainministeriöstä, Suomen Säiliöautoliitto ry:stä, Turun kaupungista, Varsinais-Suomen pelastuslaitoksesta, VR-Yhtymä Oy:stä sekä ympäristöministeriöstä. Ohjausryhmä kokoontui yhteensä neljä kertaa. Hankkeen toteuttajana toimi Gaia Consulting Oy.

3 RISKINHALLINNAN TEORIAA JA MENETELMIÄ

3.1 Riskin osatekijät ja laskeminen

3.1.1 Riskin määritelmä

Riski on epäsuotuisan tapahtuman tapahtumataajuuden ja vaikutusten yhdistelmä. Matemaattisesti riski määritellään:

$$\text{Riski} = \text{Tapahtumataajuus} * \text{Vaikutus}$$

Tapahtumataajuus on luku, joka kuvaa, miten usein epäsuotuisa tapahtuma keskimäärin tapahtuu. Tapahtumataajuutta mitataan usein todennäköisyydellä. Todennäköisyydet johdetaan usein tilastoista. Koska suuronnettomuuksia tapahtuu vähän ja niiden olosuhteet ovat erilaisia, tilastollinen vaihtelu on usein hyvin suurta ja arviot epätarkkoja.

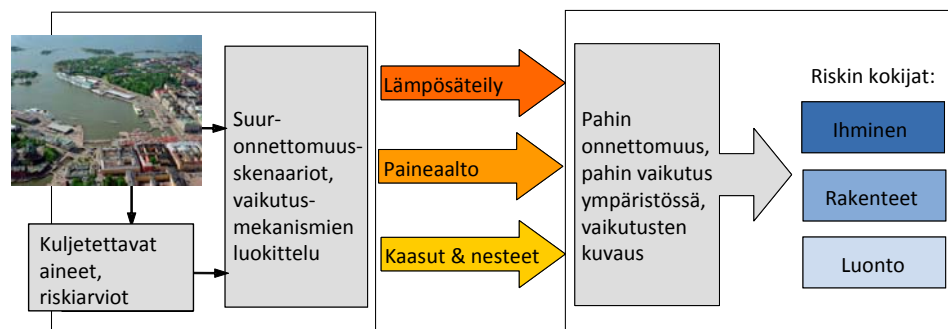
Vaikutus voi olla mikä tahansa mitattavissa tai ei mitattavissa oleva tapahtuman seuraus. Tässä hankkeessa onnettomuustapahtuman vaikutuksia on arvioitu ihmisiin, ympäristöön ja rakennettuun ympäristöön.

3.1.2 Riskin vaikutusten arviointi

Useimmat olemassa olevat mallit vaarallisten aineiden suuronnettomuuden vaikutusten laskemiselle ovat lähtöisin laitosturvallisuudesta. Niin laitoksessa kuin kuljetuksen yhteydessä tapahtuvan vaarallisten aineiden suuronnettomuuden vaikutukset ovat kuitenkin laadultaan samankaltaiset ja siten samaa seurauksia mittaavaa asteikkoa voidaan soveltaa. Vaikutusten suuruus riippuu onnettomuudessa osallisena olevan aineen ominaisuuksien lisäksi aineen määrästä. Absoluuttiset kuljetuksiin kohdistuvat onnettomuusskenaariot ovat mittasuhteiltaan yleensä pienempiä kuin vastaavat laitosten onnettomuusskenaariot, koska ainemäärät ovat kuljetuksissa yleensä pienemmät. Vaikutusten arvioinnissa on kuitenkin huomioitava olemassa olevat suojaustoimet sekä vaikutuksia rajoittavat tekijät – nämä ovat vuorostaan usein paremmin hoidettuja teollisuuden kiinteissä kohteissa. Myös torjuntakeinot ovat usein kattavammin toteutettu laitoksissa (esimerkiksi sprinklerit).

Liitteessä 3 on esitetty eräs riskin vaikutusten arviointitapa, jota on Suomessa sovellettu suuronnettomuusriskien huomiointiin maankäytön suunnittelussa sekä ns. Seveso-laitosten¹⁴ että VAK-keskittymien ympäristössä. Tätä menetelmää on sovellettu myös KERTTU-hankkeessa. Menetelmän sisältö on esitetty kiteytettynä kuvassa 2.

¹⁴ Seveso II -direktiivi säätelee vaarallisia kemikaaleja käyttävien ja varastoivien suuronnettomuusvaarallisten laitosten riskienhallintaa EU-maissa. Direktiivi mm. edellyttää suuronnettomuusvaarallisten laitosten riskin huomioon ottamista rakentamisessa ja maankäytön suunnittelussa. Suomen lainsäädännössä direktiivin velvoitteet tältä osin on sisällytetty maankäyttö- ja rakennuslakiin ja -asetukseen sekä valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin.



Kuva 2: Vaikutusarviointimenettely

Koska kuljetettavien aineiden määrät sekä hallitsemattomien päästöjen vaikutukset ihmisille, ympäristölle ja omaisuudelle ovat tunnettuja, matemaattisen mallintamisen avulla on mahdollista saada suhteellisen hyvää ja varmaa käsitys erilaisten onnettomuuskenaarioiden vaikutuksista. Myös ihmisen reagointi erilaisiin onnettomuusvaikutuksiin tunnetaan suhteellisen hyvin¹⁵. Keskeinen pullonkaula riskinarvioinnissa onkin siten todennäköisyyksien arviointi.

3.1.3 Riskin todennäköisyyksien arviointi

Todennäköisyyksien arviointiin on olemassa erilaisia lähestymistapoja:

- Tilastollinen menneeseen perustuva todennäköisyysarviointi soveltuu järjestelmiin, joista on olemassa riittävä määrä menneitä dataa ja joissa olosuhteet ovat pysyneet riittävällä tarkkuudella samoina. Näiden perusoletusten vuoksi tilastollista arviointia voidaan soveltaa suuronnettomuusympäristössä vain rajallisesti.
- Ennakoiva todennäköisyysarviointi perustuu probabilistic safety assessment (PSA) -lähestymistapaan¹⁶. Siinä epäsuotuisiin tapauksiin johtavat polut kartoitetaan ns. tapahtumapuiden avulla ja kullekin epäsuotuisaan tapahtumaan johtavan ketjun osalle arvioidaan todennäköisyydet.
- Käytettävistä todennäköisyyksistä voidaan tietyissä tilanteissa sopia yhteisesti. Esimerkiksi Alankomaissa käytetään erilaisten todennäköisyyksien arviointiin turvallisuusviranomaisen erilaisten konsultaatioiden pohjalta julkaisemaa ns. ”Purple bookia”¹⁷.

Muun muassa vakuutusyhtiöiden tekemässä onnettomuuksien todennäköisyyksien arvioinnissa tietoa etsitään tapahtuneista onnettomuuksista ja tilastoista. Liitteessä 4 on koottu havaintoja onnettomuuksiin liittyvistä tilastoista ja siitä, mitä näiden perusteella on pääteltävissä. VAK-suuronnettomuuden mahdollisuutta kuvaavaa todennäköisyysdataa ei ole riittävässä määrin olemassa, jotta siitä voitaisiin vetää tilastollisesti päteviä

¹⁵ Esim. Raivio, T. et al. (2007) Suuronnettomuusriskien huomioiminen maankäytön suunnittelussa Kilpilahden teollisuusalueella

¹⁶ PSA-menetelmää on erityisesti käytetty ja kehitetty ydinvoimaloiden turvallisuusanalyysin tueksi

¹⁷ Guideline for quantitative risk assessment, The Dutch Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment

johtopäätöksiä. Näin ollen tilastolähteistä johdetuissa tiedoissa on VAK-suuronnettomuuksien kohdalla väistämättä epävarmuuksia.

Suuronnettomuusriskin todennäköisyyden arvioinnissa tulos pitkälti perustuukin subjektiiviseen asiantuntija-arvioon. Esimerkiksi vakuuttajan näkökulmasta tärkeitä tekijöitä toimialan huomioinnin lisäksi ovat silloin yrityksen turvallisuusasenne ja suhtautuminen riskeihin, olemassa olevat riskienhallintajärjestelmät sekä niiden kattavuus ja toimivuus. Tehdyistä oletuksista ja niiden vaikutuksista on pidettävä kirjaa ja ne on raportoitava selkeästi riskinarvioinnin tulosten yhteydessä. Mahdollisuuksien mukaan arvion tulisi myös edustaa enemmän kuin yhden tahon mielipidettä.

Esimerkkinä subjektiivisista todennäköisyysarvioista on Seveso-lainsäädäntöön perustuva, turvallisuus selvityksissä esitettävät Seveso-laitosten suuronnettomuusriskiarviot. Riskejä tunnistavat ja arvioivat sekä laitokset itse että Turvatekniikan keskus (Tukes) valvovana viranomaisena. Laitoksen toiminnan ja varastoinnin turvallisuustason huomioiden Tukes arvioi laitoksen toimintaprosessit, olemassa olevat suojaustoimet ja muut riskienhallintakeinot. Myös pelastustoimen ja ympäristöviranomaisten arviot laitoksesta huomioidaan. Todennäköisyysarvioilta ei vaadita täsmällistä matemaattista laskentaa, mutta viranomaisen todentaa ja hyväksyy yrityksen arvioinnin sekä tarpeen mukaan pyytää täsmennystä tähän. Samaa linjaa VAK-suuronnettomuusriskin arvioinnissa voisivat noudattaa kuljetusmuoto kohtaisesti VAK-turvallisuus selvitysvelvollisia kohteita valvovat viranomaiset eli Rautatievirasto ja Merenkulkulaitos. Tämä olisi linjassa VAK-ratapihojen ja VAK-satamien valvontatavoitteiden kanssa^{18,19}. Tällöin kuljetustapahtumien ja -keskittymien toiminnoista syntyvät vaaratilanteet voitaisiin arvioida paitsi toimijan myös viranomaisten näkökulmasta ja näin saada kansallista vertailtavuutta eri VAK-kohteiden välillä. Tieliikenteen kohdalla vastaavaa turvallisuus selvitysvelvoitetta ei kuitenkaan ole.

Yhteenvedon voidaan todeta, että ensimmäinen arvio todennäköisyyksistä kannattaa hankkia tilastotiedon pohjalta. Mikäli itse ilmiötä kuvaavaa aineistoa on liian vähän tai se on laadultaan epäluotettavaa, on etsittävä aineistoja, jotka korreloivat riittävällä tavalla tarkasteltavan ilmiön kanssa. Mikäli tällaisiakaan aineistoja ei ole ja resurssit on riittävästi, voidaan konstruoida tilannetta kuvaava tapahtumapuun ja arvioida osatodennäköisyydet ja tätä kautta kokonaistodennäköisyys. Näin voidaan tarkentaa ja verifioida myös alkuperäistä arviota. Jos tilastollista tietoa ei ole, hyvä tapa on turvautua subjektiivisiin, usean osapuolen asiantuntija-arvioihin. Arviot voidaan kerätä esimerkiksi työpajatyöskentelyn avulla istuttamalla asiantuntijat saman pöydän ääreen. Tässä olennaista on työpajan hyvä valmistelu ja vetäminen sekä työpajan vetäjän riskiarviointiosaaminen, jotta työpajasta saadaan luotettava lopputulos.

¹⁸ Valtioneuvoston asetus vaarallisten aineiden kuljetuksesta ja tilapäisestä säilytyksestä satama-alueella 2005/251

¹⁹ Valtioneuvoston asetus vaarallisten aineiden kuljetuksesta rautatiellä 2002/195

3.2 Henkilöön kohdistuvan riskin mittaaminen

Jotta keskustelua mahdollisesta turvallisuuden parantamisen tarpeesta ja riskienhallintatoimenpiteistä voitaisiin käydä käytännön tasolla, on riskin suuruutta sekä riskienhallintakeinoja ja näiden vaikutuksia voitava arvioida yhteismitallisesti. On olemassa useita erilaisia menetelmiä, joilla esimerkiksi terveys- ja ympäristövaikutuksia voidaan mitata kvantitatiivisesti, mutta niihin kaikkiin liittyy sekä epävarmuuksia että eettisiä haasteita²⁰.

Riskien suorat taloudelliset vaikutukset voidaan yleensä mitata rahassa. Lisäksi on olemassa käytettyjä menetelmiä ja sovittuja tapoja arvioida myös epäsuoria taloudellisia vaikutuksia ja ympäristövaikutuksia yhteismitallisesti rahana. Ympäristövaikutusten yhteismitallistamiseksi on esimerkiksi käytetty suoria kustannuksia sekä ympäristövahinkojen korvaamiseksi oikeudessa määrättyjä korvaussummia. Tässä hankkeessa käytetty, Porvoon Kilpilahdessa kehitetty, vaikutusarviointimenetelmä perustuu erilaisten teknisten raja-arvojen tulkintaan ja näiden suhteuttaminen riskinkokijaan. Menetelmä kehitettiin laajalla viranomais- ja yritysten yhteistyöllä ja yhteismitallistamisen hyödyt koettiin suuremmaksi kuin näiden tuoma epävarmuus.²¹

Vaikutusten yhteismitallistaminen on kuitenkin aina haastavaa. Erityisen haastavaa on verrata ihmisiin kohdistuvia vaikutuksia muiden vaikutusten kanssa. Seuraavassa on kuvattu kaksi kansainvälisesti paljon käytettyä ihmisiin liittyvien riskien kvantitatiivista kuvaustapaa.

3.2.1 Yksilöriski

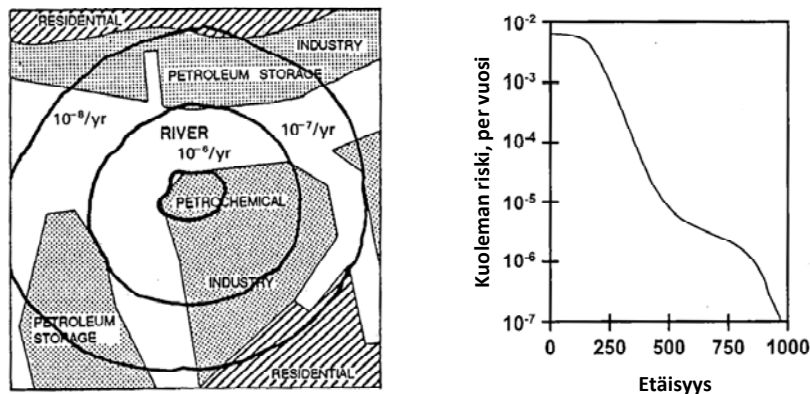
Yksilöriskillä (Individual risk) tarkoitetaan tiettyyn henkilöryhmään kuuluvan yksilön mahdollisuutta altistua onnettomuuden vaikutuksille. Yksilöriskin todennäköisyys voidaan laskea, kun tiedetään tarkasteltavan onnettomuusvaikutuksen esiintymisen todennäköisyys ja vaikutusetäisyys sekä todennäköisyys, jolla tarkasteltavan henkilöryhmän yksilö on vaikutusalueella. Usein vaikutukseksi valitaan ihmisen menehtyminen, vaikkakin myös eritasoisia vammautumisia voidaan tarkastella.

Laskutoimitusten ja analyysien lopputuloksena voidaan saada esimerkiksi tulos, että kuljetuskeskittymästä sadan metrin päässä asuvan ihmisen yksilöriski (kuolla tai vammautua) on keskimäärin x vuodessa. Tuloksena voidaan esittää myös suurin yksilöriski tai keskimääräinen onnettomuudelle altistuvan populaation riski. Yleinen esitystapa on yksilöriskin tasa-arvoikäyrien esittäminen kartalla. Pistemäisille riskilähteille, joiden onnettomuusvaikutukset eivät riipu sääolosuhteista, voidaan piirtää yksilöriski etäisyyden funktiona. Tällaisia riskilähteitä ovat esimerkiksi nestekaasusäiliöt.

²⁰ Esim. Dixon J (1998) The Economic Valuation of Health Impacts, US EPA (1996) Valuing Potential Environmental Liabilities for Managerial Decision-Making: A Review of Available Techniques; UNDSO (2001) Environmental Management Accounting Procedures and Principles

²¹ Esim. Raivio, T. et al. (2007) Suuronnettomuusriskien huomioiminen maankäytön suunnittelussa Kilpilahden teollisuusalueella

Kuvassa 3 on esitetty kuvitteellinen esimerkki yksilöriskin tasa-arvokäyristä sekä yksilöriskistä etäisyyden funktiona.



Kuva 3: Kuvitteellinen esimerkki yksilöriskin tasa-arvokäyristä sekä yksilöriskistä etäisyyden funktiona²²

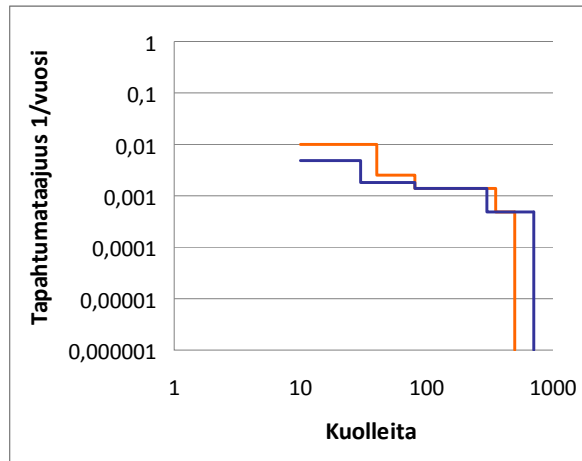
Yksilöriskin arviointi ei ota huomioon kaikkia riskille altistuvia henkilöitä. Kun tarkasteltava vaikutustapa on kiinnitetty, yksilöriski tietyssä pisteessä koostuu yhdestä luvusta, joten yksilöriskit voidaan järjestää esimerkiksi suuruusjärjestykseen.

3.2.2 Yhteiskunnallinen riski

Yhteiskunnallisen riskin (Societal risk) käsitteellä tarkoitetaan tässä sellaisen onnettomuuden mahdollisuutta, josta voi olla haitallisia seurauksia joukolle ihmisiä. Yhteiskunnallinen riski riippuu onnettomuuden tapahtumataajuudesta, seurausvaikutuksista ja onnettomuuspaikkaa ympäröivien alueiden ihmismääristä.

Käytännössä yhteiskunnallista riskiä kuvataan ns. F-N-käyrien avulla. Käyrät esittävät erilaisiin onnettomuusskenaarioihin liittyvät tapahtumataajuudet F ja henkilövaikutukset N (usein menehtymiset). Käyrät piirretään yleensä logaritmiasteikolle. Kuvassa 4 on esitetty kuvitteellinen esimerkki F-N-käyrästä.

²² AICE (2000) Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis



Kuva 4: Kuvitteellinen esimerkki F-N-käyrästä

Yhteiskunnallisen riskien käyttämisen keskeinen haaste on se, että riski ilmaistaan käyränä eli joukkona todennäköisyys-vaikutuspareja. Toisin kuin yksilöriskejä, yhteiskunnallisia riskejä ei voida laittaa yksikäsitteseen suuruusjärjestykseen, sillä yleisesti käyrien vertaaminen riippuu vertailun suorittajan preferensseistä. Vain käyrät, jotka eivät leikkaa toisiaan, voidaan laittaa paremmuusjärjestykseen yksikäsittesestä.

F-N-käyrää voidaan kuitenkin arvioida ja yksinkertaistaa. Käyrän perusteella voidaan laskea esimerkiksi uhrien määrän keskiarvo (Average rate of death index / Average societal risk) tai riski voidaan taulukoida uhri määrittäin ja hakea todennäköisyydet esimerkiksi 1–10, 11–100, 101–1000, ... uhrille. On kuitenkin huomattava, että tällöin menetetään osa informaatiota.

3.2.3 Yksilöriski vai yhteiskunnallinen riski

Yksilöriski ja yhteiskunnallinen riski edustavat saman riskin eri esitysmuotoja ja periaatteessa toinen voidaan johtaa toisesta. Yhteiskunnallinen riski kuvaa, millä todennäköisyydellä tietty ihmismäärä kokee onnettomuuden vaikutuksia, kun taas yksilöriski mittaa onnettomuuden vaikutuksia yksilön kannalta.

Yhteiskunnallisten riskien kuvaaminen F-N-käyrien avulla saattaa johtaa monimutkaisiin malleihin, jotka ovat raskaita, työläitä ja kalliita laskea sekä sängen vaikeasti ymmärrettäviä. Tässä ei myöskään huomioida muita vaikutuksia kuin menehtymisen riski. Yksilöriskin laskeminen on hieman helpompaa. Ylipäätään laskennallisen raskauden kannalta erilaiset kvalitatiiviset mallit ovat useissa tapauksissa näitä kvantitatiivisia malleja käytännöllisempiä.

3.3 Riskin kokeminen ja riskitason hahmottaminen

Riskinarviointia ja sen tulosten jalkauttamista päätöksentekoon hankaloittaa se, että eri ihmiset kokevat saman riskin eri tavalla. Riskin kokemusta

suurentavia tekijöitä on koottu taulukkoon 2, riskin kokemusta pienentäviä tekijöitä puolestaan taulukkoon 3.

Taulukko 2: Koettua riskiä kasvattavia tekijöitä²³

Tekijä	Selitys
Riskin ottamisen vapaaehtoisuus	Pakotettu riski koetaan suuremmaksi kuin itse otettu
Vaihtoehtojen olemassaolo	Jos vaihtoehtoja ei ole, riski koetaan suuremmaksi
Kauhistuttavuus	Ihmisen omiin pelkoihin liittyvät riskit koetaan todellista suuremmiksi (esim. käärmeenpureman pelko)
Katastrofaalisuus	Seurauksiltaan katastrofaaliset riskit koetaan suuremmiksi (esim. lento-onnettomuudet)
Tieto riskistä	Tuntematon pelottaa ja riski koetaan suuremmaksi, jos siitä saadaan puutteellista tietoa
Riskin jakautuminen	Laajalle leviävät vaikutukset ja puolustuskyvyttömiin ihmisiin (kuten lapset tai vanhukset) kohdistuvat riskit koetaan suurempina
Väärinkäytön mahdollisuus	Mikäli riskinaiheuttaja on väärin käytettynä erityisen riskialtis, myös normaalikäytön riskit koetaan suurempina
Riskistä hyötyjä	Riskit, joista saatavat hyödyt menevät jollekulle muulle, koetaan suurempina kuin itseä hyödyttävät riskit

Taulukko 3: Koettua riskiä pienentäviä tekijöitä²⁴

Tekijä	Selitys
Välttämättömyys	Sellaiset toiminnot, joita ei voida välttää, koetaan riskeiltään pienemmiksi kuin vastaavat eivälttämättömät toiminnot
Realisoitumisen nopeus	Hitaasti toteutuva riski koetaan pienemmäksi kuin yhtäkkäinen riski ("kaikkeen tottuu")
Riskin tunnettuus	Mitä yleisempi riski on, sen pienempänä se koetaan – esimerkiksi auto-onnettomuudet koetaan riskinä pienemmiksi kuin vaikkapa kemikaaliriskit, vaikka usein tilanne on päinvastainen
Luottamus	Luottamus riskin aiheuttajaan saa riskit tuntumaan pienemmiltä – tuttua laitosta naapurissa ei koeta riskinä, sen sijaan uusi vastaava toiminta voidaan kokea hyvinkin vaaralliseksi

Yhteiskunnan tapauksessa hyväksyttävän riskin lähtökohdaksi on luontevaa ottaa huomioon myös riskin kokeminen – ihmisten turvallisuuden tunne on tärkeä tekijä. Suuronnettomuusriskiä voidaan pitää:

²³ Mm. Chartier, J. & Gabler, S. (2001) Risk communication and government – Theory and application for the Canadian food inspection agency.

²⁴ Mm. Chartier, J. & Gabler, S. (2001) Risk communication and government – Theory and application for the Canadian food inspection agency.

- Ei-vapaaehtoisena
- Kauhistuttavana
- Nopeasti realisoituvana
- Katastrofaalisena
- Ei-tuttuna

Lisäksi toiminnan hyödyt kohdistuvat pääasiassa muille kuin riskin koki-joille, luottamus toimintaan saattaa olla puutteellista ja yleisön tiedot riskeistä heikonlaisia. Näistä syistä johtuen VAK-suuronnettomuusriskit saatetaan kokea merkittävästi suurempina kuin mitä ne ovat verrattuna muihin riskeihin, joiden vaikutukset ja todennäköisyydet ovat samat tai suuremmat.

Eri riskityyppien vertailtavuutta varten riskitasoa on hyvää hahmottaa yhteneväisesti. Esimerkiksi nykyisessä länsimaisessa yhteiskunnassa suurin osa ihmisistä kuolee vanhuuteen ja sairauksiin. Taulukossa 4 on esitetty Suomen väkiluku 2007 sekä eräitä muita kuolinsyitä ja kuolleiden lukumääriä.

Taulukko 4: Eräitä kuolinsyitä Suomessa 2007 ja populaation yli keskiarvotettu kuoleman todennäköisyyden²⁵

Kuolinsyy	Koko väkiluku 2007 5 300 000	Todennäköisyys
Immuunikato	11	$2,1 * 10^{-6}$
Influenssa	17	$3,2 * 10^{-6}$
Maaliikennetapaturmat	358	$6,8 * 10^{-5}$
Vesikuljetustapaturmat	54	$1,0 * 10^{-5}$
Tapaturmaiset kaatumiset ja putoamiset	1 112	$2,1 * 10^{-4}$
Hukkumistapaturmat	143	$2,7 * 10^{-5}$
Itsemurhat	995	$1,9 * 10^{-4}$
Murha, tappo tai muu tahallinen pahoinpitely	116	$2,2 * 10^{-5}$

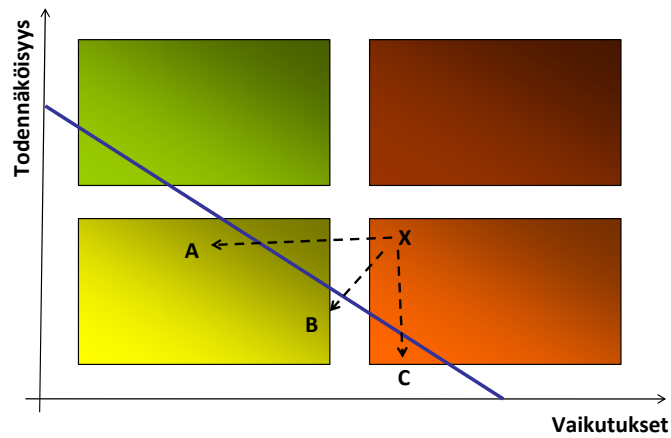
Satunnaisesti Suomen populaatiosta valitun ihmisen todennäköisyys kuolla vuoden aikana esimerkiksi immuunikatoon on noin kaksi miljoonasta ($2,1 * 10^{-6}$). Todennäköisyys kuolla itsemurhaan tai kotitapaturmaan (vain kaatumiset ja putoamiset) on luokkaa kaksi kymmenestä tuhannesta, toisin sanoen kymmenestä tuhannesta satunnaisesti valitusta ihmisestä keskimäärin kaksi kuolee itsemurhaan tai kotitapaturmaan.

3.4 Riskin hyväksyttävyys

”Hyväksyttävä” riski tietylle toiminnolle on sellainen, joka vaikutuksiltaan tai todennäköisyyksiltään on riittävän pieni, että yksilö tai yhteiskunta on sen valmis kantamaan. Kuvassa 5 on esitetty eräs tapa hahmottaa graafi-

²⁵ Tilastokeskuksen www-sivu

sesti riskin muodostumista vaikutusten ja todennäköisyyden tulona ja tämän suhteuttamista riskin ”hyväksyttävyyteen”.



Kuva 5: Riskin suuruus ja hyväksyttävän riskin raja

Kuvassa sininen viiva edustaa ns. ”hyväksyttävää” riskitasoa. Tämän yläpuolelle jäävät sekä ne pienet onnettomuudet, joiden todennäköisyys on suuri mutta vaikutukset suhteellisen pieniä (vasen yläkulma, vihreä laatikko) että ne onnettomuudet, joiden todennäköisyys on hyvin pieni mutta vaikutukset suuria (oikea alakulma, oranssi laatikko). Oikealla ylhäällä (suuret vaikutukset, suuret todennäköisyydet) ei moderneissa yhteiskunnissa useinkaan olla. Hyväksyttävät riskit tarkasteltavalle toiminnolle ovat kaikki ne todennäköisyys-vaikutus-parit, jotka sijaitsevat ”hyväksyttävyy sviivan” alapuolella. Yhteiskunnallisesti mielenkiintoinen kysymys on, mihin kohtaan kuvaa ”hyväksyttävyy sviiva” piirretään. Riskienhallinnan näkökulmasta puolestaan tärkeä kysymys on, millä keinoilla ei-hyväksyttävästä riskitilanteesta (kuvassa kohta X) siirrytään kustannustehokkaasti hyväksyttävään jäännösriskitilanteeseen (kohdat A, B tai C). Jäännösriskin on mahdollista hyväksyttävän riskitason alle.

Vaihtoehtoisesti riskitaso voidaan hahmottaa esimerkiksi matriisimuodossa kuten kuvassa 6 ja suhteuttaa kukin taso vaadittaviin toimenpiteisiin – esimerkiksi sietämätöntä riskitasoa edustavaa toimintaa ei hyväksytä.

		Seuraukset		
		Vähäiset	Haitalliset	Vakavat
Todennäköisyys	Epätodennäköinen	Merkityksetön riski	Vähäinen riski	Kohtalainen riski
	Mahdollinen	Vähäinen riski	Kohtalainen riski	Merkittävä riski
	Todennäköinen	Kohtalainen riski	Merkittävä riski	Sietämätön riski

Kuva 6: Esimerkki riskimatriisista

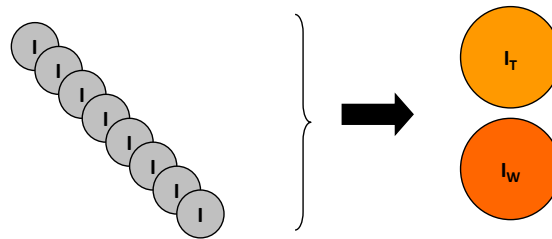
Eräs lähtökohta VAK-suuronnettomuuden hyväksyttävälle tasolle on se, että yksilön todennäköisyys kuolla suuronnettomuuden seurauksena tulisi olla korkeintaan muiden yksilön elämässään kohtaamien kuolintodennä-

köisyyksien suuruusluokkaa. Onkin todennäköisesti niin, että maailmalla käytössä olevat rajaukset on asetettu peilaten riskin tasoa suhteessa yksilön riskimaiseman keskimääräiseen riskiin sekä riskin kokemiseen asettamalla suuronnettomuudesta aiheutuvan kuoleman todennäköisyys muita yksilön kokemia kuolemanriskejä suhteellisesti pienemmäksi.

Esimerkkejä EU-maissa käytössä olevista suuronnettomuusriskinarviointimenetelmistä ja maankäytön ohjeistuksesta suhteessa riskitasoon kuvataan luvussa 6.

3.5 Onnettomuusskenaariot riskinarvioinnin ja riskienhallinnan tukena

Kattava riskien tunnistaminen on tarpeen riskienhallintaprosessin yksityiskohtaiselle ohjaamiselle. Sen sijaan **kaavoittajalle tärkeintä on saada kokonaiskuva alueen riskitasosta**. Kokonaiskuvan hahmottamiseksi erilaisia riskitapahtumia voidaan ryhmitellä vaikutusten tai tapahtumaketjujen perusteella ja valita näistä lähemmin tarkasteltavat esimerkkitapaukset – eli onnettomuusskenaariot. Tätä on havainnollistettu kuvassa 7 (I = tapahtuma, I_T = Tyypillinen tapahtuma, I_W = tapahtuma, jolla on pahimmat seuraukset).

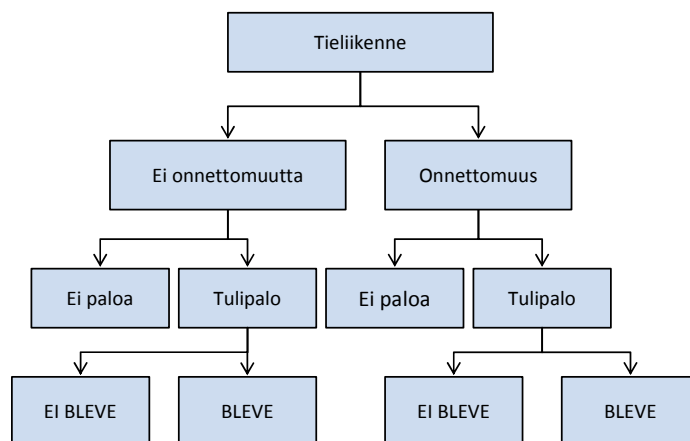


Kuva 7: Tarkasteltujen onnettomuustapahtumien valintaprosessi

Eri skenaariot johtavat tilanteisiin, joiden vaikutukset ympäröiville alueille ovat erilaisia. Skenaariokohtaisesti arvioidaan tapahtuman vaikutukset ja todennäköisyydet. Koska maankäytön suunnittelun aikajänne on useita kymmeniä vuosia, on skenaarioiden valinnassa syytä huomioida myös pahin realistisesti ajateltavissa oleva skenaario²⁶. Niinpä maankäytön suunnittelua tukevassa skenaariovalintaprosessissa tulisi huomioida sekä **tyypilliset onnettomuudet**, joita voi tapahtua usein, että ne onnettomuudet, joiden vaikutukset edustavat **pahinta realistista tapahtumaa** (ks. kuva 7).

Tunnistamalla suuronnettomuuksiin johtavat onnettomuusskenaariot voidaan tunnistaa ja siten miettiä keinoja poistaa niiden mahdollisia aiheuttajia. Skenaariotyössä yksinkertaistenkin tapahtumapuiden hyödyntäminen tapahtuman kuvaamisessa tukee riskienhallintakeinojen valintaa (ks. kuva 8).

²⁶ Raivio, T. et al. (2007) Suuronnettomuusriskien huomioiminen maankäytön suunnittelussa Kilpilahden teollisuusalueella



Kuva 8: Esimerkki tapahtumapuusta²⁷

Hyvä skenaarioiden valintamenetelmä on systemaattinen ja kattaa kaikki vaaralliset toiminnot. Varsinaisella valinta- ja tunnistamismenetelmällä ei sinänsä ole paljon merkitystä, kunhan skenaarion tunnistamis- ja valintaperusteet on selvästi kuvattu ja ne johtavat kattavaan joukkoon skenaarioita. Skenaarioita voi tunnistaa perustuen esimerkiksi tunnettuun tapahtumaan, tunnistettuun läheltä piti -tilanteeseen tai esimerkiksi yrityksen sisäiseen riskinarviointityöhön²⁸. Mikäli skenariovalintamenetelmä ei ole systemaattinen tai perustuu epätasaisiin kriteereihin, tämä heikentää tuloksien luotettavuutta, koska ei ole taetta esimerkiksi tarkasteltujen onnettomuusskenaarioiden kattavuudesta.

KERTTU-hankkeessa kehitetty skenariovalintamenetelmä perustuu seuraaviin kriteereihin:

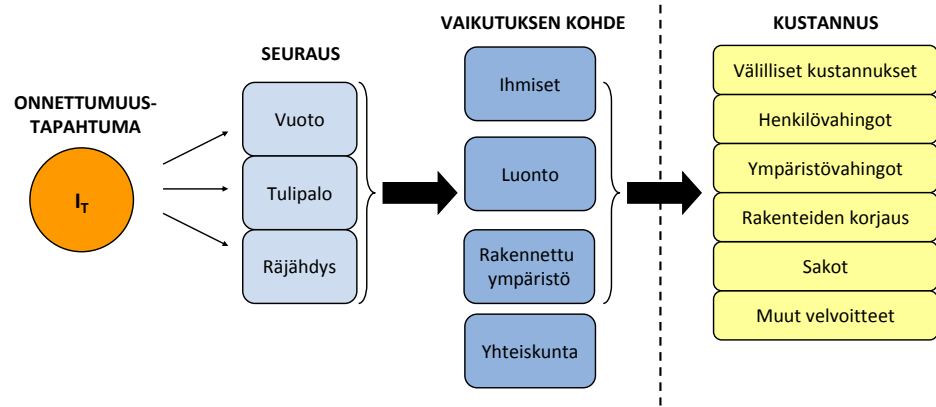
- Skenaarion tulee olla ainekohtainen
- Kohteissa, joissa on paljon eri aineita, valitaan vaikutuksiltaan pahimmat aineet
- Valinnassa tulee huomioida myös suhteelliset aineiden määrät eli kuinka paljon ainetta liikkuu tietyssä kuljetuskeskittymässä verrattuna muiden aineiden määriin
- Valittujen skenaarioiden tulee edustaa sekä tyypillisiä tapahtumia että realistisia, pahimman tapauksen onnettomuuksia
- Valinnassa tulisi varmistaa, että kunkin kohteen skenaarioissa on huomioitu vaikutukset riskin eri kokijoihin (ihminen, ympäristö, rakennettu ympäristö)

Skenariovalintakriteeristöä on testattu ja validoitu hankkeen kolmessa pilotikohteessa Turussa, Porissa ja Hämeenlinnassa (ks. luku 8 ja liite 6). Pilotitarkasteluissa rakennettujen VAK-suuronnettomuusskenaarioiden kohdalla mallinnettiin onnettomuustapahtuman seuraukset (minkälaiset ja

²⁷ BLEVE (boiling liquid expanding vapour explosion) on suljetuille säiliöille ominainen räjähdystyyppi. Räjähdys johtuu kiehuvan nesteen ja höyryn laajenemisesta. Mikäli sisältö on palavaa, se palaa purkautuessaan ulos.

²⁸ Gilbert, Y. & Raivio, T. (2007) YRTTI - Yhteiset riskiarviointiperusteet turvallisuusselvityksille

kuinka suuret) sekä suhteutettiin seuraukset riskin kokijoihin (vaikutuksen kohde) (ks. kuva 9). Riskin realisoitumisen kustannuksia ei tässä hankkeessa ole arvioitu (kuvassa oikealla olevat keltaiset laatikot). Skenaarioita käytettiin myös pilottikohteiden todennäköisyyksien arvioinnin perusteena.



Kuva 9: Onnettomuustapahtuman seuraukset, vaikutusten kohteet ja kustannukset²⁹

²⁹ Gilbert, Y. & Kumpulainen, A, (2008) Bridging HSE risk with cost analysis: A model for optimising completion fluid choice

4 RISKIENHALLINTAKEINOJEN KUSTANNUSTEN JA HYÖTYJEN ARVIOINTI

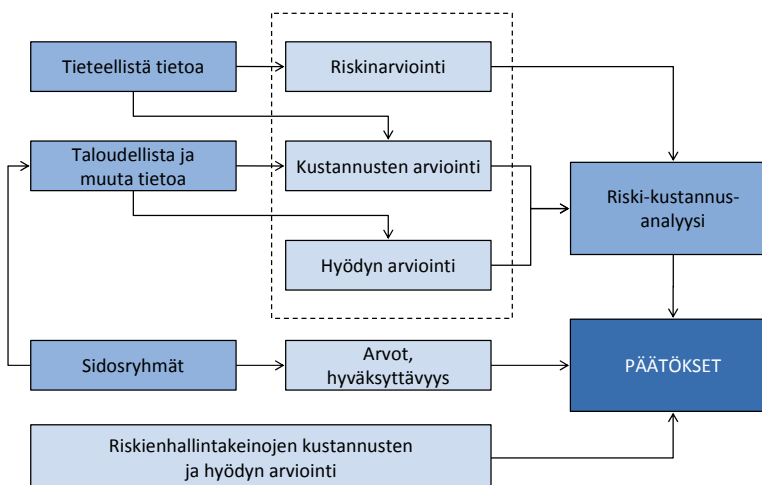
4.1 Riskin ja riskienhallintakeinojen kustannukset

Kohdekohtaisen riskinarvioinnin perusteella voidaan määrittellä, onko riskitasoa vähennettävä. Turvallisuutta voidaan parantaa vähentämällä onnettomuuden todennäköisyyttä, rajoittamalla onnettomuuden vaikutuksia tai pienentämällä ympäristön haavoittuvuutta. Käytetyt keinot voivat olla sekä operatiivisia toimia, organisaation hallintajärjestelmien kehittämistä, torjuntakeinojen parantamista sekä investointeja muun muassa infrastruktuuriin, kalustoon tai rakenteisiin. Keinoihin lukeutuu myös maankäytön suunnittelulla tehty ympäristön haavoittuvuuden pienentäminen.

Riskienhallintaan käytettävissä olevien resurssien ollessa rajalliset, on tarkein harkittava mitä toimenpiteitä kannattaa toteuttaa ja missä järjestyksessä. Riskienhallintakeinot voidaan suhteuttaa kustannuksiin ainakin seuraavalla kahdella tavalla:

1. Keinon kustannus suhteessa riskin toteutumisen kustannukseen
2. Keinon kustannus suhteessa siitä saatavaan hyötyyn

Riskienhallintakeinojen valintaprosessi ja kustannusten huomiointi sen eri vaiheissa on hahmotettu kuvassa 10. Tämä prosessi tarkentaa, miten riskienhallintakeinoja valitaan jäännösriski ja kustannukset huomioiden (vrt. hankkeen viitekehys, kuva 1).



Kuva 10: Riskienhallinta, kustannukset ja riskienhallintakeinot³⁰

Jotta voitaisiin arvioida riskienhallintakeinojen kustannus suhteessa riskin toteutumisen kustannukseen, tulee ensin arvioida kunkin tunnistetun skenaarion vaikutukset ja todennäköisyydet. Riskin kustannusten laskennassa on huomioitava suorat kustannukset (sairaanhoitokustannukset, menetetyt

³⁰ Muokattu lähteestä Wilson, R. & Crouch E. A. C. (2001) Risk-Benefit Analysis

työpäivät, ympäristön puhdistamisesta aiheutuvat kustannukset, torjuntatyö jne.) (ks. kuva 9, katkoviivan oikealla puolella olevat kustannukset).

Kattava yhteiskunnallinen kustannusarvio vaati myös välillisten kustannusten huomiointia, kuten mahdolliset muutokset paikallisessa työllisyydessä tai verotuloissa. Tästä voidaan laskea sopivalle aikavälille diskontattuna menetyksen odotusarvo.

Riskienhallintakeinojen hinta ja vaikutus voidaan laskea puolestaan seuraavasti:

1. Arvioidaan riskienhallintakeinojen hinta ja vaikutukset riskin toteutumisen seurauksiin ja todennäköisyyteen (lasketaan uusi riski)
2. Lasketaan samalle aikavälille samaa diskonttaus korkoa käyttäen uusi menetyksen odotusarvo
3. Lasketaan vastaavan suunnitteluhorisontin hyöty (euromääräinen nettonykyriskin pieneneminen)

Lopuksi verrataan riskienhallintakeinojen kustannuksia euromääräiseen nettonykyriskin vähenemiseen. Mikäli mahdollisia keinoja on monta, valitaan ne keinot, joiden yhteenlaskettu nettonykykustannus on vähemmän kuin niiden tuottama euromääräinen riskin pieneneminen. Katon keinojen valinnan määrälle voi asettaa käytettävissä oleva raha. Riskitason tavoittelun vähenemisen määrittelyyn vaikuttavat puolestaan yhteiskunnan sekä alueen eri toimijoiden arvot.

Kuvattu menettelytapa on kustannuslaskennallisesti oikeaoppinen, mutta sangan raskas tapa arvioida riskienhallintakeinojen hyötyjä ja kustannuksia. Riskin toteutumisen kustannukset ovat kohdesidonnaisia ja niihin liittyy aina epävarmuutta (miten monta loukkaantuu, mitä rakenteille tapahtuu, mikä viikonpäivä, mikä kellonaika jne.). Riskin toteutumisen kustannukset jakautuvat myös usein laajalle joukolle toimijoita (yksityiset ihmiset, yritykset, eri vakuutusyhtiöt, kunta, valtio, torjuntatoimista vastaavat viranomaiset jne.) ja sisältävät joukon vaikeasti ennakoitavia välillisiä taloudellisia vaikutuksia (imagon menetys, luottamuksen menetys, kunnan vetovoimaisuus asuinpaikkana jne.). Tämän vuoksi KERTTU-hankkeessa riskienhallintakeinojen vertailuun muodostettiin kevyempi menetelmä.

Suuronnettomuudesta aiheutuvat kustannukset voivat olla erittäin mittavia – esimerkiksi Ranskan Toulousen vuoden 2001 kemikaalivaraston räjähdysten kustannuksiksi on arvioitu olevan yhteensä noin 1,5 miljardia euroa³¹. Tämän hankkeen puitteissa riskin toteutumisen kustannuksia ei ole laskettu erikseen. Aiheesta olisi kuitenkin suotavaa avata keskustelu tulevaisuudessa.

³¹ Dali, A. (2008) The Total Loss Iceberg from a Major Fire (AZF Toulouse)

4.2 Riskienhallintakeinojen kustannushyödyn arviointi

Riskienhallinnan investointikustannusten sekä hyötyjen arviointi on kohdesidonnaista ja tarkasti tehtynä raskas prosessi. Niinpä KERTTU-hankkeessa on kehitetty yksinkertaisempi menetelmä keinojen kustannushyötysuhteen suuruusluokan arvioinnille. Turvallisuushyöty (eli kustannushyötysuhteessa tarkasteltu hyöty) mittaa riskin **vähennemistä** tietyn riskienhallintatoimenpiteen jälkeen:

Turvallisuushyöty = Riski ennen toimenpidettä – Riski toimenpiteen jälkeen (jäännösriski)

Oleennaista eri keinojen ja eri toteuttajien vertailun kannalta on tehdä arviointi yhteisesti sovitulla menetelmällä. Suomessa ei ole olemassa yhtenäistä normiohjausta siitä, miten VAK-suuronnettomuusriskiä mitataan. Niinpä ensimmäinen askel yhteisesti käytettävän kustannushyötyanalyysimallin luomiseksi on päättää, miten riskiä mitataan ja mallinnetaan (ks. luku 7).

Riskienhallintakeinojen kokonaisinvestointi on KERTTU-hankkeessa määriteltä riskienhallintakeinon hankinta-, käyttöönotto- ja käyttökustannuksen sekä arvioidun elinkaaren perustella seuraavasti:

*Kokonaisinvestoinnin nykyarvo = hankintakustannus + käyttöönottokustannus + (elinikä * vuosittainen käyttökustannus * diskonttauskorko)*

Investointi jaettiin tämän jälkeen eliniällä, jotta saadaan keskimääräinen vuosikustannus:

Keskimääräinen vuosikustannus = kokonaisinvestointi / elinikä

Keskimääräinen vuosikustannus luokiteltiin neljään eri luokkaan (kuvan 11 esimerkissä alle tuhat euroa, 1000 – 10 000 euroa, 10 000 – 100 000 euroa ja yli 100 000 euroa).

Keinon koettu vaikuttavuus arvioitiin kvalitatiivisesti niin riskin seurausten, todennäköisyyden kuin ympäristön haavoittuvuuden vähentäjänä. Luokitteluasteikoksi valittiin neliportainen luokitus: merkittävä, kohtalainen tai vähäinen vaikutus tai ei vaikutusta ollenkaan.

Näistä kahdesta elementistä on koostettiin yksinkertainen kustannushyötysuhdematriisi ja neljä kustannushyötyluokkaa A-D (kuva 11).

VAIKUTUS		VUOSIKUSTANNUS			
merkittävä	A	A	B	B	
kohtalainen	A	B	B	C	
vähäinen	B	C	C	D	
ei vaikutusta	ei vaikutusta	ei vaikutusta	ei vaikutusta	ei vaikutusta	
	<1000 €	<10000 €	<100000 €	enemmän	

Kuva 11: Riskienhallintakeinojen kustannushyötysuhteen luokittelu KERTTU-hankkeessa kehitetyssä työkalussa

Kustannushyötysuhteeltaan erittäin hyväksi (kuvassa luokka A) määritellyt keinot ovat halpoja (keskimääräiseltä vuosikustannukseltaan alle 10 000 €) ja niiden vaikutus riskeihin on merkittävä tai kohtalainen. Hyväksi (B) arvioitiin keinot, jotka ovat halpoja ja joilla on vähäinen vaikutus riskiin tai jotka ovat kalliita ja niillä on merkittävä vaikutus riskiin. Välttäviksi (C) arvioitiin vaikutuksiltaan pienet mutta kalliit keinot sekä huonoiksi (D) kalliit keinot, joilla on vain vähäinen vaikutus riskiin. Moni keino vaikuttaa turvallisuutta parantavasti vain yhdellä tavalla (esimerkiksi vähentää todennäköisyyttä). Tällöin kustannushyötysuhteen luokka muiden vaikutuskeinojen suhteen on ”ei vaikutusta”.

4.3 Riskienhallintakeinojen vertailuun kehitetty työkalu

Riskienhallintakeinojen valintaa auttamaan on KERTTU-hankkeessa kehitetty Excel-työkalu, johon on kerätty tiedot yhteensä noin sadasta VAK-keskittymiin soveltuvasta riskienhallintakeinosta. Työkalu sisältää seuraavat tiedot kustakin keinosta:

1. Riskienhallintakeinon kuvaus
2. Sovelluskohteet
3. Vaikutusmekanismi (vähentää todennäköisyyttä, vähentää seurauksien voimakkuutta, vähentää haavoittuvuutta, tehostaa torjuntatoimia) ja muut mahdolliset hyödyt
4. Riskienhallintakeinon koettu vaikuttavuus riskin vaikutusten / riskin todennäköisyyden / alueen haavoittuvuuden vähentäjänä
5. Riskienhallintakeinon toteuttamisen vastuutaho ja muut mahdolliset hyötyjät
6. Arvioidut kustannukset ja riskienhallintakeinon elinikä
7. Kokemukset riskienhallintakeinon käytöstä ja siihen liittyvät haasteet

Tunnistetut riskienhallintakeinot vaihtelevat selkeistä teknisistä ratkaisuisista (esim. paloilmoin tai puomitus) laajoihin organisatorisiin keinoihin (esim. turvallisuuskulttuuri ja koulutus). Keinot luokiteltiin seuraaviin keinotyyppisiin:

1. Tekninen: hälytysautomaatio
2. Tekninen: tapahtuman estäminen tai rajoittaminen
3. Tekninen: seuranta- ja valvontatekniikka
4. Omavalvonta: tarkistuslistat, auditointi jne.
5. Koulutus
6. Turvallisuusjohtamisjärjestelmän muut osa-alueet

7. Kuljetusvälineiden sijoittaminen, reititys ja ajoitus
8. Ensitorjunnan tehostamiskeinot
9. Pelastustoimen torjuntakeinot
10. Rakentamisen ja talotekniikan keinot
11. Muut

Työkalun käyttäjän on mahdollista muuttaa luokitteluja oman riskienhallintasanastonsa mukaiseksi ja lisätä omia luokkia siihen. Työkalu mahdollistaa myös siinä olevien keinojen tietojen päivittämisen sekä keinojen lisäämisen yhteensä noin 500 keinoon maksimimäärään saakka.

Kaikki hinta-arviot työkalussa ovat vain suuntaa-antavia ja vaikuttavuusarvioinnit perustuvat subjektiiviseen arviointiin, joka riippuu kohteesta. **Tarkat kustannukset sekä vaikuttavuus ovat aina sidottuja sekä itse kohteeseen että sen ympäristöön ja siten tarkat arviot on tehtävä tapauskohtaisesti. Näin ollen työkalussa olevia esimerkkiarvioita ei pitäisi soveltaa muuhun kuin alustavaan riskienhallintakeinojen priorisointiin.** Työkalun käyttäjä voi sen sijaan tehdä tätä varten varattuun tilaan tapauskohtaiset vaikuttavuusarviot sekä määritellä tarkat hinnat esimerkiksi saatujen tarjousten perusteella.

Yksittäinen toimija voi käyttää KERTTU-hankkeessa kehitettyä työkalua eri riskienhallintakeinojen tunnistamiseen, arviointiin ja kustannusten laskentaan. Työkalu soveltuu lisäksi hyvin eri toimijoiden yhteiseksi työkaluksi ja vuoropuhelun tueksi. Työkalu antaa mahdollisuuden tarkastella erityyppisiä ja eri toimijoiden toteuttamia riskienhallintakeinoja ja niiden vaikuttavuutta samaan aikaan. Näin toimijat ja kaavoittajat voivat yhdessä arvioida, miten riskiä voidaan parhaiten hallita kokonaisvaltaisesti.

Raportin liitteessä 8 on lisätietoa työkalusta ja työkalun Excel-versio on myös sähköisesti saatavilla liikenne- ja viestintäministeriön [www-sivulta](http://www.sivulta) tämän raportin sähköisenä liitteenä. Työkalua voidaan jatkossa helposti räätälöidä yrityksen sisäisiin tarpeisiin lisäämällä siihen yrityskohtaista dataa sekä esimerkiksi raportointitoimintoja.

5 KAAVOITTAJAN ASKELMERKIT VAK-SUURONNETTOMUUSRISKIEN HUOMIOINTIIN

5.1 Maankäytön suunnittelu – tavoitteiden yhteensovittamista

Maankäytön suunnittelu on erilaisten toimintojen yhteensovittamista siten, että tuloksena on terveellinen, turvallinen ja viihtyisä ympäristö. Maankäytön suunnittelulla toimintoja ja tavoitteita sovitetaan yhteen myös siten, että luodaan mahdollisuudet toimivalle elinkeinoelämälle osoittamalla alueita teollisuuden ja muun liiketoiminnan käyttöön. Ympäristöhallinnon mukaan maankäytön suunnittelun tavoitteena on hyvän elinympäristön ja yhdyskuntien kestävän kehityksen edistäminen, rakentamisen laadun varmistaminen sekä avoimen ja vuorovaikutteisen toimintakulttuurin vahvistaminen³². Kaavassa huomioitavan VAK-suuronnettomuusriskin määrittely ja riskienhallintakeinojen valinta edellyttääkin siten useiden toimijoiden osaamisen ja tarpeiden yhteensovittamista.

Ympäristöministeriö ja alueelliset ympäristökeskukset ohjaavat maankäytön suunnittelua. Maakuntien liitot sekä kunnat huolehtivat kaavoituksesta. Maankäytön ja rakentamisen ohjaus- ja lupajärjestelmä voidaan jakaa viiteen eri osaan³³:

1. Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet, joita laaditaan kansallisella tasolla
2. Maakuntakaava, jonka laatii maakunnan liitto
3. Yleiskaava, jonka laatii kunta
4. Asemakaava, jonka laatii kunta
5. Rakennuslupamenettely, jossa määritellään rakennuskohtaisesti toteutettavat vaatimukset noudattaen kaava- ja rakennusmääräyksiä – luvan antajana kunnan rakennusvalvonta

Kaavoituksen kaikki kolme porrasta (kohdat 2–4 yllä) eivät kata kaikkia alueita. Aluekohtaisesti on kuitenkin aina noudatettava siihen liittyviä, voimassa olevia kaavoja.

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet luovat suunnittelulle toimintakehikon ja ohjaavat yhdyskuntasuunnittelua kansallisella tasolla. **Maakuntakaava** on yleispiirteinen kaava, jonka tavoitteena on ohjata maankäyttöä maakunnallisella tasolla. Maakuntakaava on ohjeena laadittaessa yksityiskohtaisempia kaavoja. Tällä kaavatasolla huomioidaan sellaiset toiminnot tai suunnitelmat, joiden vaikutukset ylittävät kuntarajoja. Maakuntakaavaan liittyy myös selostus, jossa esitetään kaavan tavoitteet, vaikutukset sekä kaavan tulkinnan ja toteuttamisen kannalta tarpeelliset tiedot.

Myös **yleiskaava** on yleispiirteinen maankäytön suunnitelma, jonka sisältö ohjaa yksityiskohtaisemman asemakaavan laatimista. Yleiskaavan tarkoi-

³² Ympäristöhallinnon www-sivu

³³ Ympäristöhallinnon www-sivu

tuksena on kunnan tai sen osan yhdyskuntarakenteen ja maankäytön yleispiirteinen ohjaaminen sekä toimintojen yhteen sovittaminen. **Asemakaavassa** määritellään alueen tarkempi käyttö, muun muassa osoitetaan toimintojen ja rakennusten sijainti, koko ja käyttötarkoitus. Merkittävien VAK-keskittymien (esim. ratapihat, satamat) sekä näitä ympäröivien alueiden rakentamista ohjataan asemakaavalla. Toisaalta myös maakunta- ja yleiskaavalla voidaan suoraan ohjata rakentamista ja maankäyttöä.

Rakennuslupamenettely ei puolestaan ole kaavoituskeino, mutta rakennuslupaa myönnettäessä on otettava huomioon alueen voimassa oleva kaava ja rakentamista koskevat muut määräykset.

Valtakunnallisia alueidenkäyttötavoitteita on tarkistettu 1.3.2009 alkaen valtioneuvoston päätöksellä. Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden ohjaava vaikutus VAK-keskittymien suuronnettomuusriskin huomioimisen kaavoitusvaiheessa nousee esille taulukossa 5 listatuissa tavoitteissa. Yhdyskuntarakenteen tiivistäminen joukkoliikenneyhteyksien läheisyyteen on liikennepoliittisesti määritelty tavoite sekä mainittu myös valtakunnallisissa alueidenkäyttötavoitteissa^{34,35,36}. Riskienhallintänäkökulmasta vaarallisten aineiden kuljetukset sekä VAK-keskittymät taas kannattaisi sijoittaa mahdollisimman kauas asutuksesta. Silloin, kuin sama liikennekeskittymä palvelee sekä henkilöliikennettä että VAK-liikennettä, tavoitteet ovat ristiriitaisia ja vaativat tarkkaa yhteensovittamista.

Taulukko 5: Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ja VAK-keskittymät³⁷

Valtakunnallinen alueidenkäyttötavoite	VAK-keskittymän suuronnettomuusriskin huomioiminen
<i>”Alueidenkäytössä kiinnitetään erityistä huomiota ihmisten terveydelle aiheutuvien haittojen ja riskien ennalta ehkäisemiseen ja olemassa olevien haittojen poistamiseen.”</i>	Avainsanat tässä ovat riskien ennalta ehkäiseminen ja olemassa olevien haittojen poistaminen. Jotta kaavoituksen keinoin voidaan tämä saavuttaa, on tiedettävä mitkä riskit ovat ja tunnistettava onko nykyinen riskitaso sellainen, että se vaatii ”olemassa olevien haittojen poistamista”.
	Tavoite määrittelee siten tietotarpeen, joka käytännössä edellyttää alueen riskien ja haittojen selvittämistä. Riskejä tai haittoja ei kuitenkaan ole täsmällisemmin määritelty.

³⁴ Liikennepoliittikan linjat ja liikenneverkon kehittämis- ja rahoitusohjelma vuoteen 2020 - Valtioneuvoston liikennepoliittinen selonteko eduskunnalle

³⁵ YTV (2007) Pääkaupunkiseudun ilmastostrategia 2030 sekä kaupunkikohtaiset toimeenpano-ohjelmat

³⁶ Valtioneuvoston päätös valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteista, Maankäyttö- ja rakennuslaki 2000, Opas 5 sekä tavoitteiden tarkistukset 2003, jotka saatavissa ympäristöhallinnon www-sivuilta

³⁷ Valtioneuvoston päätös valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteista, Maankäyttö- ja rakennuslaki 2000, Opas 5 sekä valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteiden tarkistukset 2003, jotka saatavissa ympäristöhallinnon www-sivuilta

Valtakunnallinen alueidenkäyttötavoite	VAK-keskittymän suuronnettomuusriskin huomioiminen
<p><i>”Haitallisia terveysvaikutuksia tai onnettomuusriskejä aiheuttavien toimintojen ja vaikutuksille herkkien toimintojen välille on jätettävä riittävän suuri etäisyys.”</i></p>	<p>Onnettomuusriskiä aiheuttavat toiminnot tulee tunnistaa. Kaavoituksen yhteydessä on määriteltävä riittävän suuri etäisyys riskiä aiheuttavasta toiminnosta, eli tässä tapauksessa VAK-keskittymästä.</p> <p>Tämän tavoitteen toteuttaminen vaatii päätöksen siitä, mikä on riittävän suuri etäisyys. Tälle ei ole täsmällistä määrittelyä. Näkemykset riittävän suuresta etäisyydestä ja sen määrittelytavasta vaihtelevat.</p>
<p><i>”Suuronnettomuusvaaraa aiheuttavat laitokset sekä vaarallisten aineiden kuljetusreitit ja niitä palvelevat kemikaaliratapihat on sijoitettava riittävän etäälle asuinalueista, yleisten toimintojen alueista ja luonnon kannalta herkistä alueista.”</i></p>	<p>Tässä on mainittu kuljetusreitit ja kemikaaliratapihat – satamia ja logistiikkaterminaaleja ei ole erikseen mainittu, mutta oletusarvoisesti riski tulisi huomioida niissä samalla tavalla. Tässä mainitaan kuitenkin ”sijoittaminen”. Tavoitteen huomioiminen on siten oleellista erityisesti uuden toiminnan sijoittamisen suunnittelussa.</p>
<p><i>”Liikennejärjestelmiä suunnitellaan ja kehitetään kokonaisuuksina, jotka käsittävät eri liikennemuodot ja palvelevat sekä asutusta että elinkeinoelämän toimintaedellytyksiä.”</i></p>	<p>Tämä koskettanee erityisesti taajamissa sijaitsevia liikennekeskittymiä. Tällöin on tavoitteen mukaisesti huomioitava sekä palvelutason (esim. henkilöjunaliikenne) että elinkeinoelämän (esim. vaarallisen aineen omistajien ja kuljettajien) tavoitteiden ja tarpeiden yhteensovittamista. Tehokkaalla riskienhallinnalla voidaan saavuttaa molemmat tavoitteet.</p>
<p><i>”Liikennejärjestelmä ja alueidenkäyttö sovitaan yhteen siten, että vähennetään henkilöautoliikenteen tarvetta ja parannetaan ympäristöä vähän kuormittavien liikennemuotojen käytöedellytyksiä. Erityistä huomiota kiinnitetään lisäksi liikenneturvallisuuden parantamiseen.”</i></p>	<p>Tärkeintä tavoitteessa on henkilöauton käytön vähentäminen tiivistämällä yhdyskuntarakennetta (lyhyemmät matkat ja joukkoliikenteen parantunut palvelutaso). Henkilöliikenteen vähentäminen tarkoittaa käytännössä kevyen liikenteen ja joukkoliikenteen suosimista.</p> <p>Maantieliikenteessä VAK käyttää samoja reittejä kuin joukkoliikenne, mutta VAK-keskittymät sijaitsevat yleensä eri paikoissa kuin joukkoliikennekeskittymät. Mikäli tavoitetta tulkitaan siten, että henkilöliikenteen rautatieasemat tulisi olla mahdollisimman lähellä asutusta, sellaisten asemien kohdalla, missä myös VAK-vaihtotöitä tai -liikennettä on runsaasti, VAK-riskienhallinta muodostaa erityisen tärkeän näkökulman.</p> <p>Muun joukkoliikenteen kannalta VAK ei tuotane sijoittamisessa ristiriitoja.</p>

5.2 Riskitasoon perustuva huomioimisen tarve

VAK-suuronnettomuusriskin huomiointia kaavoituksessa ei ole erikseen säädelty, tosin VAK-ratapihojen huomiointi on mainittu ympäristöministe-

riön ohjekirjeessä³⁸ sekä valtakunnallisissa alueidenkäyttötavoitteissa (taulukko 5). Eri viranomaisten yhdessä määrittelemä kanta siitä, miten VAK-keskittymien suuronnettomuusriski tulisi huomioida ja arvioida kaavoituksessa, edesauttaisi mahdollisen suuronnettomuusriskin huomioimista yhtenevästi eri liikennemuodoille. KERTTU-hankkeen keskeisenä tavoitteena oli luoda yhteisesti hyväksytty ehdotus siitä, miten VAK-suuronnettomuusriski tulisi huomioida kaavoituksessa.

Seveso-lainsäädännön piirissä olevien laitosten kohdalla laitosturvallisuutta valvova viranomainen eli Tukes³⁹ antaa riskeistä ja kaavoitettavan toiminnon yhteensopivuudesta lausunnon. Lausunto perustuu asiantuntija-arvioon kunkin laitoksen toiminnan riskitasosta. Tukesin laitostarkastajien ydinosaamiseen kuuluu vaarallisten aineiden ominaisuudet ja laitosprosessien turvallisuuden arviointi. Laitosten tulee tehdä oma sisäinen riskiarviointi, jonka se esittää Tukesin arvioitavaksi ja hyväksyttäväksi turvallisuusselvityksessä. Turvallisuusselvitys voidaan myös antaa kaavoittajalle riskejä, riskiarviointia ja riskienhallintaa kuvaavana asiakirjana.

VAK-valvontaviranomaiset ovat kuljetusmuotokohtaisia ja viranomaisen osaaminen on vahvasti sidoksissa kuljetusmuotoon sekä VAK-säännösten osaamiseen. Varsinaista kemikaali- tai riskienhallintaosaamista ei välttämättä ole. Toisaalta on todettava, että VAK-lainsäädäntö perustuu kansainvälisten organisaatioiden suorittamaan riskiarviointiin ja säännösten noudattaminen on jo itsessään merkittävä riskienhallintakeino. VAK-lainsäädäntö on ohjaavaa ja säännöksissä on yksityiskohtaiset vaatimukset siitä, miten turvallinen kuljetus tulee suorittaa. Säännökset kattavat muun muassa kuorman sidonnan, kuormauksen sekä pakkaus-, säiliö- ja merkin-tävaatimuksia. Sääntöjen tarkoituksena on varmistaa, että vaarallisen aineen kuljetustapahtumasta ei aiheudu riskejä. Erityisten VAK-keskittymien (nimetyt ratapihat ja satamat) on lisäksi toimitettava keskittymän riskejä ja turvallisuutta kuvaava VAK-turvallisuusselvitys valvovalle viranomaiselle. Rautatievirasto ja Merenkulkulaitos arvioivat täyttävätkö riskienhallintatoimet vaadittavan turvallisuustason ja hyväksyvät nämä selvitykset.

VAK-suuronnettomuusvaaraa arvioitaessa on kuitenkin todettava, että aivan kuten prosessiteollisuudessa vaaraa aiheuttavat enimmäkseen prosessit ja ihmisten toiminnot, näin myös VAK-suuronnettomuuden aiheuttaja liittyy useimmiten joko liikenteeseen tai ulkoisiin tekijöihin tai sääntöjen noudattamatta jättämiseen. Alueidenkäytön kannalta oleellinen kysymys on, missä kulkee turvallisen ja terveellisen elinympäristön raja. Periaatteessa yksinkertaisinta olisi rajata vaaraa aiheuttavan kohteen ympärille tarpeeksi suuri alue, jolle ei kaavoiteta haavoittuvia toimintoja ja jonka ulkopuolella VAK-suuronnettomuusriski ei oleellisesti poikkea normaaliolo-

³⁸ Ympäristöministeriön kirje 26.9.2001 (3/501/2001): Kemikaaleja käsittelevät ja varastoivat tuotantolaitokset - onnettomuusvaaran huomioon ottaminen kaavoituksessa ja rakentamisessa

³⁹ Ympäristöministeriön kirje 26.9.2001 (3/501/2001): Kemikaaleja käsittelevät ja varastoivat tuotantolaitokset - onnettomuusvaaran huomioon ottaminen kaavoituksessa ja rakentamisessa

jen vaaroista. Käytännössä tämä on erityisesti olemassa olevien rakenteiden kannalta haasteellista.

5.3 Riskinarviointi maankäytön suunnittelussa

Kaavoitusprosessissa tehtävien päätösten ja ratkaisujen tekemisessä tarvitaan tietoa ennakkoon siitä, mitä kaavan toteuttamisen merkittävät vaikutukset ovat. Vaikutusten arvioinnin tavoitteena on tuottaa päätöksiä tukevaa tietoa. Vaikutusten arviointi voidaan nähdä työkaluna, jota voidaan hyödyntää suunnittelun kaikissa vaiheissa. Kysymys ei siis ole erillisestä prosessista tai menetelmästä. Erilaiset arvoinnit ja niiden tulokset kytetään kaavaprosessiin kokonaisuutena. Vaikutusten arviointi on aina sovitettava kunkin kaavatason ja kaavoitustehtävän erityispiirteiden mukaisesti – yhtä kaikkiin tilanteisiin soveltuvaa mallia ei ole⁴⁰.

Kaavoitusprosessi voidaan kullakin kaavatasolla jakaa neljään vaiheeseen. Nämä ovat⁴¹:

- Aloitusvaihe, jolloin kaavoitustyö käynnistetään ja laaditaan suunnitelma osallistumisesta ja arvioinneista.
- Valmisteluvaihe, jossa nimenmukaisesti kaavaluonnosta valmistellaan, käsitellään ja asetetaan nähtäville
- Ehdotusvaihe, jossa kaavaehdotusta valmistellaan ja käsitellään sekä asetetaan virallisesti nähtäville
- Hyväksymis- ja vahvistamisvaihe

Maankäytön suunnittelun tavoitteet on suhteutettava kaavoitettavan alueen toimintoihin ja tarpeisiin. VAK-suuronnettomuusriskin kohdalla tämä tarkoittaa riskitason ymmärtämistä ja riskien arviointia maankäytön näkökulmasta. Toiminnan tuomien riskien sisällyttäminen alueidenkäyttösuunnitteluun vaatii kaavoittajilta tietoisuutta, tietoa sekä eri riskien yhteismittallista arviointia. Seuraavassa on suhteutettu kaavan vaiheita VAK-suuronnettomuusriskien huomiomisen käytäntöihin.

Aloitusvaiheessa laadittavassa osallistumis- ja arviointisuunnitelmassa kuvataan kaavan yhteydessä laadittavat selvitykset ja vaikutusten arviointi. Aloitusvaiheessa tulisi arvioida, tarvitaanko alueelle VAK-suuronnettomuusriskien selvitystä.

Valmisteluvaihe muodostaa pääosan kaavasunnittelutyöstä. Suunnittelun taustaksi tehdään selvityksiä alueesta sekä arvioidaan suunnitelmien vaikutukset. Tässä vaiheessa kaavoitusta tulisi tarpeen mukaan tehdä myös mahdollisten VAK-suuronnettomuusvaarojen selvitys. Luonnosvaiheessa neuvotellaan eri tahojen kanssa erilaisista vaihtoehdoista kaavalle. Tässä vaiheessa tulisi siten myös pohtia VAK-suuronnettomuusriskejä yhdessä eri tahojen kanssa.

⁴⁰ Ympäristöhallinnon www-sivu

⁴¹ Ympäristöhallinnon www-sivu, Vaikutusten arviointi kaavaprosessin eri vaiheissa

Ehdotusvaiheessa kaavaluonnosta viedään eteenpäin kerätyn tiedon ja palautteiden pohjalta ja tuotetaan kaavaehdotus. Tässä vaiheessa kaavoittaja ehdottaa, miten VAK-suuronnettomuusvaara tulisi huomioida kaavoituksessa.

Hyväksymis- ja vahvistamisvaiheessa huomioidaan kaavaehdotuksen perusteella saadut lausunnot ja tarkennetaan kaavaa tarpeen mukaan. Mikäli kaavaan tehdään oleellisia muutoksia, palataan takaisin ehdotusvaiheeseen.

Mahdollisen VAK-suuronnettomuusriskin kokijana ovat sekä yksittäiset ihmiset että ympäristö ja yhteiskunta. Maankäytön suunnittelu tehdään pitkällä aikajänteellä. Niinpä mahdolliset riskit on huomioitava tavalla, joka tukee ja ei hankaloita suunnittelua ja päätöksentekoa. Nämä seikat asetavat seuraavia reunaehtoja kaavoituksessa tarvittavalle suuronnettomuusriskien arvioinnille ja tehtäville selvityksille:

- Riskinarvioinnin tulee huomioida riskin seuraukset laajemmin kuin pelkkänä henkilöriskinä – myös ympäristöön ja yhteiskuntaan kohdistuvat riskit tulee huomioida
- Riskien tunnistaminen tulee kattaa kaikki ne onnettomuudet, joiden vaikutukset voivat ulottua onnettomuuskohtetta ympäröiville alueille
- Tarkastelun tulee kattaa suuronnettomuuteen johtavat kaikki mahdolliset vaikutusmekanismit (eli tulipalo, tulipallo, räjähdys, BLEVE⁴² sekä kaasu- tai nestevuoto)
- Riskinarvioinnin tulosten tulee olla selkeästi esitettyjä ja tukea päätöksentekoa
- Riskinarvioinnin tulosten tulee olla sovellettavissa pitkälle aikajänteelle

Riskien tunnistamismenetelmän valinnalle ei ole rajoitusta – olennaista on, että systemaattisesti tunnistetaan ne mahdolliset onnettomuustapahtumat, joiden vaikutukset toteutuessaan voivat oleellisesti heikentää alueella asumisen ja oleskelemisen terveellisyyttä tai turvallisuutta. Riskinarviointi tulisi myös tehdä sellaisella tavalla, että tulokset ovat helposti ymmärrettävissä ja eri riskejä voidaan verrata toisiinsa. Arviointimenetelmän tulisi myös tukea sopivien riskienhallintakeinojen tunnistamista. Kaikkia näitä tavoitteita tukee systemaattinen skenaarioperustainen lähestymistapa riskitason arvioinnille (ks. luku 3.5).

5.4 VAK-suuronnettomuusriskin huomiointi eri kaavatasoilla

Yhdyskuntasuunnittelulla ja kaavoituksella on merkittävä rooli suuronnettomuusriskin hallinnassa. Turvallisuustavoitteiden integroiminen kaavoituksen käytäntöön ei kuitenkaan aina ole yksiselitteistä ja eri tahojen tavoitteet voivat olla sangen ristiriitaisia. VAK-suuronnettomuusriskin

⁴² BLEVE (boiling liquid expanding vapour explosion) on suljetuille säiliöille ominainen räjähdystyyppi. Räjähdys johtuu kiehuvan nesteen ja höyryn laajenemisesta. Mikäli sisältö on palavaa, se palaa purkautuessaan ulos.

huomioiminen riittävän aikaisessa vaiheessa eri kaavatasoilla edesauttaa eri toimintojen sujuvaa yhteensovittamista.

Maankäyttö- ja rakennuslain 9 § määrittelee vaikutusten selvittämisen velvollisuuden kaavan laatimisen yhteydessä seuraavasti⁴³:

”Kaavan tulee perustua riittäviin tutkimuksiin ja selvityksiin. Kaavaa laadittaessa on tarpeellisessa määrin selvitettävä suunnitelman ja tarkasteltavien vaihtoehtojen toteuttamisen ympäristövaikutukset, mukaan lukien yhdyskuntataloudelliset, sosiaaliset, kulttuuriset ja muut vaikutukset. Selvitykset on tehtävä koko siltä alueelta, jolla kaavalla voidaan arvioida olevan olennaisia vaikutuksia.”

Maankäyttö- ja rakennuslain 54 § 2. momentissa puolestaan todetaan:

”Asemakaavalla ei saa aiheuttaa kenenkään elinympäristön laadun sellaista merkityksellistä heikkenemistä, joka ei ole perusteltua asemakaavan tarkoitus huomioon ottaen. Asemakaavalla ei myöskään saa asettaa maanomistajalle tai muulle oikeuden haltijalle sellaista kohtuutonta rajoitusta tai aiheuttaa sellaista kohtuutonta haittaa, joka kaavalle asetettavia tavoitteita ja vaatimuksia syrjäyttämättä voidaan välttää.”

Onnettomuuden mahdollisuus on siten otettava huomioon maankäytön suunnittelussa kaikilla kaavatasoilla ja maankäyttösuunnitelmien tulee perustua riittäviin selvityksiin myös VAK-suuronnettomuusmahdollisuuden osalta. Toisaalta myöskään elinkeinoelämälle tai muille maanomistajille ja oikeuden haltijoille ei saa aiheutua kaavoituksesta kohtuutonta haittaa. Tämä voi koskea esimerkiksi erilaisten olemassa olevien kohteiden ympäristön kaavoitusta. Eri tavoitteiden yhteensovittaminen ja kaikkien osapuolten taholta onnistuneen kaavan teko onkin siten haasteellinen tehtävä.

Eri kaavatasolla riskien selvittäminen ja vaikutusten arvioinnin tarkkuus kasvaa, mitä yksityiskohtaisimmaksi kaavataso menee. Tämän perusteella tehdään seuraavia ehdotuksia VAK-suuronnettomuusriskin huomioimiseksi eri kaavatasoilla.

⁴³ Osallistuminen ja vaikutusten arviointi maakuntakaavoituksessa, Maankäyttö- ja rakennuslaki 2000, Opas 8.

Taulukko 6: Ehdotus tarpeellisista määrittelyistä VAK-suuronnettomuusriskin huomioimiseksi eri kaavatasoilla ja rakennusluvassa

Kaavataso / rakennuslupa	Selvitykset	Määrittelyt ja kaavamerkinnot
Maakuntakaava	<p>VAK-suuronnettomuusvaarallisten kohteiden tunnistaminen ja osoittaminen kaavassa.</p> <p>Uusille VAK-keskittymille soveltuvien sijaintien soveltuvuuden selvitykset.</p>	<p>VAK-keskittyminen tunnistaminen ja mahdollisesti vyöhykkeen merkintä. VAK-keskittymille voitaisiin osoittaa esimerkiksi vak-vyöhyke (vrt. Tukesin laitoksille määrittelemä konsultointivyöhyke, esim. Itä-Uudenmaan maakuntakaavassa merkitty sev-vyöhykkeenä). Laitoksia vastaavaa konsultointivyöhykettä ei kuitenkaan ole VAK-keskittymille tarkemmin määritelty. Merkintäperusteet ja mahdollisen VAK-vyöhykkeeseen liittyvät konsultointivaatimukset tulisi arvioida ja määritellä ministeriötasolla.</p> <p>Kemianteolliselle toiminnalle varataan alueita Tkem-merkinnällä. Samalla tavalla voisi osoittaa VAK-toiminnalle varattuja alueita.</p> <p>Vuorovaikuttamisen prosessin aloittaminen / avaaminen VAK-suuronnettomuusriskien tarkemmalle selvitykselle – tunnistetaan oleelliset toimijat</p>
Yleiskaava	<p>Selvitysten yksityiskohtaisuus riippuu kaavan luonteesta ja yksityiskohtaisuudesta. Strategialuonteinen yleiskaava lähenee esitystavaltaan maakuntakaavaa ja tarkempi osayleiskaava asemakaavaa.</p> <p>Ohjeistava / periaatteellinen selvitys ohjaamaan asemakaavaa ja eri toimintojen yhteensovittamista (liikenne, asuminen jne.).</p> <p>Tärkein ohjausväline uusien toimintojen sijoittamiseen.</p>	<p>Maakuntakaavatason selvitysten tarkennus.</p> <p>Vuorovaikuttamisen prosessin ylläpito. Luodaan käsitys siitä, millaisista VAK-suuronnettomuuksista on kyse sekä kuka näitä hallitsee ja miten.</p> <p>Sellaisten alueiden tunnistaminen ja merkintä, joissa VAK-suuronnettomuusriskin vaikutusten ulottuvuus vaatii tarkempaa selvitystä viimeistään asemakaavatasolla.</p> <p>Haavoittuvien toimintojen tunnistaminen VAK-keskittymän läheisyydessä.</p>

Kaavataso / rakennuslupa	Selvitykset	Määrittelyt ja kaavamerkinnot
Asemakaava	<p>Selvitys riskin tasosta ja laadusta sekä selkeä tulkinta näiden ulottuvuudesta.</p> <p>Alueen haavoittuvuuden selvittäminen.</p> <p>Riskienhallintakeinojen tarpeen tarkennus toimijoiden kanssa mikäli kaavassa muutetaan kohdetta ympäröivän alueen käyttöä.</p>	<p>Selvityksessä määriteltyjen kohdekohtaisten riskien vaikutusetäisyydet ja onnettomuusskenaarion kulku sekä todennäköisyys huomioidaan tarkempien riskivyohtokkeiden määrittelyssä ja merkinnässä (maakunta- / yleiskaavan tarkentaminen).</p> <p>Määritellään, mitä uutta toimintaa voidaan sallia milläkin alueella ja millä ehdoin.</p> <p>Rakentamisen erityisehtojen määrittely alueittain ja myös alueiden sisällä sekä muiden suojaustoimenpiteiden laadun vaatimukset (esim. rakennus tulee suojata siten, että se on paineaallon kestävä).</p>
Rakennuslupa (alueen voimassa olevan kaavan mukaisesti)	<p>Selvitys kaavamääräysten toteutumisesta.</p> <p>Rakennuskohtaisten suunnitelmien hyväksyminen.</p>	<p>Määritellään, mitä turvallisuutta edistäviä keinoja edellytetään käytettävän, jotta voidaan täyttää asemakaavan määrittelemät ehdot. Keinot voivat olla rakennusteknisiä (esim. ilmastointi) tai organisatorisia (esim. pelastussuunnitelmien vaatimukset). Myös suunnitelmien laadun varmistaminen erityismenettelyllä Rakentamismääräyskokoelman A1:n⁴⁴ mukaan.</p>

5.5 VAK-keskittymän käytännön riskinarviointi kaavoittajan näkökulmasta

5.5.1 Kaavoittajan tietotarve ja askelmerkit

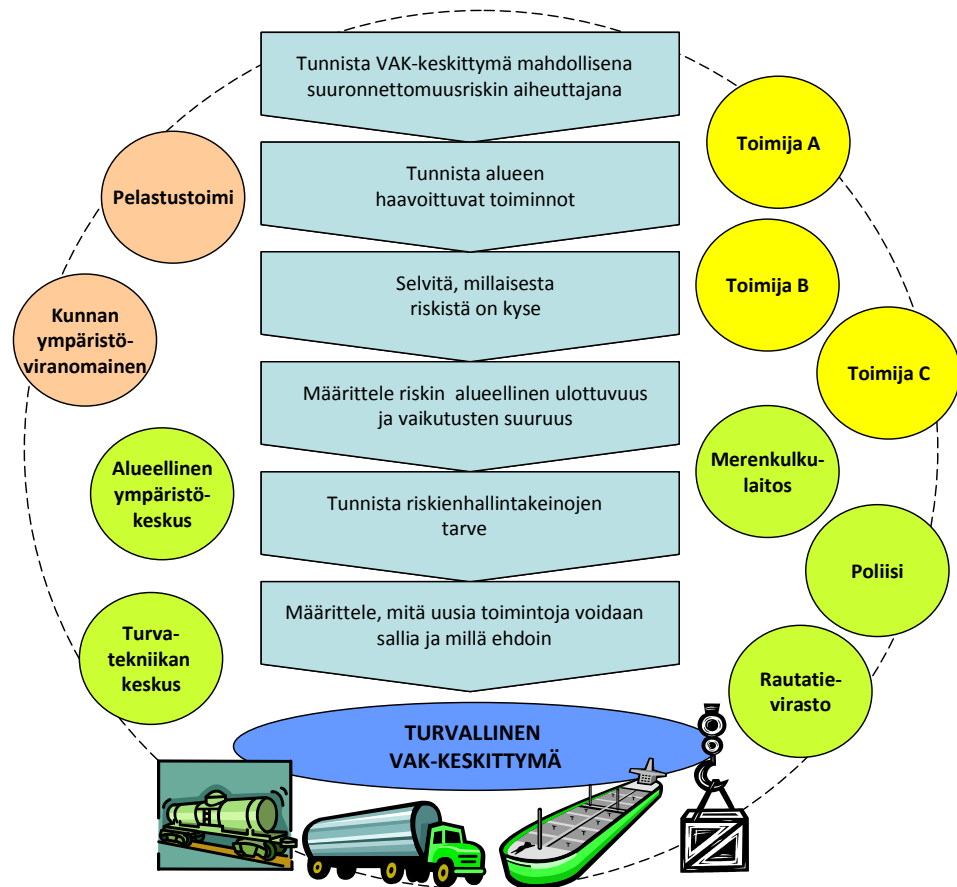
Edellisissä luvuissa on painotettu tarvetta varmistaa, että kaavoittajalla on riittävä tieto kaavoitettavan alueen riskeistä ja haavoittuvuudesta. Kaavoittajien riskitietoisuuden lisääminen ei kuitenkaan saa vaatia kohtuutonta paneutumista esimerkiksi liikenteen tai vaarallisten aineiden riskitasoihin. Oman toimintansa riskien arviointi, käsittely ja hallinta ovatkin kunkin operatiivisen toimijan vastuulla. Toimijan tulisi pystyä hahmottamaan oman toimintansa riskit ja havainnollistaa nämä kaavoittajalle. Tähän tarkoitukseen on perinteisesti käytetty kirjallista materiaalia riskinarviointien tuloksista. Nämä voivat olla luonteeltaan hyvinkin teknisiä ja sisältää paljon sellaista tietoa, mitä kaavoittaja ei tarvitse. Toimijan voi kuitenkin olla vaikea hahmottaa, mitä ja minkälaista tietoa kaavoittaja tarvitsee. Selkeän toimintamallin luominen riskien tunnistamiseen ja riskitason arviointiin kaavoituksen näkökulmasta on siten tarpeellista.

⁴⁴ A1 Suomen rakentamismääräyskokoelma, Rakentamisen valvonta ja tekninen tarkastus, Määräykset ja ohjeet 2006.

KERTTU-hankkeessa on noussut esille seuraavia käytännön kysymyksiä jotka ovat kaavoittajan näkökulmasta oleellisia:

- Miten ymmärrämme eri toimijoiden riskinarviointeja oikein?
- Miten tulkitsemme erilaisten onnettomuuksien vaikutuksia?
- Miten käsittelemme eri tahojen kokemaa riskiä?
- Miten varmistamme, että riskinarviointi kattaa kaikki tarpeelliset kohteet?
- Miten varmistamme, että tarvittava tieto on saatavilla?
- Miten keskustelemme vuorovaikutteisesti eri toimijoiden kanssa tavoitteiden yhteensovittamisesta siten, että ymmärrämme toisiamme?
- Miten valitaan toteutettava riskinhallintatoimenpide?
- Miten huomioimme tulevaisuuden?

VAK-keskittymän riskinarviointi kaavoittajan näkökulmasta voidaan siten jakaa seuraaviin askelmerkkeihin, joista kuhunkin liittyy olennaisena osana vuorovaikutus kaavoituksen eri sidosryhmien kanssa (ks. kuva 12).



Kuva 12: Kaavoittajan askelmerkit VAK-keskittymän suuronnettomuusriskin huomioimisessa ja vuorovaikutus muiden toimijoiden kanssa

Kaavoittajan askelmerkit voidaan myös suhteuttaa kaavan eri vaiheisiin (ks. luku 5.3) seuraavasti.

Kaavan aloitusvaihe

1. Tunnista VAK-keskittymä mahdollisena suuronnettomuusriskin aiheuttajana
2. Tunnista alueen haavoittuvat toiminnot (asuminen, koulut, sairaalat jne.)

Kaavan valmisteluvaihe

3. Selvitä, millaisesta VAK-suuronnettomuusriskistä on kyse (tulipalo, tulipallo, räjähdys, BLEVE, kaasu- tai nestevuoto)
4. Määrittele VAK-suuronnettomuusriskin alueellinen ulottuvuus ja vaikutusten suuruus
5. Tunnista riskienhallintakeinojen tarve
6. Määritellään, tarvittaessa vaihtoehtojen pohjalta, mitä uusia toimintoja voidaan sallia alueella ja millä ehdoin

Kaavan ehdotusvaiheessa tarkennetaan tarpeen mukaan esimerkiksi sallittuja toimintoja tai riskienhallintakeinojen vaatimuksia. **Kaavan hyväksymis- ja vahvistamisvaiheessa** tuotettua tietoa käytetään hyväksi kaavan käsittelyssä.

Kaavoitusprosessi on kaavatasosta riippumatta samankaltainen. Näitä askelmerkkejä ei siten voida suoraan sitoa tiettyyn kaavatasoon. Periaatteellisesti riskinarvioinnin yksityiskohtaisuus kuitenkin kasvaa kaavatasoittain maakuntakaavan olleessa yleispiirteisissä ja asemakaavan yksityiskohtaisissa. Rakennusluvilla toteutetaan viime kädessä kaavaan vaatimukset. Askelmerkit on seuraavana kuvattu tarkemmin.

5.5.2 Tunnista VAK-keskittymä mahdollisena suuronnettomuusriskin aiheuttajana

Kaavoitusprosessin sujuvuuden kannalta VAK-suuronnettomuusriskin huomioiminen riittävän aikaisessa vaiheessa ja kaikilla kaavatasoilla vähentää kokonaistyötä. Yksinkertaisimmillaan tarkastelu muodostuu kysymyksestä:

”Onko tällä alueella tai tähän alueeseen vaikutuksiltaan ulottuva VAK-suuronnettomuusvaara mahdollisesti aiheuttava kohde olemassa tai suunnitteilla?”

Kysymys tulisi olla luonteva osa kaavoittajan suunnittelutyötä ja on erityisen tärkeä maakuntakaavatasolla. Kysymyksen voi esittää myös ulkopuolisille tahoille, kuten pelastustoimelle, ympäristökeskukselle ja/tai suoraan operatiivisille toimijoille. Mikäli vastaus on selkeä ja perusteltu ei, niin tämä riittänee tukemaan päätöksentekoa eli VAK-suuronnettomuusriskiä ei tarvitse kyseisellä alueella huomioida.

5.5.3 *Tunnista alueen haavoittuvat toiminnot*

VAK-suuronnettomuusriskin alueellisen ulottuvuuden määrittelyn perusteella voidaan rajata alue, mihin mahdollisen onnettomuuden vaikutukset kohdistuvat. Alueen olemassa olevien haavoittuvien toimintojen (esimerkiksi koulut, päiväkodit, vanhainkodit, suuret yleisötilaisuudet) tai haavoittuvien luontokohteiden (esimerkiksi pohjavesiesiintymät ja erityisen arvokkaat luontokohteet) perusteella voidaan määrittellä, miten mittavat mahdollisen onnettomuuden seuraukset olisivat. Uuden VAK-keskittymän sijoittamisessa haavoittuvien toimintojen tunnistaminen on erityisen tärkeää.

5.5.4 *Selvitä, millaisesta VAK-suuronnettomuusriskistä on kyse*

Selvitys voidaan porrastaa eri kaavatasojen mukaan siten, että selvitystä tarkennetaan aina yksityiskohtaisemmalle kaavatasolla siirryttäessä. Selkeä kartoitus alueen VAK-suuronnettomuuksista tukee päätöksentekoa ja hyvin tehtynä toimii oleellisten toimijoiden tunnistamisen ja vuorovaikutuksen avaamisen tukena. Operatiivisella toimijalla, alueen pelastustoimella, kunnalla ja ympäristöviranomaisilla tulisi olla selkeä käsitys siitä, millä tavalla VAK-suuronnettomuus voi kohteessa tapahtua. Onnettomuuden luonne määrittelee, miten sitä voidaan rajoittaa sekä miten se tulisi huomioida kaavoituksessa.

Selvitys voidaan tehdä suuntaa-antavana kartoituksena niin maakunta- kuin asemakaavassa. Tulosten perusteella voidaan tunnistaa, onko VAK-suuronnettomuusriskin alueellinen ulottuvuus ja suuruus selvitettävä tarkemmin.

5.5.5 *Määrittele VAK-suuronnettomuusriskin alueellinen ulottuvuus ja vaikutusten suuruus*

VAK-suuronnettomuuden vaikutukset voivat ulottua yllättävänkin kauas itse kohteesta. Suuronnettomuuden alueellinen ulottuvuus ja vaikutusten suuruuden selvittäminen vaatii useimmiten asiantuntemusta. Mikäli kyseessä on VAK-keskittymä, jonka kautta kulkee esimerkiksi myrkyllisiä kaasuja ja/tai räjähdysvaaraa aiheuttavia aineita, vaikutusten selvittäminen vaatii aina asiantuntemusta.

Riskin vaikutuksia tulisi arvioida ihmiseen, ympäristöön ja rakennettuun ympäristöön. Selvittäessä yksityiskohtaisemmin riskitasoa tulisi hyödyntää toimijoiden olemassa olevia selvityksiä sekä asiantuntemusta. Suotavaa olisi käynnistää kohteen toimijoiden ja viranomaisten välinen vuorovaikutteinen prosessi, jossa tarkennetaan kohteen riskitasoa. Kaavoittaja voi myös teettää puolueettoman selvityksen alueen riskitasosta. KERTTU-hankkeessa on kehitetty ehdotus riskimatriisiksi, jossa onnettomuuden todennäköisyydet on luokiteltu ja suhteutettu onnettomuuden vaikutuksiin. Riskin ulottuvuudet voidaan havainnollistaa piirtämällä eri riskiluokkien etäisyyskäyrät kartalle (ks. luku 7.5).

5.5.6 Tunnista riskienhallintakeinojen tarve

Kaavassa määritellään alueen käyttötarkoitus. Riskienhallintakeinoilla voidaan vähentää riskitasoa. Erilaiset riskienhallintakeinot tulevat tarpeellisiksi, mikäli riskitaso nykytilassaan arvioidaan liian korkeaksi suunnitellulle käyttötarkoitukselle. KERTTU-hankkeen riskimatriisissa eri riskitasot on suhteutettu maankäytönsuunnittelun rajoitteisiin (ks. luku 7.4). Tätä hyödyntämällä voidaan nopeasti tunnistaa, tuleeko riskitasoa vähentää suhteessa suunniteltuun toimintaan. Riskiä aiheuttavan toiminnan lopettaminen ei yleensä ole mahdollista, joskin vastaavistakin päätöksistä on esimerkkejä maailmalta.

Riskienhallintakeinojen tarvetta tulisi tarkentaa yhdessä alueen toimijoiden ja viranomaisten (esimerkiksi pelastustoimi, kuljetusmuotoa valvova viranomainen, alueellinen ympäristökeskus) kanssa.

5.5.7 Määrittele, mitä uusia toimintoja voidaan sallia alueella ja millä ehdoin

Mahdollisten riskienhallintakeinojen toteuttamisen jälkeen jäävä jäännösriski tulee arvioida. Mikäli turvallisuustason katsotaan olevan riittävän hyvä, toiminto voidaan sallia alueelle. Tunnistettuja riskienhallintakeinoja voidaan hyödyntää esimerkiksi rakennusluvan ehtoina. Rakennuslupavaiheessa tehdään rakennuskohtainen arviointi siitä, täyttääkö rakennussuunnitelma rakentamiselle asemakaavassa asetetut ehdot.

5.6 Vuorovaikutteisudella parempi riskitietoisuus

5.6.1 Maankäytön suunnittelun yhteistyötahot

Maankäytön suunnittelun yhtenä keskeisenä tavoitteena on avoimuus ja vuorovaikutteisuus^{45,46}. Jokainen VAK-keskittymiin liittyvä kaavoitustilanne vaatii hieman erilaista yhteistyötä (ks. taulukko 7). Vuorovaikutteisuus on tärkeää myös yhteisen ymmärryksen muodostamiseksi siitä, mitkä ovat toiminnan laajentamisen reunaehdot ja mitkä ovat alueidenkäyttömahdollisuuksien rajoitteet.

⁴⁵ Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132

⁴⁶ Ympäristöministeriö (2007) Osallistuminen yleis- ja asemakaavoituksessa. Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2007.

Taulukko 7: Ehdotus tarpeellisista määrittelyistä VAK-suuronnettomuus-riskin huomioimiseksi eri kaavatasoilla ja rakennusluvassa

Tavoite	Yhteistyötahot
VAK-logistiikkakeskusten huomiointi	Pelastustoimi, alueellinen ympäristökeskus, operatiiviset toimijat, (liikkuva poliisi)
VAK-ratapihojen huomiointi	Rautatievirasto, Ratahallintokeskus, VR, alueellinen ympäristökeskus, (Tukes)
VAK-turvallisuusselvitysvelvollisten satamien huomiointi	Merenkulkulaitos, satamaoperaattori, satamatoimijat, alueellinen ympäristökeskus, Tukes
VAK-keskittymiin liittyvien tärkeimpien VAK-reittien tunnistaminen ja merkintä	Tiepiiri, LVM, alueen operatiiviset toimijat jne.
Liikennesuunnittelun yhteensovittaminen VAK-keskittymän tarpeisiin ja riskeihin	Operatiivinen toimija ja liikennesuunnittelijat
Tiedonvaihto alueellisten toimijoiden kanssa riskienhallinnan nykyisestä ja tavoitellusta tasosta	Pelastustoimi, alueellinen ympäristökeskus, operatiiviset toimijat – voidaan myös hyödyntää ulkoisia pelastussuunnitelmia ja esimerkiksi ympäristöselvityksiä
Mahdolliset riskienhallintakeinojen tunnistaminen yhdessä ja niiden toteuttamiskustannusten arviointi	Eryteisesti operatiiviset toimijat, alueen kehittämistä suunnittelevat tahot, pelastustoimi, rakentajat, jne.

5.6.2 Riskienhallintakeinojen valinta ja riskienhallintakeinoja vertailevan työkalun hyödyntäminen

Jotta keskustelua mahdollisesta turvallisuuden parantamisen tarpeesta ja mahdollisista toimenpiteistä voitaisiin käydä käytännön tasolla, on oleellista että:

1. Erilaisia toimenpiteitä voidaan tunnistaa
2. Eri toimenpiteiden hyötyä voidaan verrata
3. Riskitasoa vähentävää vaikutusta voidaan arvioida yhteismitallisesti

Riskienhallinnan kustannukset tulee myös huomioida. Ensisijaisesti olisi pyrittävä kattavasti löytämään ne keinot, joiden kustannushyötysuhde on hyvällä tasolla. Eri toimijat voivat toteuttaa eri riskienhallintakeinoja. Näiden yhteisvaikutuksen optimoimiseksi tarvitaan yhteinen menettelytapa, jossa tunnistetaan ja priorisoidaan tarvittavat riskienhallintakeinot sekä suhteutetaan niiden hyöty sekä suoriin kustannuksiin että maanarvon mahdollisiin muutoksiin.

Yksi askel tätä kohden on turvallisuuden lisäämiseen tähtäävien toimenpiteiden kustannusten ja hyötyjen arviointi käyttäen yhdenmukaista menetelmää. Lisäksi tarvitaan tietoa siitä, mikä taho voi tehokkaimmin toteuttaa eri toimenpiteet. Näillä ehdoilla voidaan luoda investointien ja muiden

toimenpiteiden toteuttamispäätösten tueksi riskienhallintatoimenpiteiden vaikuttavuuden arviointiasteikko.

Riskienhallintakeinojen valintaa auttaa esimerkiksi KERTTU-hankkeessa kehitetty työkalu, johon on kerätty VAK-keskittymiin sopivia riskienhallintakeinoja sekä kotimaasta että ulkomailta (ks. luku 4 ja liite 8). Työkalu soveltuu erityisen hyvin eri toimijoiden yhteiseksi työkaluksi ja vuoropuhelun tueksi. Työkalu antaa operatiivisille toimijoille vinkkejä mahdollisista keinoista sekä kehyksen kaavoittajan kanssa käytävään vuorovaikutteiseen päätöksentekokeskusteluun. Yhdessä voidaan pohtia eri keinojen vaikuttavuutta kyseisessä kohteessa, valittujen keinojen kustannuksia sekä jäännösriskiä keinojen toteuttamisen jälkeen.

6 ESIMERKKEJÄ SUURONNETTOMUUSRISKIN HUOMIOINNISTA MAANKÄYTÖN SUUNNITTELUSSA

6.1 Eurooppalaisia esimerkkejä suuronnettomuusriskin arvioinnista

Osassa EU-maita on määritelty erityisiä suuronnettomuusriskien arviointimenetelmiä maankäytön suunnittelun tarpeisiin. Menetelmiä voidaan luonnollisesti soveltaa myös muuhun kuin maankäytön suunnitteluun tuksi. Menetelmät voidaan jakaa kolmeen luokkaan:

1. Vaikutuksiin perustuvat menetelmät
2. Riskiin perustuvat menetelmät
3. Vaikutusten ja todennäköisyyksien yhdistelmään perustuvat menetelmät

Osassa EU:ta lähestymistapa on rajattu Seveso II -direktiivin mukaisiin laitoksiin, mutta osassa huomioidaan myös vaarallisten aineiden kuljetukset ja kuljetuskeskittymät. Sinänsä näkyvissä ei ainakaan tässä vaiheessa ole sellaisia tekijöitä, jotka estäisivät samojen riskimallien soveltamisen myös vaarallisten aineiden kuljetuskeskittymille tai erityisrakenteille. Esimerkiksi Cozzani et al. (2006)⁴⁷ ovat verranneet erilaisten mallien tuottamia tuloksia sovellettuna samaan kohteeseen. Tässä tutkimuksessa huomioitiin sekä laitoksista että VAK-liikenteestä ja -keskittymistä aiheutuvat suuronnettomuusriskit.

Vaikutuksiin perustuvia menetelmiä käytetään erityisesti Ranskassa, osissa Belgiaa sekä osittain Suomessa⁴⁸. Ne keskittyvät onnettomuuksien seurausten arviointiin toimintaan liittyvien referenssiskenaarioiden avulla. Riskin suuruuden arviointi perustuu usein kynnsarvojen määrittelyyn erilaisille vaikutuksille: esimerkiksi Ranskassa on määritelty mm. tappavat ja pysyvää haittaa aiheuttavat kynnsarvot (myrkylliset pitoisuudet, lämpösäteily, räjähdysten ylipaine) ja menetelmässä lasketaan näitä kynnsarvoja vastaavat etäisyydet. Ranskassa ei erikseen sovelleta tätä menetelmää VAK-liikenteeseen⁴⁹. Suomessa sovellettu, aiemmissa hankkeissa viranomaisten kanssa yhteistoiminnassa kehitetty vaikutuksiin perustuva menetelmä on sovellettu sekä liikennekeskittymiin että laitoksiin (ks. liite 3).

Riskiperustaisissa menetelmissä arvioidaan sekä vaikutukset että tapahtumataajuudet. Tulokset esitetään erilaisina riski-indekseinä (esim. uhrien lukumäärän vuosittainen odotusarvo⁵⁰) tai yksilöriskeinä ja yhteiskunnallisina riskeinä. Sallittu maankäyttö perustuu näiden riskitason kynnsarvoihin. Tämyntyyppisiä menetelmiä käytetään mm. Britanniassa sekä Alan-

⁴⁷ Cozzani, V. et al. (2006) Application of land-use planning criteria for the control of major accident hazards: A case Study

⁴⁸ Raivio, T. et al. (2007) Suuronnettomuusriskien huomioiminen maankäytön suunnittelussa Kilpilahden teollisuusalueella

⁴⁹ Cozzani, V. et al. (2006) Application of land-use planning criteria for the control of major accident hazards: A case Study

⁵⁰ ARICOMAH, ks. Hirst & Carter (2002) A worst case methodology for obtaining a rough but rapid indication of the societal risk from a major accident hazard installation

komaissa. Britanniassa menetelmää sovelletaan laitoksiin, mutta Alankomaissa vaaditaan saman menetelmän soveltamista myös suuriin VAK-keskittymiin (esimerkiksi ratapihat ja satamat).

Alankomaissa tuotetaan osana turvallisuusselvitystä yksilöriskin tasa-arvokäyrät sekä laitoksen tai VAK-keskittymän F-N-käyrä. Alankomaissa on aiemmin käytetty myös yhteiskunnallisen riskin hyväksyttävyyden käsitteessä F-N-käyrää rajaamalla se alle sen suoran, joka kulkee logaritmiasteikolla pisteiden $(10, 10^{-5})$ ja $(100, 10^{-7})$ kautta (vrt. kuva 4). Nyttemmin tiukasta vaatimuksesta on kuitenkin luovuttu ja sen sijaan yrityksen täytyy perustella mahdolliset kyseisen suoran ylitykset. Osin luopumiseen on vaikuttanut se, että yhteiskunnallinen riski on osoittautunut vaikeasti ymmärrettäväksi käsitteeksi. Alankomaissa todennäköisyyksien arvioinnin haaste on ratkaistu viranomaisten julkaisemassa, ns. ”Purple Book”-julkaisussa. Tässä on määriteltynä sekä joukko onnettomuuskenaarioita kullekin laitostyypille että arviot näiden todennäköisyyksistä. Myös kuljetusskenaarioille esitetään todennäköisyysarvioita. Paikallisia arvoja saa käyttää, jos niitä on saatavilla.⁵¹

Vaikutusten ja todennäköisyyksien luokitusten yhdistelmään perustuva menetelmä on käytössä ainakin Italiassa. Siinä lasketaan seurausperusteiset vaikutusetäisyydet, mutta lisäksi vyöhykkeiden määrittelyä lievennetään onnettomuuksien todennäköisyyksistä johdetuilla lieventämisker-toimilla. Varsinaista riskitasoa ei siis lasketa matemaattisena arviona. Korkean kuolleisuuden, kuolleisuuden, pysyvän haitan ja ohimenevän haitan kynnyksarvot myrkyllisille päästöille, lämpösäteilylle ja räjähdysten ylipaineelle on määriteltä laissa. Mallintamisella määritellään vahinkovyöhykkeiden ulottuvuudet perustuen näihin kynnyksarvoihin. Jokaiseen onnettomuuskenaarioon liitetään todennäköisyysluokka. Yksilöriskin ja yhteiskunnallisen riskin laskemista ei vaadita.

6.2 Eurooppalaisia esimerkkejä suuronnettomusriskin vaikutuksesta maankäytön suunnitteluun

Edellisessä luvussa esiteltyjen maiden lainsäädännössä riskinarviointia on kuvattu (Suomea lukuun ottamatta). Osana säädöksiä on kuvattu myös, millaisia toimintoja eri riskien alaisuuteen voidaan tai on suotavaa sijoittaa.

Vaikutusperustaisissa malleissa eri toimintojen sijoittamisen suunnittelu perustuu luonnollisesti seurauksien vakavuudelle. Esimerkiksi ranskalaisessa lähestymistavassa ei hyväksytä haavoittuvia toimintoja alueille, joilla onnettomuuksilla on pysyviä vaikutuksia ihmiseen.

Riskiperustaista mallia hyödyntävissä maissa toimintoja sijoitetaan suhteessa riskitasoon. Alankomaissa alueella, jolla yksilöriski on enemmän kuin 10^{-5} ei ole saanut vuodesta 2005 sijaita asutusta, kouluja, sairaaloita

⁵¹ Guideline for quantitative risk assessment, The Dutch Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment

eikä muita haavoittuvia toimintoja. Lisäksi toimijat ovat veloitettuja pienentämään riskejään niin, että vuoteen 2010 mennessä kaikissa ympäröivien alueiden haavoittuvissa kohteissa yksilöriski on enintään 10^{-6} . Väliaikaiset poikkeukset on kuitenkin sallittu.

Britanniassa ei erikseen arvioida vaarallisten aineiden kuljetuskeskittymien riskejä maankäytön suunnittelun kannalta. Seveso-laitoksen konsultointivyöhyke toimii samoin kuin Suomessa ilmaisten HSE:n⁵² konsultointitarpeen vähäistä merkittävämpien maankäytön muutosten osalta. Viranomais (HSE) konstruoi konsultointivyöhykkeen sisäpuolelle arvioidun yksilöriskin tasa-arvokäyrien perusteella kolme vyöhykettä: ”inner zone” (yksilöriski $>10^{-5}$), ”intermediate zone” ($>10^{-6}$) ja ”outer zone” ($>3 \cdot 10^{-7}$) (ks. taulukko 8). Kun konsultointivyöhykkeelle suunnitellaan uusia toimintoja, HSE suosittelee paikalliselle viranomaiselle toiminnon hyväksymistä tai hylkäämistä sen perusteella, miten haavoittuva toiminto on kyseessä seuraavan taulukon mukaisesti. Esimerkiksi asumisen yksilöriskinä hyväksytään yksilön kuolemaan johtavan onnettomuuden tapahtumataajuus alle 10^{-6} /vuosi ja koulujen ja vanhainkotien osalta alle 10^{-7} /vuosi.

Taulukko 8: Suositeltava maankäyttö Britannian HSE:n mukaan

Haavoittuvuusluokka	Inner Zone	Intermediate Zone	Outer Zone
1 Tehtaat yms.	kyllä	kyllä	kyllä
2 Asuintalot yms.	ei	kyllä	kyllä
3 Koulut, vanhainkodit yms.	ei	ei	kyllä
4 Suuret sairaalat, joukkotapahtumat	ei	ei	ei

Vaikutusten ja todennäköisyyksien luokitusten yhdistelmää käyttävässä Italiassa vahinkovyöhykkeiden ja todennäköisyysluokkien muodostamassa matriisissa on ilmaistu ne maankäyttötyypit, jotka kullakin todennäköisyys-vaikutus-yhdistelmällä ovat sallittuja. Haavoittuvuusluokat on määriteltä liitteen 5 mukaisesti kategorioihin A-F (A sisältää haavoittuimmat toiminnot ja F pelkän suuronnettomuusvaarallisen teollisuuden) ja rakentaminen on sallittu vaikutusalueilla taulukon 9 mukaisesti.⁵³

Taulukko 9: Italiassa sovelletut maankäytön määräykset

p	Korkea kuolleisuus	Kohonnut kuolleisuus	Pysyvä haitta	Ohimenevä haitta
$< 10^{-6}$	DEF	CDEF	BCDEF	ABCDEF
$10^{-6} \dots 10^{-4}$	EF	DEF	CDEF	BCDEF
$10^{-4} \dots 10^{-3}$	F	EF	DEF	CDEF
$> 10^{-3}$	F	F	EF	DEF

⁵² Health and Safety Executive, Britannian Tukesia vastaava viranomais

⁵³ Asseto ed utilizzazione del territorio pianificazione urbanistica generale, Decreto Ministeriale, 9.5.2001

Maankäytön rajoitteiden ilmaisemistapa vaihtelee siten riskin arviointitavan mukaan. Eri maiden malleissa ns. hyväksyttävät riskitasot ovat kuitenkin selkeästi samansuuntaisia. Malleissa, joissa riskin todennäköisyys huomioidaan, yksilöriskin taso 10^{-5} ... 10^{-6} näyttäisi olevan rajana haavoittuvien toimintojen sijoittamiselle.

6.3 Suuronnettomuusriskin perusteella tehtyjä maankäytön ratkaisuja Suomessa

Suomessa maankäyttö- ja rakennuslaki velvoittaa kaavavalmistelussa terveelliseen ja viihtyisään asuinympäristöön ottamatta kantaa täsmällisiin riskitasoihin tai todennäköisyyksiin (vertaa esim. Britannia, Alankomaat). Korkeimman hallinto-oikeuden (KHO) päätöksessä (17.7.2006, taltio 1801⁵⁴) lähtökohtana pidettiin **onnettomuuden mahdollisuutta** riippumatta sen todennäköisyydestä, joten ainakin tässä tapauksessa suomalainen lähestymistapa oli puhtaasti vaikutusperustainen.

Suomessa on onnettomuusvaikutusselvitysten perusteella annettu kaavamääräyksiä sekä maankäytön suosituksia. Porvoon Kilpilahden teollisuusalueella tehdyn selvityksen⁵⁵ perusteella Itä-Uudenmaan maakuntakaavassa on määritelty kaksi suojavyöhykettä, joille on annettu seuraavat suunnittelumääräykset (ks. kuva 13):

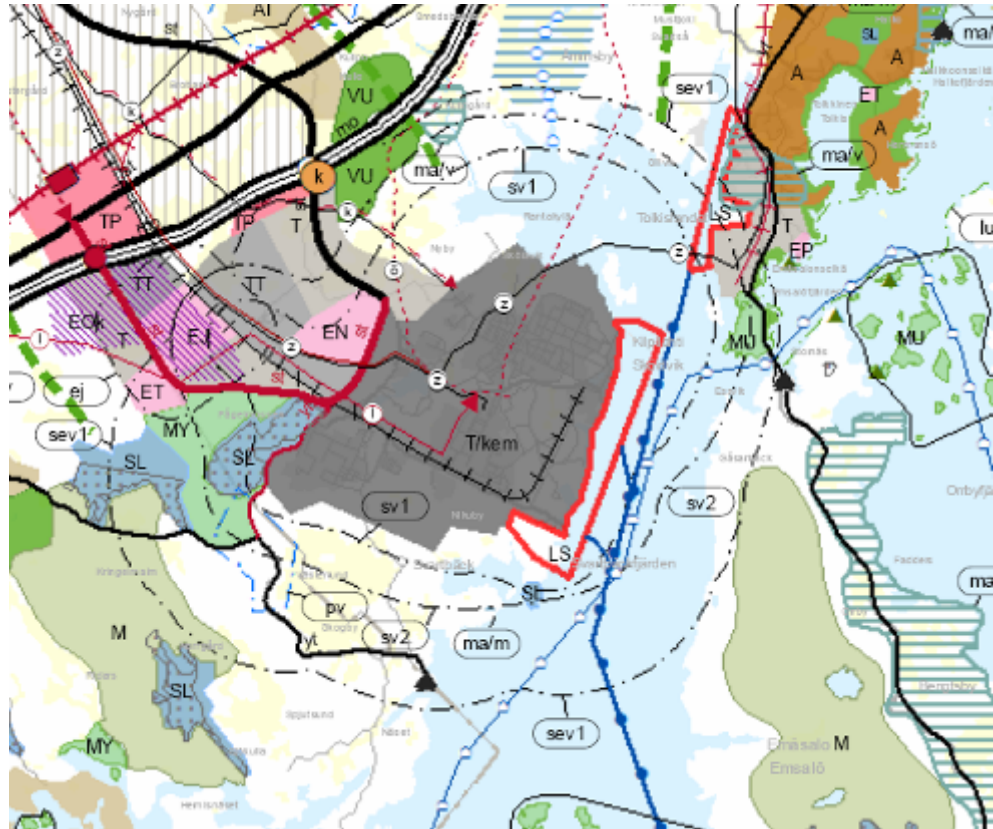
- Suojavyöhykkeelle 1 (kuvassa sv1) ei sallita uutta asutusta, eikä olemassa olevaa asutusta saa täydentää tai laajentaa. Alueelle ei sallita myöskään uutta vapaa-ajanasutusta eikä yleisiä virkistysalueita tai vapaa-ajanasutuksen muuttamista ympärivuotiseksi. Vyöhykkeellä ei sallita yleisölle tarkoitettuja kokoontumistiloja ja -alueita kuten kouluja, hoitolaitoksia eikä julkisia majoitusliikkeitä. Alueella sallitaan muuta teollisuutta ja varastointia, joka soveltuu toiminnoiltaan kokonaisuuteen ja jossa on vain vähäisessä määrin asiakaspalvelutoimintaa.
- Suojavyöhykkeelle 2 (sv2) ei sallita uutta asutusta, uutta vapaa-ajanasutusta eikä yleisiä virkistysalueita tai vapaa-ajanasutuksen muuttamista ympärivuotiseksi. Vyöhykkeellä ei sallita myöskään kouluja, hoitolaitoksia eikä julkisia majoitusliikkeitä tai julkisia palveluita, kauppoja tai kokoontumistiloja, joissa oleskelee tai vierailee merkittä-

⁵⁴ Alue sijaitsee Helsingissä, Vihdintien varressa (Lassila), kaava käsitti asuntoalueen n. 370 asukkaalle ja lähivirkistysalueen. Lähimmät asuinrakennukset n. 170 m:n päässä Valio Oy:n ammoniakkia käyttävän laitoksen seinästä ja n. 200 m:n päässä Pakastamo Oy:n konehuoneesta. Kaavoituksen yhteydessä tehdyssä turvallisuustarkastelussa todettiin mm: ”Tarkastelussa määritetyillä riskien hyväksyttävyyssperiaatteilla uusien asuntojen ja kylmälaitosten väliin jääviä suojaetäisyyksiä voidaan pitää minimivaatimukset täyttävinä.” KHO:n mukaan selvityksistä käy ilmi, että vaikka ammoniakkivuotojen todennäköisyys on erittäin pieni, on onnettomuus- ja vuotoriski kuitenkin olemassa. Suojaetäisyyksien määrittämiseen liittyvien epävarmuustekijöiden vuoksi ei voida poissulkea sitä, etteikö laitoksessa mahdollisesti tapahtuvassa onnettomuustilanteessa päästöjen vaikutus voisi ulottua vielä kaava-alueelle asti, jolloin ihmisten terveellisyydelle ja turvallisuudelle aiheutuu vaaraa. Hallinto-oikeuden käsityksen mukaan turvallisuustarkastelussa esitetty johtopäätös suojaetäisyyksien vähimmäisvaatimusten täyttymisestä ei näin ollen merkitse sitä, että kaavan voitaisiin tällä perusteella katsoa täyttävän sille maankäyttö- ja rakennuslaissa annetun vaatimuksen terveellisen ja turvallisen elinympäristön osalta.

⁵⁵ Raivio, T. et al. (2007) Suuronnettomuusriskien huomioiminen maankäytön suunnittelussa Kilpilahden teollisuusalueella

viä kävijämääriä. Suojavyöhykkeellä sallitaan teollisuutta, konttoreita sekä maa- ja metsätalouden harjoittamista.

Suojavyöhyke 1 yhtyy pääpiirteittäin selvityksessä määriteltyyn vaikutus-tarkastelun korkean riskin vyöhykkeeseen (kuoleman mahdollisuus) ja suojavyöhyke 2 merkittävän riskin vyöhykkeeseen (pysyvän haitan mahdollisuus). Kuvan vyöhyke sev1 on puolestaan nykyisten laitosten sekä laajennukselle sijoittuvien laitosten arvioitujen konsultointivyöhykkeiden yhdiste.



Kuva 13: Ote Itä-Uudenmaan maakuntakaavasta (hyväksytty 12.11.2007)

Uudessakaupungissa suositeltiin vastaavan selvityksen pohjalta seuraaventyypistä maankäyttöä lannoitetehtaan ja nestekaasun täyttölaitoksen ympäristössä:

- Korkean riskin vyöhykkeitä ei kaavoitettaisi minkäänlaiseen asumis- tai loma-asumiskäyttöön eikä vyöhykkeelle luonnollisesti tule sijoittaa minkäänlaisia haavoittuvia toimintoja, kokoontumistiloja tai yleisiä virkistysalueita. Olemassa oleva asutus voi vyöhykkeillä olla, mutta vyöhykkeelle ei tule myöntää uusia rakennuslupia. Olemassa oleva asutus tulisi huomioida kaupungin ulkoisessa pelastussuunnitelmassa sekä kaasuvuotoriski mahdollisissa kiinteistöjen pelastussuunnitelmissa.
- Merkittävän riskin aluetta ei kaavoiteta ympärivuotiseen asumiseen eikä loma-asumiseen tai kaavoitetaan vain erittäin painavin perustein. Vyöhykkeelle ei myöskään tule sijoittaa minkäänlaisia muita haavoit-

tuvia toimintoja, kokoontumistiloja tai yleisiä virkistysalueita. Olemassa oleva asutus tulisi huomioida kaupungin ulkoisessa pelastussuunnitelmassa sekä kaasuvuotoriski mahdollisissa kiinteistöjen pelastussuunnitelmissa.

- Kohonneen riskin vyöhyke voidaan kaavoittaa loma-asutuskäyttöön, mutta ei ympärivuotiseen asumiseen. Lisäksi olemassa olevien lomarakennusten muuttaminen ympärivuotiseen asumiseen soveltuviksi tulee kieltää. Yleisten virkistysalueiden perustamista vyöhykkeelle tulee harkita tarkoin. Alueen nykyinen ja tuleva asutus tulisi huomioida kaupungin ulkoisessa pelastussuunnitelmassa sekä kaasuvuotoriski mahdollisissa kiinteistöjen pelastussuunnitelmissa.

Kummassakin tapauksessa peruseriaatteena on ollut se, että haavoittuvia toimintoja ei sijoitettaisi korkean riskin vyöhykkeelle eikä merkittävän riskin vyöhykkeelle. Kohonneen riskin vyöhykkeelle sijoitettaisiin haavoittuvia toimintoja vain harkiten.

7 EHDOTUS VAK-SUURONNETTOMUUSRISKITASON ARVIOITIMENETELMÄKSI MAANKÄYTÖN SUUNNITTELUUN

7.1 Menetelmän vaatimukset

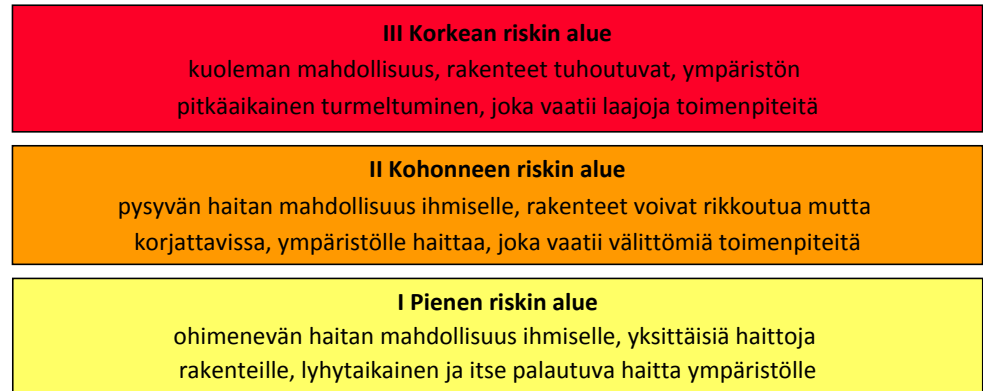
Maankäytön rajoittaminen VAK-suuronnettomuusriskin perusteella tarkoittaa periaatteessa sitä, että tunnettaessa VAK-suuronnettomuuden todennäköisyys ja vaikutukset tietyllä alueella, voidaan päättää millaisia toimintoja alueelle voidaan sijoittaa. KERTTU-hankkeessa kehitetty menetelmä tähtää kansalliseen soveltuvuuteen. Soveltuvuuden varmistamiseksi menetelmällä on oltava ainakin seuraavat ominaisuudet:

- **Ymmärrettävyys** – käytettävät riskimallit ovat mahdollisimman laajalti ymmärrettäviä sekä taustansa että tulostensa osalta
- **Vertailtavuus** – eri tilanteisiin liittyvien riskien tulisi olla ymmärrettävästi ja yksinkertaisesti vertailtavissa sekä riskienhallintakeinojen vaikutuksen tulisi näkyä riskien suuruudessa
- **Yksinkertaisuus** – riskit ja riskienhallintakeinojen vaikutukset on kyettävä arvioimaan riittävän tarkasti mutta kuitenkin ilman monimutkaisia laskelmia ja analyysejä
- **Kyky kuvata sekä nykyisyyttä että tulevaisuutta** – menetelmän on kyettävä kuvaamaan sekä nykytila että tulevaisuudessa toteutettavat, mahdollisesti riskejä tai haavoittuvuutta muuttavat toimet
- **Monikäyttöisyys** – mahdollisuus soveltaa mallia sekä riskien ja haavoittuvuuden toteamiseen että suunnittelun ohjaamiseen
- **Riskiperustaisuus** – vaikka vaikutusperusteet ovat yksinkertaisia ymmärtää ja visualisoida, onnettomuuksien tapahtumataajuuksien tulisi näkyä mallissa jo siitä syystä, että monet turvallisuusinvestoinnit kohdentuvat tapahtumataajuuksien pienentämiseen. Semikvantitatiivinen lähestymistapa riskiperustaisuuteen on sopia kriteereistä, joilla tietyt skenaariot voidaan katsoa niin epätodennäköisiksi, että niiden vaikutuksia ei tarvitse ottaa huomioon ollenkaan. Tämän toimintatavan soveltuvuudesta pitkällä tähtäyksellä tulee keskustella.
- **Niveltymisen kustannushyötyanalyysiin** – menetelmää tulisi pystyä hyödyntämään riskienhallintakeinojen hyötyjen ja niiden kustannusten arvioinnissa. Tässä on tärkeää se, että alueita, populaatioita, vaikutuksia ja todennäköisyyksiä pidetään erillään mahdollisimman pitkään.
- **Harmonisoituminen** jo olemassa olevien mallien kanssa EU-tasolla olisi suotavaa.
- Soveltuvuus **yleisempään käyttöön** kansallisella tasolla.

Tämän hankkeen lähtökohdaksi valittiin luvuissa 6.1–6.2 kuvattu italialainen menetelmä. Siinä maa-alueet on jaettu 16 erilaiseen luokkaan onnettomuuden todennäköisyyden ja vaikutusten mukaan (ks. taulukko 9). Kusakin taulukon todennäköisyys-vaikutus-yhdistelmässä on sallittu jokin maankäyttömuodoista A–F liitteen 5 mukaisesti.

7.2 Vaikutusten luokittelu

Kehitettyssä mallissa vaikutusten luokitteluksi valittiin Itä-Uudenmaanliiton⁵⁶ ja Tukesin⁵⁷ teettämässä selvityksissä kehitetty kolmiportainen menetelmä, jossa vaikutukset on jaettu kuvan 14 mukaisesti. Kutakin vaikutusluokkaa vastaava etäisyys lasketaan matemaattisten mallien ja teknisten kynnsarvojen avulla.



Kuva 14: Kolmiportainen asteikko vaikutusten arvioinnille

7.3 Todennäköisyyksien luokittelu

Hankkeessa päätettiin käyttää kolmiportaista skenaarion todennäköisyysluokittelua taulukon 10 mukaisesti. Luokassa P3 onnettomuustodennäköisyys on selkeästi suurempi kuin muut riskit keskimääräisen yksilön elämässä, jolloin mahdollisella vaikutusalueella olija ottaa selkeästi riskin altistua kuvatuille vaikutuksille. Luokassa P2 todennäköisyydet ovat koholla verrattuna yksilön muun elämän riskeihin, jolloin mahdollisella vaikutusalueella olija ottaa riskin altistua kuvatuille vaikutuksille. Luokka P1 edustaa aluetta, jolla todennäköisyydet ovat samaa suuruusluokkaa yksilön muun elämän riskien kanssa.

⁵⁶ Raivio, T. et al. (2007) Suuronnettomuusriskien huomioiminen maankäytön suunnittelussa Kilpilahden teollisuusalueella

⁵⁷ Gilbert, Y. & Raivio, T. (2007) YRTTI - Yhteiset riskiarviointiperusteet turvallisuusselvityksille

Taulukko 10: Hankkeessa valitut todennäköisyysluokat

Luokka	Skenaarion tn	Verrattava riskitaso kuoleman tapauksessa ⁵⁸
P3 – korkea tn	$>10^{-4}$	Kotitapaturmat, itsemurha
P2 – kohonnut tn	$10^{-4}-10^{-6}$	Liikenneonnettomuus, hukkuminen, henkirikoksen uhriksi joutuminen
P1 – pieni tn	$<10^{-6}$	Immuunikato, influenssa

Todennäköisyysluokkien osalta todettiin:

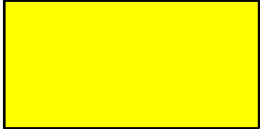

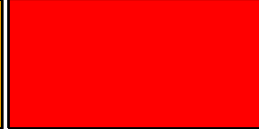
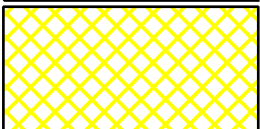
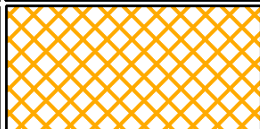
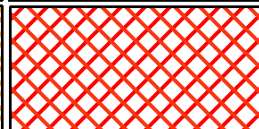
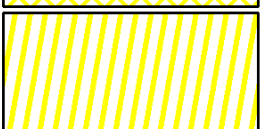


- Tilastoista ei ole saatavilla riittävän tarkkaa tietoa ja siten todennäköisyysluokkia tulisi olla vähän ja niiden tulisi olla selkeästi toisistaan erottuvia.
- EU:ssa jo käytössä olevia todennäköisyysluokkia tulisi mahdollisuuksiensa mukaan seurata. Näin voidaan saavuttaa kansainvälistä vertailtavuutta.
- Luokittelun tulisi tukea maankäytön suunnittelun päätöksentekoa ja mahdollistaa eri toimintojen haavoittuvuuden suhteuttamista kohteen tuottamaan VAK-suuronnettomuusriskiin.

VAK-suuronnettomuusskenaarioiden todennäköisyyksien matemaattisesti tarkkojen arvioiden tuottaminen on kutakuinkin mahdotonta (ks. luku 3.1). KERTTU-hankkeessa päädyttiin näin ollen arvioimaan todennäköisyydet subjektiivisesti asiantuntijaryhmässä hyödyntäen olemassa olevaa tilastotietoa päätösten tukena.

7.4 Riskien luokittelu ja maankäytön rajoitteet

KERTTU-hankkeessa riskit päätettiin luokitella todennäköisyyksien ja vaikutusten luokittelun perusteella. Tuloksena on riskimatriisi, jossa on yhdeksän eri riskiluokkaa (kuva 15). Maankäytön rajoitteilla voidaan kontrolloida alueen haavoittuvuutta eli mitä toimintoja voidaan mihinkin sijoittaa suhteessa VAK-keskittymään. Maankäytön rajoitteilla voidaan myös määritellä onko esimerkiksi uuden VAK-keskittymän sijoittaminen hyväksyttävää suhteessa alueen muuhun käyttöön.

⁵⁸ Vertailtaessa todennäköisyyksiä yksilöriskeihin on huomattava, että yleisesti skenaarion todennäköisyys on sama tai suurempi kuin yksilöriski, sillä yksilö kuolee skenaariossa vain tietyllä ykköistä pienemmällä todennäköisyydellä. Todennäköisyys riippuu vaikutukselle altistumisesta - kun oletetaan, että onnettomuuden vaikutukset pienenevät etäisyyden kasvaessa voimakkaasti, lähellä onnettomuuspaikkaa lähes kaikki kuolevat, kun taas kauempana vain osa kuolee.

	I - ohimenevä haitta	II - pysyvä haitta	III - kuolemanvaara
Korkea todennäköisyys >10 ⁻⁴			
Kohonnut todennäköisyys 10 ⁻⁴ ...10 ⁻⁶			
Pieni todennäköisyys <10 ⁻⁶			

Kuva 15: KERTTU-hankkeen ehdotus riskitasoluokista maankäytön suunnittelussa

Haavoittuvuutta voidaan hallita muun muassa seuraavilla keinoilla:

- Rajoittamalla riskille altistuvien ihmisten lukumäärää
- Parantamalla alueella olijoiden tietoisuutta onnettomuuden mahdollisuudesta ja oikeista toimintatavoista riskin toteutuessa
- Rajoittamalla alueella oleskelevat ihmiset esimerkiksi työntekijöihin, joilla on vaadittu koulutus ja onnettomuustilanteiden harjoittelukokemus, riittävä fyysinen kunto sekä kyky toimia, pelastaa ja suojautua
- Määrittelemällä rakenteille rakennustekniset vaatimukset (paloseinät, suojautumistilat jne.)

KERTTU-hankkeen työpajojen perusteella hahmotettiin maankäytön rajoitteille viisi luokkaa (taulukko 11).

Taulukko 11: Toimintojen luokitteluehdotus eri riskitasoluokkien alueille

Luokka	Sallitut toiminnot
A	Tiheään rakennetut asuinalueet, sairaalat, koulut, vanhainkodit, päiväkodit, kauppakeskukset, yleisötilaisuudet
B	Harvemmin rakennetut asuinalueet, julkiset palvelut, yliopistot, rautatieasemat ja vastaavat keskittymät
C	Harvaan asutut alueet, toimistot, loma-asutus, kohteet joissa epäsäännöllinen ihmisvirta (virkistysalueet, hautausmaat), logistiikka
D	Haja-asutusta, maataloutta, teollista tuotantoa
E	Teollista tuotantoa, jossa ei asiakasvirtoja, VAK-keskittymät

Yhdistämällä taulukossa 11 esitetyt toiminnalliset luokat tiettyihin toiminnallisiin rajoitteisiin ja vaatimuksiin, maankäytön rajoitteiden suhteuttaminen riskitasoon voidaan määrittellä Italian mallin mukaisesti riskiluokittain. Tulokset on esitetty kuvassa 16.

	I - ohimenevä haitta	II - pysyvä haitta	III - kuolemanvaara
Korkea todennäköisyys >10 ⁻⁴	(B ^{***} , C, D, E [*])	(C ^{***} , D, E [*])	(E)
Kohonnut todennäköisyys 10 ⁻⁴ ...10 ⁻⁶	A ^{***} , B ^{***} , C, D, E [*]	C, D, E [*]	D ^{***} , E
Pieni todennäköisyys <10 ⁻⁶	A ^{**} , B, C, D, E [*]	A ^{**} , B ^{**} , C, D, E [*]	A ^{**} , B ^{**} , C, D, E [*]

Kuva 16: KERTTU-hankkeen ehdotus maankäytön hyväksyttävyydestä eri riskiluokissa

Kuvassa on käytetty seuraavia merkintöjä:

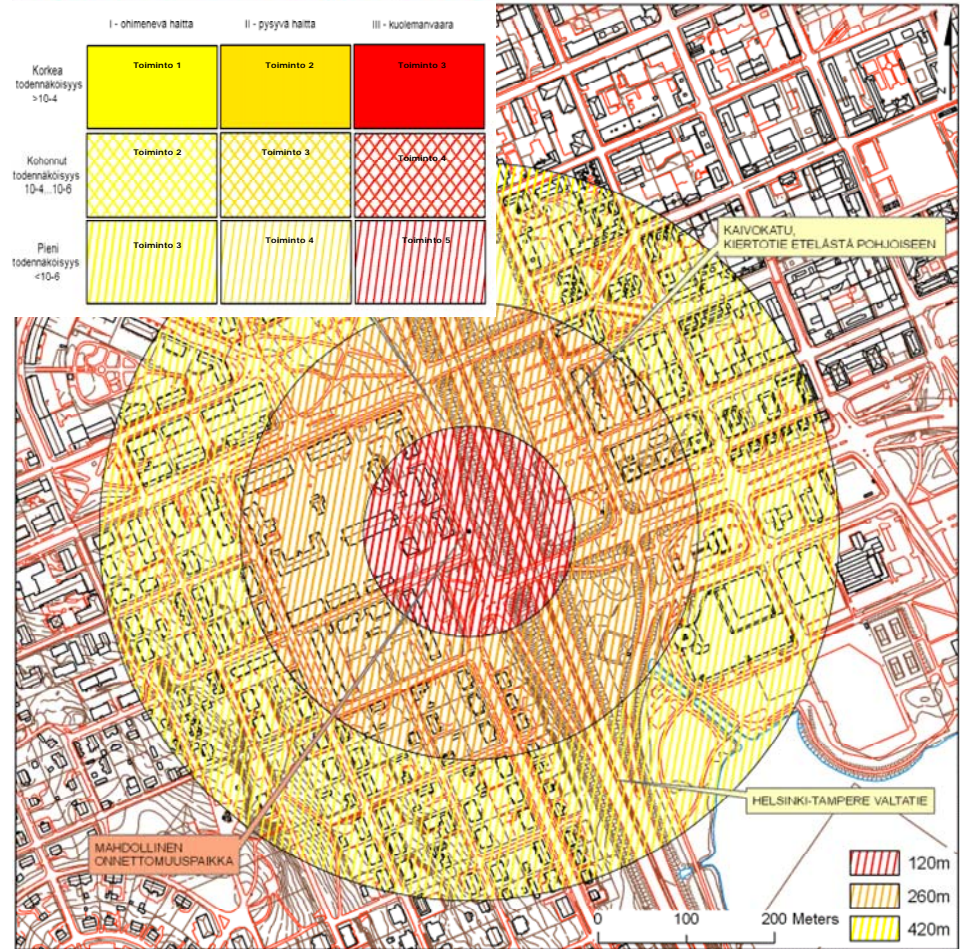
- * toiminnot eivät saa tuoda uusia riskejä
- ** toiminnot voidaan sallia, mikäli saavutettavat yhdyskuntarakenteen muut hyödyt ovat riittävän suuret (esim. uudisrakentaminen) tai alueella on jo muita vastaavia riskejä (esim. liikenne)
- *** edellisen lisäksi tiedotettava riskille altistujille säännöllisesti sekä huomioitava riski kaikissa pelastussuunnitelmissa

Kuvan ylimmän rivin toiminnot on merkitty sulkuihin, koska minkään suuronnettomuusvaarallisen toiminnon todennäköisyyden ei tulisi olla kyseisessä todennäköisyysluokassa.

7.5 Riskin visualisointi

Riskitason kuvaaminen visuaalisesti karttapohjalla on todettu olevan kaa-voittajille tärkeä ominaisuus riskin ymmärtämiseksi. Kuvassa 17 on esitetty periaatepiirros siitä, miten KERTTU-hankkeessa kehitetyn menetelmän avulla visualisoidaan erilaiset alueet.

Säiliöauton onnettomuus (BLEVE)



Kuva 17: Esimerkkinä Hämeenlinnassa tapahtuva kuvitteellinen VAK-säiliöauton BLEVE-räjähdyks⁵⁹

⁵⁹ BLEVE (boiling liquid expanding vapour explosion) on suljetuille säiliöille ominainen räjähdystyyppi. Räjähdys johtuu kieuvan nesteen ja höyryn laajenemisesta. Mikäli sisältö on palavaa, se palaa purkautuessaan ulos.

8 KOKEMUKSET PILOTTIKOHTEISTA JA KAPPALETAVARAKULJETUSTEN VAK-SUURONNETTOMUUSSKENAARIOT

8.1 Kokemukset pilottikohteista

Hankkeessa kehitetty menetelmä riskitason huomioimiseen maankäytön rajoitteena on tehty yhteistyössä laajan toimijajoukon kanssa. Menetelmän rakentamisessa, testaamisessa ja tulosten validoinnissa hyödynnettiin myös todellisia VAK-keskittymiä tapaustutkimuskohteina. Työ tehtiin yhteistyössä kunkin alueen kaavoittajien ja viranomaisten kanssa. Näin menetelmäkehitys ankkuroitiin vahvasti näiden alueiden käytännön haasteisiin ja tarpeisiin.

Pilottikohteet ja alueet valittiin siten että ne edustavat erityyppisiä VAK-liikenteen solmukohtia ja erityisrakenteita. Turun pilotissa tarkasteltiin raitin VAK-liikennettä, Porissa satamatoimintaan liittyvää VAK-liikennettä ja Hämeenlinnassa tietunnelin kiertoteiden VAK-liikennettä. Kohteissa käytiin yhteistä keskustelua niin kaavoitusprosessista kuin riskinarvioinnista ja haavoittuvuuden rajoittamista kaavoittajan keinoin. Kohteissa testattiin myös kehitettyä työkalua riskienhallintakeinojen valinnalle.

Kussakin kohteessa on tunnistettu tarkasteltavat suuronnettomuusskenaariot luvussa 3.5 esitettyjen kriteereiden pohjalta. Kullekin pilottikohteelle tunnistettiin neljä pahinta, realistista onnettomuutta huomioiden sekä aineiden määrät että näiden suhteellinen vaarallisuus. Tarkasteltavat onnettomuusskenaariot valittiin Porissa ja Turussa työkokouksissa, joihin osallistuivat alueen toimijat, kaavoittajat sekä pelastustoimen ja Tukesin asiantuntijat. Hämeenlinnassa skenaariovalinta tehtiin yhdessä kaavoittajien ja pelastustoimen kanssa sekä tarkennettiin asiantuntijatyöllä. (Ks. pilottikokousten osallistujat liitteessä 2.) Taulukossa 12 on yhteenveto pilottikohteista sekä niissä tarkastelluista suuronnettomuusskenaarioista.

Taulukko 12: Pilottikohteissa tarkastellut VAK-suuronnettomuus-skenaariot

	Turun ratapiha	Porin satama ympäristöineen	Hämeenlinnan tieliikennetunneli (suunnitteilla)
Sijainti	Keskusta	Keskustan ulkopuolella	Keskusta
Liikenne- muoto	Rata	Meri (lastaus / purkaus), tie ja rata	Tie, tunnelin kiertotiet
Skenaariot	1) Ammoniakkivuoto 2) Palavan nesteen tulipalo 3) Tulipalosta seuraava säiliövaunun BLEVE 4) Palavan kaasun vuoto ja jälkisyttymä	1) Säiliöauton tulipalo 2) Rikkihiilikontin putoaminen 3) Rikkihapon vuoto säiliöautosta 4) Ammoniakkivuoto junavaunusta	1) Säiliöauton palo 2) Säiliöauton BLEVE 3) Ammoniumnitraattipalo, pieni 4) Ammoniumnitraattipalo, suuri

Turussa skenaariot asetettiin ratapihan vaarallisten aineiden liikenteelle osoitetulle raiteille. Porissa ja Hämeenlinnassa skenaariovalinta perustui aiemmin esitettyjen kriteereiden lisäksi onnettomuuden tapahtuman paikantamiseen. Sijoittamisessa huomioitiin sekä onnettomuuden haavoittuvat toiminnot että onnettomuuden mahdollisuutta lisäävät riskitekijät, kuten liittymät, tasoristeykset, liikennemäärät jne. Valituille skenaarioille laskettiin riskit sekä ennen että jälkeen riskienhallintakeinojen soveltamista.

Pilottikohtaiset tulokset on esitetty tarkemmin liitteessä 6. Yhteenvedo niistä saaduista kokemuksista on seuraavana.

8.1.1 Vaikutusten arviointi

Pilottikohteiden skenaarioiden vaikutusarviointi oli suhteellisen suoraviivaista, koska pystyttiin käyttämään aiemmissa hankkeissa kehitettyä lähestymistapaa vaikutusten arviointiin ja luokitteluun (ks. liite 3). Pilottikohteiden vaikutusten esittämisen havainnollisesti karttapohjalla koettiin myös edistävän kaavoittajan ymmärrystä VAK-suuronnettomuusvaikutusten ulottuvuudesta ja laadusta.

Vaikutusarvioinnissa käytetty luokitus koettiin havainnolliseksi ja toimivaksi. Vaikutusluokkien raja-arvoista käytiin keskustelua. Tulevaisuudessa saattaa osoittautua tarpeelliseksi tarkentaa raja pysyvän vamman ja ohimenevän haitan määrittelyn välillä erityisesti liittyen räjähdysen ylipaineen seurauksiin. Tällöin tulee nostaa esille ero välittömän vaikutuksen (paineaalto särkee tärykalvot) ja välillisen vaikutuksen (ikkunoiden särkyemisestä johtuvia sirpalevammoja). Tarkentavaa keskustelua ei kuitenkaan KERTTU-hankkeen puitteissa käyty.

8.1.2 Todennäköisyyksien arviointi

Suuronnettomuuksien todennäköisyysarviointia pidetään yleisesti vaikeana. Tilastotietoa on vähän ja olosuhteet eri onnettomuuksissa ovat hyvin erilaisia. Tämän vuoksi pilottikohteissa laajennettiin tiedonhankintaa rai-detavaraliikenteen ja raskaan liikenteen onnettomuuksiin, joista skaalattiin VAK-liikennettä vastaava osuus. Tällöin joudutaan tekemään joukko oletuksia, joiden paikkansapitävyydestä ei ole tietoa. Oletusten vaikutuksia arvioitiin asiantuntijapaneelissa ja ne raportoitiin pilottiraporttien yhteydessä. Näin menetellen relevanttien todennäköisyyksien suuruusluokkien arviointi VAK-suuronnettomuuksille oli mahdollista kutakuinkin tarkasti. Mikäli tulos on kahden todennäköisyyden suuruusluokan rajamailla, on syytä nojautua varovaisuusperiaatteeseen ja valita todennäköisyysluokista suurempi. Samoin tulosten tulkinnassa on huomioitava arvioihin liittyvät oletukset ja epävarmuudet. Todennäköisyyksien suhteuttaminen muihin elämän riskien todennäköisyyksiin antaa perspektiiviä todennäköisyysluokille ja mahdollistaa riskien ymmärrettävän käsittelyn.

8.1.3 Riskinarviointi ja maankäytön rajoitukset

Maankäytön suunnittelun näkökulmasta pidettiin tärkeänä, että VAK-suuronnettomuusriskejä tarkastellaan laaja-alaisesti sekä vaikutusten että todennäköisyyksien näkökulmista. Sekä vaikutusten että todennäköisyyksien arviointia voidaan tehdä ennen ja jälkeen riskienhallintakeinojen soveltamista samaa menetelmää hyödyntäen. Näin voidaan suhteuttaa riskitasoa suunnitellun toiminnan haavoittuvuuteen ja riskienhallintakeinojen tarpeeseen.

Hankkeessa luotu menetelmä tukee myös kaavoitustyötä antamalla perusteltuja lähtökohtia päätöksenteolle. Edellytyksenä on, että kaavoitettaville alueille tehdään riittävän perusteelliset riskiarvioinnit.

8.2 Skenaariovalintakriteereiden soveltaminen tieliikenteen kappaletavara-kuormiin

Onnettomuusskenaarioiden määrittely säiliökuljetuksille on useimmiten yksinkertaisempaa kuin kappaletavarakuljetuksille. Pääosa kappaletavarana kuljetettavista vaarallisista aineista kulkee maanteillä. Näissä kuljetuksissa on huomattava määrä eri toimijoita ja kuljetettavien aineiden kirjo on suuri. Kappaletavarakuormat ovat usein myös ns. sekakuormana kuljetettavia eli samassa kuormassa on useita eri aineita tai muuta kuormaa. Kappaletavarakuormat ovat kuitenkin etenkin jakelukuljetuksissa useimmiten huomattavasti pienempiä kuin säiliöautoissa kuljetettavat lastit. Rautateillä vaarallisia aineita ei puolestaan juurikaan kuljeteta kappaletavarana.

Kappaletavarakuljetuksen riskit ovat erilaiset kuin säiliökuljetuksessa. Turvallisuuden kannalta lain vaatimusten (mm. kuormaus- ja sidontakäytäntöjen noudattaminen) on erittäin tärkeä riskienhallintakeino. Kappale-

tavarakuljetuksien kohdalla rikkeitä löytyy suhteellisen paljon⁶⁰. Myös pelastustoiminnalle kappaletavarakuljetukset asettavat omia haasteitaan mahdollisen onnettomuuden jälkeisessä torjuntatyössä, koska aineet tai niiden sijainti kuormassa eivät aina ole helposti tunnistettavissa.

Eri aineiden ominaisuudet määrittelevät onnettomuusskenaarion tapahtumat ja vaikutukset. Kaikille VAK-luokitelluille aineille on kuitenkin käytännössä mahdotonta tehdä kerralla skenaarioita ja erityisesti kaikkien aineyhdistelmien skenaarioiden luonti olisi sekä äärimmäisen työlästä että tulosten kannalta niiden käytännöllisyys olisi kyseenalainen – ainakin kaavoituksen näkökulmasta. Niinpä tässä hankkeessa päädyttiin rakentamaan kappaletavaralle luokkakohtaiset skenaariot (ks. liite 7). Näitä voi jatkossa hyödyntää muun muassa liikennesuunnittelussa laajemminkin.

Skenaariot valittiin asiantuntijatyöryhmässä, jonka tavoitteena oli tuottaa tietoa siitä, miten eri VAK-luokkien aineita voisi mallintaa. Kullekin aineluokalle valittiin yksi esimerkkiaine. Valinnan perusteena oli joko:

- Vaikutuksiltaan edustaa luokan pahimpia aineita JA ainetta kuljetetaan säännöllisesti TAI
- Aine on tuttu myös maallikolle JA sitä kuljetetaan säännöllisesti kansallisella tasolla JA se edustaa luokallensa tyypillistä vaaratasoa

Kun mahdollista, pyrittiin lisäksi valitsemaan sellaisia aineita, joita ei aina mielletä vaarallisiksi aineiksi (esimerkiksi polymeerikuulat ja grillihiilet).

Muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta yllämainitut kriteerit olivat suoraan sovellettavissa. Poikkeukset, joissa ei suoraan voitu soveltaa näitä kriteereitä, olivat luokka 6.2 (tartuntavaaralliset aineet) sekä luokka 7 (radioaktiiviset aineet). Näiden kohdalla ryhmä päätyi yksimielisesti valitsemaan tarkasteltavaksi kuormaksi suurta kohua yleisön keskuudessa herättäneet lintuinfluenssaan kuolleet linnut (hypoteettinen esimerkki) sekä radioaktiivista ainetta sisältävän kuljetettavan mittalaitteen. Huomattavaa on, että näiden kummankaan skenaarion mallintaminen ei ole mahdollista tämän hankkeen puitteissa kehitetyllä menetelmällä ja vaikutusarviointias- tekolla. Muille kappaletavaraskenaarioille mallinnettiin niiden vaikutusten etäisyydet, jotka on esitetty liitteessä 7.

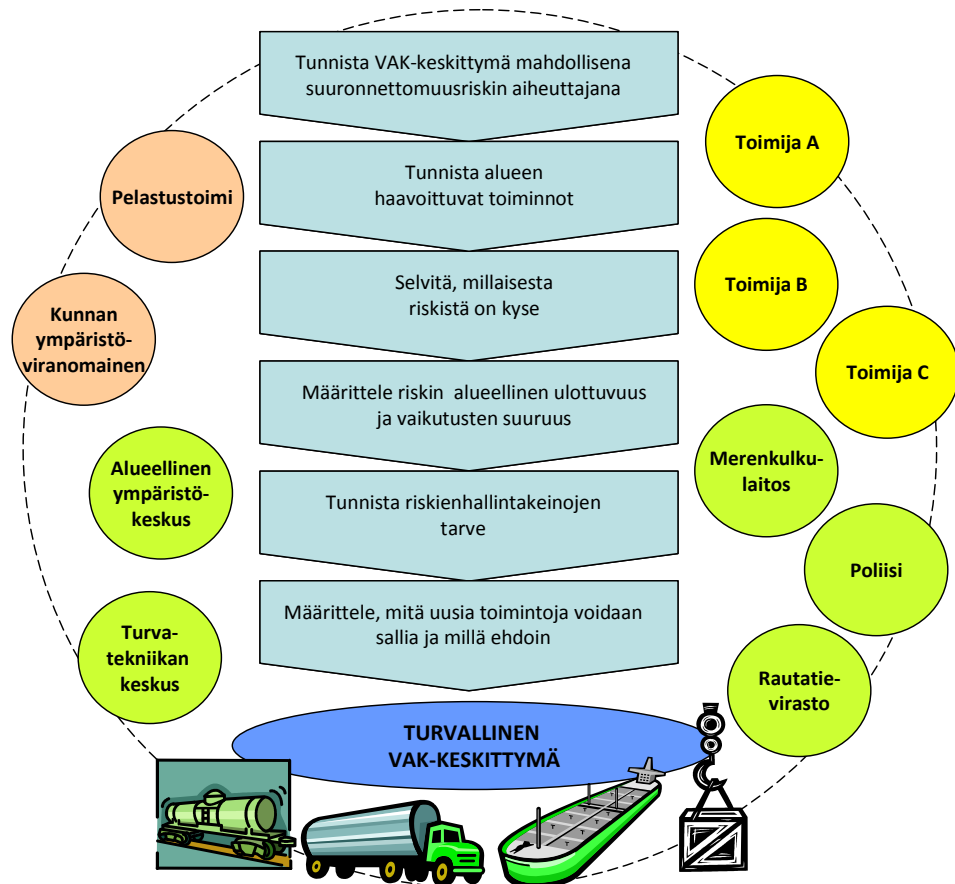
⁶⁰ Vaahtera, A. & Gilbert, Y. (2008) VAK-strategia 2006-2015, Vaarallisten aineiden kuljetus Suomessa, Seurantaraportti.

9 YHTEENVETO, JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET

9.1 VAK-suuronnettomuusriskien huomiointi kaavoituksessa

VAK-suuronnettomuusriskin tehokas huomioiminen kaavoituksessa vaatii riskin tunnistamista ja arviointia maankäytön suunnittelun näkökulmasta. VAK-suuronnettomuusriskien arviointi ei ole kaavoittajien ydinosamis- aluetta. Siten kaikilla kaavatasoilla on olennaista vaihtaa tietoa eri sidos- ryhmien ja asiantuntijoiden kanssa.

VAK-suuronnettomuusriskin huomiointia kaavoituksessa tukisi havainnol- linen prosessikuvaus, joka voidaan suhteuttaa eri kaavoitusvaiheisiin. Ku- va 18 kertoo KERTTU-hankkeen ehdottamia askelmerkkejä VAK- suuronnettomuusriskien huomioimiseksi käytännön kaavoitustyössä. As- kelmerkkien mahdollisen täsmentämisen lisäksi suositellaan tämän jal- kauttamista kansallisesti maankäytön suunnittelijoille.



Kuva 18: Kaavoittajan askelmerkit VAK-keskittymän suuronnettomuusriskin huomioimisessa ja vuorovaikutus muiden toimijoiden kanssa (vastaavasti kuin kuvassa 12)

VAK-kohteiden tunnistamista kaikilla kaavatasoilla palvelisi yhtenevä kaavoitusmerkintä, jonka kehittämistä voidaan pitää perusteltuna. Tukesin laitoksille määrittelemä konsultointivyyhykettä vastaavaa vyyhykettä ei

VAK-keskittymille ole määritelty. Mahdollisen VAK-vyöhykkeeseen liittyvät konsultointivaatimukset tulisi arvioida ja määrittellä ministeriötasolla.

9.2 VAK-suuronnettomuusriskin arviointi

Suomessa ei ole aiemmin ollut yhtenevää menetelmää VAK-suuronnettomuusriskin arvioinnille maankäytön suunnittelun tarpeisiin. KERTTU-hankkeessa kehitetty menetelmä on rakennettu laajassa viranomais- ja yritys yhteistyössä sekä testattu ja validoitu kolmessa pilottikohteessa. Tulokset osoittavat menetelmän olevan suhteellisen helppokäyttöinen ja tuottavan havainnollisia tuloksia, jotka suoraan palvelevat maankäytön suunnittelun tarpeita.

Menetelmässä huomioidaan mahdollisen suuronnettomuuden vaikutukset ja todennäköisyydet. Vaikutusten arvioinnissa huomioidaan paitsi ihmiselle aiheutuvat riskit, myös vaikutukset rakenteille ja ihmisille kolmiportaisella asteikolla. Tämä arviointi perustuu aiempaan viranomais- ja yritys yhteistyössä kehitettyyn vaikutusasteikkoon⁶¹.

Menetelmässä todennäköisyydet arvioidaan myös kolmiportaisella asteikolla. Asteikon kehitystyössä on huomioitu sekä tilastoista saatavan tiedon tarkkuustaso että subjektiivisen asiantuntija-arvion antamisen haasteet. Todennäköisyyksien arviointi on ehdotetulla asteikolla pyritty tekemään mahdollisimman yksiselitteiseksi suhteuttamalla todennäköisyysluokkia muun muassa erilaisiin muihin riskeihin.

Vaikutusten ja todennäköisyyksien tulona tuotetaan riskien suuruutta arvioiva riskimatriisi (kuva 19).

	I - ohimenevä haitta	II - pysyvä haitta	III - kuolemanvaara
Korkea todennäköisyys >10 ⁻⁴			
Kohonnut todennäköisyys 10 ⁻⁴ ...10 ⁻⁶			
Pieni todennäköisyys <10 ⁻⁶			

Kuva 19: KERTTU-hankkeen ehdotus riskitasoluokista maankäytön suunnittelussa - alueiden riskitason luokituksen avulla voidaan määrittellä kullekin alueelle sijoitettavat toiminnot (vastaavasti kuin kuvassa 15)

⁶¹ Raivio, T. et al. (2007) Suuronnettomuusriskien huomioiminen maankäytön suunnittelussa Kilpilahden teollisuusalueella

Kehitetty menetelmä soveltuu kaikkien VAK-keskittymien VAK-suuronnettomuusriskien suhteelliseen arviointiin sekä eri riskitason vertailuun. Kehitetty menetelmä soveltuu myös erityisrakenteiden, kuten tunnelien, sekä mahdollisten kiertoteiden riskitasojen vertailuun. Menetelmällä ei sen sijaan voida suoraan tuottaa tunneliriskiarviointia, sillä tunneliriskiarviot vaativat erityismallintamista ja rakenteiden lujuuden huomiomista, joilla ei sinänsä ole mitään suoraa kytköstä vaarallisiin aineisiin. Esimerkiksi tunnelleissa sovellettua OECD/PIARC-riskiarvioinnin mallin tulokset voidaan suoraan sijoittaa riskitasoja kuvaavaan KERTTU-hankkeen riskimatriisiin (kuva 19).

Menetelmä on suoraviivainen ja mahdollistaa eri liikennemuotojen tarkastelun. Lisäksi piloteissa kehitetyt skenaariot sekä hankkeen kappaletavaraskenaariot soveltuvat liikenteen suunnittelussa hyödynnettäviksi laajemminkin.

Jotta yhtenäinen arviointimenettely voitaisiin jalkauttaa kansallisesti kaikkien maankäytön suunnittelijoiden työtä tukemaan, vaatisi tämä vielä yhtenevän ohjeistuksen riittävän korkealta taholta. Tätä tarkoitusta palvelisi esimerkiksi ministeriötason julkaisema lyhyt opas kaavoittajille sekä muille maankäytön suunnittelun sidosryhmille.

9.3 Riskienhallintakeinojen valinta VAK-keskittymiin

KERTTU-hankkeessa kehitetty riskienhallintakeinojen kustannushyötysuhdetta arvioiva menetelmä ja sitä tukeva työkalu palvelevat sekä yksittäisen toimijan työtä että yhteistyönä suoritettavan alueellisten riskienhallintakeinojen tunnistamista. Toimenpiteiden vuosittaisia kustannuksia sekä niiden tuomaa turvallisuuden parannusta voidaan hyödyntää riskienhallintainvestointien priorisoinnissa. Edellä esitellyn maankäytön riskiluokittelumenetelmän avulla saadaan määriteltyä riskienhallintakeinoille konkreettinen hyöty, joka voi olla esimerkiksi tietyn maa-alueen arvonnousu riskien pienentyessä sellaiselle tasolle, että alue voidaan ottaa asuinkäyttöön tai muuhun suunniteltuun käyttöön. Myös yhdyskuntarakenteelle on hyötyä siitä, että VAK-toiminta voidaan sijoittaa sellaiseen paikkaan, josta aiheutuu vähemmän liikennettä.

Työkaluun on sisällytetty subjektiivinen arvio kunkin riskienhallintakeinon vaikuttavuudesta. Valmista luokittelua voidaan käyttää alustavasti eri keinojen tunnistamiseen. Tarkempaa arviointia varten tulee aina suorittaa kohdekohtainen kustannus- ja vaikuttavuusarviointi. Työkalussa olevat toiminnot mahdollistavat tämän arvioinnin. Sen sijaan eri VAK-suuronnettomuusriskien toteutumisen hinta-arviointimahdollisutta ei työkaluun ole sisällytetty. Tämän ominaisuuden kehittämistä jatkossa suositellaan.

9.4 Maankäytön rajoitteet VAK-suuronnettomuusriskin perusteella

KERTTU-hankkeen työpajojen perusteella hahmotettiin maankäytön rajoitteille viisi luokkaa (taulukko 13).

Taulukko 13: Toimintojen luokitteluehdotus eri riskitasoluokkien alueille (vastaavasti kuin taulukossa 11)

Luokka	Sallitut toiminnot
A	Tiheään rakennetut asuinalueet, sairaalat, koulut, vanhainkodit, päiväkodit, kauppakeskukset, yleisötilaisuudet
B	Harvemmin rakennetut asuinalueet, julkiset palvelut, yliopistot, rautatieasemat ja vastaavat keskittymät
C	Harvaan asutut alueet, toimistot, loma-asutus, kohteet joissa epäsäännöllinen ihmisvirta (virkistysalueet, hautausmaat), logistiikka
D	Haja-asutusta, maataloutta, teollista tuotantoa
E	Teollista tuotantoa, jossa ei asiakasvirtoja, VAK-keskittymät

Tämä luokittelu on alustavasti todettu toimivaksi. Sitä tulisi kuitenkin tulevaisuudessa validoida laajemmin sekä tarkentaa kriteerit tiheälle, harvemmalle ja harvalle asutukselle sekä haja-asutukselle. Luokittelun soveltaminen myös muihin kuin VAK-suuronnettomuusriskeihin siten, että erilaisista toiminnoista aiheutuvia suuronnettomuusriskejä voitaisiin alueellisesti ja kansallisesti verrata, toisi huomattavaa lisäarvoa.

Yhdistämällä taulukossa 13 esitetyt toiminnalliset luokat tiettyihin toiminnallisiin rajoitteisiin ja vaatimuksiin, maankäytön rajoitteiden suhteuttaminen VAK-suuronnettomuuden riskitasoon voidaan määritellä riskiluokittain. Hankkeessa tuotettu ehdotus tästä on esitetty kuvassa 20.

	I - ohimenevä haitta	II - pysyvä haitta	III - kuolemanvaara
Korkea todennäköisyys >10 ⁻⁴	(B ^{***} , C, D, E [*])	(C ^{***} , D, E [*])	(E)
Kohonnut todennäköisyys 10 ⁻⁴ ...10 ⁻⁶	A ^{***} , B ^{***} , C, D, E [*]	C, D, E [*]	D ^{***} , E
Pieni todennäköisyys <10 ⁻⁶	A ^{**} , B, C, D, E [*]	A ^{**} , B ^{**} , C, D, E [*]	A ^{**} , B ^{**} , C, D, E [*]

Kuva 20: KERTTU-hankkeen ehdotus maankäytön hyväksyttävyydestä eri riskiluokissa⁶² (vastaavasti kuin kuvassa 16)

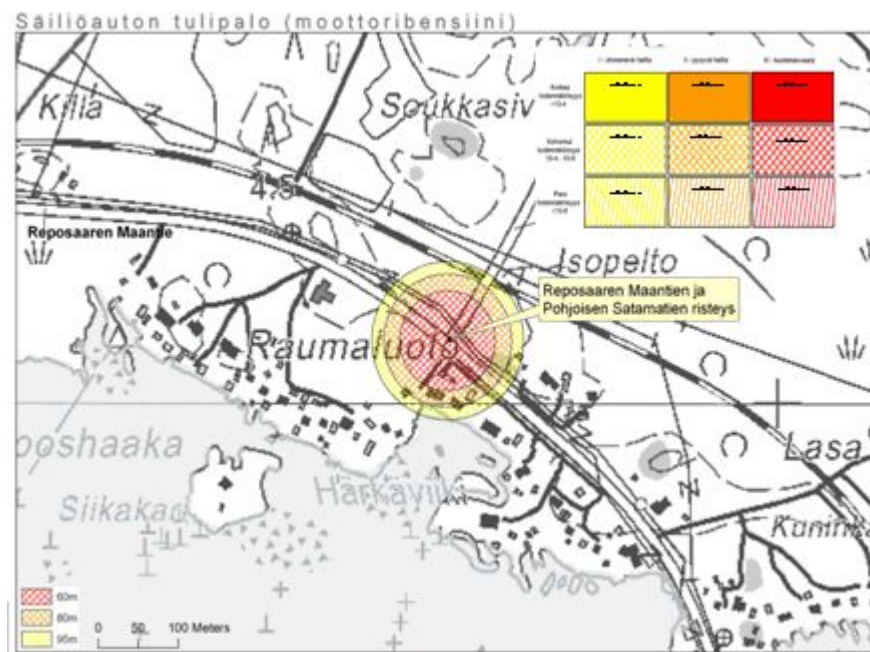
Maankäytön rajoitteista suhteessa VAK-suuronnettomuusriskitasoon keskusteltiin paljon KERTTU-hankkeen työpajoissa, pilottikohteissa sekä ohjausryhmässä. Yllä olevaa ehdotusta tulisi testata laajemmin sekä tarpeen

⁶² Kuvassa on käytetty seuraavia merkintöjä: * = toiminnot eivät saa tuoda uusia riskejä, ** = toiminnot voidaan sallia, mikäli saavutettavat yhdyskuntarakenteen muut hyödyt ovat riittävän suuret (esim. uudisrakentaminen) tai alueella on jo muita vastaavia riskejä (esim. liikenne), *** = edellisen lisäksi tiedotettava riskille altistujille säännöllisesti sekä huomioitava riski kaikissa pelastussuunnitelmissa

mukaan tarkentaa. Tärkeää olisi tuottaa kansallisesti hyväksyttävä, yksiselitteinen menettely, jonka perusteella sekä eri operatiiviset toimijat että kaavoittajat voisivat ennakoida eri maankäyttömahdollisuuksien tai toimintojen muuttumisen hyväksyttävyyttä.

9.5 VAK-suuronnettomuusriskin havainnollistaminen

Kaavoittajien työtä palvelee parhaiten havainnollisesti esitetty alueellinen riskimaisema. VAK-suuronnettomuusriskin tapauksessa tämä useimmiten tarkoittaa riskien esittämistä karttapohjalla. KERTTU-hankkeessa kehitetty menetelmä antaa tähän valmiudet (ks. kuva 21). Havainnollistaminen myös mahdollistaa eri kohteiden tai eri toimintovaihtoehtojen riskitasojen vertailun. Tulosten visualisointi on suoraviivaista, kun olemassa olevien vaikutusten värikoodien lisäksi on sovittu todennäköisyyksien esittämistä vasta (nyt rasteri).



Kuva 21: Esimerkkinä VAK-suuronnettomuusriskin havainnollistamisesta säiliöauton tulipalo

9.6 Yhteenvedo KERTTU-hankkeen tulosten uutuusarvosta

KERTTU-hankkeessa on ensimmäistä kertaa Suomessa määriteltä VAK-suuronnettomuusriski. Eri toimijoiden ja viranomaisten yhteistyönä on tuotettu yhtenäinen ehdotus menetelmälle, jota voidaan soveltaa niin eri liikennemuotojen, eri VAK-liikenteen solmukohtien kuin erityisrakenneidenkin (kuten tunnelit) VAK-suuronnettomuusriskien tunnistamiseen, arviointiin sekä havainnollistamiseen. Lisäksi on tunnistettu askelmerkit, joilla kaavoittaja pystyy entistä selkeämmin ymmärtämään ja huomioimaan mahdollisen VAK-suuronnettomuusriskin sekä käymään vuoropuhelua muiden toimijoiden kanssa. Hankkeessa kehitetty riskienhallintakeinojen kustannushyötysuhteen arviointimenetelmä palvelee puolestaan ris-

kienhallintakeinojen tunnistamista ja priorisointia niin yksittäisen toimijan kuin yhteistyön näkökulmasta.

Yhtenevä käsitys VAK-suuronnettomuusriskien tasosta ja riskienhallintakeinoista edesauttaa yhteiskunnallisen turvallisuuden parantamista. Hankkeen tulokset palvelevat sekä maankäytön suunnittelijoita, muita viranomaisia että elinkeinoelämää sovittamaan yhteen niin valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet, liikennepoliittiset tavoitteet kuin VAK-strategian mukaiset tavoitteet terveellisestä ja turvallisesta elinympäristöstä sekä toimivasta VAK-järjestelmästä. Jotta hankkeen tuloksista saataisiin käytännön hyötyä, on kuitenkin oleellista jalkauttaa tulokset mahdollisimman laajasti sekä tarkentaa menetelmissä käytettyjä luokitteluja kansallisesti soveltuviksi.

LÄHDELUETTELO

Kirjallisuus, artikkelit ja seminaariesitykset

American Industrial Hygiene Association (AIHA) ERP Committee (2006) Procedures and Responsibilities. Saatavilla: www.aiha.org/1documents/Committees/ERP-SOPs2006.pdf (viitattu 6.4.2009).

American Institute of Chemical Engineers (AIChE) (2000) Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis, 2nd edition, New York.

Asseto ed utilizzazione del territorio pianificazione urbanistica generale, Decreto Ministeriale, 9.5.2001.

Chartier, J. & Gabler, S. (2001) Risk communication and government – Theory and application for the Canadian food inspection agency. Canadian Food Inspection Agency.

Cozzani, V., Bandini, R., Basta, C., Christou, M. (2006) Application of land-use planning criteria for the control of major accident hazards: A case Study. Journal of Hazardous Materials A136 (2006) 170-180, Elsevier.

Dali, A. (2008) The Total Loss Iceberg from a Major Fire (AZF Toulouse). Esitys Geneva Associationin M.O.R.E-seminaarissa Münchenissa 18-19.9.2008.

Dixon J (1998) The Economic Valuation of Health Impacts, The World Bank.

Gilbert, Y. & Kumpulainen, A. (2008) Bridging HSE risk with cost analysis: A model for optimising completion fluid choice. Society of Petroleum Engineers (SPE) conference paper 120531.

Gilbert, Y., Raivio, T., Kumpulainen, A., Ahvenharju, S. & Vanhanen, J. (2008) Tehokasta yhteistoimintaa alueellisella riskitiedonvaihdolla. Ympäristöministeriön raportteja 27/2008, 27 s.

Gilbert, Y., Raivio, T. & Nikula, J. (2007) Suojavaunujen vaikutus VAK-vaunujen vahingoittumiseen onnettomuustilanteessa, Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 37/2007.

Gilbert, Y. & Raivio, T. (2007) YRTTI – Yhteiset riskiarviointiperusteet turvallisuusselvityksille. Tukesille tehty selvitys. Saatavilla: www.tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset_aineet/esitteet_ja_oppaat/Yrttihanke_1oppuraportti.pdf (viitattu 6.4.2009).

Guideline for quantitative risk assessment, "Purple Book", Publication Series on Dangerous Substances (PGS 3). The Dutch Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, 2005.

Hirst, I. L., & Carter D. A. (2002) A worst case methodology for obtaining a rough but rapid indication of the societal risk from a major accident hazard installation, *Journal of Hazardous Materials A92*(2002), 233-237.

Intergovernmental Organisation for International Carriage by Rail (OTIF) (2005) *Generic Guidelines for the calculation of Risk due to Railway Transport of Dangerous Goods*, An introduction to the basic principles of risk assessment for chapter 1.9 RID, Draft. Saatavilla: www.otif.org/otif/_epdf/03-04_05_05_GT_analyse_INF_D_1_E.pdf (viitattu 6.4.2009).

Lautkaski, R. (2008) Evaluation of BLEVE risks of tank wagons carrying flammable liquids. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 22 (2009) 117-123.

Liikennepoliitiikan linjat ja liikenneverkon kehittämis- ja rahoitusohjelma vuoteen 2020 – Valtioneuvoston liikennepoliittinen selonteko eduskunnalle. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 17/2008.

Molag, M. & Kruithof, A. (2005) BLEVE prevention of a LPG tank vehicle or a LPG tank wagon. Economic Commission for Europe, Inland Transport Committee, Joint Meeting of the RID Safety Committee and the Working Party on the Transport of Dangerous Goods.

NCC/Hämeenlinnan kaupunki (2009) Keskustan länsireuna Valtatien 3 päällerakentaminen, Liite 7: Vaarallisten aineiden kuljetusten riskianalyysi OECD-PIARC-menetelmällä.

Raivio, T., Gilbert, Y. & Lonka, H. (2007) Suuronnettomuusriskien huomioiminen maankäytön suunnittelussa Kilpilahden teollisuusalueella. Itä-Uudenmaan liiton julkaisuja 91/2007.

United Nations Division for Sustainable Development (UNSD) (2001) *Environmental Management Accounting Procedures and Principles*, New York.

U.S. Environmental Protection Agency (US EPA) (1996) *Valuing Potential Environmental Liabilities for Managerial Decision-Making: A Review of Available Techniques*. EPA 742-R-96-003.

Vaahtera, A. & Gilbert, Y. (2008) VAK-strategia 2006-2015, Vaarallisten aineiden kuljetus Suomessa, Seurantareportti. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 18/2008.

Wilson, R. & Crouch E. A. C. (2001) *Risk-Benefit Analysis*. 2nd ed. Harvard University Press, Department of Physics.

YTV (2007) Pääkaupunkiseudun ilmastostrategia 2030.

*Suomen lainsäädäntö ja siihen liittyvä ohjeistus*⁶³

A1 Suomen rakentamismääräyskokoelma, Rakentamisen valvonta ja tekninen tarkastus, Määräykset ja ohjeet 2006. Ympäristöministeriön asetus rakentamisen valvonta ja tekninen tarkastus. Annettu Helsingissä 28 päivänä helmikuuta 2006.

Haapanala, A., Laine, R., Pitkäranta, H., Raatikainen, E., Salmi, R-L. & Sippola-Alho, T. (2000) Kaavamerkinnot, Maankäyttö- ja rakennuslaki 2000, Opas 1, s. 64. Edita: Helsinki.

Heikkonen, M. & Irjala, A (2002) Osallistuminen ja vaikutusten arviointi maakuntakaavoituksessa, Maankäyttö- ja rakennuslaki 2000, Opas 8, s. 68. Edita: Helsinki.

Laki onnettomuuksien tutkinnasta 1985/272

Laki vaarallisten aineiden kuljetuksesta 1994/719

Maankäyttö- ja rakennusasetus 1999/895

Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132

Pelastuslaki 2003/468

Pitkäranta, H. (2002) Maakuntakaavan sisältö ja esitystapa, Maankäyttö- ja rakennuslaki 2000, Opas 6, s. 118. Edita: Helsinki.

Valtioneuvoston asetus vaarallisten aineiden kuljetuksesta ja tilapäisestä säilytyksestä satama-alueella 2005/251

Valtioneuvoston asetus vaarallisten aineiden kuljetuksesta rautatiellä 2002/195

Valtioneuvoston päätös valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteista, Maankäyttö- ja rakennuslaki 2000, Opas 5, s. 55. Edita: Helsinki.

Ympäristöministeriön kirje 26.9.2001 (3/501/2001): Kemikaaleja käsittelevät ja varastoivat tuotantolaitokset - onnettomuusvaaran huomioon ottaminen kaavoituksessa ja rakentamisessa

Ympäristöministeriö (2007) Osallistuminen yleis- ja asemakaavoituksessa. Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2007. Edita: Helsinki.

WWW-sivut

Liikenne- ja viestintäministeriön www-sivu vaarallisten aineiden kuljetuksesta: www.lvm.fi/web/fi/52 (viitattu 6.4.2009).

⁶³ Lait ja asetukset on huomioitu raportissa muutoksineen

Satamien turvallisuustietokanta: www.stuuva.fi (viitattu 6.4.2009)

Tilastokeskuksen www-sivu: www.stat.fi (viitattu 6.4.2009).

Ympäristöhallinnon www-sivu: www.ymparisto.fi (viitattu 6.4.2009).

LIITE 1. HAASTATTELUT

Haastattelut Suomessa

Arvo Kulo, Kari Matilainen	Borealis Polymers Oy
Veli Matti Ojala	Finanssialan keskusliitto
Torsti Muuri	Finnlines Oyj
Hannu Häyrynen	Haanpaa Oy
Ilkka Kalpio	If Vahinkovakuutusyhtiö Oy
Leena Gunnar	Kaakkois-Suomen ympäristökeskus
Pieter-Jan Bots, Jari Grönlund	Kemira Oyj
Ritva Laine	Kuntaliitto
Jyrki Vähätalo, Juha-Matti Korsi	Merenkulkulaitos
Alpo Lehtonen	Neste Oil Oyj, Naantalin jalostamo
Tapio Keiramo	Palmberg Tku Oy
Kyösti Survo, Paavo Tiitta	Pelastusopisto
Pentti Haapala, Eero Liehu,	Ratahallintokeskus
Tapio Peltohaka	
Mikko Pelho, Jouni Karhunen	Rautatievirasto
Kalervo Laaksonen	Satakunnan pelastuslaitos
Heli Hörkkö, Paula Mikkonen	Schenker Cargo Oy
Janne Koivukoski, Rami Ruuska	Sisäasiainministeriö
Jaakko Tikkinen	Säteilyturvakeskus
Lauri Salmi	Tiehallinto
Tauno Warttinen, Juha Kylänpää	Tikkurila Oy
Leena Ahonen	Turvatekniikan keskus
Timo Laitinen	Turun satama
Raimo Aarnio	Varsinais-Suomen pelastuslaitos
Kari Helislahti, Kari Karjalainen,	VR-Yhtymä Oy
Markku Iivanainen	
Kari Noroviita	Vuosaaren satama
Matti Laitio	Ympäristöministeriö

Haastattelut kansainvälisesti

Siw Howard	Cabot Specialty Fluids Ltd.
Jonathan Getliff	Chevron Corporation
Peer van Gemert	DB Schenker Rail Nederland N.V., Alankomaat
Nils Henrik Agerup	Directorate for Civil Protection and Emergency Planning (DSB), Norja
Klaas Tiemersma	Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Alankomaat
Anna Nordlund	MSB Swedish Civil Contingencies Agency, Ruotsi
Roland Gildemeister	Wasserschutzpolizei, Hamburg, Saksa

LIITE 2. TYÖPAJOJEN JA PILOTTIKOKOUSTEN OSALLISTUJAT

Työpajat

I työpaja ”Riskienhallintakeinot ja vaikuttavuuden arviointi” 26.2.2009, sisäasiainministeriö, Helsinki

1. Petter Hemgård	Fenco Oy
2. Risto Suikki	Kaakkois-Suomen ympäristökeskus
3. Raimo Niemi	Kanta-Hämeen pelastuslaitos
4. Petri Talikka	Kanta-Hämeen pelastuslaitos
5. Jyrki Vähätalo	Merenkulkulaitos
6. Henri Wallenius	Merenkulkulaitos
7. Juha-Pekka Tall	Porin satama
8. Markku Rantamäki	Porin kaupunki
9. Pentti Haapala	Ratahallintokeskus
10. Kalervo Laaksonen	Satakunnan pelastuslaitos
11. Juha Salo	Satakunnan pelastuslaitos
12. Paula Mikkonen	Schenker Cargo Oy
13. Kristine Jousimaa	Sisäasiainministeriö
14. Rami Ruuska	Sisäasiainministeriö
15. Christina Hovi	Turun kaupunki
16. Ari Hannula	VR Cargo Oy
17. Kari Helislahti	VR-Yhtymä Oy
18. Markku Iivanainen	VR-Yhtymä Oy
19. Auvo Haapanala	Ympäristöministeriö
20. Matti Laitio	Ympäristöministeriö

Kappaletavaraskenaarioiden määrittelykokous 3.3.2009, Gaia Consulting Oy, Helsinki

1. Risto Repo	Onnettomuustutkintakeskus
2. Paula Mikkonen	Schenker Cargo Oy
3. Hannu Kononen	Turvatekniikan keskus

Kaavoittajien työkokous 9.3.2009, Gaia Consulting Oy, Helsinki

1. Markku Kaila	Hämeenlinnan kaupunki
2. Oskari Orenius	Itä-Uudenmaan liitto
3. Maija-Riitta Kontio	Porvoon kaupunki
4. Tuomas Autere	Sipoon kunta
5. Christina Hovi	Turun kaupunki
6. Hanna Montonen	Tampereen kaupunki

II työpaja ”Kaavoituksen keinot VAK-riskienhallinnassa ja riskin hyväksyttävyys” 26.3.2009, Ratahallintokeskus, Helsinki

1. Petter Hemgård	Fenco Oy
2. Samuli Alppi	Hämeenlinnan kaupunki
3. Annu Tulonen	Hämeen ympäristökeskus
4. Oskari Orenius	Itä-Uudenmaan Liitto

5. Anna-Leena Seppälä	Lounais-Suomen ympäristökeskus
6. Risto Suikki	Kaakkois-Suomen ympäristökeskus
7. Jyrki Vähätalo	Merenkululaitos
8. Markku Rantamäki	Porin kaupunki
9. Juha-Pekka Tall	Porin satama
10. Maija-Riitta Kontio	Porvoon kaupunki
11. Pentti Haapala	Ratahallintokeskus
12. Mikko Pelho	Rautatievirasto
13. Petri Ekberg	Satakunnan pelastuslaitos
14. Kalervo Laaksonen	Satakunnan pelastuslaitos
15. Tuomas Autere	Sipoon kunta
16. Rami Ruuska	Sisäasiainministeriö
17. Tapani Valanto	Tukes
18. Christina Hovi	Turun kaupunki
19. Kari Leino	Varsinais-Suomen pelastuslaitos
20. Ari Hannula	VR Cargo Oy
21. Kari Helislahti	VR-Yhtymä Oy
22. Anne Jarva	Ympäristöministeriö
23. Matti Laitio	Ympäristöministeriö

*III työpaja ”Riskienhallintakeinojen omistajuus ja menetelmän testaus pilottikohteissa”
2.4.2009, Turun kaupunki*

1. Markku Kaila	Hämeenlinnan kaupunki
2. Raimo Niemi	Kanta-Hämeen pelastuslaitos
3. Anna-Leena Seppälä	Lounais-Suomen ympäristökeskus
4. Seppo Nousiainen	Merenkululaitos Saaristomerren tarkastusyksikkö
5. Markku Rantamäki	Porin kaupunki, Tekninen palvelukeskus
6. Juha-Pekka Tall	Porin satama
7. Petri Ekberg	Satakunnan pelastuslaitos
8. Kalervo Laaksonen	Satakunnan pelastuslaitos
9. Christina Hovi	Turun kaupunki
10. Paula Keskikastari	Turun kaupunki
11. Raimo Aarnio	Varsinais-Suomen pelastuslaitos
12. Ari Hannula	VR Cargo Oy
13. Markku Iivanainen	VR-Yhtymä Oy

Pilottikohteisiin liittyvät kokoukset

Turun pilottikohteen 1. kokous 5.2.2009, VR, Helsinki

1. Olli Hukari	Kemira Oyj
2. Pentti Haapala	Ratahallintokeskus
3. Mikko Pelho	Rautatievirasto
4. Christina Hovi	Turun kaupunki
5. Tapani Valanto	Turvatekniikan keskus
6. Raimo Aarnio	Varsinais-Suomen pelastuslaitos
7. Ari Hannula	VR Cargo Oy
8. Kari Helislahti	VR-Yhtymä Oy
9. Markku Iivanainen	VR-Yhtymä Oy

Turun pilottikohteen 2. kokous 20.3.2009, Gaia Consulting Oy, Helsinki

- | | |
|--------------------|---------------------------------|
| 1. Pentti Haapala | Ratahallintokeskus |
| 2. Christina Hovi | Turun kaupunki |
| 3. Kari Leino | Varsinais-Suomen pelastuslaitos |
| 4. Ari Hannula | VR Cargo Oy |
| 5. Kari Helislahti | VR-Yhtymä Oy |

Porin pilottikohteen kokous 2.2.2009, Pori

- | | |
|---------------------|---------------------------|
| 1. Markku Rantamäki | Porin kaupunki |
| 2. Heimo Salminen | Porin kaupunki |
| 3. Jaakko Nirhamo | Porin satama |
| 4. Jukka-Pekka Tall | Porin satama |
| 5. Petri Ekberg | Satakunnan pelastuslaitos |
| 6. Juha Salo | Satakunnan pelastuslaitos |
| 7. Hannu Kononen | Turvatekniikan keskus |

Hämeenlinnan pilottikohteen kokous 6.2.2009, Hämeenlinna

- | | |
|-------------------|-----------------------------|
| 1. Samuli Alppi | Hämeenlinnan kaupunki |
| 2. Markku Kaila | Hämeenlinnan kaupunki |
| 3. Jouko Kettunen | Hämeenlinnan kaupunki |
| 4. Raimo Niemi | Kanta-Hämeen pelastuslaitos |
| 5. Petri Talikka | Kanta-Hämeen pelastuslaitos |

LIITE 3. GAIA ZONER -MENETELMÄN KUVAUS

Onnettomuuksien vaikutukset vaihtelevat paljon. Erilaiset skenaariot johtavat erilaisiin tilanteisiin, joiden vaikutukset ympäröiville alueille ovat erilaisia. Maankäytön suunnittelun aikajänne on useita kymmeniä vuosia joten selvityksissä on syytä huomioida myös pahin realistisesti ajateltavissa oleva skenaario. Tällä tarkoitetaan tilannetta, jossa tapahtuu iso onnettomuus, mutta jossa esimerkiksi prosessilaitteet ovat tyypillisessä käyttötilassaan ja säiliöt tyypilliseen täyttöasteeseen täytetty.

Lainsäädännön kannalta oleellinen kysymys on, missä kulkee ”turvallisen” elinympäristön raja. Periaatteessa lain kirjain tulisi näiltä osin täytettyä rajaamalla vaaraa aiheuttavan kohteen ympärille tarpeeksi suuri alue, jonka ulkopuolella suuronnettomuusriski ei oleellisesti poikkea normaaliolojen vaaroista. Kehitetyssä menetelmässä⁶⁴ on päädytty astetta hienojakoisempaan menettelyyn, jossa alueelliset vaikutukset on luokiteltu kolmeen luokkaan:

III luokka muodostuu sellaisista alueista, joilla suuronnettomuus aiheuttaisi suojautumattomalle ihmiselle hyvin todennäköisesti kuoleman, tuhoaisi rakennuksia tai aiheuttaisi ekologisen ympäristön pitkäkestoisen ja merkittävän turmeltumisen jonka korjaaminen vaatii laajoja ja pitkäkestoisia toimia.

II luokka muodostuu sellaisista alueista, joilla suojautumaton ihminen saisi suuronnettomuudesta hyvin todennäköisesti pysyvän haitan, rakennukset vaurioituisivat tai ekologiselle ympäristölle koituisi merkittävää välittömiä toimenpiteitä vaativaa laajamittaista haittaa

I luokka muodostuu sellaisista alueista, joilla ihminen saisi suuronnettomuudesta hyvin todennäköisesti ohimenevän haitan, rakennukset kärsivät satunnaisia vahinkoja tai ekologiselle ympäristölle koituisi lyhytaikainen itse palautuva haitta.

Luokkien rajaamat alueet on nimetty **korkean, merkittävän ja kohonneen riskin** alueiksi.

Yllä kuvattujen luokitusten vaikutukset syntyvät pääasiassa kolmella eri tavalla: **tulipalon lämpösäteilyn, räjähdysten paineaallon tai suuren ainepäästön (neste tai kaasu)** seurauksena. Taulukossa L3.1 on kuvattu näiden vaikutusmekanismien vaikutuksia yleisellä tasolla ihmisiin, rakennuksiin ja ekologiseen ympäristöön.

Maankäytön suunnittelun kannalta ei ole keskeistä tietää, mikä vaikutusmekanismi vaaran annettulla alueella aiheuttaa. Tämän vuoksi vaikutukset voidaan yhdistää luokittain. Suuronnettomuuksien vaikutusmekanismien luokitukset on kuvattu taulukossa L3.2 ja niitä vastaavat tekniset raja-arvot

⁶⁴ Raivio, T., Gilbert Y. & Lonka, H. (2007) Suuronnettomuusriskin huomioiminen maankäytön suunnittelussa Kilpilahden teollisuusalueella

on kuvattu taulukossa L3.3. Edellinen taulukko on tarkoitettu tulosten tulkintaan ja jälkimmäinen taulukko tulosten tuottamiseen suuronnettomuuk-
sien arvioitujen vaikutusten perusteella laskennallisesti. **Taulukoiden sisältö on tuotettu laajassa viranomais- ja yritys yhteistyössä.**

Taulukko L3.1: Suuronnettomuuden vaikutusmekanismien vaikutukset ihmiseen, rakennuksiin ja ekologiseen ympäristöön.

Vaikutusmekanismi/ vaikutuksen kohde	Tulipalon / tulipallon ⁶⁵ lämpösäteily	Räjähdyksen paineaalto	Kaasuvuodon pitoisuus	Nestevuoto
Ihminen	Palovammoja	Painevammoja, ruhjeita heitteistä	Vammoja altistuksesta	Vammoja altistuksesta
Rakennukset	Vaurioita; syttyminen	Sortumia, rakenteellisia vaurioita	Ei vaikutusta	Vaikutuksia lähimpiin rakennuksiin
Ekologinen ympäristö	Paikallisia vaurioita, kasvillisuus voi syttyä	Paikallisia vaurioita (esim. puut kaatuvat)	Mahdollinen maaperän, veden tai pohjaveden pilaantuminen	Mahdollinen maaperän, veden tai pohjaveden pilaantuminen

⁶⁵ Tulipallolla viitataan tässä yleisesti kaasupilviräjähdykseen tai humahdukseen, jossa ilmaan päässyt kaasupilvi palaa kiivaasti tuottaen erittäin voimakasta lämpösäteilyä lyhyen ajan (maksimissaan kymmeniä sekunteja). Tulessa oleva pilvi voi olla useita satoja metrejä halkaisijaltaan ja on usein pallomainen muodoltaan. Ilmiö voi syntyä esimerkiksi höyryräjähdyksestä (BLEVE) tai kaasuvuodon jälkisyttymästä.

Taulukko L3.2: Menetelmän vaikutusluokat

Onnettomuus-skenaario	Mittayksiköt+ vaikutuskategoriat	Luokat		
		III - Korkea vaikutus	II - Merkittävä vaikutus	I - Kohonnut vaikutus
Tulipalo/ tulipallo	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)	Erlaisia yksittäisiä haittoja, esim. muovirakenteet vaurioituvat, maali kuoriutuu, deformaatioita
Räjähdyk-	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 syntyy 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-etaisyys
	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 suojautua 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 sairaalolomaa.	Väli aikaista pienimuotoista haittaa ihmisille: lääkarissa käynti tai lyhyt sairaaloloma.
Kaasu- tai nestevuoto	Vaikutus ekologiseen ympäristöön / vaikutukset ihmisiin ja yhteiskuntaan	Vesistön pysyvä pilaantuminen, kasvillisuuden tuhoutuminen, maaperän pilaantumien, kunnostus teknisesti ja taloudellisesti mahdotonta. / Pohjavesi-esiintymän pilaantuminen >1000 henkeä altistuu ja vedenhankinta estyy lopullisesti. Elintarviketuotanto estyy lopullisesti.	Vesistön tilapäinen pilaantuminen, palautuminen n. 5 vuodessa, kasvillisuus vaurioituu, maaperä pilaantuu, kunnostus mitattava, mutta mahdollinen. / Pohja-vesiesiintymän 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.

Tekniset raja-arvot pystytään tuottamaan melko suoraviivaisesti tulipalojen vaikutuksille ja räjähdyksille, joskin erityisesti ihmisvaikutuksen osalta raja-arvoissa on suurta vaihtelua datan vähyyden vuoksi. Ekologisen ympäristön monimuotoisuuden vuoksi ympäristövaikutuksille ei pystytä antamaan samanlaisia raja-arvoja, vaan vaikutukset joudutaan selvittämään aine- ja paikkakohtaisesti. Nestepäästöjen vaikutusten layout-riippuvuuden vuoksi myös nämä on käsiteltävä tapausittain.

Kaasupäästön vaikutusten raja-arvoissa on valinnan vapauksia. Menetelmässä II ja III luokan vaikutuksia kuvataan yhdysvaltalaisen ERPG (Emergency Response Planning Guide) -järjestelmän⁶⁶ mukaisesti. Siinä kullekin aineelle on määritelty asiantuntijamenettelyin kolme pitoisuutta seuraavasti:

- ERPG-3: pitoisuus, jossa lähes kaikkien ihmisten arvioidaan voivan olla tunnin ajan ilman hengenvaaraa (mutta saaden vakavia haittoja)
- ERPG-2: pitoisuus, jossa lähes kaikkien ihmisten arvioidaan voivan olla tunnin ajan ilman vaaraa saada palautumattomia tai muita vakavia terveyshaittoja tai oireita, jotka heikentävät kykyä suojautua altistumiselta (mutta saaden palautuvia haittoja)
- ERPG-1: pitoisuus, jossa lähes kaikkien ihmisten arvioidaan voivan olla tunnin ajan saaden enintään vähäistä, tilapäistä terveyshaittaa tai tuntien pahaa hajua

Pitoisuusrajat ovat hyvin saatavilla monille kemikaaleille ja ne sopivat luokitteluun ERPG-3- ja ERPG-2-pitoisuusmäärittelyjen osalta. ERPG-1 -pitoisuuden määritelmä on kuitenkin liian lähellä normaaliolojen näkökulmaa; esimerkiksi pahaa hajua ei voida pitää tässä sovelletun näkökulman mielessä suuronnettomuuden seurauksena. Tämän vuoksi menetelmässä I luokan rajaamiseen käytetään $A \times \text{ERPG-2}$ -pitoisuutta vastaavaa etäisyyttä, jossa A valitaan ainekohtaisesti ja on vähintään 1,5. Samantyyppinen menettely on Tukesilla käytössä mm. räjähdysvaarallisten tilojen luokittelussa. Arvolla 1,5 päädytään tyypillisissä päästöskenaarioissa suuruusluokkaa $0,5 \times \text{ERPG-2}$ -pitoisuuteen. Etäisyyksien ollessa pidemmät väestöllä on myös enemmän aikaa kuulla hälytys ja siirtyä sisätiloihin.

66 AIHA (2006) Procedures and Responsibilities

Taulukko L3.3: Vaikutuksia vastaavat tekniset raja-arvot

Onnettomuus-skenaario	Mittayksiköt + vaikutuskategoriat	Luokat		
		III - Korkea vaikutus	II - Merkittävä vaikutus	I - Kohonnut vaikutus
Tulipalo/ tulipallo	Jatkuva lämpösäteily kW/m ² (aurinko = n. 1 kW/m ²)	Yli 10	Yli 6	Yli 2
	Lämpösäteilyannos TDU (kW/m ²) ^{4/3} s	Yli 1000 TDU (n. 46 sekuntia 10 kW/m ²)	Yli 300 TDU (n. 27 sekuntia 6 kW/m ²)	Yli 100 TDU (n. 10 sekuntia 2 kW/m ²)
Räjähdys	Paineaallon ylipaine bar tai muu vaikutus	Yli 0.3 bar tai heitteitä	0.29-0.1 bar	0.1-0.03 bar
Kaasuvuoto	Haitallisen aineen pitoisuus	ERPG-3	ERPG-2	A x ERPG-2-etäisyys
Nestevuoto	Vaikutus ihmisiin	Ihmishenkiä välittömästi vaarantava kemikaalivuoto	Kemikaalivuoto, josta ihmisille vakavan haitan mahdollisuus, joka vaatii sairaalahoitoa tai pitkäaikaista sairaalolomaa	Väliaikaista pienimuotoista haittaa ihmisille, lääkärissä käynti tai lyhyt sairausloma
Kaasu- tai nestevuoto	Vaikutus ekologiseen ympäristöön / vaikutukset ihmisiin ja yhteiskuntaan	Vesistön pysyvä pilaantuminen, kasvillisuuden tuhoutuminen, maaperän pilaantuminen, kunnostus teknisesti ja taloudellisesti mahdotonta. / Pohjavesiesiintymän pilaantuminen > 1000 henkeä altistuu ja vedenhankinta estyy lopullisesti. Elintarviketuotanto estyy lopullisesti.	Vesistön tilapäinen pilaantuminen, palautuminen noin 5 vuodessa, kasvillisuus vaurioituu, maaperä pilaantuu, 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.

LIITE 4. TILASTOT JA VAK-SUURONNETTOMUUKSIEN TODENNÄKÖISYYDET

Hankkeen pilottikohteissa arvioidaan parhaillaan erilaisten VAK-suuronnettomuusskenaarioiden todennäköisyyksiä. Suuronnettomuuden mahdollisuutta kuvaavaa todennäköisyysdataa ei onneksi ole riittävässä määrin olemassa, että siitä voitaisiin vetää tilastollisesti päteviä johtopäätöksiä. Todennäköisyyksiä voidaan hahmottaa tarkastelemalla kaikkea liikennettä ja skaalaamalla tulokset VAK-liikennettä koskevaksi. Tällöin oletetaan (osin virheellisesti), että VAK-liikenne on jakautunut samalla tavalla Suomen väylille kuin muu tavaraliikenne ja että VAK-kuljetuksia käsitellään samalla tavalla kuin muita kuljetuksia. Näin olleen tilastolähteistä johdetuissa tiedoissa on suuronnettomuuksien kohdalla väistämättä epävarmuuksia. Onnettomuuden todennäköisyys voidaan myös arvioida subjektiivisesti ja näin periaatteessa tehdään aina suuronnettomuuksien kohdalla. Liitteessä 4 on koottu havaintoja tilastoista ja siitä, mitä näiden perusteella on johdettavissa. Oletuksista ja niiden vaikutuksista on kuitenkin pidettävä kirjaa ja ne on raportoitava tulosten raportoinnin yhteydessä.

Vakuutusyhtiöiden tekemässä todennäköisyyksien arvioinnissa lähtökohtana on varmistaa, että riskit eivät ylitä vakuutuksesta saatavaa hyötyä pitkällä tähtäimellä. Todennäköisyyksiä etsitään tilastoista ja tapahtuneista onnettomuuksista. Tärkeää tässä on myös asiakkaan vahinkohistoria eli miten paljon vahinkoja kyseiselle asiakkaalle on sattunut. Suuronnettomuuksien todennäköisyyden arvioinnissa joudutaan kuitenkin turvautumaan vakuutusinsinöörin ammattitaitoon ja siten subjektiiviseen näkemykseen riskitasosta. Oleellista onkin, että erityisesti suuronnettomuusriskin todennäköisyyden arvioinnissa tulos pitkälti perustuu subjektiiviseen asiantuntija-arvioon. Tärkeitä tekijöitä toimialan huomioon lisäksi ovat silloin yrityksen turvallisuusasenne, suhtautuminen riskeihin, olemassa olevat hallintajärjestelmät ja niiden kattavuus ja toimivuus.⁶⁷

Yleisesti ottaen ensimmäinen arvio todennäköisyyksistä kannattaa hankkia tilastotiedon pohjalta. Mikäli itse ilmiötä kuvaavaa aineistoa on liian vähän, on etsittävä aineistoja, jotka korreloivat riittäväällä tavalla tarkasteltavan ilmiön kanssa. Mikäli tällaisiakaan aineistoja ei ole ja resursseja on riittävästi, voidaan konstruoida tilannetta kuvaava tapahtumapuu ja arvioida osatodennäköisyydet ja tätä kautta kokonaistodennäköisyys. Näin voidaan tarkentaa ja verifioida myös alku-peräistä arviota.

Usein etenkin suuronnettomuuksien todennäköisyyteen soveltuvia tilastollisia tietoja ei kuitenkaan ole. Tällöin on turvaututtava subjektiivisiin asiantuntija-arvioihin. Asiantuntija-arvioita hankittaessa on niistä pyrittävä poistamaan epätoivottujen heuristiikkojen vaikutukset ja arvioinnit tulisi olla mahdollisimman holistisia. Työpajatyypinen tiedonkeruu auttaa asiantuntijoita usein tuottamaan entistä tarkempia arvioita.

Subjektiivinen todennäköisyyden arviointi on usein ainoa tapa käsitellä suuronnettomuusriskin todennäköisyyttä avoimesti. Tällöin arvion kriteerit on kirjatta-

67 KERTTU-hankkeen vakuutusalan haastattelut

va sekä mahdollisuuksien mukaan arvion tulisi edustaa enemmän kuin yhden tahon asiantuntijoiden mielipidettä. Esimerkiksi Seveso-lainsäädännön piirissä olevien laitosten suuronnettomuusriskiä arvioivat sekä laitokset itse että Tukes valvovana viranomaisena. Myös pelastustoimen ja ympäristöhallinnon viranomaisten arvioit vaikuttavat tähän. Olisi suotavaa, että vastaavan roolin ottaisivat myös kuljetusmuotokohtaisesti valvovat viranomaiset. Tällöin tekninen vaaranarviointi voitaisiin yhdistää vaarallisten aineiden ominaisuuksien arviointiin myös kuljetuskeskittymien VAK-suuronnettomuusriskin kohdalla. Vaikka subjektiivisilla todennäköisyysarvioilla on huonot puolensa, voidaan se kuitenkin nähdä parempana vaihtoehtona kuin epämääräisesti tai virheellisesti tilastoista otetuilla.

Seuraavassa esitetään muutama esimerkki mahdollisista tavoista arvioida todennäköisyyden suuruusluokkia.

TIELIIKENNEONNETTOMUUDET: Tieliikenteen VAK-suuronnettomuuden todennäköisyys voidaan arvioida kun tiedetään raskaan ajoneuvon todennäköisyys joutua onnettomuuteen ja raskaiden ajoneuvojen lukumäärät tietyllä tieosuudella. Onnettomuustodennäköisyys raskaalle liikenteelle on saatavissa Tiehallinnolta ja ajoneuvojen lukumäärät on saatavissa kaupunkien liikennelaskennasta.

TASORISTEYSONNETTOMUUDET: Vuosittaisen junakilometrimäärän, rataverkon pituuden, tasoristeysten lukumäärän ja tasoristeysonnettomuuksien avulla voidaan karkeasti laskea, että Suomessa juna joutuu tasoristeysonnettomuuteen ylittäessään tasoristeysten noin todennäköisyydellä $2 \cdot 10^{-6}$. Porin Mäntyluodon radalla on 29 tasoristeystä ja rataosuudella kulkee 14 junaa päivässä. Näistä tiedoista voidaan karkeasti arvioida, että rataosuudella tapahtuu vuosittain tasoristeysonnettomuus todennäköisyydellä 0,14 eli noin kerran kymmenessä vuodessa. Kun tiedetään VAK-junien määrä ja arvioidaan, millä todennäköisyydellä tasoristeysonnettomuus johtaa VAK-onnettomuuteen, voidaan arvioida tasoristeys-VAK-onnettomuuden todennäköisyys.

RATAPIHAONNETTOMUUDET: Onnettomuustutkintakeskus tutkii Suomessa kaikki vakavat rautatieonnettomuudet. Laskemalla Onnettomuustutkintakeskuksen raporteista vakavasti (niin pahasti, että VAK-vaunu olisi saattanut vaurioitua) ratapihoilla vaurioituneet vaunut voidaan todeta, että niitä oli vuosina 1996-2005 yhteensä 22 kpl. Yksittäisiä tapauksia oli 10 kpl. Toisaalta tavara liikenteen kuljetetut nettotonnimäärät Suomessa olivat samalla ajanjaksolla yhteensä 372 miljoonaa. Tästä voidaan laskea, että miljoonaa nettotonnia kohden vaurioituu ratapihoilla ainakin yksi vaunu keskimäärin todennäköisyydellä noin 0,027. Kertomalla tämä Turun ratapihan vuotuisella VAK-tonnimäärällä noin 0,65 miljoonaa saadaan VAK-vaunuonnettomuuden vuositodennäköisyysarvoksi Turun ratapihalla noin 0,017. Jos arvioidaan, että yhdessä tapauksessa kymmenestä iso VAK-vuoto olisi ollut seurauksena, vuositodennäköisyys olisi noin $2 \cdot 10^{-3}$ eli kerran 500 vuodessa. Arvio osoittaa lähinnä karkean suuruusluokan, sillä siinä oletetaan useita korrelaatioita ja keskiarvoistuksia. VR:n tapahtumapuihin perustuva oma arvio on ollut suuruusluokkaa $3 \cdot 10^{-4}$.

KONTTIEN SIIRTO-ONNETTOMUUDET (NOSTOT): Lupaavin tietolähde tässä on ehkä satamien turvallisuustietokanta⁶⁸, jota tällä hetkellä ylläpitää Kymenlaakson ammattikorkeakoulu (jatkossa todennäköisesti joku viranomais-toimija). Se perustuu kuitenkin vapaaehtoiseen raportointiin, joten todennäköistä on, että kaikki onnettomuudet tai läheltä piti -tilanteet eivät päädy tietokantaan. Tietokannassa oli ainoastaan yksi raportoitu läheltä piti -tilanne, jossa purettaessa kontteja laivasta nosturin kyydissä ollut kontti osui viereiseen, kasan alimpana olleeseen konttiin ja sen seurauksena lähti kolme (tyhjää konttia) kaatumaan pois laivasta.

Meriturvallisuustilastoissa konttionnettomuuksia on tilastoitu vasta noin 5 vuotta. Tänä aikana on tapahtunut kaksi konttionnettomuutta (yksi myrkkykontin vuoto ja yksi kontin musertuminen painon alla). Nämä eivät kuitenkaan tapahtuneet lastauksen aikana.

Mäntyluodossa on joskus kontti pudonnut nosturista ruumaan, mutta tätä tarkemmin asiaa ei ole kirjattuna. Johtopäätöksenä voidaan ehkä todeta, että konttionnettomuuksia voi tapahtua lastauksien aikana, mutta tilastoista ei saada tukea onnettomuustodennäköisyyksien arviointiin. Yleisenä trendinä lienee se, että konttien käsittelyt satamissa kasvavat, mikä puolestaan voi vaikuttaa onnettomuustiheyteen.

⁶⁸ Satamien turvallisuustietokanta

LIITE 5. ITALIALAISEN MAANKÄYTÖN SUUNNITTELUMENETELMÄN HAAVOITTUVUUSLUOKAT

A-kategoria

1. ensisijaisesti asutusta varten varatut alueet, joilla rakennustiheys yli 4,5 m^3/m^2
2. kohteet, joissa rajallisen liikkumakyvyn omaavia henkilöitä (sairaaloita ja kouluja joko yli 25 kpl tai näissä yhteensä yli 100 hlöä)
3. kohteet, joissa pysyviä kauppoja jne. (yhteensä yli 500 hlöä)

B-kategoria

1. ensisijaisesti asutusta varten varatut alueet, joilla rakennustiheys 1,5–4,5 m^3/m^2
2. kohteet, joissa rajallisen liikkumakyvyn omaavia henkilöitä (sairaaloita, kouluja joko enintään 25 kpl tai näissä yhteensä enintään 100 hlöä)
3. kohteet, joissa pysyviä kauppoja jne. (enintään 500 hlöä)
4. kohteet, joissa esim. suurempia ostoskeskuksia, julkisia palveluita/toimistoja, yliopistoja tai korkeakouluja (yli 500 hlöä)
5. kohteet, joissa järjestetään rajallisen ajan kestäviä tilaisuuksia (juhlia, urheilukisoja, kulttuuritapahtumia jne. (yli 100 hlöä, jos ulkotila; yli 1000 hlöä, jos katettu/suljettu tila)
6. rautatieasemat, joissa päivittäin läpivirtaus yli 1000 hlöä

C- kategoria

1. ensisijaisesti asutusta varten varatut alueet, joilla rakennustiheys 1–1,5 m^3/m^2
2. kohteet joissa esim. suurempia ostoskeskuksia, julkisia palveluita/toimistoja, yliopistoja tai korkeakouluja (enintään 500 hlöä)
3. kohteet joissa järjestetään rajallisen ajan kestäviä tilaisuuksia (juhlia, urheilukisoja, kulttuuritapahtumia jne. (enintään 100 hlöä, jos ulkotila; enintään 1000, jos katettu/suljettu tila)
4. rautatieasemat ja muut liikenneasemat, joilla päivittäin läpivirtaus enintään 1000 hlöä

D-kategoria

1. ensisijaisesti asutusta varten varatut alueet, joilla rakennustiheys 0,5–1 m^3/m^2
2. kohteet, joissa rajallinen mutta säännöllinen ihmisvirta esim. hautausmaat

E-kategoria

1. ensisijaisesti asutusta varten varatut alueet, joilla rakennustiheys alle 0,5 m^3/m^2
2. kohteet/alueet, joissa maataloutta, teollisuustuotantoa, käsityöteollisuutta ym.

F-kategoria

1. kohteet, jotka varattu erityiselle toimitilalle tai laitokselle
2. kohteet, joihin pääsy edellyttää erillistä lupaa / erillisiä järjestelyitä

LIITE 6. KOKEMUKSET KERTTU-HANKKEEN PILOTTIKOHITEISTA

Turun ratapiha

Vaikutuksiltaan laajimmat onnettomuudet liittyvät VAK-kuljetuksiin. Eniten kuljetetaan ammoniakkia, happoja ja palavia nesteitä. Näistä lähtökohdista on valittu realistisen pahimman tapauksen suuronnettomuusvaikutusten tarkastelun pohjaksi seuraavat skenaariot:

1. Ammoniakkivuoto
2. Palavan nesteen tulipalo (lammikkopalo)
3. Tulipalosta mahdollisesti seuraava säiliövaunun BLEVE
4. Palavan kaasun vuoto ja vuotopilven jälkisyttymä

Taulukossa L6.1 on yhteenveto tarkasteltujen onnettomuusskenaarioiden toteutumisen todennäköisyyksistä ennen riskienhallintakeinoja sekä niiden jälkeen.

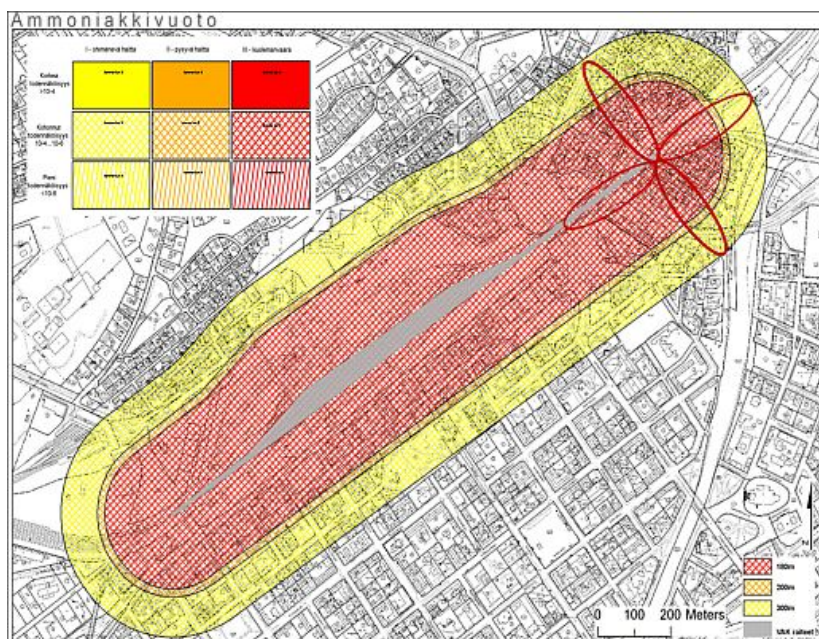
Taulukko L6.1: Yhteenveto Turun ratapihan suuronnettomuusskenaarioista

Skenaario	1	2	3	4
Onnettomuustyyppi	Ammoniakkivuoto	Palavan nesteen tulipalo (lammikkopalo)	Säiliövaunun BLEVE	Palavan kaasun jälkisyttymä
Onnettomuuden vaikutusalue	Ohimenevä haitta: 300 m Pysyvä haitta: 200 m Kuolemanvaara: 180 m	Ohimenevä haitta: 70 m Pysyvä haitta: 40 m Kuolemanvaara: 30 m	Ohimenevä haitta: 550 m Pysyvä haitta: 370 m Kuolemanvaara: 230 m	Ohimenevä haitta: 720 m Pysyvä haitta: 245 m Kuolemanvaara: 110 m
Toteutumisen todennäköisyys ennen riskienhallintatoimenpiteitä	Kohonnut tn	Kohonnut tn	Pieni tn	Kohonnut tn
Tarkastellut riskienhallintakeinot	1) Ammoniakkivaunujen käsittely muualla 2) Vaunujen kaatumisen ja säiliöiden rikkoutumisen mahdollisuuden minimointi 3) Vaihtotöiden ajoitus ja työohjeistus	Vesitykkijärjestelmät	Vesitykkijärjestelmät	Vesitykkijärjestelmät
Toteutumisen todennäköisyys riskienhallintatoimenpiteiden jälkeen	Keino 1 siirtää riskin toiselle alueelle Pieni tn (kun toteutetaan keinot 2 ja 3)	Pieni tn	Pieni tn	Pieni tn

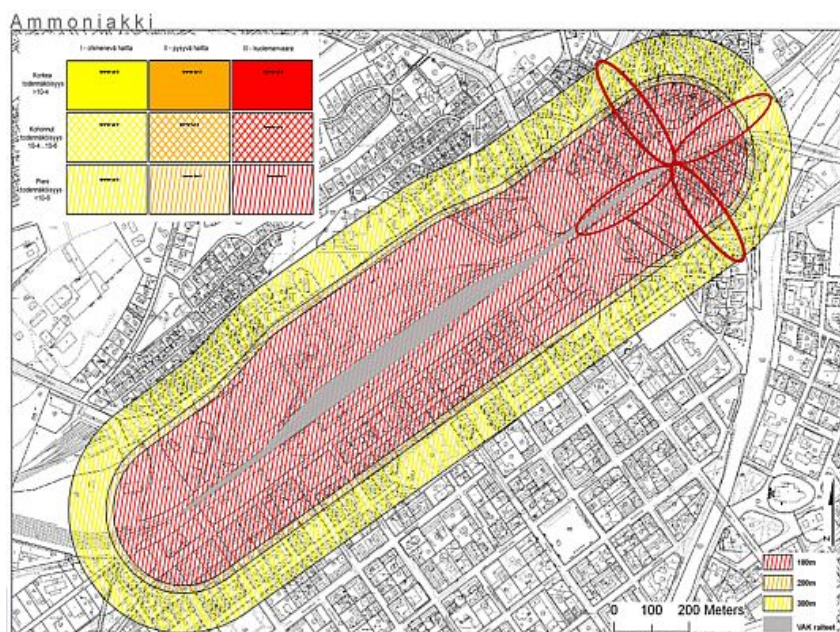
Hankkeessa käytyjen hyväksyttävyysskustelujen pohjalta näyttäisi siltä, että riskienhallintatoimilla todennäköisyyksiä saadaan pienennettyä tasolle, joka sallii haavoittuvienkin toimin-

tojen sijoittamisen ratapiha-alueen tuntumaan. On kuitenkin huomattava, että analyysiin liittyy paljon epävarmuuksia mm. datan saatavuuden ja käytettävissä olevien resurssien vuoksi.

Kuvassa L6.1 on esimerkkinä havainnollistettu Turun ratapihalla kuvitteellisesti tapahtuvan ammoniakkivuodon vaikutusalue ennen riskienhallintatoimenpiteitä ja kuvassa L6.2 niiden jälkeen. Ammoniikki leviää kapeana pilvenä tuulen alapuolelle. Yksittäisen vuoton vaikutusalue on havainnollistettu kuvassa punaisena soikiona. Yhteensä kaikki mahdolliset vuotopaikat muodostavat kuvassa näkyvän ratapihaa ympäröivän vaikutusalueen.



Kuva L6.1: Ammoniakkivuoto junavaunusta Turun ratapihalla ennen riskienhallintakeinojen toteuttamista (tn = kohonnut). Ammoniikki leviää kapeana pilvenä tuulen alapuolelle.



Kuva L6.2: Ammoniakkivuoto junavaunusta Turun ratapihalla riskienhallintakeinojen toteutuksen jälkeen (tn = pieni) (toteutettu keinot 2 ja 3, keino A siirtäisi riskin toiselle alueelle)

Porin satama ja lähiympäristö

Porin satamaan kuuluu kaksi satamaosaa: Tahkoluodon satama sekä Mäntyluodon satama. Tahkoluodon satamanosassa toimii useita kemikaaleja ja polttonesteitä toimittavia ja varastovia yrityksiä. Lisäksi alueella on voimalaitostoimintaa ja metallin kierrätystoimintaa sekä useita ahtaus ja logistiikka-alan yrityksiä. Mäntyluodon satamanosassa tapahtuu merkittävä osa Porin sataman konttiliikenteestä. Satamatoiminnasta johtuen Porin sataman ja Porin kaupungin välillä kulkee huomattavia määriä VAK-liikennettä niin teitse kuin rautateitse.

Porin alueella tarkasteltiin kolmen eri VAK-liikennemuodon onnettomuutta:

1. Säiliöauton tulipalo (risteysonnettomuus)
2. Rikkihiilikontin putoaminen (onnettomuus lastauksen yhteydessä)
3. Rikkihapon vuoto säiliöautosta (risteysonnettomuus)
4. Ammoniakkivuoto junavaunusta (tasoristeysonnettomuus)

Taulukossa L6.3 On yhteenveto Porin pilotin skenaarioista sekä onnettomuuksien vaikutuksista ennen riskinhallintatoimenpiteitä ja niiden jälkeen. Rikkihiilikontti-onnettomuuden ja ammoniakkivuodon osalta katsottiin, että onnettomuuden todennäköisyydet ovat niin pienet, että ei ole aihetta suunnitella uusia riskienhallintakeinoja niiden varalle.

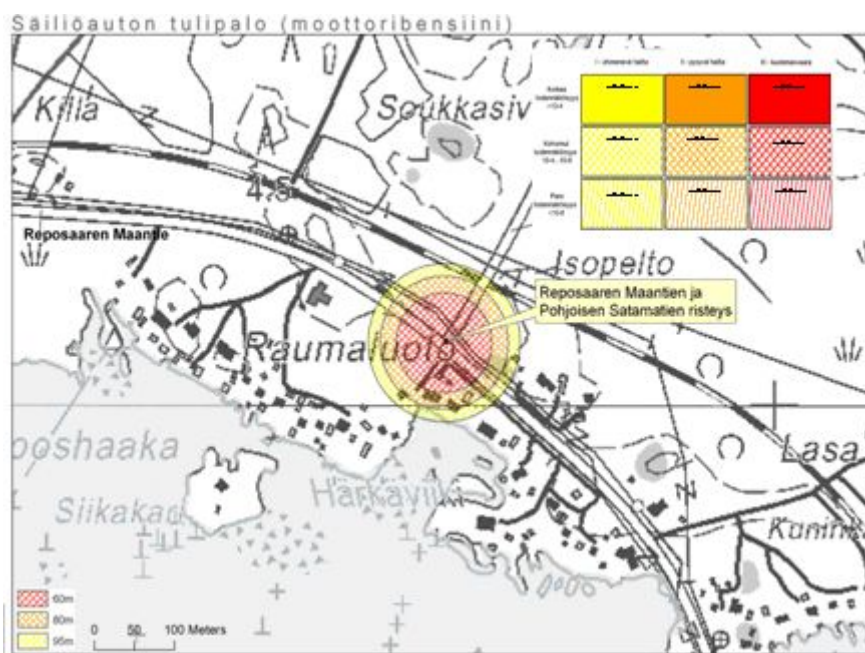
Säiliöauton tulipalon ja rikkihappovuoto-onnettomuuden toteutumisen todennäköisyyttä voidaan pienentää esimerkiksi muuttamalla vaarallisia tieosuusia kaksikaistaisiksi ja muuttamalla risteyksiä kiertoliittymiksi. Näin toimimalla rikkihappo-onnettomuuden todennäköisyys putoaa yhdellä luokalla luokkaan kohonnut onnettomuuden todennäköisyys. Molempien skenaarioiden onnettomuustodennäköisyydet ovat kuitenkin edelleen kohonneet.

Taulukko L6.2 Porin pilotin skenaariot ja onnettomuuksien vaikutukset ja toteutumisen todennäköisyydet

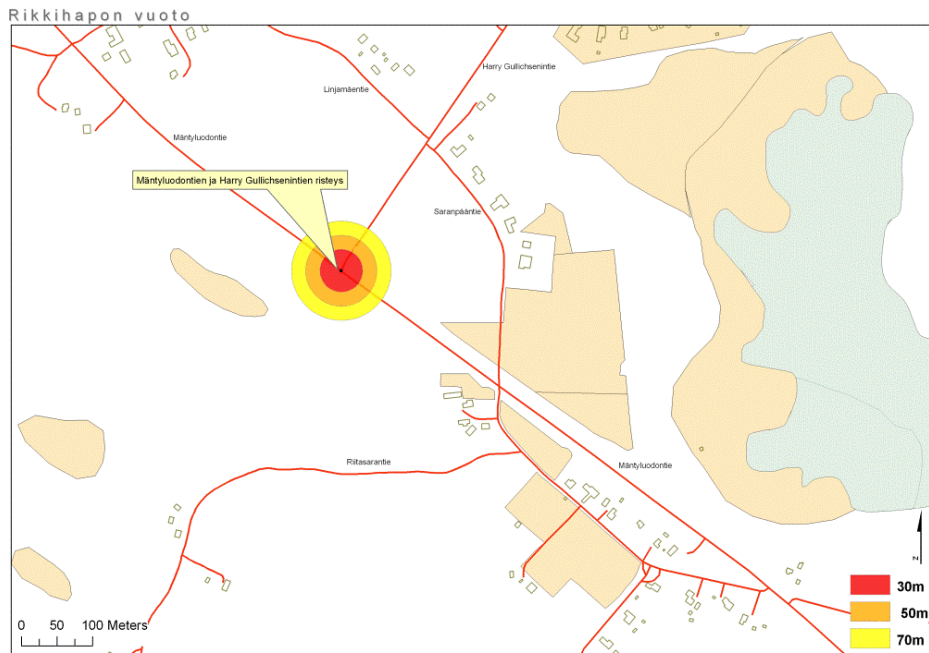
Skenaario	1	2	3	4
Onnettomuustyyppi	Säiliöauton tulipalo (risteys)	Rikkihiilikontin putoaminen (lastaus)	Rikkihapon vuoto (risteys)	Ammoniakkivuoto (tasoristeys)
Onnettomuuden vaikutusalue	Ohimenevä haitta: 95 m Pysyvä haitta: 80 m Kuolemanvaara: 60 m	Ohimenevä haitta: 340 Pysyvä haitta: 235 m Kuolemanvaara: 60 m	Ohimenevä haitta: 70 m Pysyvä haitta: 50 m Kuolemanvaara: 30 m	Ohimenevä haitta: 300 m Pysyvä haitta: 200 m Kuolemanvaara: 180 m
Toteutumisen todennäköisyys ennen riskienhallintatoimenpiteitä	Kohonnut tn	Pieni tn	Korkea tn	Pieni tn
Tarkastellut riskienhallintakeinot	Kiertoliittymät ja kaksikaistaisuus	Ei toimenpiteitä	Kiertoliittymät ja kaksikaistaisuus	Ei toimenpiteitä
Toteutumisen todennäköisyys riskienhallintatoimenpiteiden jälkeen	Kohonnut tn	-	Kohonnut tn	-

Säiliöauton tulipalon ja rikkihapon vuodon onnettomuuksien toteutumisen todennäköisyydet ovat edelleen kohonneita ja tämä olisi huomioitava myös maankäytön suunnittelussa siten, että näille alueille ei kaavoiteta lisää haavoittuva toimintoja. Alueita voidaan kaavoittaa, mikäli saavutettavat yhdyskuntarakenteen muut hyödyt ovat riittävän suuret (uudisrakentaminen) tai alueella on jo muita vastaavia riskejä, esim. liikennettä. Myös alueiden asukkaille olisi riittävän usein tiedotettava riskeistä ja riskit olisi huomioitava kaikissa pelastussuunnitelmissa. Porin kannalta keskeisintä on kuitenkin se, että tarkasteltava väylä on tällä hetkellä ainoa autoyhteys Reposaaren asuinalueelle. Onnettomuuksilla on vaikutuksia myös viereiselle kevyen liikenteen väylälle sekä radalle. Näin ollen Reposaaren asukkaat altistuvat jatkuvasti väylää käyttäessään suhteellisen paljon maan keskiarvosta poikkeavalle VAK-suuronnettomuusriskille. Lisäksi mahdollisessa onnettomuustilanteessa kaikkien Reposaaren asukkaiden liikenneyhteydet katkeaisivat ja pelastuspalveluiden saatavuus estyisi onnettomuuden ja sen jälkien raivaamisen ajaksi.

Kuvassa L6.3 on esimerkkinä havainnollistettu Porin säiliöautotulipaloksenearion vaikutukset ympäröiville alueille. Kuva on molemmissa tapauksissa samanlainen sekä ennen että jälkeen riskienhallintatoimenpiteiden, koska todennäköisyys ei muutu niin paljon, että sen luokka muuttuisi kohonneesta pieneen.



Kuva L6.3: Säiliöauton tulipalo (tn = kohonnut)



Kuva L6.4: Rikkihapporekan onnettomuus risteysalueella (tn = kohonnut)

Hämeenlinnan tunneli ja kiertotiet

Hämeenlinnan tunneli sijaitsee Hämeenlinnan kaupungin keskustassa. Hämeenlinnan pilotissa tavoitteena oli lähinnä pohtia miten tunneli ja kiertotiet voivat näyttäytyä riskikartoituksessa.

Hämeenlinnan pilotissa tarkasteltiin neljää onnettomuusskenaariota:

1. Säiliöauton tulipalo (moottoribensiini)
2. Säiliöauton BLEVE (moottoribensiini)
3. Ammoniumnitraattipalo, pieni
4. Ammoniumnitraattipalo, suuri

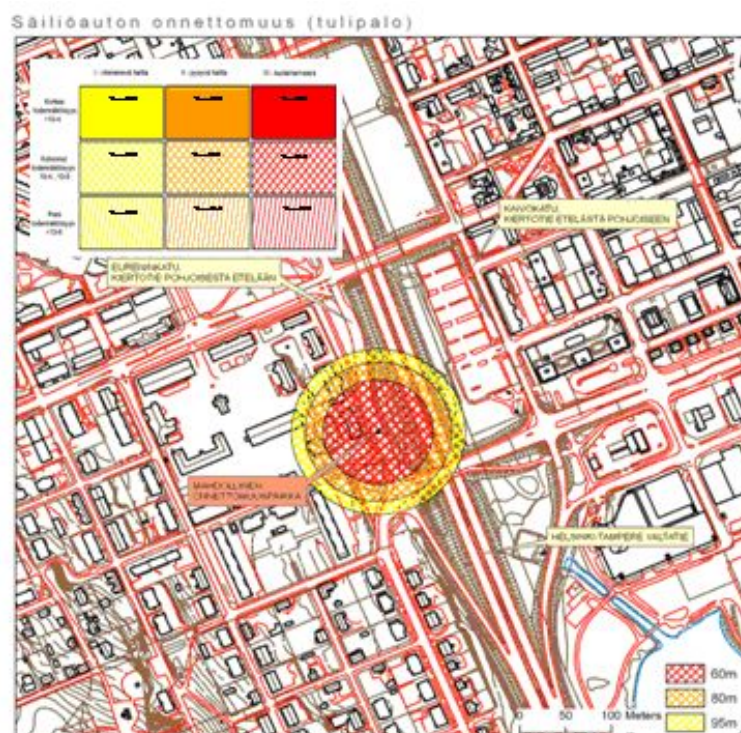
Skenaarioiden toteutumiskaikat sijaitsevat tunnelin kiertoteillä. Skenaarioiden toteutumisen todennäköisyyksien arvioinnissa tukeuduttiin tunnelin rakentamisen yhteydessä laadittuun riskikartoitusraporttiin⁶⁹ taulukossa L6.4 on yhteenveto Hämeenlinnan skenaarioiden vaikutuksista ja niiden toteutumisen todennäköisyyksistä.

⁶⁹ NCC/Hämeenlinnan kaupunki (2009) Keskustan länsireuna Valtatien 3 päällerakentaminen, Liite 7 Vaarallisten aineiden kuljetusten riskianalyysi OECD-PIARC -menetelmällä

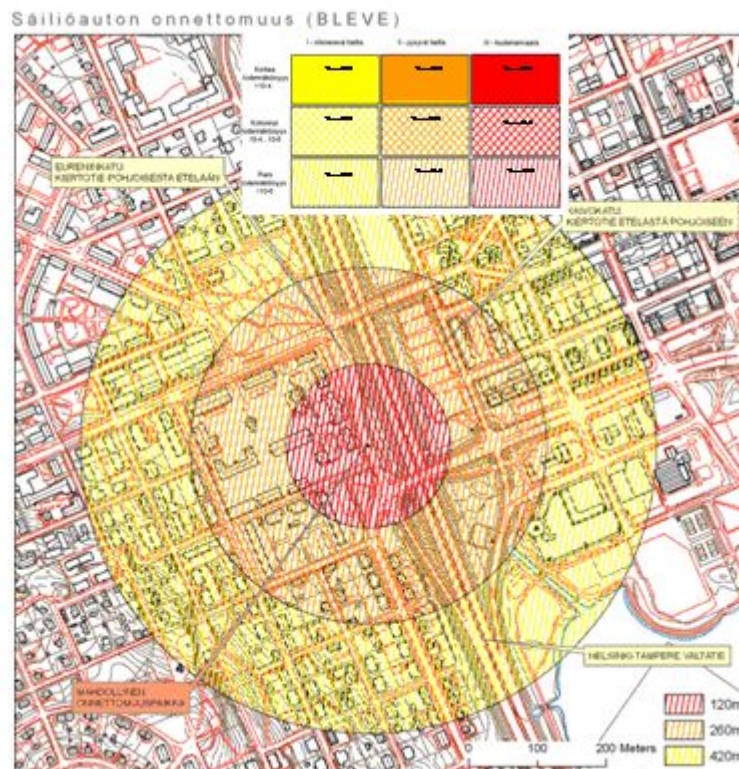
Taulukko L6.4 Skenaarioiden toteutumisen arvioidut todennäköisyydet ennen riskinhallintatoimenpiteitä

Skenaario	1	2	3	4
Onnettomuustyyppi	Säiliöauton tulipalo	Säiliöauton BLEVE	Ammoniumnitraattipalo, pieni	Ammoniumnitraattipalo, suuri
Onnettomuuden vaikutusalue	Ohimenevä haitta: 95 m Pysyvä haitta: 80 m Kuolemanvaara: 60 m	Ohimenevä haitta: 420 m Pysyvä haitta: 260 m Kuolemanvaara: 120 m	Ohimenevä haitta: 70 m Pysyvä haitta: 50 m Kuolemanvaara: 30 m	Ohimenevä haitta: 375 m Pysyvä haitta: 250 m Kuolemanvaara: 160 m
Toteutumisen todennäköisyys	Kohonnut tn	Pieni tn	Pieni tn	Pieni tn

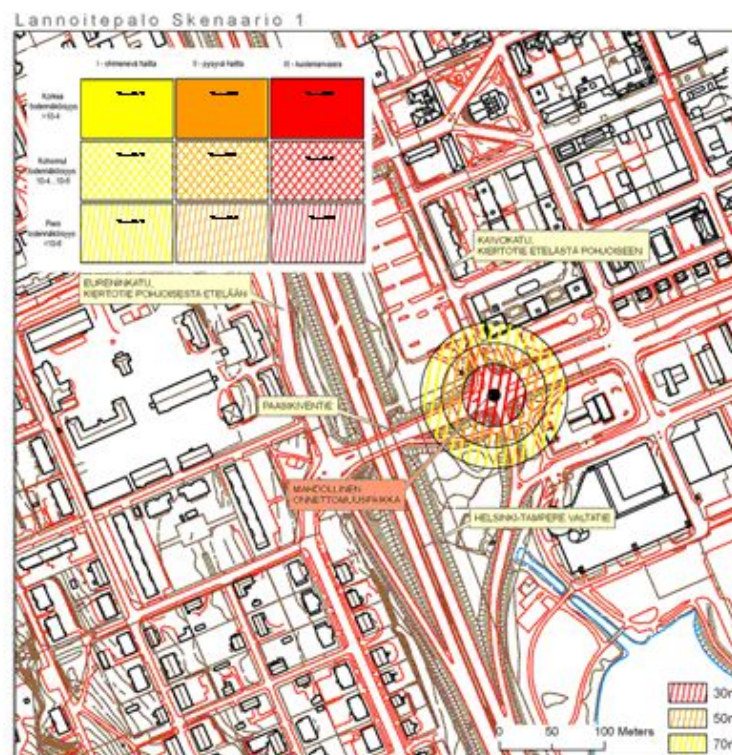
Seuraavissa kuvissa on havainnollistettu yllä kuvattujen skenaarioiden vaikutuksia. Silmiinpistävää on, että skenaarioiden vaikutusalueella on runsaasti asuinrakennuksia, kauppakeskus sekä haavoittuvia toimintoja, kuten päiväkotia. Tästä näkökulmasta katsottuna tunneli toimii itse asiassa tehokkaana riskinhallintakeinona eristäen vaikutuksen usein itse tunneliin. Tunneli lisää näin myös kaavoituksen mahdollisuuksia keskustassa. On kuitenkin huomattava, että voimakkaiden räjähdysten vaikutukset tunnelin päällä oleviin rakenteisiin on huomioitava rakenteiden suunnitteluvaiheessa. Lisäksi mahdollisissa kaasuvuototapauksissa tunneli ei estä vuotoja vaan ohjaa vuodon jompaankumpaan tunnelin päähän.



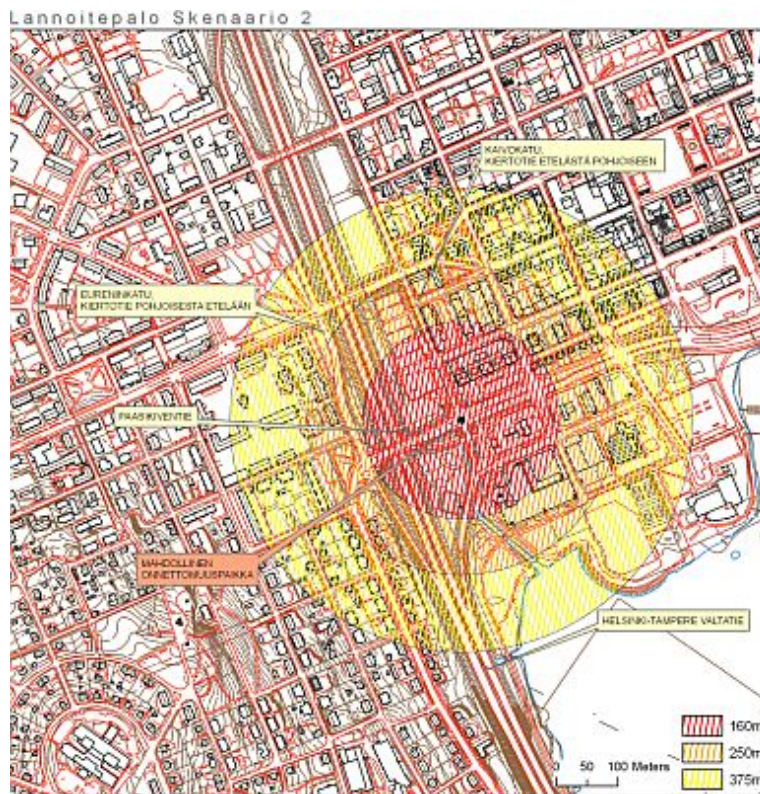
Kuva L6.5: Säiliöauton onnettomuus Eureninkadulla (tn = kohonnut)



Kuva L6.6: Säiliöauton BLEVE Eureninkadulla (tn = pieni)



Kuva L6.7: Pieni ammoniumnitraattipalo Paasikiventien ja Kaivokadun risteyksessä (tn = pieni)



Kuva L6.8: Suuri ammoniumnitraattipalo Paasikiventien ja Kaivokadun risteyksessä (tn = pieni)

LIITE 7. KAPPALETAVARASKENAARIOT

Taulukko L7.1: KERTTU-hankkeessa kehitetyt kappaletavaraskenaariot

Luokka	Skenaarion vaarallinen aine	Kuvaus kuormasta	Vaikutusmekanismi	Valinta-peruste	Vaikutusetäisyydet
1 Räjähteet	Ilotulitteet (musta ruuti)	500 kg ilotulitteita, josta max. 5 % (25 kg) mustaa ruutia. Tämä on enimmäismäärä, joka saa olla kerrallaan vähittäiskaupassa.	Räjähdyks. Räjähdyksen seurauksena palavia heitteitä, jotka voivat sytyttää paloja laajalla alueella.	Vaarallinen, hyvin tunnettu, yleinen	Tulipalo, jolla paikallisia vaikutuksia sekä heitteitä raketeista ja niiden räjähdyksistä. Etäisyydet riippuvat rakettien koosta. Räjähdyksen (ruudin yhtäikäisen palamisen) syntyminen epätodennäköistä, jos ruuti raketeissa erillään toisistaan. Pahimmillaan rakettien (heitteiden) voidaan olettaa lentävän lähes 50 m vaakasuuntaan. Karkea arvio etäisyyksistä: punainen 50 m, oranssi 100 m, keltainen 150 m.
2 Kaasut	Kloori	400 kg. Jake-lussa 2 200 kg teräslieriöastiaa per auto, joka uimahallille. Runko-kuormissa tuodaan max. 15 astiaa per auto, 3000 kg.	Myrkyllinen kaasu. Onnettomuuden seurauksena astiat rikkoutuvat ja kehittyvät myrkyllistä kaasua.	Vaarallisuus, yleisyys (uimahallit)	OVA-ohjeen mukainen toiminta pienessä vuodos-sa: välitön eristys 200 m kaikkiin suuntiin. Jos vuoto suuri (kiloja sekunnissa), sisäsuojautuminen 2000 m tuulen alapuolella. Tästä voidaan karkeasti arvioida punainen etäisyys luokkaa 50 m, oranssi 150 m ja keltainen 200 m.
3 Palavat nesteet	Metanoli	Palavat nesteet (yleinen aine), 1000 l astia, 3 kpl per auto	Tulipalo. Reagoi myös herkästi happojen kanssa. Onnettomuuden seurauksena myös myrkyllisiä höyryjä. Aine on vesiliukoinen ja akuuttisesti myrkyllinen ympäristölle.	Vaarallisuus, ympäristövaara	Tulipalo: punainen etäisyys luokkaa 20 m, oranssi 30 m, keltainen 40 m. Sisäsuojautuminen tuulen alapuolella.
4.1 Helposti syttyvät kiinteät aineet, itsereaktiiviset aineet ja epäherkistetyt kiinteät räjähdysaineet	Rikki	Rikkiä kulkee suhteessa luokkaansa paljon. Kuljetuskuormana 1000 kg säkeissä.	Tulipalo. Palossa kehittyvät myrkyllisiä kaasuja, palaessaan poistaa hapen tilasta. Rikki voi myös aiheuttaa pölyräjähdysten.	Yleinen suhteessa luokkaan	Autokuorman tulipalossa lämpösäteily: punainen n. 30 m, oranssi 40 m, keltainen 50 m. Poistaa hapen tilasta palaessaan, pöly voi räjähtää.

Luokka	Skenaarion vaarallinen aine	Kuvaus kuormasta	Vaikutusmekanismi	Valinta-peruste	Vaikutusetäisyydet
4.2 Helposti itsestään syttyvät aineet	Grillihiilet	28 lavaa * 400 kg/lava eli yhteensä 11200 kg. Vastaa täyttä puolipe-rävaunu kuormaa.	Tulipalo. Grillihii-let voivat syttyä salakavalasti itses-tään, mikäli val-mistuksen jälkeen hiiliä ei ole riittä-västi jäähdetty. Tämä on vaarana erityisesti ke-säsesongin aikana.	Yleisyys; vaara, jota ei ehkä tiedos-teta	Hiilen lämpöarvo noin kolmannes bensiinin läm-pöarvosta ja säiliöautopa-lon etäisyydet skaalataan 0,57:llä: punainen 34 m, oranssi 45 m, keltainen 54 m.
4.3 Aineet, jotka veden kanssa kosketukseen joutuessaan kehittävät palavia kaasuja	Kloorisilaani UN 2988	4 kg. Kloorisilaani kuuluu pakkausryh-mään 1. Kulje-tuksessa olisi maksimissaan 4 * 1 kg pak-kausta. Ainetta käytetään lasiteollisuu-dessa ja sitä lähtee myös vientiin Suo-mesta.	Tulipalo, myrkyllinen ja syövyttä-vä kaasu. Aine reagoi veden kanssa ja kehittää pala-via, myrkyllisiä ja syövyttäviä kaasu-ja.	Vaarallisuus	
5.1 Sytyttä-västi vaikut-tavat (hapet-tavat aineet)	Vetyperoksi-di (50 %)	10 000 kg. Astioissa tai suurpakkauk-sissa (10 lavaa tai suurpakka-usta). Vetyper-oksidiä käytet-tään val-kaisuun.	Tulipalo. Vetyper-oksidi voi sytyttää orgaanisia aineita itsestään ja mikäli astia rikkooontuu kuormatilassa, se voi aiheuttaa tuli-palon.	Vaarallisuus, yleisyys	Säiliöauton tulipalossa seuraavat etäisyydet, jotka ohjeellisesti myös tässä: punainen 60 m, oranssi 80 m, keltainen 95 m.
5.2 Orgaani-set peroksi-dit	UN 3115 Tyyppi D Orgaaninen peroksidi	5000 kg kuor-ma rekassa. Aine on läm-pötilavalvottu ja sitä käytet-tään muun muassa ke-mianteollisuu-dessa lasikui-tumassan kovettimena.	Räjähdysmäinen tulipalo. Suhteelli-sen alhaisessa lämpötilassa aine reagoi (hajoamis-reaktio). Tämä aiheuttaa räjähdysmäisen tulipa-lon, jota aineen sisältämä happi ruokkii. Aine on lämpötilavalvottu ja mikäli onnetto-muuden seurauk-sena kuljetuksen lämpötilasäätösysteemi rikkooontuu, aine voi reagoida lämpötilan nous-tessa.	Vaarallisuus	Säiliöauton tulipalossa seuraavat etäisyydet, jotka ohjeellisesti myös tässä: punainen 60 m, oranssi 80 m, keltainen 95 m

Luokka	Skenaarion vaarallinen aine	Kuvaus kuormasta	Vaikutusmekanismi	Valinta-peruste	Vaikutusetäisyydet
6.1 Myrkylliset aineet	Kaliumsyaniidi	250 kg (5 x 50 kg astiat). Ainetta kuljetaan paljon (peittäysaine, jota käytetään metalliteollisuudessa)	Aine reagoi happojen kanssa.(mm. ilmakosteuden kanssa), jonka seurauksena vapautuu myrkyllinen ja räjähtävä kaasu (syaanivety). Aine on rakeinen ja helposti veteen liukeneva (syaanivety on mm. aine, jota kirjallisuudessa kuvataan agenttien syaanikapselina). Abloyn palossa kaliumsyaniidia oli mukana.	Ympäristövaarallisuus, tapahtuneet onnettomuudet	OVA-ohjeen mukainen toiminta kiinteän aineen vuodossa: välitön eristys 25 m kaikkiin suuntiin. Jos pH:n muutoksen perusteella odotettavissa syaanivedyn muodostumista, eristys 50 m kaikkiin suuntiin. Tulipalotilanteissa sisäsuojautuminen tuulen alapuolella useita satoja metrejä. Tämän perusteella voidaan karkeasti arvioida punainen etäisyys 20 m, oranssi 30 m ja keltainen 50 m.
6.2 Tartuntavaaralliset aineet	Kuolleiden lintujen kuljetus (lintuinfluenssa)	Kuormallinen kuolleita lintuja, joita vietään hävittämiseen. Tämä skenaario nousi pinnalle lintuinfluenssan vaaran yhteydessä.	Taudin leviäminen. tätä ei kuitenkaan voida mallintaa samalla periaatteella kuin muut skenaariot. Taudin leviämiseen vaikuttaa eri tekijät kuin akuutissa onnettomuustilanteissa ja suojaustoimet ovat erialaiset.	Yleisön mieltäminen vaaralliseksi	Tartuntariski onnettomuuspaikalla ja hoidossa: ensiauttajat, pelastushenkilöstö, sairaalahenkilöstö
7 Radioaktiiviset aineet	Cesium 137-mittalaitteet A-tyyppin pakkauksessa (UN 3332)	Mittalaitteiden pakkaukset eivät onnettomuustilanteissa pysty täysin suojaamaan laitetta rikkoutumiselta, jolloin seurauksena voi olla säteilysuojauksen menettäminen	Säteilylle altistuminen. Tämä vaatii eri tyyppistä mallintamista ja on vaikutuksiltaan erilainen. Tässä hankkeessa ei mallinneta radioaktiivisten aineiden vaikutuksia.	Tyypillinen, mielletään sekä vaaratomaksi että erittäin vaaralliseksi riippuen hlöstä	Vaikutuksena on säteilytason nousu onnettomuuspaikalla. Säteilylähteen kapseli todennäköisesti säilyy ehjänä, joten ympäristön saastumista ei tapahdu. Vaara poistuu, kun säteilijä siirretään hallitusti pois onnettomuuspaikalta.

Luokka	Skenaarion vaarallinen aine	Kuvaus kuormasta	Vaikutusmekanismi	Valinta-peruste	Vaikutusetäisyydet
8 Syövyttävät aineet	Typpihappo 60 %	3000 kg. Typpihappoa kulkee suhteellisen paljon ja moneen eri paikkaan. Autokuormassa olisi tyypillisesti 3 x 1000 l astiaa.	Myrkyllinen kaasu. Syövyttävä ja hapettava aine, joka reagoi valon kanssa ja muodostaa typpioksideja, jotka pelkistyy typpidioksidiksi (NO _x). Tämä on myrkyllinen kaasu, joka vaikuttaa keuhkojen rakkulatasolla, jolloin sitä ei huomaa heti (ei tule hengitysärsytystä).	Yleisyys, vaikutusmekanismi yllättävä, salakavala	Olettaen, että typen oksideja syntyy kuten lannoitepalossa n. 16 kg/h ja typpimonoksidi on vaarallisin: punainen n. 30 m, oranssi n. 45 m, keltainen n. 100 m.
9 Muut vaaralliset aineet ja esi-ineet	Polymeeri pelletit (UN 2211), styreeni	Autokuormalinen säkkitarvaa (ainetta kulkee suursäkeissä ja konteissa sekä myös säiliöautoissa). Polymeeripellettejä ei osata pelätä, sillä näyttävät vaarattomalta styroksilta. Vaikuttavina aineina pentaani ja styreeni.	Räjähdy. Vuodon yhteydessä pentaani höyryntyy jo 25-45 °C. Pelletit sisältävät myös styreeniä, joka saattaa aiheuttaa BLEVE:n säiliön kumentuessa. Styreeni saattaa muodostaa ilman kanssa syttävän/räjähtävän seoksen myös tyhjässä säiliössä.	Mielletään vaarattomaksi	Säiliöauton BLEVE pentaanin lämpöarvolla ja 20 000 kg pentaania: punainen 130 m, oranssi 270 m ja keltainen 430 m.
Sekakuorma	Metanoli, kaliumsyyanidi sekä rikkihappo	Metanolia 1000 l (1 astia) + kaliumsyaniidia 100 kg (2 x 50 kg astiat) + rikkihappoa 480 kg (=akkuhappo; 12 x 40 l muoviastiat)	Tulipalo, myrkyllinen kaasu. Huonon sidonnan perusteella astiat voivat rikkoontua kuromassa. Aineiden sekoituttaessa tapahtuu reaktio, jonka seurauksena kehittyy syaanivetyä (myrkyllinen kaasu) sekä mahdollisesti räjähdysomainen tulipalo, josta kehittyy myrkyllisiä savukaasuja. Huomaa että kuormatilassa useimmiten alumiinilattiat ja -rakenteet / teräsrakenteet, jotka kosketuksissa aineiden kanssa vaurioituvat.	Tyypillinen sekakuorma, vaarallinen yhdistelmä	OVA-ohjeen mukainen toiminta kiinteän aineen vuodossa: välitön eristys 25 m kaikkiin suuntiin. Jos pH:n muutoksen perusteella odotettavissa syaanivetyä muodostumista, eristys 50 m kaikkiin suuntiin. Tulipalotilanteissa sisäsuojautuminen tuulen alapuolella useita satoja metrejä. Tämän perusteella voidaan karkeasti arvioida punainen etäisyys 20 m, oranssi 30 m ja keltainen 50 m.

LIITE 8. KERTTU-HANKKEEN RISKIENHALLINTAKEINOJEN ARVIOINTI-TYÖKALUN KÄYTTÖOHJE

KERTTU-hankkeessa kehitetyn VAK-keskittyisiin soveltuvien riskienhallintakeinojen arviointityökalun Excel-versio on sähköisesti saatavilla liikenne- ja viestintäministeriön www-sivulta tämän raportin sähköisenä liitteenä. Tiedosto sisältää makroja, joiden säilyttämiseksi käyttäjän tulee ensin ladata työkalun sisältävä zip-tiedosto omalle koneelleen ja purkaa se Excel-tiedostoksi tämän jälkeen. Excel-tiedostoa avatessa makrojen käyttö on sallittava.

Työkaluun on kerätty tiedot yhteensä noin sadasta VAK-keskittyisiin soveltuvasta riskienhallintakeinosta. Työkalu mahdollistaa myös siinä olevien keinojen tietojen päivittämisen sekä keinojen lisäämisen yhteensä noin 500 keinon maksimimäärään saakka.

Työkalu sisältää seuraavat tiedot kustakin keinosta:

1. Riskienhallintakeinon kuvaus
2. Sovellettavat kohteet
3. Vaikutusmekanismi (vähentää todennäköisyyttä, vähentää seurauksien voimakkuutta, vähentää haavoittuvuutta, tehostaa torjuntatoimia) ja muut mahdolliset hyödyt
4. Riskienhallintakeinon koettu vaikuttavuus riskin vaikutusten / riskin todennäköisyyden / alueen haavoittuvuuden vähentäjänä
5. Keinon toteuttamisen vastuutaho ja muut mahdolliset hyötyjät
6. Arvioitu riskienhallintakeinon kustannus ja elinikä
7. Kokemukset riskienhallintakeinon käytöstä ja siihen liittyvät haasteet

Kaikki hinta-arviot työkalussa ovat vain suuntaa-antavia ja vaikuttavuusarviointit perustuvat subjektiiviseen arviointiin, joka riippuu kohteesta. Tarkat kustannukset sekä vaikuttavuus ovat aina sidottuja sekä itse kohteeseen että sen ympäristöön ja siten tarkemmat arviot on tehtävä tapauskohtaisesti. Näin ollen työkalussa olevia arvioita ei pitäisi ottaa käyttöön sellaisenaan. Työkalun käyttäjä voi sen sijaan tehdä vaikuttavuusarviot sekä määrittellä tarkat hinnat tapauskohtaisesti.

Riskienhallintakeinot on työkalussa luokiteltu seuraaviin keinotyypeihin:

1. Tekninen: hälytysautomaatio
2. Tekninen: tapahtuman estäminen tai rajoittaminen
3. Tekninen: seuranta- ja valvontatekniikka
4. Omavalvonta: tarkistuslistat, auditointi jne.
5. Koulutus
6. Turvallisuusjohtamisjärjestelmän muut osa-alueet
7. Kuljetusvälineiden sijoittaminen, reititys ja ajoitus
8. Muut
9. Ensitorjunnan tehostamiskeinot
10. Pelastustoimen torjuntakeinot
11. Rakentamisen ja talotekniikan keinot

Työkalu sisältää havainnolliset käyttöohjeet. Alla on lyhyt kuvaus kustakin työkalun sisältämästä Excel-sivusta sekä niillä olevat tärkeimmät toiminnot. Navigointi eri sivujen välillä tapahtuu Excel-ikkunan alareunan painikkeista vastaavasti kuin muissakin Excel-tiedostoissa.

ALOITUS

- Tällä sivulla määrittelet riskienhallintaan tehtyjen investointien nykyarvon laskennassa käytettävän korkokannan sekä valitset pudotusvalikosta, käytetäänkö laskennassa työkalussa valmiiksi olevia esimerkkiarvoja vai käyttäjän määrittelemiä arvoja. (Ks. kuva L8.1.)
- Lisäksi voit järjestää työkalussa olevat riskienhallintakeinot seuraavien ominaisuuksien mukaisesti: keinon tyyppi (ensitorjunnan tehostaminen, hälytysautomaatio jne.), vaikuttavuus riskin seurausten, vaikuttavuus riskin todennäköisyyden ja vaikuttavuus ympäristön haavoittuvuuden suhteen. (Ks. kuva L8.1.)
- Tällä sivulla voit myös testata haluamasi riskienhallintakeinon kustannushyötysuhteen laskemista. Huomio, että tieto alla sivun laskelmista ei tallennu automaattisesti työkaluun, vaan halutut tiedot pitää lisätä manuaalisesti työkalun sivulle "KAIKKI TIEDOT". (Ks. kuva L8.2.)

KÄYTTÖOHJE			
1) Määrittele riskienhallintaan tehtyjen investointien nykyarvon laskennassa käytettävä korkokanta	<input type="text" value="10.0 %"/>		
2) Valitse pudotusvalikosta, käytetäänkö laskennassa työkalussa valmiiksi olevia esimerkkiarvoja vai käyttäjän määrittelemiä arvoja:		<input type="text" value="alkuperäiset oletusarvot"/>	
- Riskienhallintakeinojen kustannuksista JA investoinnin eliniästä		<input type="text" value="alkuperäiset oletusarvot"/>	
- Riskienhallintakeinojen vaikuttavuudesta			
3) Järjestä riskienhallintakeinot alla olevien toimintonappuloiden avulla haluamaasi järjestykseen - katso YHTEENVETO-sivulta vaikuttavimmat keinot.			
JÄRJESTÄ KEINOT TYYPEITTÄIN	JÄRJESTÄ KEINOT TURVALLISUUSHYÖDYN MUKAAN: Riskin seuraukset	JÄRJESTÄ KEINOT TURVALLISUUSHYÖDYN MUKAAN: Riskin todennäköisyys	JÄRJESTÄ KEINOT TURVALLISUUSHYÖDYN MUKAAN: Ympäristön haavoittuvuus

Kuva L8.1: Työkalun aloitussivun aloitus- ja järjestystoiminnot

YKSITTÄISEN RISKIENHALLINTAKEINON VAIKUTTAVUUDEN LASKENTA	
Tässä voit testata haluamasi riskienhallintakeinon turvallisuushyötysuhteen laskemista. Huomio, että tieto alla olevista laskelmista ei tallennu automaattisesti työkaluun, vaan sinun pitää lisätä haluamasi uudet keinot työkalun sivulle "KAIKKI TIEDOT".	
Keinon nimi:	<input type="text" value="Esimerkkikeinon nimi"/>
Kustannukset:	
- Hankintakustannus	<input type="text" value="100"/> €
- Käyttöönottokustannus (asennus, koulutus jne.)	<input type="text" value="100"/> €
- Käyttökustannus (per vuosi)	<input type="text" value="100"/> €
Elinikä:	<input type="text" value="5"/> vuotta
Vaikuttavuusarviot:	
- Riskin toteutumisen vaikutusten vähentämiseen	<input type="text" value="merkittävä"/>
- Riskin toteutumisen todennäköisyyden vähentämiseen	<input type="text" value="merkittävä"/>
- Ympäristön haavoittuvuuden vähentämiseen	<input type="text" value="merkittävä"/>
Kokonaiskustannus investoinnin eliniän aikana (lasketaan automaattisesti):	<input type="text" value="579"/> €
Keskimääräinen vuosikustannus investoinnin eliniän aikana (lasketaan automaattisesti):	<input type="text" value="116"/> €/vuosi
Hintaluokitus (lasketaan automaattisesti):	<input type="text" value="1"/>
Turvallisuushyöty (lasketaan automaattisesti):	
- Riskin toteutumisen vaikutusten vähentäjänä	<input type="text" value="A"/>
- Riskin toteutumisen todennäköisyyden vähentäjänä	<input type="text" value="A"/>
- Ympäristön haavoittuvuuden vähentäjänä	<input type="text" value="A"/>

Kuva L8.2: Työkalun aloitussivun esimerkkilaskelma yksittäisen riskienhallintakeinon kustannushyödyille

KAIKKI TIEDOT

- Voit lisätä täällä uusia riskienhallintakeinoja työkaluun ja/tai muuttaa työkalussa olevia tietoja.

– Voit määrittellä omalta kannaltasi kiinnostavat riskienhallintakeinot, jotka näytetään aina keinoilistan kärjessä.

YHTEENVETO

– YHTEENVETO-sivulla näet kustakin riskienhallintakeinosta olennaisimmat tiedot: keino nimi, luokitus, soveltuvat kohteet, keskimääräinen vuosikustannus sekä arvioitu kustannus-hyöty (käyttäjän valinnan mukaisesti viimeiset laskettu joko käyttäjän omilla arvoilla tai työkalun alkuperäisillä oletusarvoilla). (Ks. kuva L8.3.)

RISKIENHALLINTAKEINOJEN VAIKUTTAVUUDEN ARVIOINTITYÖKALU						gaia Innovative Solutions for Sustainability		
VAK-KESKITTYMIIN - YHTEENVETO								
Nr	Riskienhallintakeinon nimi	Luokitus	Riskienhallintakeinon kiinnostavuus omasta näkökulmasta	Soveltuvat kohteet	Keskimääräinen vuosi-kustannus investoinnin eliniän aikana (€)	Arvio turvallisuushyötysuhteesta VAK-suuronnettomuuden		
						Vaikutusten vähentäjänä	Todennäköisyyden vähentäjänä	Ympäristön haavoittuvuuden vähentäjänä
1	Aikusammuttimet	Ensitorjunnan tehostamiskeinot	Kyllä	Logistiikkakeskukset ja tieliikenteen solmukohdat Ratapihat Satamat Liikenneinfrastruktuuri (tiestö, raiteet, muut väylät) Erityisrakenteet (esim. tunnelit) VAK-kuljetukset yleisesti Rakennukset haavoittuvalla alueella	107	A	ei vaikutusta	ei vaikutusta
2	Ensitorjuntavälineet	Ensitorjunnan tehostamiskeinot	Kyllä	Logistiikkakeskukset ja tieliikenteen solmukohdat Ratapihat Satamat Erityisrakenteet (esim. tunnelit) VAK-autot VAK-junat VAK-laivat Rakennukset haavoittuvalla alueella	2 886	A	ei vaikutusta	ei vaikutusta
3	Henkilökohtaiset suojaimet	Ensitorjunnan tehostamiskeinot	Kyllä	Logistiikkakeskukset ja tieliikenteen solmukohdat Ratapihat Satamat VAK-kuljetukset yleisesti	262	B	ei vaikutusta	ei vaikutusta
4	Hätätilanneviestintä	Ensitorjunnan tehostamiskeinot	Kyllä	Kaikki	26 664	B	ei vaikutusta	B

Kuva L8.3: Näkymä työkalun yhteenvetosivusta

Perustiedot / Vaikutus riskitasoon / Omistajuus ja käyttöönotto / Kustannukset / Lisätietoja ja lähteet

– Näillä sivuilla näet kunkin sivun otsikon mukaisesti rajattuja kokonaisuuksia KAIKKI TIEDOT -sivun tiedoista (sivujen tietoja ei voi muuttaa, muutokset tehtävä KAIKKI TIEDOT -sivulle).

ASETUKSET

– Voit määrittellä omia keinoiluokitteluja työkalussa olevien lisäksi/tilalle.
– Voit määrittellä uudestaan riskienhallintakeinojen kustannushyötysuhteen luokittelussa käytettyjen hinta- ja vaikuttavuusluokkien rajat.

MUISTIINPANOT

– Tätä sivua voi käyttää omiin muistiinpanoihin ja omien yhteenvetojen tekemiseen.