

11010  
010110  
10100  
00110



# Uusien tekniikoiden riskien ennakointi

Viranomaisyhteistyö rakennetun ympäristön riskien tunnistamiseksi

Riitta Molarius



# Uusien tekniikoiden riskien ennakointi

Viranomaisyhteistyö rakennetun  
ympäristön riskien tunnistamiseksi

---

Riitta Molarius

*Akateeminen väitöskirja esitetään Tampereen teknillisen yliopiston suostumuksella julkisesti tarkastettavaksi Tampereen teknillisessä yliopistossa, Korkeakoulunkatu 10, Tampere, perjantaina 4. päivänä maaliskuuta 2016 klo 12.00.*



ISBN 978-951-38-8380-5 (nid.)  
ISBN 978-951-38-8381-2 (URL: <http://www.vtt.fi/julkaisut>)

VTT Science 120

ISSN-L 2242-119X  
ISSN 2242-119X (Painettu)  
ISSN 2242-1203 (Verkkojulkaisu)  
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-38-8381-2>

Copyright © VTT 2016

JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy  
PL 1000 (Tekniikantie 4 A, Espoo)  
02044 VTT  
Puh. 020 722 111, faksi 020 722 7001

Teknologiska forskningscentralen VTT Ab  
PB 1000 (Teknikvägen 4 A, Esbo)  
FI-02044 VTT  
Tfn +358 20 722 111, telefax +358 20 722 7001

VTT Technical Research Centre of Finland Ltd  
P.O. Box 1000 (Tekniikantie 4 A, Espoo)  
FI-02044 VTT, Finland  
Tel. +358 20 722 111, fax +358 20 722 7001

## Esipuhe

Tämä väitöskirja lähti liikkeelle syksyllä 2009 kiinnostuessani pelastustoiminnan historiasta. Silloin parin vuoden aikana tein historiakatsauksen pelastuslaitoksen kehittämisestä 1300-luvulta itsenäisyyden alkuun. Ikävä kyllä tämä ei kelvannut väitöskirjan aiheeksi, joten jotain muuta oli keksittävä. Miten sitten pelastustoimen historiasta tuli tämä väitöskirja? Jotenkin se liittyy siihen, että pelastustoimen historia kytkeytyi tiukasti tekniikan kehittymiseen, ja ”tekniikka” oli se taikasana, joka mahdollisti väitöskirjan tekemisen.

Riskienhallinnan ja riskianalyysoivien tutkijana seuraava askel oli yhdistää tekniikka ja riskit. Vielä syksyllä 2011 kuvittelin väitöskirjan koskevan nimenomaan pelastustoimea ja sen mahdollisuuksia teknisten riskien hallitsemiseksi. Pian kuitenkin ymmärsin, että pelastustoimen rooli on akuutin onnettomuustilanteen hallinta, ja riskit pitää kyetä tunnistamaan ja hallitsemaan etukäteen. Tässä vaiheessa laajensin kuvaa ja päätin käsitellä väitöskirjassani niitä viranomaisia, joiden tehtävänä on ennalta tunnistaa uusien tekniikoiden esiin tuomat riskit. Tutkimusta tehdessäni ymmärsin, että Suomessa on niin asiantunteva viranomaisverkosto, että on sääli, jos sen osaamista ei voida tehokkaasti käyttää teknisten riskin tunnistamiseen. Seuraava vaihe oli siis ottaa väitöskirjaan mukaan prosessi, jossa kehitetään edellistä varten soveltuvaa viranomaisten yhteistoimintamallia.

Väitöskirja syntyi hyvin iteratiivisesti ja on sinällään osoitus hermeneuttisesta tutkimuksesta, jolle on luonteenomaista ongelman ja sen erilaisten yhteiskunnallisten kytkentöjen ymmärtäminen soveltamalla eri tieteenalojen käsitteitä, teorioita ja metodeita. Työn kehittyessä jouduin myös luopumaan itselleni läheisestä historiallisesta tutkimuksesta siten, että siitä jäi mukaan vain pieni osuus liitteeksi B.

Lämpimät kiitokseni työn loppuun saattamisesta kuuluvat Kaarin Ruuhilehdolle, joka sai minut uskomaan työhöni vielä silloinkin, kun kaikki toivo tuntui jo menneeltä. Kiitos myös VTT:n tutkimusprofessori Veikko Rouhiaiselle ja erikoistutkija Yngve Malménille työn oikoluvusta ja rohkaisevista kannustuspuheista VTT:n käytävillä sekä tiiminvetäjälleni Liisa Poussalle, joka ottaessaan tiiminvedon harteilleen vapautti minut työstämään tätä työtä. Täytyy myös myöntää että ilman lukuisien kollegoiden ja ystävien monivuotista tukea tämä työ olisi jäänyt tekemättä. Nöyrä kiitokseni kuuluu myös valvojalleni Kalle Kähköselle, joka tuki heikolla hetkellä, ohjaajilleni Jarmo Hukalle, joka uskoi työhöni koko prosessin ajan, ja Veli-Pekka

Nurmelle, joka sisuunnutti minut työstämään työni aina vain parempaan lopputulokseen.

Suurin kiitos siitä, että tästä työstä ikinä tuli mitään kuuluu elämäni miehille – isälleni, joka oli aina sitä mieltä, että myös naiset pärjää teknisellä alalla, ja miehelleni, joka on seisonut koko ajan rinnalla eikä lakannut uskomasta väitöskirjan valmistumiseen – sekä naisille – äidilleni, joka esimerkiksi on opettanut, että periksi ei anneta, ja tyttärelleni, joka on tutustuttanut minut humanistiseen tutkimusmaailmaan ja monitieteellisyysnäkökulmiin - eikä luvannut tulla kotiin ennen kuin työ on valmis.

Monia tuskastuttavia ja harmittavia sekä harmaita hiuksia aiheuttavia vaiheita on mahtunut tähän väitöskirjaprosessiin, mutta motto työn ensimmäisestä vaiheesta alkaen on ollut sama:

*Era et labora*

Tampereella 27.11.2015  
Riitta Molarius

Valvoja      Professori Kalle Kähkönen  
Tampereen teknillinen yliopisto  
Rakennustekniikan laitos  
PL 527  
33101 Tampere

Esitarkastajat

Professori Sirpa Virta  
Johtamiskorkeakoulu  
Tampereen yliopisto  
33014 Tampereen yliopisto

Dosentti Sirkka Heinonen  
Turun yliopisto  
Tulevaisuuden tutkimuskeskus  
Korkeavuorenkatu 25 A 2  
00130 Helsinki

Vastaväittäjä

Dosentti Jari Kaivo-oja  
Turun yliopisto  
Tulevaisuuden tutkimuskeskus  
Tampereen toimisto  
Yliopistonkatu 58 D  
33100 Tampere

# Sisällysluettelo

Esipuhe.....	3
Käytetyt lyhenteet.....	11
Käsitteet ja termit.....	13
<b>1. Johdanto.....</b>	<b>15</b>
1.1 Uusista tekniikoista aiheutuvia onnettomuus- ja läheltä piti -tilanteita ..	15
1.2 Tekniikan ja yhteiskunnan vuorovaikutuksen tutkiminen.....	18
1.3 Riskitutkimuksen kehitys.....	23
1.4 Riskianalyysin standardointi.....	25
1.5 Riskiyhteiskunnan riskipäätökset ja niiden hallinta.....	27
1.6 Teknisten riskien tunnistamiseen liittyvät säädökset.....	28
1.7 Suuntaus kohti kokonaisvaltaista riskienhallintaa .....	31
1.8 Viranomaisten haasteet riskien hallinnassa .....	32
1.9 Yhteenveto.....	33
<b>2. Tutkimuksen kohde, tavoite ja tutkimuskysymykset.....</b>	<b>35</b>
2.1 Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset.....	35
2.2 Tutkimuksen rajaukset .....	37
2.3 Väitöskirjan rakenne.....	37
<b>3. Teoreettinen taustoitus .....</b>	<b>39</b>
3.1 Tutkimuksen lähestymistapa ja tutkimuksen metodologia.....	39
3.2 Teoreettinen viitekehys .....	40
3.3 Tutkimuksen menetelmät.....	42
3.3.1 Tutkimusprosessi.....	42
3.3.2 Tutkimusmenetelmät.....	45
<b>4. Teknisten riskien tunnistaminen .....</b>	<b>50</b>
4.1 Riski, riskianalyysi ja riskin tunnistaminen.....	50
4.1.1 Riskien tunnistamisen vaikeudet.....	50
4.1.2 Riskien tunnistamiseen soveltuvat menetelmät .....	53
4.1.3 Riskejä koskevan tiedon välittyminen yhteiskunnan sisällä .....	55
4.2 Ryhmätyön mahdollisuudet riskin tunnistamisen apuna.....	57

4.2.1	Monitieteellinen yhteistyö ja ryhmäoppiminen.....	58
4.2.2	Näkyvä ja hiljainen tieto .....	62
4.2.3	Yhteenvedo ryhmätyön mahdollisuuksista.....	65
4.3	Viranomaisten nykyiset toimintatavat riskien tunnistamiseksi ja mahdollisuudet viranomaisten yhteistyön kehittämiseksi .....	66
4.3.1	Tutkimuksia viranomaisten yhteistoiminnasta teknisten riskien tunnistamiseksi .....	66
4.3.2	Valtakunnallisen tason viranomaisten toimintatavat .....	68
4.3.3	Alueellisten viranomaisten toimintatavat .....	70
4.3.4	Paikallisviranomaisten toimintatavat .....	79
4.3.5	Yhteenvedo viranomaisten toimintatavoista.....	82
4.4	Viranomaisten yhteistyöprosesseihin soveltuva riskien tunnistamisen menettely .....	83
4.4.1	Kriteerit riskien tunnistamisen menetelmälle.....	84
4.4.2	Viranomaisten yhteistyövälineen valinta .....	84
4.5	Viranomaisten yhteistyö riskitiedon siirtämiseksi .....	86
4.5.1	Viranomaisten verkosto riskejä koskevan tiedon siirtämisen tukena .....	87
4.5.2	Viranomaisten kokoamat onnettomuusrekisterit riskejä koskevan tiedon lähteinä .....	91
4.6	Uusien tekniikoiden muutosvaikutukset Suomessa .....	92
<b>5.</b>	<b>Uusista tekniikoista aiheutuvia riskejä .....</b>	<b>99</b>
5.1	Kehitystyön organisointi ja eteneminen.....	100
5.2	Tapaustutkimukset – työpajojen toteutus .....	102
5.2.1	Tapaus 1: Tulevaisuustyöpaja, 18.4.2012 .....	102
5.2.2	Tapaus 2: Polttokenno- ja vetytekniikkatyöpaja, 10.10.2012 ..	104
5.2.3	Tapaus 3: Pelastusopiston päällystöopiskelijoiden työpaja, 28.11.2012.....	107
5.2.4	Tapaus 4: Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn työpaja, 22.5.2013.....	108
<b>6.</b>	<b>Tutkimustulokset ja niiden arviointi .....</b>	<b>111</b>
6.1	Viranomaisten toimintatavat ja yhteistyön mahdollisuudet .....	111
6.1.1	Yhteistoiminnan haasteet ja mahdollisuudet.....	111
6.1.2	Riskejä koskevan tiedon koonti ja hyödynnettävyys .....	113
6.2	Riskien tunnistamisen prosessi .....	114
6.2.1	Ryhmätyöhön perustuvan prosessin arviointi .....	114
6.2.2	Osallistujien tiedon karttuminen ryhmätyössä.....	115
6.2.3	Ryhmätyöhön perustuvan prosessin kuvaus (VIRIKE-prosessi)	116
6.3	Riskien tunnistamisen menetelmä, VIRIKE-menetelmä.....	119
6.3.1	Työpajan rakenne .....	119
6.3.2	Työpajan valmistelu .....	120
6.4	Riskien tunnistamisen työvälineen kehitystyö .....	121



6.4.1	Riskien tunnistamisen työväliseen valinta.....	121
6.4.2	Tulevaisuuspyörän kehittäminen .....	122
6.4.3	VIRIKE-työväliseen avainsanat .....	123
<b>7.</b>	<b>Johtopäätökset ja keskustelu .....</b>	<b>125</b>
7.1	Viranomaisten nykyinen yhteistyö teknisten riskien tunnistamiseksi..	126
7.2	Moniammatillisen ja monitieteellisen viranomaistyöpajan mahdollisuudet 127	
7.3	Riskien tunnistamiseen soveltuvat menettelytavat .....	130
7.3.1	Tulevaisuuspyörän käytettävyys .....	130
7.3.2	Sosioteknisen muutoksen mallin arviointi .....	131
7.4	Uusi VIRIKE-prosessi.....	131
7.5	Mikä on riski? .....	132
7.6	Tutkimuksen arviointi .....	133
7.6.1	Tutkimuksen uskottavuus .....	134
7.6.2	Tutkimuksen siirrettävyys toiseen kontekstiin .....	134
7.6.3	Tutkimuksen riippumattomuus .....	134
7.6.4	Tutkimuksen vahvistettavuus.....	135
7.6.5	Tutkimusmenetelmien soveltuvuus .....	135
7.7	Jatkotutkimustarpeet.....	137
7.7.1	Yhteiskunnan ja tekniikan vuorovaikutusmallit.....	137
7.7.2	Viranomaisten yhteistoimintaan liittyvät tutkimustarpeet.....	138
7.7.3	Muita mahdollisia tutkimuskohteita .....	138
<b>8.</b>	<b>Yhteenveto.....</b>	<b>140</b>
	<b>Lähteet.....</b>	<b>142</b>

**Liitteet:**

- Liite A: Riskien tunnistamiseen soveltuvia menetelmiä
- Liite B: Kertomus eräiden tekniikoiden kehityskaaresta Suomessa
- Liite C: Teemahaastattelu ja haastateltavat
- Liite D: Strukturoidun haastattelun kysymykset ja haastatellut henkilöt
- Liite E: Yhteenveto strukturoidusta haastattelusta toisen työpajan jälkeen
- Liite F: Työpajojen osallistujat
- Liite G: Työpajoihin liittyneet kyselyt
- Liite H: Esimerkki ensimmäisessä työpajassa käytetystä kuvauksesta tekniikan ja sen kehitystason esittämiseksi
- Liite I: Kuvaus asetusehdotuksen valmistelusta

## Taulukkuuettelo:

Taulukko 1. Esimerkkejä uusiin tekniikoihin ja rakennettuun ympäristöön liittyvistä riskeistä. ....	16
Taulukko 2. Tutkimuksen metodologiset valinnat. ....	40
Taulukko 3. Työpajoissa käsitellyt uudet tekniikat. ....	49
Taulukko 4. Riskien tunnistamiseen soveltuviin menetelmien vertailu. ....	54
Taulukko 5. Viranomaisten toimintatavat riskien tunnistamiseksi ja yhteistyön tehostamisen mahdollisuudet. ....	82
Taulukko 6. Lopullisen riskien tunnistamisen menettelytavan valinta. ....	85
Taulukko 7 Yhteenvetotaulukko neljään tekniikkaan liittyvistä Sosioteknisen muutoksen tekijöistä Suomessa. ....	94
Taulukko 8. Uuden tekniikan käyttöönottoa edesauttavia tekijöitä Suomessa. ....	98
Taulukko 9. Riskien tunnistamisen työpajojen vaiheet ja työn eteneminen tapauskohteissa. ....	100
Taulukko 10. Toiseen työpajaan osallistuneiden asiantuntijoiden arvio oman osaamisensa lisääntymisestä työpajan aikana. ....	115
Taulukko 11. Toiseen työpajaan osallistuneiden asiantuntijoiden oma arviointi osaamisen lähtötasosta ennen ja jälkeen työpajan. ....	116

## Kuvaluettelo

Kuva 1. Sosioteknisen muutoksen malli. ....	21
Kuva 2. Riskinhallintaprosessi SFS-ISO 31000 -standardin mukaan. ....	26
Kuva 3. Riskien tunnistamisen kokonaiskuva. ....	36
Kuva 4. Tutkimuksen teoreettiset taustoitukset ja ontologiat – kokonaisuuden hahmotus. ....	41
Kuva 5. Tutkimuksen toteutus ja tulokset tutkimusavusteisen kehittämisprosessin mukaisessa kehyksessä. ....	43
Kuva 6. Tutkimuksen eteneminen. ....	44
Kuva 7. Rasmussenin onnettomuusmalli. ....	56
Kuva 8. Monitieteellisen yhteistyön prosessi. ....	58
Kuva 9. Yhdennetyn arvottamisen malli, Integrated Assessment. ....	60
Kuva 10. Hiljaisen tiedon ja näkyvän tiedon toisiaan vahvistava vaikutus. ....	64
Kuva 11. Turvallisuus ja kemikaaliviraston prosessi vaarallisia kemikaaleja tai kaasuja käsittelevien tai varastoivien toimijoiden luvittamiseksi. ....	70
Kuva 12. Maakuntakaavaprosessin pääpiirteet. ....	72
Kuva 13. Ympäristövaikutusten arviointimenettely. ....	74
Kuva 14. Ympäristölupaprosessi. ....	76
Kuva 15. Pelastuslaitosten kumppanuusverkoston rakenne. ....	78
Kuva 16. Kunnan kaavoitusprosessi. ....	80
Kuva 17. Esimerkki tulevaisuuspyörästä. ....	86
Kuva 18. Tekniikan riskejä koskevan tiedon mahdolliset siirtymisreitit viranomaisten ja toiminnanharjoittajien välillä. ....	90
Kuva 19. Malli ensimmäisestä työpohjasta. ....	103
Kuva 20. Esimerkki Tulevaisuustyöpajan tuotoksesta aiheesta ”älykäs sähköverkko”. ....	104
Kuva 21. Polttokenno- ja vetytekniikkatyöpajan tulosten purku: Mihin tekijöihin	

polttokenno- ja vetytekniikka tulee vaikuttamaan. ....	106
Kuva 22. Esimerkki Pelastusopiston työpajan toisen vaiheen tuloksista. ....	108
Kuva 23. Esimerkki analyysistä merenalaisen maakaasuputken vaikutuksesta merenpohjan tilaan.....	110
Kuva 24. VIRIKE-prosessi osana viranomaisten toiminnan prosesseja. ....	118
Kuva 25. Valmiin VIRIKE-menetelmän työpajatyöskentelyn vaiheet. ....	120

## Käytetyt lyhenteet

ANT	Actor-Network Theory, Toimijaverkkoteoria (Suominen 1999)
AVI	Aluehallintovirasto
BAT	Best available technology, paras käytettävissä oleva tekniikka
Bref	Best Available Techniques reference documents. Referenssidokumentit liittyen parhaaseen käytettävissä olevaan tekniikkaan (JRC 2013)
ELY-keskus	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
EU	Euroopan unioni
IEC	International Electrotechnical Commission
ISO	International Organization for Standardization
IVA	Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi
JRC	Joint Research Centre
OAS	Osallistumis- ja arviointisuunnitelma
OECD	The Organisation for Economic Co-operation and Development
PELA	Pelastuslaitokset
PRA	Probabilistic Risk Assessment
PRONTO	Pelastustoimen resurssi- ja onnettomuustietojärjestelmä.
SM	Sisäministeriö
SCOT	Social Construction of Technology. Teknologian sosiaalinen rakentuminen (Suominen 1999)
SOVA	Suunnitelmien ja ohjelmien vaikutusten arviointi
SPEK	Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö
SYKE	Suomen ympäristökeskus
TEM	Työvoima- ja elinkeinoministeriö
TENK	Turvallisuustekniikan neuvottelukunta
TS	Työsuojelu
Tukes	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto
VAHTI	Tukesin käyttämä valvonta- ja kuormitustietojärjestelmä
VARO	ELY-keskusten käyttämä vaurio- ja onnettomuusrekisteri
VAT	Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet
VTT	Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy
VTV	Valtiontalouden tarkastusvirasto
VIRIKE	Viranomaisten riskien ennakointi

YM  
YVA

Ympäristöministeriö  
Ympäristövaikutusten arviointi

# Käsitteet ja termit

<b>Infrastruktuuri</b>	Yhdyskuntaa huoltavien teknisten järjestelmien perustana olevat tekniset järjestelmät, rakennelmat ja rakennukset. Osa rakennettua ympäristöä ja on merkityksellinen sen toiminnan ylläpitäjänä.
<b>Lupaprosessi</b>	Muotomääräinen, lainsäädäntöön perustuva prosessi, jonka tavoitteena on varmistaa, että luvittavat toiminnot ovat yhteiskunnan vaatimusten mukaisia.
<b>Lupaviranomainen</b>	Viranomainen, jonka tehtävään kuuluu lupaprosessin mukaisesta luvasta päättäminen.
<b>Moniammatillinen yhteistyö</b>	Työskentelyä asiakas- ja työlähtöisesti niin, että eri ammattiryhmät yhdistävät tietonsa ja taitonsa ja pyrkivät mahdollisimman tasa-arvoiseen päätöksentekoon (Isoherranen 2005).
<b>Monitieteellinen yhteistyö</b>	Moniammatillista yhteistyötä, silloin kun se sisältää hyvin sitoutuneita, oman tieteenalueensa hyvin tuntevia henkilöitä ja toimintatapa on järjestelmällisesti ja tieteellisesti organisoitu (Leathard 2003).
<b>Nousevat riskit</b>	Sekä uusista tekniikoista aiheutuvia rakennetun ympäristön kautta esiin nousevia että vanhoista tekniikoista yhteiskunnan muutosten vuoksi aktualisoituvia uudentyypisiä, yksilöturvallisuutta ja rakennettua ympäristöä uhkaavia riskejä.
<b>Rakennettu ympäristö</b>	Ihmisen rakentamat alueet lähiympäristöineen: rakennusten, rakenteiden ja niiden lähiympäristön muodostama kokonaisuus. Rakennettuun ympäristöön kuuluvat muun muassa rakennukset, rakennelmat, satamat, lentokentät, radat, tiet, kadut, johtolinjat, torit, aukiot ja rakennetut puistot (ERA 17, 2010).
<b>Riski</b>	Epävarmuuden vaikutus toiminnan päämääriin tai tavoitteisiin (SFS-ISO 31000 2011). Riskillä tarkoitetaan tässä tutkimuksessa tekniikasta aiheutuvaa epävarmuutta, joka aiheuttaa vaaratilanteita suunnitellussa toiminnassa. Riski-sanan rinnalla on käytetty myös termiä ”tekninen riski”.
<b>Riskin merkityksen arviointi</b>	Prosessi, jossa riskianalyysin tuloksia verrataan riskikriteereihin ja määritetään, onko riski tai sen suuruus hyväksyttävä tai siedettävä (SFS-ISO 31000 2011).
<b>Riskin tunnistaminen</b>	Riskien havaitsemisen ja kuvaamisen prosessi (SFS-ISO 31000 2011).
<b>Systemiset riskit</b>	Erilaisiin yhteiskunnan järjestelmiin liittyvät riskit, joille on ominaista se, että yhden järjestelmän vahingoittuminen tai häiriö voi aiheuttaa merkittäviä ja laajakantoisia seu-

	<p>rauksia toisissa järjestelmissä. Alun perin määritelmä on otettu käyttöön pankki- ja finanssitoiminnassa ja sillä on kuvattu sellaisen häiriötilanteen aiheuttamaa riskiä, joka aiheuttaa sarjan tapahtumia, joissa taloudelliset menetykset kumuloituvat (Kaufman 1996). Myöhemmin käsite on otettu käyttöön myös teknisten järjestelmien riskien hallinnassa. Tässä tutkimuksessa systeemisillä riskeillä tarkoitetaan rakennettuun ympäristöön liittyviä systeemisiä riskejä.</p>
<b>Tekniikka</b>	<p>Keinotekoisia esineitä, tuotteita tai menettelytapoja sekä tietämystä tuotteiden käyttämiseksi ja soveltamiseksi (Leppälä 1998).</p>
<b>Tekninen riski</b>	<p>Tekniikasta aiheutuvat tai tekniikoiden aiheuttamat riskit yhteiskunnalle ja yksilölle. Tässä tutkimuksessa käsite on rajattu tarkoittamaan uusista tekniikoista aiheutuvia, rakennettua ympäristöä ja kansalaisia uhkaavia riskejä.</p>
<b>Uusi tekniikka</b>	<p>Tekniikka, joka joko on toteutukseltaan täysin uusi ja aiemmin käyttämätön suunnitellussa ympäristössä tai joka on aiemmin tutkittu ja testattu, mutta on silti vasta kehityksessä laajempaan yhteiskunnalliseen käyttöön.</p>
<b>Viranomainen</b>	<p>Lain tai asetuksen nojalla tai niiden määräysten perusteella julkista tehtävää hoitava yhteisö, laitos, säätiö tai yksityinen henkilö käyttäessään julkista valtaa.</p>
<b>Viranomaisyhteistyö</b>	<p>Yhteistyömuoto, jossa viranomaiset toimivat yhdessä yli organisaatiorajojen toisilleen tietoa jakaen. Toiminta voi olla joko päivittäistä rutiinia tai satunnaista, tietyn ongelman ratkaisemiseksi tehtävää yhteistyötä. Se voi joko perustua lainsäädäntöön ja ohjeistukseen tai syntyä spontaanisti tilanteen sanelemana tarpeena.</p>
<b>Yhdyskuntatekniikka</b>	<p>Ihmisten fyysisen ympäristön ja yhdyskuntien rakenteen ja teknisten järjestelmien ja palveluiden suunnittelu, rakentaminen ja ylläpito.</p>

# 1. Johdanto

Uusista tekniikoista aiheutuu yhä onnettomuuksia siitä huolimatta, että teknisten riskien järjestelmälliseen tunnistamiseen ja hallintaan on kiinnitetty erityistä huomiota aina 1970-luvulta alkaen. Uuden tekniikan ja olemassa olevan rakennetun ympäristön<sup>1</sup> kohtaamisessa nousee yhä esiin yllättäviä, ennen tunnistamattomia riskejä, jotka esiintyvät usean eri tekijän summana. Niiden havaitseminen on vaikeaa ja tunnistaminen vaatii monen eri tieteenalan osaamista ja useiden asiantuntijasektoreiden yhteistyötä.

Tämä luku tarkastelee viranomaisten haasteita koskien teknisten riskien tunnistamista. Luku kuvaa yhteiskunnan ja tekniikan vuorovaikutusta ja sitä, miten riskitutkimus on kehittynyt. Lisäksi luvussa esitellään teknisten riskien tunnistamiseen liittyviä säädöksiä ja uutta suuntausta kohti kokonaisvaltaista riskien tunnistamista, jossa hyödynnetään tutkimusperusteista uutta tietoa.

## 1.1 Uusista tekniikoista aiheutuvia onnettomuus- ja läheltä piti -tilanteita

Uusista tekniikoista aiheutuvat riskit voivat liittyä joko yksittäisiin tuotantolaitosten tai yhteiskunnan järjestelmiin tai kokonaiseen järjestelmäkokonaisuuteen, jotka voivat laajeta sijaintipaikastaan ulkopuoliseen ympäristöön. Kun yhden järjestelmän vaurioituminen aiheuttaa ennakoimattomia seurauksia muissa järjestelmissä, puhutaan systeemisistä riskeistä. Tällaisen tapahtumaketjun voi laittaa liikkeelle esimerkiksi prosessiteollisuuden onnettomuus, joka rikkoo yrityksen läheisyydessä olevan sähkö- tai rataverkon. Realisoituneista riskeistä on viime vuosilta lukuisia esimerkkejä, ja ne esiintyvät hyvin erilaisissa ympäristöissä ja yhteyksissä, kuten alla olevasta taulukosta ilmenee (Taulukko 1).

---

<sup>1</sup> Rakennetulla ympäristöllä tarkoitetaan tässä tutkimuksessa ihmisen rakentamia alueita lähiympäristöineen: rakennusten, rakenteiden ja niiden lähiympäristön muodostamaa kokonaisuutta. Rakennettuun ympäristöön kuuluvat muun muassa rakennukset, rakennelmat, satamat, lentokentät, radat, tiet, kadut, johtolinjat, torit, aukiot ja rakennetut puistot (ERA 17, 2010).



Taulukko 1. Esimerkkejä uusiin tekniikoihin ja rakennettuun ympäristöön liittyvistä riskeistä.

Onnettomuuden/riskin syytekijä	Esimerkki
<p><i>Uuden tekniikan käyttöönottoon, käyttöön ja vuorovaikutukseen sen käyttöympäristön ja rakennetun ympäristön kanssa ei ole kiinnitetty riittävä huomiota.</i></p>	<p>Vuonna 2012 elintarviketehtaalle pääsi vuotamaan nestemäistä ammoniakkaa aiheuttaen tehtaan evakuoinnin. Tehtaaseen oli rakennettu uusi kylmäjärjestelmä, mutta tarpeettomia vanhoja putkistoja ei ollut poistettu, eikä dokumentaatiota päivitetty. (VARO 2012a.)</p> <p>Uuden tuotantoprosessin puutteellisen riskinarvioinnin ja puuttuvien suojavälineiden vuoksi työntekijä menehtyi rikkivetymyrkytykseen laitosalueella vuonna 2012 (VARO 2012b).</p>
<p><i>Rakennettu ympäristö ei mukaudu riittävästi uuden tekniikan pieniin ja hitaasti tapahtuviin muutoksiin, mikä aiheuttaa riskien vähittäistä kumulointia.</i></p>	<p>Rautateiden sähköistäminen laajentaa sähkö-onnettomuusriskin uusille maantieteellisille alueille. Riskiin varautuminen ja rata-alueiden valvonta ei ollut riittävällä tasolla. Vuosina 1990–2012 rata-alueilla aiheutui kymmenen kuolemantapausta sähköjunan katolle tai ratajohtopylvääseen kiipeämisestä (Tukes 2012a).</p>
<p><i>Tiedonkulun puutteet uuden teknisen sovelluksen käyttöönoton tai käytön aikana.</i></p>	<p>Tiedonkulun virheen vuoksi erään kerrostaloalueen jätevesiputket yhdistettiin epähuomiossa sadevesiviemäriin, jolloin jätevettä virtasi noin 540 m<sup>3</sup> kuukauden aikana mereen vuonna 2004 (Alaja 2005).</p> <p>Vuosien 2005–2014 aikana kaivinkone on kolhinut maakaasuputkea tai rikkonut sen lähes 30 kertaa, koska tieto kaasuputken sijainnista ei ole ajantasaista (VARO 2012b).</p>
<p><i>Uutta tekniikkaa rakennettaessa on tehty ratkaisuja, jotka sisältävät riskin, mutta jotka toteutuvat tai nousevat näkyviksi vasta vuosikymmenien päästä.</i></p>	<p>Nokialla vuonna 2007 pääsi teknisen virheratkaisun vuoksi suuri määrä puhdistettua jätevettä talousvesiverkostoon aiheuttaen noin 8000 ihmisen sairastumisen ja ainakin yhden kuolemantapauksen (Onnettomuustutkintakeskus 2008a).</p>
<p><i>Uuden tekniikan suunnittelun, käyttöönoton ja tuotevalvonnan vastuut jakautuvat usealle taholle, jolloin vastuu kokonaisuudesta jää epäselväksi.</i></p>	<p>Vuonna 2008 Mäntyluodossa koekäyttövaiheessa olleen malmin lastaukseen tarkoitetun suppilovaunun teräsrakenteet pettivät, koska konekokonaisuudelle ei ollut tehty rakenneanalyysiä (Onnettomuustutkintakeskus 2008b).</p> <p>2000-luvun alkupuolella tapahtui useita rakentamiseen liittyviä onnettomuuksia, joissa hallirakenteet pettivät eri puolella Suomea. Perimmäisinä syinä oli,</p>

Onnettomuuden/riskin syytekijä	Esimerkki
	<p>että rakenteiden suunnittelussa ja toteutuksessa vastuut kokonaisuudesta eivät olleet selviä, vaan kaikki keskittyivät omiin erillisiin osa-alueisiinsa (Onnettomuustutkintakeskus 2006; 2011).</p> <p>Rakentamisen rakenneratkaisuista ja huonolaatuisesta rakentamisesta johtuvia merkittäviä kosteus- ja homevaurioita esiintyy 7–10 % pien- ja rivitaloissa, 6–9 % kerrostaloissa, 12–18 % kouluissa ja päiväkodeissa, 20–26 % hoitolaitoksissa ja 2,5–5 % toimistoissa rakennusten kerrosalasta (TrVM 2013).</p>
<p><i>Uuden tekniikan häiriötilanteiden ja niihin liittyvien varuustoimien vaikutuksia ei ole riittävästi selvitetty.</i></p>	<p>Vuonna 2009 junien kulunvalvontajärjestelmän häiriötilanne oli aiheuttanut onnettomuuden Korialla, kun matkustajajuna ohjattiin samalle raiteelle tavara-junan kanssa kulunvalvontajärjestelmän ollessa pois käytössä. Matkustajajunan kuljettaja sai pysäytettyä junan ja estettyä kolarin (Onnettomuustutkintakeskus 2009).</p> <p>Häiriötilanteiden vaikutusten riittämätön huomiointi oli eräs syy ympäristövahinkoon Talvivaaran kaivosalueella vuosina 2012–2013 (Välisalo ym. 2014).</p>
<p><i>Uusi tekniikka sijoittuu ympäristöön, jossa tekniikan käyttöönoton valvonnan vastuu jakautuu usealle eri viranomaiselle, jolloin vastuiden väliin jää harmaita alueita, joista ei vastaa mikään taho.</i></p>	<p>Talvella 2012 Talvivaaran kaivoksella ilmenneen kipsisakka-altaan vuodon selvittelyssä ilmeni, että altaiden pohjarakenteille ei ole yhtenäisiä määräyksiä eikä vaatimuksia eikä kaivosaltaiden pohjarakenteiden vuotoja juurikaan seurata tai valvota (Välisalo ym. 2014).</p> <p>Ongelmaa oli ratkaisemassa 20 eri viranomaista ja 7 eri ministeriötä (Heinonen 2013), joiden toimintaa hankaloittivat hajautetut, monimutkaiset ja joustamattomat viranomaisprosessit (Onnettomuustutkintakeskus 2014).</p>
<p><i>Systeemisten riskien esiintymiseen ei ole kiinnitetty huomiota.</i></p>	<p>Lemin kirkonkylässä marraskuussa 2006 kunnan kaukolämpölaitos ei pystynyt toimittamaan lämpöä sähkökatkon vuoksi, mistä seurasi valmiustilanne vanhusten evakuoimiseksi rakennusten jäähtymisen vuoksi (Laitinen ja Vainio 2008).</p> <p>Lyhyet sähkökatkot petrokemian laitoksella aiheuttivat tuotantolaitteiden ylikuumentumista ja öljyvuodon, joista seurasi kolme erillistä tulipaloa laitoksella (VARO 2010).</p>

Kuten taulukosta 1 ilmenee, uhkaaviin vaaratilanteisiin tai sattuneisiin onnettomuuksiin ovat johtaneet monet eri tekniset syyt. Onnettomuuksien tapahtumisen taustatekijäksi voidaan kuitenkin nähdä riittämätön riskien tunnistaminen ja hallinta

utta tekniikkaa rakennettaessa tai käyttöön otettaessa, jolloin riskit pääsevät toteutumaan.

Tulevaisuuden tekniikoiden seurausten arvioinnissa on käytetty useita erilaisia menetelmiä, kuten ennustaminen (*technology forecast*), ennakointi (*technology foresight*), ja arviointi (*technology assessment*) (Technology Futures... 2004). Tekniikan ennustaminen tarkoittaa prosessia, jolla kuvataan uuden tekniikan nousua, esiintymistä, tai vaikutuksia tulevaisuuden maailmassa kun taas teknologian ennakkoinnilla tarkoitetaan systemaattista prosessia, jolla tunnistetaan tulevaisuuden tekniikoiden kehitys ja niiden vuorovaikutus yhteiskunnan ja ympäristön välillä. Teknologian ennakkoinnin tavoitteena nähdään olevan kehityksen ohjaus toivottuun suuntaan. Tekniikan arvioinnissa puolestaan pyritään selvittämään tekniikan negatiivisia tai positiivisia vaikutuksia yhteiskunnassa. Useimmiten teknologioiden ja tekniikoiden kehittymistä arvioidaan vain yhden menetelmän avulla, mutta laajalajaisen kuvan saamiseksi olisi tarvetta käyttää yhdessä useita eri menetelmiä (Kameoka ym. 2004). On esitetty, että vaikutusten arviointiprosessi tulisi liittää jo uuden teknologian tai tekniikan innovaatiovaiheeseen, jolloin kaikki yhteiskunnan sidosryhmät tulisivat jo tässä vaiheessa tietoisiksi niin uuden teknologian mahdollisuuksista kuin riskeistäkin (Von Schomberg 2012).

## 1.2 Tekniikan ja yhteiskunnan vuorovaikutuksen tutkiminen

Yhteiskunnan ja tekniikan kehityksen vuorovaikutusta on tutkittu jo 1920-luvulta alkaen. Tällöin sosiologi William Ogburn kehitti menetelmän, jonka avulla voitiin ennustaa tulevaisuutta analysoimalla pitkän aikavälin trendejä (Bell 1997). Ogburnin sosiaalisen muutoksen teorian keskiössä olivat keksinnöt (invention). Hänen mukaansa yhteiskunnan muutos on seurausta uusista teknisistä keksinnöistä tai innovaatioista. Tekniikan tuoma muutos johtaa muutokseen taloudellisessa rakenteessa, ja tämä taas puolestaan muutokseen sosiaalisissa instituutioissa ja lopulta kehitys johtaa muutokseen ihmisten ajatuksissa, uskomuksissa ja arvoissa (Jaffe 1968).

Ogburnin teorian mukaan kehitys etenee yhteen suuntaan etenevänä jatkumona, eikä se huomioi, millä tavalla yhteiskunta itsessään vaikuttaa uusien tekniikoiden syntymiseen. Vasta 1990-luvun lopulla kehittyi systeemiteorioiden pohjalta malleja sosiaalisen yhteiskunnan ja teknologian vuorovaikutuksesta. Ensimmäiset mallit kuvasivat yhteiskunnan kehityksen yritysveltoisena; kehityksen tavoitteena ovat uudet teknologiat, tekniikat ja yksittäiset tuotteet. Yhteiskunnan roolina yksittäisten tuotteiden kehitysprosessissa pidettiin lähinnä yhteistyötä tekniikoita kehittävien yritysten kanssa.

Bijker (1995a) jakoi teknologian lähestymistavat kolmeen luokkaan: materialistiseen, kognitiiviseen ja sosiaaliseen. Materialistinen lähestymistapa käsittelee tekniikkaa keksintöinä, jotka tuottavat uusia keksintöjä autonomisesti. Kognitiivinen lähestymistapa puolestaan painottaa tietoa ja ongelmanratkaisua tekniikan kehityksen eteenpäin viejänä. Sosiaalisessa lähestymistavassa pääpaino on yh-

teiskunnan ja tekniikan vuorovaikutuksessa, mutta rajattuna vain tekniikkaan suoraan vaikuttaviin toimijoihin. (Bijker 1995a)

Sosiaalisen lähestymistavan pohjalta kehittyi teknologian sosiaalisesta rakentumisesta malli (*Social Construction of Technology, SCOT*), jonka kehittivät Trevor Pinch ja Wiebe Bijker 1980-luvulla. Teorian mukaan teknologia määrittyy useiden toimijaryhmien erilaisten odotusten ja ongelmien ristipaineessa, ja sen seurauksena muodostuu eri toimijoiden yhteinen tulkinta teknologisen innovaation tai tuotteen luonteesta, toiminnasta ja käyttötavoista (Pinch ja Bijker 1984; Suominen 1999). Teknologia ei siten määrää, miten ihminen toimii vaan pikemminkin päinvastoin: inhimillinen toiminta luo teknologiaa. Teknologian menestymisen katsotaan riippuvan siitä, onko sen taustalla sopivia sosiaalisia ryhmiä, kuten tiedeyhteisö, teollisuus ja media, jotka ovat valmiita panostamaan tuotteen kehitykseen (Klein ja Kleinmann 2002). Tällä mallilla on selitetty muun muassa polkupyörien (Bijker 1995b), bakelliitin ja fluoresoivan valon (Bijker 1987, 1995b), ultrasentrifugien kehitystä (Elzen 1986), sähköistystä (Hughes 1983) sekä teräksen tuotantoa (Misa 1992), joissa kaikissa pääpaino on ollut ryhmien merkityksellä tuotteiden kehitystyössä. Teoriaa on kritisoitu siitä, että se ei anna riittävästi painoarvoa fyysisen ympäristön merkitykselle teknologian kehittymisen taustavoimana (Jasanoff 2004).

Edellisen teorian rinnalla mainitaan toimijaverkkoteoria (*Actor-Network-Theory, ANT*), jonka kehittäjänä pidetään Bruno Latouria. Toimijaverkkoteorian mukaan teknologian luomisprosessi on interaktiivinen, kompleksinen ja poliittinen (Mort 2001). Menetelmän avulla kuvataan erilaisia tekniikan kehittämiseksi tarvittavia tekijöitä, kuten koneita, ihmisiä, toimintaympäristöä ja byrokratiaa, ja niiden välisiä voimasuhteita ja yhteenkytkentymiä (Latour 1999; Mort 2001). Toimijaverkkoteoria kuvaa uutta tuotetta kehittävän organisaation tai yhteisön hetkellistä tilannetta, jossa yhteiskunta ei ole edelläkävijänä luomassa teknologiaa vaan ainoastaan muuttuu uuden teknologian mukana (Feenberg 1999).

Tekniikan sosiaalisia malleja on kritisoitu siitä, että ne eivät ota huomioon keksintöjen vaatimien materiaalien rajoitteita eivätkä niiden tuomia mahdollisuuksia (Pohjola 2009).

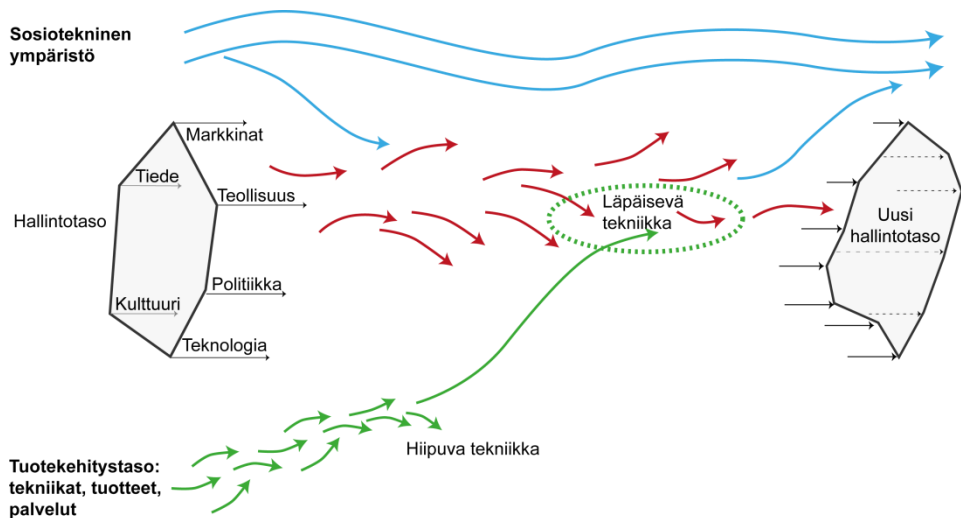
Eräs tekniikan ja yhteiskunnan suhdetta kuvaavista malleista on sosioteknisen muutoksen malli (*socio-technical change*) (Geels 2002; 2004; Geels ja Schot 2007). Se kuuluu Bijkerin (1995a) jaottelussa sosiaalisen lähestymistavan teorioihin, sillä tekniikassa tapahtuvien muutosten lisäksi siinä on huomioitu ympäröivän sosiaalisen yhteiskunnan muuttuminen. Malli pohjautuu kehittyvien talouksien (*evolutionary economics*) teoriaan, jonka mukaan tekninen kehitys on samanaikaisesti sekä jatkuvaa muutosta että vanhan säilyttämistä. Tekninen kehitys nähdään laajenevana prosessi, joka luo koko ajan uusia eri tekijöiden yhdistelmiä ja tuotteita, joilla on omat kehityspolkinsa ja elinkaarensa (Geels 2002). Mallin taustalla on myös Nelsonin ja Winterin (1982) luoma käsite teknologisesta regiimistä (*technological regimes*), millä he tarkoittivat teknologiaa kehittämissä yrityksissä vallalla olevia tapoja saada käyttöön ja hyödyntää olemassa olevaa tietoa (Nelson ja Winter 1982). Regiimit sisältävät muun muassa toimintatapoja, ohjeita, käytänteitä

ja määräyksiä sekä muita tekijöitä, jotka vaikuttavat innovaatioympäristön ilmapiiriin.

Sosioteknisen muutoksen malli kuvaa, miten tekninen innovaatio voi saada aikaan laajemman koko yhteiskuntaa koskevan muutoksen (Geels 2004; Kivisaari ym. 2008). Nelsonin ja Winterin (1982) ajatusta laajentaen Geels (2002) näki, että tekniikan syntyymiseen vaikuttaa yrityksen sisällä olevan teknologisen regiimin lisäksi sen ulkopuolella olevia regiimejä, kuten markkinoiden vaatimuksia, teollisuuden ja politiikan luomia tarpeita ja kulttuurin tuomia vaateita. Regiimit voivat olla joko innovaatiotoimintaa tukevia tai sitä estäviä. Olennaista on, että ne voivat myös muuttua uuden innovaation vaikutuksesta. Tällöin uusi innovaatio saa aikaan yhteiskunnassa siirtymän (*transition*), jolloin teknistä innovaatiota edeltävä yhteiskunta muuttuu sen vaikutuksesta toisenlaiseksi. Muutos koskee sekä hallintotasoa (regiimeitä) että sosioteknistä ympäristöä, joskin sosioteknisen ympäristön tekijät muuttuvat hitaammin. Mallin avulla voidaan tarkastella pitkän aikavälin muutoksia ja seurausvaikutuksia (Geels 2002). Näin eri toimijoiden, resurssien, käytäntöjen ja sääntöjen välinen vuorovaikutus toimii yhteiskunnan muutosten ajurina (Nieminen ym. 2011a).

Tekniikan ja yhteiskunnan suhdetta on käsitelty kahden erilaisen näkökulman kautta. Tekniikan on tulkittu olevan joko itsenäinen toiminnallinen kokonaisuus (katso esim. Rip ja Kemp 1998), tai eloton palikka, joka saa merkityksensä vasta ollessaan kytkettynä muuhun yhteiskuntaan ja sen eri tekijöihin, kuten fyysiseen ympäristöön, organisaatioihin, luonnonvaroihin, lakeihin ym. ihmisen luomiin elementteihin (katso esim. Hughes 1987). Sosioteknisen muutoksen teoria pohjautuu jälkimmäiseen näkemykseen, jolloin tekniikalla itsessään ei ole valtaa tehdä tai muuttaa mitään, vaan sen merkitys tulee sen yhteydestä yhteiskuntaan (Geels 2002). Tekniikka on näin ollen aikomukseton toimija.

Sosioteknisen muutoksen mallin (Kuva 1) mukaan uusi tekninen innovaatio nousee yhteiskunnassa valta-asemaan mukautuessaan yhteiskunnassa vallalla olevaan arvomaailmaan ja tukiessaan sen tavoitteita. Mallia kutsutaan myös MLP-malliksi (*multi-level perspective*). Sen mukaan yhteiskunnassa tekniikan kehitykseen vaikuttavat tekijät voidaan jakaa hallintotasoon (*regime*), sosiotekniseen ympäristöön (*landscape*) ja tuotekehitystasoon (*niche*) (Rip ja Kemp 1998; Geels 2002; Geels ja Schot 2007).



Kuva 1. Sosioteknisen muutoksen malli (Geels 2002).

Sosioteknisen muutoksen mallin hallintotasolla vaikuttavat erilaisten toimijoiden verkostot, joiden säätämät lait, ohjeet, tavat, mielipiteet ja näkemykset ohjaavat yleistä mielipidettä. Hallintotaso ohjaa myös tulevaa tutkimussuuntaa, tutkimustavoitteita ja innovaatiopolitiikkaa. Se kuvaa yhteiskunnassa olevaa valtaa ja tietoa, ja siihen kuuluvat muun muassa teknologian, tieteen, politiikan ja markkinoiden hallinto- ja arvojärjestelmät sekä yhteiskunnan kulttuurinen hallinto- ja arvojärjestelmä. Hallintojärjestelmät toimivat omien sääntöjensä mukaan (Geels 2004):

- Teknologia-alueen normit sisältävät tuotteiden teknologisia vaatimuksia ja standardeja, asiakasvaatimuksia, pääoman tuottotavoitteita ja tuote-kehityksen tukijärjestelmiä. Niihin kuuluvat yritysten omat toimintaohjeet, viranomaistenkin antamat ohjeistukset sekä yritysten rutiinit, toimintatavat ja ongelmien ratkaisustrategiat yms.
- Tieteen hallintotason normit liittyvät hallitusten ja tutkimusyksiköiden tutkimusohjelmiin, tieteen tekemisen sääntöihin (lainaus- ja julkaisumenettelyt, akateemiset arvot ja normit) sekä tiedontuottamisen metodeihin ja kriteereihin.
- Poliitiikan normit kattavat hallinnollisia määräyksiä, tekniikan kehitystä ohjaavia standardeja (turvallisuus, päästönormit) sekä erilaisia hankinta-ohjeistuksia. Sääntöjä syntyy muun muassa poliittisten tavoitteiden kautta, teollisuuden ja hallituksen neuvotteluissa ja työmarkkinaneuvotteluissa.
- Markkina-aluetta sääteleviin normeihin kuuluvat markkinoita, omistusoikeuksia, tuotteen laatua, tuotevastuuta, kilpailusääntöjä, turvallisuusvaatimuksia ja markkinatukia koskevat lait ja ohjeet. Toimintaa ohjaa-

vat myös yritysten ja niiden asiakkaiden väliset suhteet ja asiakastarpeet.

- Kulttuurista hallintotasoa ohjaavat tiedon levittämistä tai tuottamista säätelevät normit, sekä erilaiset yhteiskunnan kulttuuriin arvoihin sisältyvät näkemykset tekniikan arvosta, kuten turvallisuudesta tai vaikutuksista ympäristöön ja terveyteen.

Sosiotekninen ympäristö kuvaa sitä miljöötä, jossa elämme ja johon kuuluvat muun muassa koko rakennettu ympäristömme, kuten tehtaat, kylät, kaupungit, liikenneväylät ja koko infrastruktuuri (Geels 2002). Lisäksi sosiotekniseen ympäristöön luetaan kuuluvaksi yhteiskunnallista vakautta tai epävakautta luovat tekijät, kuten sodat, muuttoliikkeet, poliittiset koalitiot, ympäristöongelmat, sekä syvät kulttuuriarvot, kuten uskonto, tavat ja uskomukset (Rip ja Kemp 1998). Tällä tasolla olevien tekijöiden muuttuminen on hidasta.

Tuotekehitystaso on ennen kaikkea yritysten ja tutkimuksen maailma, jossa kehitetään uutta tekniikkaa ja ohjataan niitä markkinoille.

Uuden tekniikan kehittymisen katsotaan olevan vahvasti sidoksissa ympäröivään yhteiskuntaan ja sen hallintotasoon. Sosioteknisen muutoksen mallin mukaan vahvin tekniikan suunnan määrääjä on yhteiskunnan sisäinen keskustelu, jonka avulla yritysten ja asiakkaiden näkemykset vaikuttavat poliittisiin päättäjiin, jotka puolestaan määrittävät lainsäädäntöä ja jakavat varoja tekniikan kehittämiseen. Esimerkiksi yhteiskunnan kannalta jotkin tekniset järjestelmät ovat tärkeämpiä kuin toiset, jolloin niitä tuetaan taloudellisesti ja niiden kehityksen tueksi kehitetään soveltuvaa ympäristöä, vahvistavaa ohjeistusta tai lainsäädäntöä (Rip ja Kemp 1998). Tiedeyhteisöt saattavat myös ohjata omaa tutkimustaan yritystarpeen mukaan. Rakennetun ympäristön tarpeet voivat luoda tarvetta kehittää uusia tekniikoita ja saattavat siten ohjata kehityksen suuntaa.

Sosiotekninen ympäristö luo kehityksen hallinnollisen tason toiminnalle. Sosiotekninen ympäristö muuttuu hitaasti ja vain osittain hallinnollisen tason päätösten seurauksena. Sen muuttumiseen vaikuttavat ennen kaikkea ulkoa tulevat paineet, kuten megatrendit (ikäntyminen, maahanmuutto, kaupungistuminen, uudet koko yhteiskuntarakennetta muuttavat tekniikat), katastrofit (epidemiat, luonnon suuronnettomuudet, sodat) sekä muut ulkopäin nousevat laajakantoiset asiat (maankäytön tarpeet).

Sosioteknisen muutoksen mallia on käytetty hyväksi tutkimuksissa, joissa on pyritty luomaan markkina-alueita ja yhteiskunnallista hyväksyttävyyttä uusille teknologisille tuotteille (katso esimerkiksi Smith ym. 2005; Smith ja Stirling 2008; 2010). Lisäksi sitä käytetään strategisessa roadmap-tutkimuksessa (katso esimerkiksi Wessberg ym. 2014). Foxon ym. (2010) kehittivät Geelsin mallia ja siirsivät aiemmin sosiotekniseen ympäristöön kytketyn infrastruktuurin regime-tasolle ja antoivat sille näin ollen muuttuvamman luonteen.

Malli on hyvin kokonaisvaltainen, mutta sitä on kritisoitu siitä, että se ei kykene selittämään kaikkia muutokseen liittyviä tekijöitä, kuten

- ihmisten jokapäiväisiä tapoja ja käytäntöjä (Shove ja Walker 2007; 2010)

- paikallisia ja alueellisia tekijöitä (Späth ja Rohrer 2010; 2012; Raven ym. 2012; Coenen ym. 2012)
- tai suurten kaupunkien vaikutusta (Hodson ja Marvin 2009; 2010).

Mallia on arvosteltu myös siksi, että sitä tukevilla tutkimuksissa ei ole voitu osoittaa yhteiskunnan regimien vahvaa roolia muutoksessa (Genus ja Coles 2008). Tämän vuoksi teoria tarvitsee tuekseen myös muita malleja tai teorioita (Geels 2010; Nieminen ym. 2011b). Eräs tällainen malli on Dolatan (2009) malli tekniikan muutoskapasiteetista, joka pyrkii selittämään, millä tavalla eri mittakaavan omaavat tekniikat mukautuvat yhteiskuntaan.

Dolata (2009) nostaa esiin, että erityyppiset tekniikan alueet vaativat erilaiset kehityspotut, jotka riippuvat tekniikka-alakohtaisesta muutoskapasiteetista ja tekniikan taloudellisesta merkityksestä. Kehityspotuja on lukuisia (Dolata 2009):

- Suuren mittakaavan ja suurta pääomaa vaativat tekniikat vaativat kehityksen tueksi yhteiskunnan panostusta ja rahoitusta (avaruustekniikka, fuusioreaktorit).
- Hajautettu kehitystyö ja markkinoiden mukaan kasvava strategia sopii pienempimittakaavaiseen kehitystyöhön, kuten biotekniikkaan.
- Lääketieteen innovaatioiden kehittäminen tapahtuu tiedemaailman ja teollisuuden yhteistyössä.
- Teollisuusalihankintaa tekevä valmistusteollisuus tai media- ja viihdeteollisuus toimivat pääosin oman tuotekehityksensä avulla ja hyvin vähäisellä tiedemaailman tuella.
- Jos uusi tekniikka on helposti otettavissa osaksi toista jo käytössä olevaa tekniikkaa, sen käyttöönotto on nopeaa (matkapuhelimet, koneiden Internet).

Yhteiskunnan panostusta tarvitaan lisäksi muun muassa ympäristö- tai turvallisuusvaatimusten vuoksi kehitettävien tekniikoiden kehittämiseen, kuten tuuli- ja aurinkovoimalat sekä polttokennomootorit ovat osoittaneet.

Erilaisista lähtökohdista riippuen tekniikoiden muutoskapasiteetti ja sopeutettavuus yhteiskuntaan vaihtelee. Uudella tekniikalla voi olla suuri muutoskapasiteetti, joka vie sitä nopeasti eteenpäin. Sama tekniikka voi olla yhdellä sektorilla taloudellisesti nopeaa ja helppoa ottaa käyttöön, mutta jollain toisella käyttöalueella sen käyttöönotto voi kestää kauan.

### 1.3 Riskitutkimuksen kehitys

Riskin alkusanana pidetään kreikankielistä  $\rho\iota\zeta\alpha$ , joka on alun perin tarkoittanut juurta, mutta sittemmin myös karia ja luotoa (Skjong 2005). Suomeen termi "riski" on todennäköisesti kulkeutunut Ruotsin kautta (*risk*) pohjautuen ranskankielen sanaan *risque*, joka tarkoittaa vahingonuhkaa tai vaaraa. Latinankielinen verbin *risicare* tarkoittaa "purjehtia kareja vältellen". (Meri 1991.)



Vanhimpia tunnettuja riskin määritelmiä on vuodelta 1921 oleva Knightin rahoitusriskejä koskeva selitys, jonka mukaan riski tarkoittaa mitattavissa olevaa epävarmuutta (Rowe 1997, 11). Vakuutus- ja rahoitusalaalla riski tarkoittaa yhä menetyksen mahdollisuutta; riski on sama kuin tappiota aiheuttavan ilmiön todennäköisyys (Head 1967) tai tappioon liittyvä epävarmuus (uncertainty of loss) (Denenburg ym. 1974). Taloustieteissä termiä on käytetty myös positiivisessa mielessä; riski otetaan jonkin hyödyn saavuttamiseksi.

Jo 1940-luvulla riski yhdistettiin myös luonnononnettomuuksiin. Riski määriteltiin luonnon aiheuttamaksi katastrofiksi, josta on välittömiä ja vakavia vaikutuksia sekä ihmisille että taloudelle, mutta jonka esiintymistä ei voida tilastollisesti ennustaa (Coppola di Cantano 1947).

Voimakas riskianalyysien kehittäminen alkoi 1970-luvulla, jolloin julkaistiin ydinreaktoreiden turvallisuutta käsittelevä WASH-1400-raportti (Lewis ym. 1978). Siinä nostettiin esille tapahtumapuuhun perustuva todennäköisyyspohjainen riskien arviointimenettely (Probabilistic Risk Assessment, PRA). Menettely mahdollisti riskin esiintymistajuuden arvioinnin, minkä vuoksi etenkin ydinvoimaloita kehoitettiin ottamaan se välittömästi käyttöön (Lewis ym. 1978). Riskianalyysiin yhdistettiin vähitellen yhä laajempien tapahtumaketjujen tutkiminen, ja 1980-luvulla riski sai uuden määritelmän kolmen eri tekijän – skenaarion, todennäköisyyden ja seurausten – funktiona (Kaplan ja Garrick 1981). Käytännössä riski määritettiin tapahtumaskenaarion todennäköisyyden ja sen seurausvaikutusten funktiona.

Riskianalyysistä tuli 1980-luvulla prosessiteollisuuden jokapäiväinen työväline edellisen vuosikymmenen suuronnettomuuksien<sup>2</sup> ja vuoden 1984 vakavien kemikaalionnettomuuksien<sup>3</sup> seurauksena. Ensimmäinen direktiivi<sup>4</sup>, jonka tavoitteena oli ehkäistä vaarallisista aineista aiheutuvia suuronnettomuuksia, annettiin vuonna 1982 (Direktiivi 1982/501/ETY). Vähitellen uusia viranomaismääräyksiä kohdennettiin erilaisiin prosessien häiriömahdollisuuksiin, jotta voitiin vähentää häiriöistä aiheutuneita henkilö- ja ympäristövahinkoja sekä mahdollisia tuotantotappioita.

Suomessa prosessiteollisuuden riskienhallinnan tutkimus oli vahvaa 1980- ja 1990-luvuilla. Tutkimus kohdistui muun muassa turvallisuus- ja riskianalyysien laatuun ja luotettavuuteen (esim. Suokas 1985; Rouhiainen 1988), tuotesuunnittelun turvallisuuteen (esim. Reunanen 1993), vaarallisten aineiden riskien arviointiin (esim. Kakko 1991) ja teollisuusprosessien turvallisuuden tai päästöriskien tarkasteluun (esim. Toola 1992; Rossi 1991; Holmberg 1997).

Ympäristötieteiden puolella riskiin alettiin 1990-luvulla liittää haavoittuvuuden käsite. Tämän suuntauksen mukaan riski koostuu vaarasta, joka sisältää onnetto-

---

<sup>2</sup> Ns. Seveson kemikaalionnettomuus 1976, Flixboroughin kemikaalionnettomuus (27 välitöntä kuolemaa), Mississaugan kemikaalijunan onnettomuus Kanadassa 1979 (Lagadec 1987).

<sup>3</sup> Vuonna 1984: Bhopalin myrkyllisen kaasun vuoto Intiassa (noin 2000 välitöntä kuolemaa), Cubataon bensiinin räjähdys ja palo Brasiliassa (500 kuollutta), Mexico Cityn kaasuräjähdyksen (noin 450 kuollutta) (Lagadec 1987).

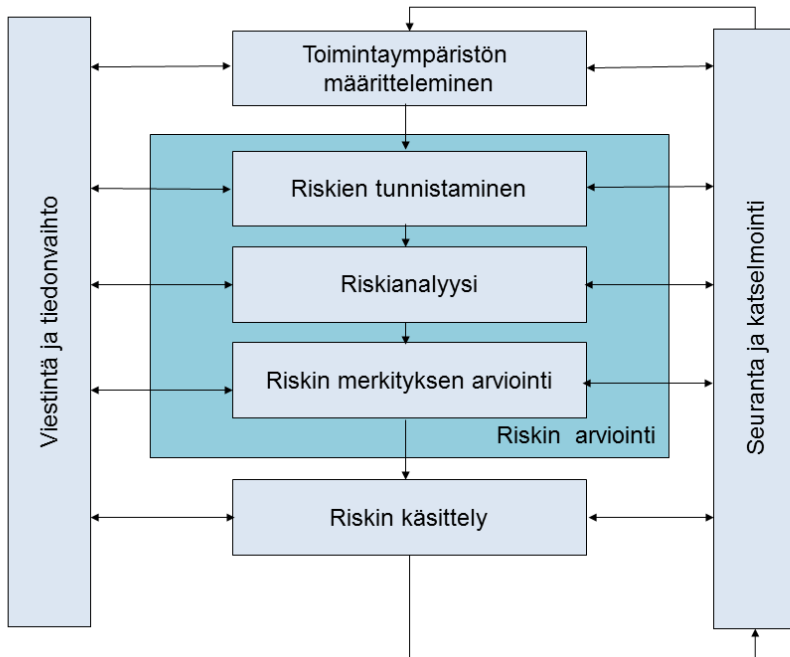
<sup>4</sup> Direktiiviä kutsuttiin Seveso-direktiiviksi Medan kaupungissa tapahtuneen (Santti ja Tenovuo 1985, 170), Seveson onnettomuudeksi kutsutun kemikaalionnettomuuden vuoksi.

muuden vakavuuden ja todennäköisyyden, sekä haavoittuvuudesta, joka koostuu syytekijöistä, kuten sosiaalisesta tilanteesta, turvattomista olosuhteista ja huonosta yhteiskuntarakenteesta. (Etkin 1999; Villagrán de Leon 2006; Walker ym. 2011.) Tähän tutkimussuuntaan pohjautuvia riskianalyysimenetelmiä ovat muun muassa vesivoimalaitoksille kehitetty riskianalyysi, joka huomioi ilmastoskenaariot haavoittuvuuden tekijänä (Molarius ym. 2010), sekä Euroopan liikenneverkoston riskiindeksimenettely, jossa haavoittuvuutta aiheuttavat sään ääri-ilmiöiden lisäksi liikenneinfrastruktuurin kunto ja asukasmäärä (Molarius ym. 2014). Myös yrityksen käyttöön suunnattu menettely riskianalyysin ja vesijalanjäljen määrittämisestä yhteiskunnallisesti hyväksyttävän sijoituspaikan valitsemiseksi ottaa huomioon ympäristön haavoittuvuuden (Saarivuori ym. 2015).

## 1.4 Riskianalyysin standardointi

Suomessa riskianalyysi standardisoitiin jo vuonna 1986 määrittelemällä se SFS 3750 Luotettavuussanastossa seuraavasti: Riskianalyysi on selvitys, jossa riskit esitetään järjestelmällisesti ja objektiivisesti tunnistamis-, mallintamis- ja laskentamenetelmien avulla esiintymistodennäköisyytensä ja seuraustensa funktiona (SFS 3750 1986). Uusimmat standardit ovat käännöksiä kansainvälisistä standardeista, joita tuottavat esimerkiksi International Organization for Standardization, ISO ja International Electrotechnical Commission, IEC. IEC:n teknisten järjestelmien riskianalyysi riskianalyysijä koskeva standardi antoi ohjeita soveltuvan riskianalyysimenetelmän valintaan ja käyttöön (SFS-IEC 60300-3-9 2000). ISO:n työryhmä valmisteli puolestaan viimeisimmän riskienhallintastandardin ISO 31000, Risk management – Principles and guidelines.

Itse riskianalyysi on standardoitu sekä teknisten järjestelmien riskianalyysin standardin että riskienhallinnan standardin avulla. Teknisten järjestelmien riskianalyysi (SFS-IEC 60300-3-9 2000) määrittelee riskin epätoivotun tietyn vaarallisen tapahtuman, alkutapahtuman, todennäköisyyden ja seurauksen yhdistelmänä. Riskienhallinta-standardin (SFS-ISO 31000 2011) mukaan riski tarkoittaa epävarmuuden vaikutusta tavoitteisiin nähden (effect of uncertainty on objectives). Tällöin tarkastelun fokuksessa on haitallisesta tapahtumasta alkaneen seurausketjun loppupää, jolloin määritetään tarkemmin, mitä tapahtuman seurausvaikutusta pyritään hallitsemaan. Vastaavasti todennäköisyyden tarkastelu ei käsittele alkunonnettomuuden todennäköisyyttä, vaan sitä todennäköisyyttä, millä seuraukset kohdistuvat riskiksi määritellyyn kohteeseen (Leitch 2010). SFS-ISO 3100 -standardin mukainen riskinhallintaprosessi on esitetty kuvassa 2. Standardin määritelmä hyväksyy riskille myös positiivisen seurauksen, mahdollisuuden.



Kuva 2. Riskinhallintaprosessi SFS-ISO 31000 -standardin mukaan.

Kun vielä 1990-luvulla riski määritettiin haitallisen onnettomuustapauksen todennäköisyyden ja seurausten funktiona, SFS-ISO 31000 -standardin määritelmässä korostuu nyt haitallisten seurausten todennäköisyys ja suuruus. Näin standardi huomioi riskienhallinnan diskurssissa tapahtuneen muutoksen, joka liittyy riskianalyysiprosessin yhä lähemmäksi skenaarionäkökulmaa. Tämä on seurausta riskianalyysien käytön laajenemisesta etenkin ympäristötieteiden ja sosiologisten alueille, joissa tarkastelun kohteena ei ole tietty onnettomuus vaan sen seurausten kohde, altistuja. Enää häiriötilanteita itsessään ei mielletä riskeiksi, vaan vasta niiden seurauksivaikutukset, joilla on suora kosketus ihmisiin, ympäristöön, yhteiskunnan toimintoihin tai omaisuusvahinkoihin.

Standardin mukaan riskien analysoinnissa voidaan käyttää joko laadullisia tai määrällisiä riskianalyysimenetelmiä, mutta niihin tulee sisällyttää sekä riskin seuraukset että seurausten epävarmuus. Seurausten ja todennäköisyyden kuvaustapaan vaikuttavat riskin tyyppi, saatavilla oleva tieto ja riskianalyysin tavoite; minkälaiseen tarpeeseen riskianalyysin tuloksia tullaan käyttämään. (SFS-ISO 31000 2011.)

Ensimmäinen riskin arviointiprosessin vaihe on riskin tunnistaminen, jossa etsitään ja kartoitetaan kohdetta uhkaavat vaaratekijät (riskin lähteet) ja niiden vaikutusalueet ja mahdolliset syyt. Tämän jälkeen riskianalyysivaiheessa kartoitetaan

tarkemmin riskistä kohteelle aiheutuvat seuraukset ja niiden esiintymistajuus. Riskin merkityksen arviointi puolestaan tarkoittaa päätöksentekoprosessia, jossa verrataan tarkastelussa havaittua riskitasoa ennalta määriteltyihin riskikriteereihin, määritetään, onko riski tai sen suuruus hyväksyttävä tai siedettävä, ja päätetään riskiltä suojautumisesta. Riskin arviointiprosessin jälkeen seuraa riskien käsittelyvaihe. Siinä määritetään kaikki ne toimenpiteet, joilla riskiltä suojaudutaan. (SFS-ISO 31000 2011.)

## 1.5 Riskiyhteiskunnan riskipäätökset ja niiden hallinta

Teknologian nopea kehitys lisäsi myös teknisten riskien esiintymisen mahdollisuutta. Sosiologi Ulrich Beck nosti 1990-luvun alkupuolella esiin käsitteen *riskiyhteiskunta* tarkoittaen sillä yhteiskuntaa, joka ei enää kykene hallitsemaan tuottamiaan riskejä, vaan altistuu yhä enemmän omalle dynamiikalleen (Beck 1995). Tällöin yhteiskunnassa edistyksen negatiiviset vaikutukset kasvavat suuremmiksi kuin kehityksen tuoma hyvinvointi.

Riski voidaan mieltää positiiviseksi tai negatiiviseksi tulemaksi tehdystä päätöksestä (Power 2004). Luhmann (1990) esitti, että riski tarkoittaa ihmisen päätöksestä, riskipäätöksestä, aiheutuvia kokonaiskustannuksia, kun taas vaara tarkoittaa ulkoa tulevaa häiriötä, jota ei voi ennustaa, eikä siihen voi varautua. Tämän käsitteparin kautta Luhmann nostaa huomion kohteeksi sen, että yhteiskuntaa ohjataan ns. riskipäätösten kautta ja että päätösten laadulla on suuri merkitys yhteiskunnan toimivuuden kannalta. Airaksinen (2012) jakaa osittain Luhmannin näkemyksen toteamalla, että ”kaikki riskit ovat siis lähtöisin yksilöstä ja ne uhkaavat juuri yksilöä”. Useimmiten riski on kuitenkin yhä määritelty epätoivotun tapahtuman todennäköisyyden ja mahdollisten seurausten kautta (Lough ym. 2005; Habegger 2008).

Rowen (1997) mukaan riskien lisääntyminen aiheutuu siitä, että olemassa olevia riskejä tunnistetaan riskeiksi vasta muuttuvassa ympäristössä. Lisäksi uusia riskejä syntyy joka hetki, ja jo olemassa olevien riskien intensiteetti saattaa muuttua vahvemmaksi. Esimerkiksi Aini ja Fakhurul-Razi (2010) osoittivat, että onnettomuuksien tapahtumisen ja alkuperäisen syytekijän ilmaantumisen välillä saattaa olla vuosien, jopa vuosikymmenien viive. Uusien tekniikoiden on todettu lisäävän onnettomuuteen johtavien tekijöiden määrää esimerkiksi tietotekniikkariippuvuuden, kemikaalien ja jätteiden lisääntymisen sekä palolle herkän uudisrakentamisen vuoksi (Parker ja Handmer 1992). Viime vuosina tietojärjestelmien mahdollistamat riskit ja etenkin kyberriskit ovat lisääntyneet ja olleet uusi, merkittävä tutkimuksen kohde (Bajpai ja Gupta 2007; Veldman ym. 2011; Ahonen 2010).

Riskianalyysimenetelmien kehittyminen ja yleistyminen 1990-luvun aikana muuttivat teollisuuden riskianalyysit rutiinomaisiksi, osittain pintapuolisiksi tarkasteluiksi. Tällöin havaittiin, että analyyseissä ei enää huomioitu riittävästi inhimillisten tekijöiden vaikutusta toiminta- ja tuotantoprosesseihin eikä useiden tekijöiden ristivaikutuksia. (Renn 1998.) Tämän seurauksena kehitettiin 2000-luvulla uusia riskien arviointitapoja, joissa yhdistettiin ympäristölliset, tekniset ja sosiaaliset

näkökulmat (esim. van Asselt 2000; Peterson et al. 2000; Pollard ym. 2004; Moughugh ja Mosleh 2009).

Riskianalyysijä tarkasteltaessa on havaittu, että teolliset toimijat eivät kiinnitä riittävästi huomiota ulkoa tuleviin uhkiin, kuten luonnonilmiöihin (Fendler 2008). Nämä ovat usein systeemisten riskien aiheuttajia. Klinker ja Renn (2006) arvioivat, että pahimmat systeemiset riskit ovat riskejä, joiden seurausvaikutus on suuri, mutta niiden todennäköisyyttä pidetään pienenä kehitetyn tekniikan vuoksi, tai riskejä, joiden seuraukset tunnetaan, mutta niihin ei osata puuttua vaikutusten viivästymisen vuoksi.

Luonnonvoimien ja tekniikan vuorovaikutuksesta aiheutuvia ulkoisia riskejä on alettu kutsua NaTech-riskieiksi (*natural-technical*) (Krausman ja Baranzini 2012). Niihin kuuluvat erilaisten luonnonilmiöiden teknisille järjestelmille, kuten tehdaslaitoksille, vesi- ja viemärijärjestelmille, sähköjärjestelmille ja tiedonsiirtojärjestelmille aiheuttamat riskit. Uhkatilanteita voivat aiheuttaa monen ulkoisen vaaratekijän samanaikainen esiintyminen (*multi-hazard*) tai yhdestä vaaratekijästä aiheutuneet erilliset kohdetta uhkaavat riskit (*multi-risk*). Teknisistä järjestelmistä sähkönjakelun katkot ovat aiheuttaneet merkittävimmät systeemiset riskit, kuten vuonna 2003 Kanadassa ja Yhdysvalloissa (Pourbeik ym. 2006) ja Italiassa (Berizzi 2003) sekä vuonna 2006 Saksassa (Li ym. 2007) tapahtuneet sähkökatkot osoittavat. Seurauksiltaan vähintään yhtä vakavia riskejä voi aiheutua terrorismista ja vandalismissa, joiden on nähty kohdistuvan enenevässä määrin kaupunkiympäristöihin (Kopomaa 2005).

van Asselt (2000) esitti monitieteellisten riskianalyyysien ratkaisuksi *yhdennettyä arvottamista*. Se tarkoittaa systemaattista ryhmätyöhön perustuvaa prosessia, jonka avulla voidaan käsitellä kompleksisia aiheita, ja käyttää eri tieteenalojen ja asianosaisten tietotaitoa siten, että lopputulokseksi saadaan yhteinen näkemys aiheesta päätöksentekijöiden käyttöön. Shi ym. (2011) nostivat esiin tarpeen integroidulle onnettomuuksien hallitsemiselle (integrated disaster management), joka koostuu monitieteellisistä ja monialaisista työpajoista riskien tutkimiseksi ja hallitsemiseksi.

Yhdennettyä arvottamista on käytetty muun muassa ilmastomallien (Goodess ym. 2003) ja jäätiköiden haavoittuvuuden (Hegglin ja Huggel 2008) tarkastelussa, mutta myös sosiaalisten olosuhteiden analysoinnissa (Taylor 2012). Myös Euroopan komissiolla on oma yhdennettyyn arviointiin perustuva vaikutusten arvioinnin menettelytapansa (CEC 2002; 2005), jonka avulla komissio varmistaa, että kaikki mahdolliset taloudelliset, sosiaaliset ja ympäristölliset vaikutukset on huomioitu esiin nousevissa ehdotuksissa (de Ridder ym. 2007).

## 1.6 Teknisten riskien tunnistamiseen liittyvät säädökset

Teknisten riskien hallintaa pyritään Euroopassa ohjaamaan kolmen päämenettelytavan kautta. Ensinnäkin yksittäisten koneiden tai laitteiden riskienhallintaa ohjaa ns. konedirektiivi (Direktiivi 2006/42/EY), joka velvoittaa laitteiden valmistajia huolehtimaan siitä, että koneen tai laitteen käyttämisestä ei aiheudu vaaraa sen käyt-

täjälle. Toiseksi, jos käytettävään tekniikkaan liittyy vaarallisten kemikaalien käyttöä tai varastointia, sen käyttöä ohjaavat määräykset tulevat ns. Seveso-direktiivien kautta. Kolmanneksi jos teknisestä tai muusta toiminnasta voi aiheutua merkittäviä vaikutuksia ympäristöön, niiden ohjaus tapahtuu ympäristövaikutusten arviointimenettelyn kautta.

Euroopan yhteisön konedirektiivin perusteella riskien tunnistaminen ja niiden poistaminen kuuluu koneen tai laitteen valmistajalle tai tämän valtuutetulle edustajalle (Direktiivi 2006/42/EY). Kone- ja laitesuunnittelun alueella uusista tekniikoista aiheutuvat riskit pyritään minimoimaan jo tekniikoiden kehitysvaiheessa, ja riskit pyritään viimeistään poistamaan tekniikan käyttöönoton yhteydessä. Valmistajan ei kuitenkaan ole mahdollista tunnistaa kaikkia niitä riskitekijöitä, joita koneen tai laitteen käyttö aiheuttaa esimerkiksi uudessa teollisessa prosessissa tai rakennuksessa ja luonnonympäristössä. Tältä osin riskien tunnistaminen on toiminnanharjoittajan vastuulla.

Vaarallisista aineista aiheutuvia onnettomuusriskejä on pyritty estämään Euroopassa ns. Seveso-direktiiveillä vuodesta 1982 alkaen. Direktiivit velvoittavat toiminnanharjoittajia tunnistamaan ja hallitsemaan kaikki sisäisistä tai ulkoisista syistä aiheutuneet riskit. Veloitteiden laajuus riippuu laitosalueella säilytettävien, käytettävien ja varastoitavien kemikaalien laadusta ja määrästä. Kun ensimmäinen direktiivi (Direktiivi 1982/501/ETY) pyrki estämään suuronnettomuuksia laitostasolla, Seveso II -direktiivissä (Direktiivi 96/82/EC) nostettiin esiin maankäytön suunnittelun vaatimat näkökohdat ja vaatimukset suhteessa kemikaaleja käyttäviin ja varastoihiin yrityksiin. Käytännössä tämä tarkoitti riittävien suojaetäisyyksien muodostamista kemikaaleja käyttävien laitosten ympäristöön. Näitä pyrittiin muodostamaan 2000-luvun alussa arvioiden kvantitatiivisin menettelytavoitin tarvittavien suoja-alueiden laajuutta. Se ei kuitenkaan onnistunut, sillä monissa tapauksissa joko tietoa riskin toistuvuudesta ei saatu tai suojaetäisyydet kasvoivat niin suuriksi, että niitä oli mahdotonta toteuttaa (Cozzani ym. 2006).

Seveso III -direktiivi astui voimaan vuonna 2012 (Direktiivi 2012/18/EU). Toulousessa vuonna 2001 tapahtunut onnettomuus osoitti, että onnettomuustilanteessa vastuun kantajina ovat sekä yritys että yhteiskunta silloin, kun suuronnettomuusvaarallisten laitosten sallitaan sijoittuvan olemassa olevan asutuksen joukkoon (Dechy ym. 2004). Viimeisin direktiivin muutos velvoittaa toiminnanharjoittajia tekemään yhteistyötä tietojen vaihtamiseksi ja tiedottamiseksi väestölle ja sellaisille lähistöllä sijaitseville tuotantolaitoksille, joihin mahdolliset onnettomuuksien vaikutukset saattaisivat kohdistua. Lisäksi direktiivi velvoittaa jäsenvaltioita huolehtimaan siitä, että vaaraa aiheuttavien yritysten ja asuinalueiden välillä on riittävä etäisyys ihmisten suojaamiseksi. (Direktiivi 2012/18/EU.)

Suomessa uutta tekniikkaa tai laitetta käyttöönotettaessa riskien tunnistaminen on määrätty EU-direktiivin mukaisesti toiminnanharjoittajan vastuulle. Toiminnanharjoittajan on oltava selvillä toimintansa haitallisista vaikutuksista ja ryhdyttävä tarvittaessa toimenpiteisiin haitallisten seurausten minimoimiseksi kuten Kemikaalilaki (Laki 744/89), Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin valvonnasta (Asetus 855/2012) ja Ympäristönsuojelulaki (Laki 527/2014) edellyttävät. Vuoden 2013 alussa voimaan tulleessa Valtioneuvoston

asetuksessa vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin valvonnasta (Asetus 855/2012) toiminnanharjoittajien vastuita kasvatettiin ja toiminnanharjoittajilta vaaditaan yhteistoimintaa onnettomuuksien ehkäisemiseksi. Asetus edellyttää, että mikäli ”tuotantolaitokset sijaitsevat samalla tehdasalueella ja ne muodostavat toiminnallisen kokonaisuuden tai ne sijaitsevat niin lähellä toisiaan, että tuotantolaitoksessa tapahtuvasta onnettomuudesta voi aiheutua vahinkoa toisen tuotantolaitoksen alueella, toiminnanharjoittajien on toimittava yhteistoiminnassa onnettomuuksien torjumiseksi ja niiden leviämisen estämiseksi” (Asetus 855/2012). Yhteistoiminta koskee muun muassa suuronnettomuusvaaroja koskevaa tiedonvaihtoa, pelastussuunnittelua ja pelastusharjoituksia.

Myös EU:n ulkopuoliset maat ovat ottaneet direktiivit huomioon omassa lainsäädännössään omien lähtökohtiensa kautta. Esimerkiksi Norjassa annettiin vuonna 2005 Seveso-direktiivejä vastaava asetus koskien suuronnettomuuksien estämistä ja rajoittamista (Storulykkeforskriften 2005). Norjan ja myös Englannin suuronnettomuuslainsäädäntö on kehittynyt työympäristön turvallisuuslainsäädännön kautta (Lindøe ja Stene 2011). Norjan lait pohjautuvat Kurt Lewinin kehittämään toimintatutkimukseen, joka ohjaa päätöksentekijöitä kehittämään toimintaansa osallistavien ja demokraattisten menetelmien avulla (Lindøe ja Stene 2011). Lewinin malli kehittyi vähitellen malleiksi, jotka yhdistivät ihmiset, tekniikan, toimintaorganisaation ja instituutit kokonaisuudeksi, jossa onnettomuudet syntyvät (katso esim. Reason 1997, Rasmussen 1997, Leveson 2004). Lindøe ja Stene (2011) toteavat, että Norjassa työympäristöä koskevat päätökset tehdään kolmikannassa teollisuus, lainsäätäjät ja ammattiliitot, ja päätöksenteon tavoitteena on työympäristön jatkuva parantaminen yhteistyön avulla. Tämän vuoksi laki sisältää myös ohjeistusta organisaatioiden sisäisestä valvonnasta koskien kemikaalien käyttöä ja turvallisuuden parantamista (Lindøe ja Stene 2011).

Ympäristövaikutusten arviointiprosessi (YVA) nousi esiin vuonna 1992 Rion julistuksessa (Rio Declaration on Environment and Development), jossa sen käyttöönottoa vaadittiin. Ruotsissa menettely oli otettu käyttöön jo vuonna 1981 osana ympäristönsuojelulakia, mutta se koski vain projektien ympäristövaikutusten arviointia. Jo vuonna 1987 menettelyä laajennettiin ja se sisällytettiin lakiin luonnonvarojen hallinnasta. Ruotsin liityttyä EU:hun sen lainsäädäntö yhtenäistettiin EU:n lainsäädännön kanssa. (Bruhn-Tysk ja Eklund 2002) Suomen lainsäädäntöön YVA-menettely otettiin vuonna 1994 maan liityttyä EU:hun. Tanskassa YVA-säädökset on sisällytetty maankäytön suunnittelulakiin. YVA on siellä poliittinen prosessi, jossa päätöksen tekevät poliitikot ja valitukset osoitetaan pääosin poliitikoista muodostuvalle lautakunnalle. Tehdyssä viranomaispäätöksessä määrätään lopullinen toteutusvaihtoehto. Tanskan mallissa ei ole juuri korostettu vuorovaikutteisuutta ympäristön asukkaiden kanssa, ja käytännössä sitä on tapahtunut vain kaupunkisuunnittelun yhteydessä. (Huhtinen 2006.)

## 1.7 Suuntaus kohti kokonaisvaltaista riskienhallintaa

Vaikka teknisiin järjestelmiin liittyvien riskien tunnistaminen ja hallinta on määritelty lainsäädännöllä toiminnanharjoittajan vastuulle, viimeaikainen suuntaus on lisännyt myös viranomaisten roolia riskien ehkäisyssä. Esimerkiksi Ranskassa annettiin uusi laki teknisten ja luonnononnettomuuksien ehkäisemisestä Toulousen vuoden 2001 suuronnettomuuden jälkeen, mikä siirsi vastuuta puhtaasta yritysvastuusta yhteisöllisempään suuntaan mahdollistamalla eri asianosaisten osallistumisen riskien ehkäisemistä koskevaan päätöksentekoon. Lain voimaantulon jälkeen maassa on kehitetty uusia menettelytapoja, jotka velvoittavat myös viranomaisia olemaan tietoisia eri toimijoiden mielipiteistä ja näkemyksistä riskeihin nähden ja ottamaan ne huomioon päätöksenteossa. Menettelytavalla päätöksentekoon sidotaan mukaan kaikki asianosaiset ja viranhaltijat. (Salvi ym. 2005.)

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) julkisti vuonna 2003 toimenpideohjelman systeemisten riskien hallitsemiseksi (Emerging Risks in the 21<sup>st</sup> Century). Raportissa kehoitetaan valtioita ottamaan käyttöön entistä laajempi riskinäkökulma esimerkiksi kokoamalla yhteen eri alan asiantuntijoita sekä ”kovan” tieteenalueelta että sosiaali- ja taloustieteiden alueelta ja lisäämällä näiden välistä dialogia riskien hallitsemiseksi (OECD 2003). OECD:n esitys laaja-alaisten riskien tunnistamiseksi edellyttää uusia institutionaalisia mekanismeja monitieteellisen dialogin aikaansaamiseksi, ja sen perustana tulee olla osapuolten keskinäinen luottamus (Hellström 2009). Hellström (2009) korostaa, että OECD:n tavoitteiden saavuttamiseksi riskien tunnistamisessa käytettävissä menetelmissä tulee korostaa dialogia, sosiaalista sitoutumista, yhteistä tulkintaa ja monikanavaista palautetta.

Luonnon ja ihmisten aiheuttamien suuronnettomuuksien ehkäisemiseksi Euroopan komissio antoi vuonna 2009 riskienhallintaa koskevan päätöksen ”Euroopan komission päätös koskien suuronnettomuuksien ehkäisemistä EU:n alueella” (European Union 2009). Päätöksen mukaan Euroopan komissio tuottaa ohjeiston riskienhallinnan ja ehkäisemisen vähimmäistasosta ja laatii poikkileikkaavan (*cross-sectoral*) kuvan ihmisen ja luonnon aiheuttamista suuronnettomuuksista. Jäsenvaltioita kehoitetaan hyödyntämään komission tekemää työtä onnettomuuksien ehkäisemiseksi ja myös kehittämään kansallisia menetelmiä luonnon ja ihmisten aiheuttamien riskien hallitsemiseksi. (European Union 2009.)

Yhtäaikaisesti esiintyvien riskien (*multi-risk*) ja vaaratekijöiden (*multi-hazard*) tunnistamiseksi sekä erilaisten yhteiskunnallisten seurausvaikutusten hallitsemiseksi Euroopan komissio julkaisi ohjeiston ”Risk Assessment and Mapping Guidelines for Disaster Management” (European Union 2010). Se on tarkoitettu muun muassa riskienhallinnasta vastaaville kansallisille viranomaisille, ja sen tavoitteena on parantaa EU:n jäsenvaltioissa tehtävien riskianalyyysien yhtenäisyyttä. Ohjeiston avulla toivotaan saavutettavan jäsenvaltioiden yhteinen näkemys muun muassa rajat ylittävien riskien hallinnassa. EU:n ohje painottaa tilastojen käyttöä riskien tunnistamisessa, mutta korostaa myös, että laadullisia metodeja, kuten asiantuntija-arvioita ja avoriihitekniikkaa, tulee käyttää hyödyksi. Ohjeessa kehoitetaan



tarkastelemaan tulevaisuuden riskejä myös tulevaisuudentutkimuksen menetelmin. (European Union 2010.)

## 1.8 Viranomaisten haasteet riskien hallinnassa

Uudet tekniikat<sup>5</sup> otetaan Suomessa käyttöön monien eri lupavaiheiden ja -käytäntöjen kautta. Tästä johtuen lupien myöntäminen eri toimintoille ja toisaalta niiden valvonta ovat usean eri organisaation vastuulla. Tehtävää saattavat hoitaa

- paikallistason viranomaiset (maankäytön suunnittelu, rakennusluvut ja tietyt ympäristöluvut)
- aluetason sektoriviranomaiset (maankäytön ja kaavoituksen ohjaus, ympäristövaikutusten arviointiprosessin ohjaus, ympäristölupien myöntäminen, patoturvallisuus, maaliikenteen seuranta)
- valtion sektoriviranomaiset (kaivosluvut, kemikaaliluvut, ydinvoimaloita koskevat turvallisuustarkastukset).

Lisäksi paikallisen ja alueellisen viranomaisen välimaastossa toimivat pelastuslaitokset, joiden toiminnan kunnat rahoittavat, mutta jotka toimivat alueellisella tasolla. Ne huolehtivat paloturvallisuudesta ja osittain kemikaalien käytön turvallisuudesta.

Riskien hallinnan valvonnan haasteena on valvonnan vastuiden jakautuminen usealle eri viranomaiselle. Ympäristön vaurioitumiseen liittyvät asiat ovat ympäristöhallinnon vastuulla, kemikaali- ja kaivosturvallisuus ovat Turvallisuus- ja kemikaaliviraston vastuulla, säteilyturvallisuus Säteilyturvakeskuksen ja ilmanlaatu kuntien vastuulla. Tällaisessa tilanteessa on haastavaa varmistua siitä, että päätöksenteko perustuu tieteelliseen tietoon siten, että päätöksiä ei tarvitse tehdä kuvitellun tiedon varassa. Esimerkiksi Talvivaaran kaivoksen ongelmatilanteessa havaittiin, että viranomaisten vastuiden jakaantuminen saattaa vaikeuttaa tarkoituksenmukaista toimintaa. Kaivosten ympäristöturvallisuutta selvittävä työryhmä totesi selvityksessään, että viranomaisilla ei ole riittävästi tietoa muissa viranomaisissa vireillä olevista lupahakemuksista tai lupapäätösten muutoksista (Kaivosten ympäristöturvallisuus 2014). Tästä voi aiheutua moninkertaista työtä sekä viranomaisille että toiminnanharjoittajalle ja pahimmillaan ristiriitaisia velvoitteita ja aikatauluja.

Valvovalle viranomaiselle on haastavaa pysyä ajan tasalla uusien tekniikoiden suhteen, sillä tekniikkaa kehittävien yritysten rooli kärkitutkimustiedon hallitsijana on suuri. Jopa Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n kaltaisten tutkimuslaitosten tutkijat toteavat, että uusien kärkiteknologioiden suhteen ollaan usein "kärjen tun-

---

<sup>5</sup> Uudet tekniikat tarkoittavat tässä tutkimuksessa tekniikoita, jotka joko ovat toteutukseltaan täysin uusia ja aiemmin käyttämättömiä tulevassa ympäristössään tai joita on aiemmin tutkittu ja testattu, mutta jotka vasta tulevaisuudessa kehittyvät laajempaan yhteiskunnalliseen käyttöön.

tumassa”, mutta ei aivan kärjessä. Tämä johtuu siitä, että merkittävä osuus uudesta tekniikasta kehitetään yritysten sisällä eikä tämä tieto ole julkisesti saatavilla. Näin ollen yrityksillä on tekniikan kehittäjinä ja käyttöönottajina paljon tietoa, jota voitaisiin hyödyntää yhteiskunnan riskien tunnistamisessa ja arvioinnissa, mutta tällä hetkellä ei ole olemassa menettelytapaa, jolla tämä tieto saataisiin edes viranomaisten tietoon ennen luvituspäätösten tekemistä.

Julkiselle sektorille luo haasteita heikkenevä taloustilanne, jota vastaan alettiin taistella jo vuonna 2003 aloitetulla valtion tuottavuusohjelmalla. Sen tavoitteena oli alun perin kehittää hallintoa yksityisen taloudenpidon periaatteilla (Herranen 2013), mutta Valtiontalouden tarkastusviraston näkemyksen mukaan se on käytännössä näkynyt ja toteutunut valtion leikkausohjelmalla (VTV 2010). Ohjelman seurausvaikutuksena julkisen sektorin henkilöstömäärä on jo nyt monessa organisaatiossa niin vähäinen, että ne kykenevät hoitamaan vain tiukimmin määritellyt tehtävät (Herranen 2013). Heikkenevän taloustilanteen vuoksi julkisen sektorin tulisi tehdä tiiviimpää, tehokkaampaa ja konkreettisempaa yhteistyötä sidosryhmien kanssa sekä kehittää uusia moniammatillisia yhteistyötapoja toisten viranomaisten kanssa (Nerg 2014).

Monen riskin ja usean vaaratekijän yhtäaikaisen esiintymisen aiheuttamien vaaratilanteiden tunnistaminen vaatii uusia työkaluja. Suomen viranomaisten koulutustaso on korkea ja tietopääoma omalta alaltaan suuri, mikä antaa hyvän perustan viranomaisten välisen yhteistyön rakentamiselle. Viranomaisten välisen yhteistyön tarpeesta huolimatta yhteistyö ei ole vielä kovin systemaattista, eikä sitä varten ole luotu yhtenäisiä toimintatapoja. Viranomaisyhteistyö on liittynyt lähinnä satunnaisiin onnettomuustilanteisiin ja viranomaistahojen yhteiseen huoleen jonkin erityisen riskin esiintymisestä (Dufva ym. 2009).

Viranomaisten sektoroituminen, voimavarojen väheneminen ja EU:n esittämät riskienhallinnan kehittämisen vaateet nostavat esiin tarpeen entistä laajemmalle viranomaisyhteistyölle. Siitä huolimatta moniammatillisiin työpajoihin perustuvia riskien tunnistusmenetelmiä ei ole vielä Suomessa otettu käyttöön teknisten riskien tunnistamisen työvälineiksi. Viranomaisyhteistyöhön perustuvia riskien tunnistamisen ratkaisuja ja työkaluja on tutkittu erittäin vähän, minkä vuoksi tätä koskevaa tutkimustietoa ei juurikaan ole. Tutkimuksen vähäisyys on myös esteenä uusien toimintatapojen kehittämiseksi, mikä itsessään on vahva motiivi tämän tutkimuksen tekemiseen.

## 1.9 Yhteenveto

Uusista tekniikoista aiheutuu yhä onnettomuuksia, mikä voi johtua joko heikosta riskien tunnistamisen tasosta tai tunnistettujen riskien aliarvioimisesta, jolloin niiden hallinta pettää. Riskien tunnistamisessa tarvitaan tietoa sekä uusista tekniikoista itsessään että niiden ympäristöolosuhteista. Lisäksi tulee olla ymmärrystä muutosten vaikutuksista niin teknisiin prosesseihin kuin rakennettuun ja luonnonympäristöönkin.

Yhteiskunnan ja tekniikan vuorovaikutuksen tutkiminen alkoi jo 1920-luvulla, mutta aihe on yhä ajankohtainen. Nykyisin yleinen käytetty malli on ns. sosioteknisen muutoksen malli, jonka mukaan uusi tekniikka voi saada aikaan laajemman, koko yhteiskuntaa koskevan muutoksen (Geels 2004; Foxon ym. 2010).

Riskien hallintaan on kiinnitetty huomiota jo 1980-luvulta alkaen, jolloin riskianalyysi ensimmäisen kerran maassamme standardoitiin teollisuuden tarpeita varten. Uusimmassa standardissa on huomioitu voimakkaammin yhteiskunnallinen konteksti. Standardi edellyttää riskianalyyseissä käytettävän skenaarioajattelua ja huomioitavan laajasti riskien seuraukset ympäristöön, yhteisöön ja yksilöön.

Viime aikoina on esitetty myös, että riskien tunnistaminen tulisi tehdä monitieteellisenä yhteistyönä eri asiantuntijatahojen kesken, koska itse yhteiskunta on muuttunut kompleksisemmaksi. Yhteiskunnan järjestelmät ovat monin eri tavoin kytköksissä toisiinsa, jolloin myös riskien tunnistaminen vaatii eri alan osaajien yhteistyötä. Riskien tunnistamiseen liittyy myös monitieteellisen riskien arvottamisen näkökulma, jota ei voida saavuttaa ilman monitieteellistä yhteistyötä.

Monitieteellisen yhteistyön vaatimus näkyy muun muassa OECD:n toimenpideohjelmassa systeemisten riskien hallitsemiseksi (OECD 2003) ja Euroopan komission julkaisemassa ohjeistossa "Risk Assessment and Mapping Guidelines for Disaster Management" (Euroopan Union 2010). Lisäksi monissa maissa on esitetty, että viranomaisten tulisi kantaa suurempaa vastuuta alueiden riskien tunnistamisesta ja hallinnasta.

Onnettomuuksien tilastointien valossa maamme viranomaisten menettelyt riskien tunnistamiseksi eivät ole riittävät vaan niitä tulisi kehittää monitieteellisemmiksi, systemaattisiksi toimintatavoiksi, jotta turhilta riskeiltä vältyttäisiin.

## **2. Tutkimuksen kohde, tavoite ja tutkimuskysymykset**

Tämä tutkimus kohdistuu viranomaisten yhteistyön mahdollisuuksiin ja toimintatapoihin teknisten riskien tunnistamiseksi ja ennakoimiseksi osana käytössä olevia lupa- ja valvontaprosesseja. Viranomaisilla tarkoitetaan tässä tutkimuksessa lakiin, asetusten tai muiden määräysten perusteella julkista tehtävää hoitavia yhteisöjä, laitoksia tai yksityisiä henkilöitä niiden käyttäessä julkista valtaa. Viranomaisyhteistyö tai viranomaisten yhteistoiminta tarkoittaa yhteistyömuotoa, jossa viranomaiset toimivat yhdessä yli organisaatorajojen toisilleen tietoa jakaen ja toisiltaan oppien. Toiminta voi olla joko päivittäistä rutiinia tai satunnaista, tietyn ongelman ratkaisemiseksi tehtävää yhteistyötä, ja se voi perustua joko lainsäädäntöön ja ohjeistukseen tai syntyä spontaanisti tilanteen sanelemana tarpeena. Riski puolestaan tarkoittaa tässä tutkimuksessa tekniikasta aiheutuvaa epävarmuutta, joka aiheuttaa vaaratilanteita suunnitellussa toiminnassa (tekninen riski).

### **2.1 Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset**

Tässä työssä tutkitaan viranomaisten riskien tunnistamisen menettelytapoja ja kehitetään uusia yhteistyötapoja rakennetun ympäristön teknisten riskien tunnistamiseksi. Tutkimuksen kohteena ovat teknisten järjestelmien, kuten erilaisten prosessi- ja energialaitosten, kaivosten, siirtoverkkojen, liikennetarkastuslaitteiden yms. lupa- ja valvontaprosessit, joiden yhteydessä viranomaisilla on mahdollisuus tunnistaa yksilölle joko suoraan tai välillisesti rakennetun ympäristön kautta uhkaa aiheuttavia teknisiä riskejä. Teknisten riskien valvontaa tehdään yhteiskunnassa valtakunnan tasolla, alueellisella tasolla ja paikallisella tasolla. Tutkimus kattaa kaikki edellä mainitut tasot.

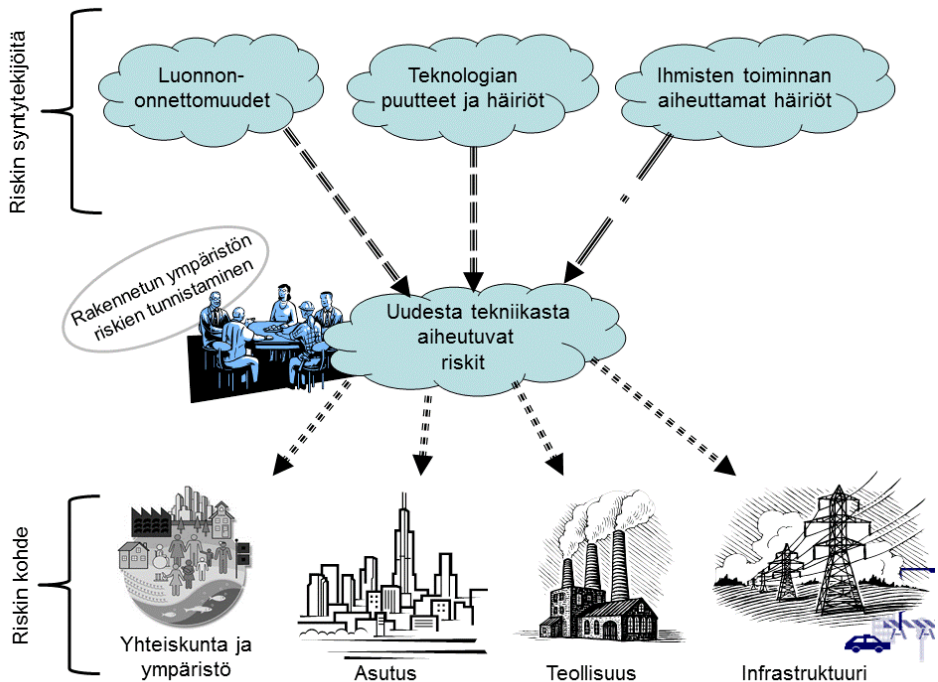
Tutkimus kohdentuu niihin viranomaisiin ja muihin julkisiin toimijoihin, joiden tehtäväkuvaan kuuluu ympäristö-, kemikaali-, maankäyttö- ja rakennuslain sekä pelastuslain ja niille alisteisten muiden määräysten pohjalta joko valvoa, että lupavelvollisten toiminnanharjoittajien tekemät riskitarkastelut ovat riittävät, tai suoraan huolehtia siitä, että erilaisista tekniikoista ei aiheudu turvallisuutta tai terveyttä uhkaavia häiriöitä yhteiskunnassa. Tutkimus kattaa näin Turvallisuustekniikan neuvottelukunnan (TENK), Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes), aluehallintovirastot (AVI), elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset (ELY-keskus), maakuntaliitot, pelas-

tuslaitokset ja kunnat. Lisäksi tutkimuksessa on tarkasteltu näitä viranomaisia ohjaavia ministeriöitä siltä osin kuin niiden toiminta on liittynyt ohjauksen alla olevien viranomaisten tekemään valvonta- tai lupatoimintaan. Käsiteltävät ministeriöt olivat työvoima- ja elinkeinoministeriö (TEM), sisäministeriö (SM) ja ympäristöministeriö (YM).

Tutkimuksen hypoteesina on, että *uusista tekniikoista rakennetulle ympäristölle aiheutuvien riskien tunnistamista on mahdollista tehostaa viranomaisten yhteistoiminnalla*. Tutkimuksessa testataan hypoteesia seuraavan kysymyksen avulla: Miten viranomaisten yhteistyötä voidaan kehittää rakennetun ympäristön teknisten riskien tunnistamiseksi? Tähän pääkysymykseen haetaan vastauksia alakysymysten kautta:

1. Mitkä ovat viranomaisten nykyiset toimintatavat riskien tunnistamisessa ja miten ne tukevat viranomaisten yhteistyötä?
2. Minkälainen riskien tunnistamisen prosessin tulisi olla?
3. Minkälainen menetelmä tukisi viranomaisia riskien tunnistamisessa.
4. Minkälainen riskien tunnistamisen työväline tulisi olla?

Tutkimuskysymysten pohjalta tutkimuksessa kehitetään viranomaisten toimintaa tukeva menettely tehokkaamman riskien tunnistamisen ja hallinnan varmistamiseksi ja kokeillaan kehitettyä menettelyä yhteistyössä viranomaisten kanssa.



Kuva 3. Riskien tunnistamisen kokonaiskuva.

Kuva 3 hahmottaa tutkimuksessa käsiteltävää riskien tunnistamisen kenttää. Riskin kohdetta uhkaa uusista tekniikoista aiheutuvat riskit, joiden syntymekanismit voivat olla toisistaan poikkeavia. Nämä riskitilanteen syntyyn vaikuttavat tekijät voivat toteutua erillisinä tai pahimmillaan toteutua yhtäaikaisesti, mutta kaikissa tilanteissa niiden riskiä synnyttävä vaikutus tulisi tiedostaa. Jos riskin syntytekijä aiheuttaa teknisen riskin, tulee tunnistaa ja tiedostaa myös riskistä aiheutuvat kokonaisvaikutukset ja esiintymisen todennäköisyys koko elinympäristössämme. Yhteiskunnan haavoittuvuuden vähentämisessä erilaisen tapahtumaketjujen tunnistaminen ja skenaarioiden hahmottaminen on tärkeää. Riskienhallintastandardi (SFS-ISO 31000 2011) tukee tätä ajattelutapaa.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on osaltaan vähentää teknisten riskien esiintymistä ja näin parantaa yksilöiden turvallisuutta yhteiskunnassa.

## 2.2 Tutkimuksen rajaukset

Tässä tutkimuksessa ei käsitellä koneiden ja laitteiden suoraan yksilöille aiheuttamia riskejä tai niiden valvontaa. Niiden hallintaa ohjataan Euroopan yhteisön konedirektiivillä (Direktiivi 2006/42/EY), jonka mukaan turvallisuuden varmistaminen on yksiselitteisesti koneen tai laitteen valmistajan ja tämän valtuutetun, esimerkiksi maahantuojan, vastuulla. Tämän vuoksi tutkimuskohteena olleilla viranomaisilla ei ole näiden osalta onnettomuuksia ennaltaehkäisevää roolia.

Tutkimuksen kohteena on luvussa 2.1 määritellyistä toiminnoista ulkopuoliselle yhteisölle ja luonnolle aiheutuvat riskit ja niiden tunnistaminen, jolloin työturvallisuus ja siihen liittyvät tekniset riskit on rajattu tutkimuksen ulkopuolelle.

Tutkimus ei käsittele Säteilyturvakeskusta, jonka tehtävänä on valvoa ydinvoimalaitosten rakentamista ja toimintaa. Lisäksi tutkimuksen ulkopuolelle on rajattu ne viranomaiset, jotka valvovat esimerkiksi lääkkeiden tai implanttien kehittämistä tai käyttämistä, sekä geenimanipulaatiosta tai muista vastaavista biologisista tekniikoista aiheutuvia riskejä.

## 2.3 Väitöskirjan rakenne

Tämän väitöskirjan ensimmäinen luku (Johdanto) kuvaa tekniikasta aiheutuvien riskien tunnistamisen ongelmakenttää onnettomuuskuvauksien avulla ja selittämällä, miten riskien tunnistamiseen liittyvä osaaminen ja tieto ovat kehittyneet. Lisäksi luvussa avataan aihepiiriin liittyviä säännöksiä ja kehityksen nykyisiä suuntaviivoja.

Toinen luku (Tutkimuksen kohde, tavoitteet ja tutkimuskysymykset) esittelee nimensä mukaisesti tutkimuksen kohteen, tavoitteet ja tutkimuskysymykset. Lisäksi luvussa esitetään tutkimushypoteesi sekä tutkimukseen liittyvät rajaukset.

Kirjan kolmas luku (Teoreettinen taustoitus) selittää tutkimuksen filosofisen lähestymistavan ja siihen liittyvän teoreettisen viitekehyksen. Lisäksi luvussa kerrotaan menetelmälliset valinnat ja kuvataan itse tutkimusprosessi.

Neljännessä luvussa (Teknisten riskien tunnistaminen) on esitetty teknisten riskien tunnistamista koskeva tutkimuskokonaisuus, joka koostui riskeihin ja ryhmätyödynamiikkaan liittyvästä tieteellistä tietoa koskevasta analyysistä sekä viranomaisten toimintatapoja koskevasta aineistotutkimuksesta sekä haastatteluista. Luku esittelee teknisten riskien tunnistamisen haasteita, viranomaisten nykyisiä menettelytapoja sekä taustan ja kriteerit kehitettävälle riskien tunnistamisen menetelmälle. Lisäksi luvussa tarkastellaan, miten eräiden tekniikoiden nousu on muuttanut suomalaista yhteiskuntaa ja minkälaisiin vaikutuksiin uusien tekniikoiden nousun kohdalla tulisi varautua.

Luvussa viisi (Uusista tekniikoista aiheutuvia riskejä) on esitetty, miten uusista tekniikoista aiheutuvia riskejä voidaan tunnistaa kehitetyn toimintatavan avulla. Lisäksi luvussa on esitetty toimintatavan kehittämisen organisointi ja testaus neljässä tapaustutkimuksessa.

Väitöskirjan luvussa kuusi (Tutkimustulokset ja niiden arviointi) on koottu yhteen tutkimuksen tulokset jaoteltuina tutkimuskysymysten mukaisten otsikoiden alle.

Tutkimuksen johtopäätökset ja jatkotutkimustarpeet on esitetty luvussa seitsemän (Johtopäätökset ja keskustelu), jossa on myös arvioitu tutkimuksen luotettavuutta.

Lopuksi lukuun kahdeksan on koottu lyhyt yhteenveto tutkimuksesta.

## 3. Teorettinen taustoitus

### 3.1 Tutkimuksen lähestymistapa ja tutkimuksen metodologia

Tämä väitöstutkimus on laadullista tutkimusta. Laadullisen tutkimuksen taustalla on uskomusrationaalinen maailmankuva, joka hyväksyy tiedonmuodostuksen tavoiksi havaintojen ja kokeiden lisäksi kokemukset, loogisen päättelyn, teorianmuodostuksen ja olemassa olevien teorioiden testauksen (Niiniluoto 2001). Tutkimus nojaa kriittisen teorian ja konstruktivismiin tieteenfilosofioihin, joiden mukaan todellisuus on muutakin kuin nähtävät ja kosketeltavat asiat (Guba ja Lincoln 1994; Metsämuuronen 2006). Ihmisen tieto todellisuudesta ei ole varmaa eikä pysyvää, vaan se muuttuu ja muuntuu ajan saatossa tiedon lisääntyessä ja tarkentuessa. Lisäksi tieto kasvaa ennalta arvaamattomaan suuntaan, mikä johtuu muun muassa ilmiöiden arvovälitteisyydestä sekä kulttuuri-, aika- ja paikkasidonnaisuudesta.

Tekniikan tutkimuksen on katsottu perinteisesti olevan empiiristä tutkimusta, joka pohjautuu määrällisiin, kokeellisiin menetelmiin ja positivistiseen tieteen filosofiaan. Viime vuosikymmenten aikana tekniikan tutkimus on kuitenkin lähestynyt rationalistista tiedettä laadullisine tutkimusmenetelmineen. Leppälä (1998) määritteli tekniikan seuraavasti:

- Tekniikka on uutta tietoja ja uusia muotoja luova inhimillisen toiminnan muoto; se on erillinen, mutta ei riippumaton muista toimijoista.
- Tekniikka liittyy saumattomasti ihmisten jokapäiväiseen elämään ja tähtää luonnon resurssien hyväksikäyttöön inhimillisten tarpeiden tyydyttämiseksi.
- Tekniikka on kokoelma a) keinotekoisia esineitä eli artefakteja, b) menettelytapoja eli prosedureja sekä c) tietämystä edellisten soveltamiseksi. Tietämys voi olla dokumentoitua, henkilökohtaista, tai joko esiinisiin tai organisaatioihin sisällytettyä.

Tässä tutkimuksessa tekniikkaa tarkastellaan kokoelmana erilaisia menettelytapoja ja tietämyksenä niiden soveltamisesta rakennetun ympäristön ja viranomaistoiminnan kontekstissa. Tekniikan tutkimuksena tämä työ sijoittuu kontrolloivaan vuorovaikutustutkimukseen, jonka kohteena on tekniikan rajapinta yhteiskuntaan ja ympäristöön, ja se käsittelee tekniikan vaikutuksia yhteiskunnassa (Leppälä



1998). Tämä tutkimus tarkastelee tekniikan rakennetulle ympäristölle ja yhteiskunnalle aiheuttamien riskien tunnistamisen menettelyitä.

Tutkimuksen metodologia tulee osittain kriittisen teorian ja osittain konstruktivismiin pohjautuvista metodologioista (Taulukko 2). Konstruktivismiin pohjautuvan hermeneuttisen tutkimuksen tavoitteena on tapahtumien ymmärtäminen ja selittäminen tapahtumaympäristössään etenkin yhteisön näkökulmasta. Hermeneuttinen tutkimus on tulkinnallista, ja siinä tutkija tarkastelee havaintojaan teoreettisten oletusten kautta, joiden ilmenemistapoja havaittavien ilmiöiden arvellaan olevan, ja analysoi niitä olemassa olevan tiedon vahvistamiseksi tai uuden tiedon löytämiseksi (Haaparanta ja Niiniluoto 1990: Hyötyläinen 1998: Habermans 2003; Lukka 2000). Tulkinnan avulla esiin noussut näkemys tai ajatus on osa kokonaisuutta, joten tutkimuksen kuluessa ja aineiston karttuessa tulkinnan merkitys saattaa muuttua.

Taulukko 2. Tutkimuksen päämetodologisten valintojen mahdollisuudet (Guba ja Lincoln 1994, Metsämuuronen 2006).

Näkökulma	Kriittinen teoria	Konstruktivismi
<b>Ontologia</b>	Historiallinen realismi: todellisuus on arvovälitteinen ja se rakentuu monesta eri tekijästä, esimerkiksi kulttuurista.	Relativismi: todellisuus on suhteellista ja riippuu mm. paikasta ja ajasta
<b>Epistemologia</b>	Transaktionismi/ subjektivismi: tutkijan arvot vaikuttavat lopputulokseen	Transaktionismi/ subjektivismi: löydökset ja tieto ovat tutkijan konstruoimia
<b>Metodologia</b>	Dialoginen/dialektinen: Tieto hankitaan tutkijan ja tutkittavan dialogilla	Hermeneuttinen/ dialektinen: Tiedonhankinta perustuu tulkintaan
<b>Tutkimuksen tavoitteet</b>	Kritisoida, kehittää, tulla riippumattomaksi aiemmasta	Kuvailla, ymmärtää, rekonstruoida

Hermeneuttiselle tutkimukselle on luonteenomaista ongelman ja sen erilaisten yhteiskunnallisten kytkentöjen ymmärtäminen soveltamalla eri tieteenalojen käsitteitä, teorioita ja metodeita.

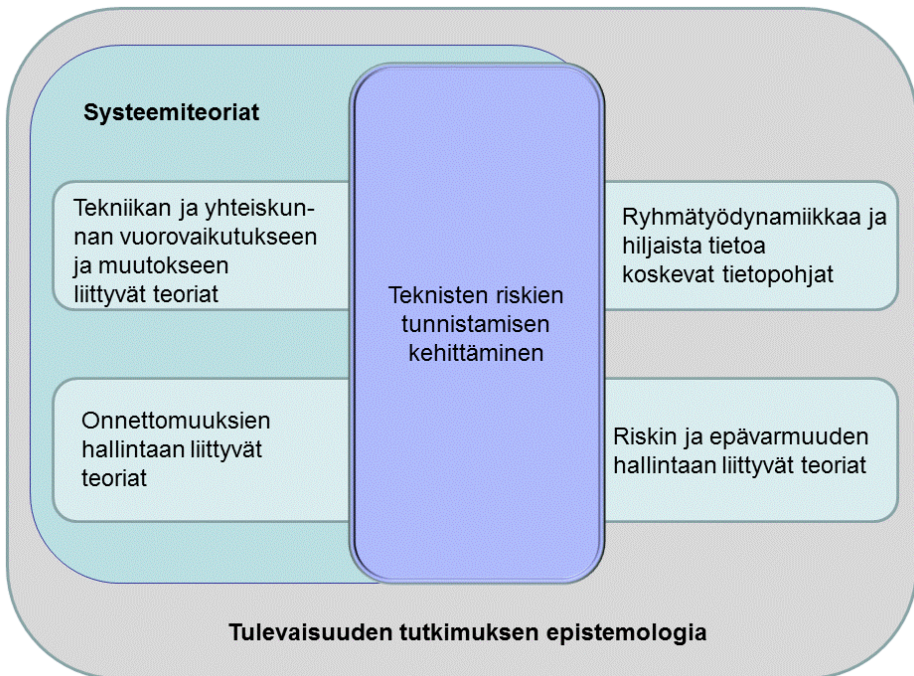
## 3.2 Teoreettinen viitekehys

Tutkimuksen tietoperusteiset taustaoletukset liittyvät riskien tunnistamiseen ja epävarmuuden hallintaan, tekniikan ja yhteiskunnan vuorovaikutukseen ja muutokseen, ryhmätyödynamiikkaan ja onnettomuuksien hallintaan (Kuva 4).

Geneerisenä viitekehysenä on yleinen systeemitheoria, jonka avulla voidaan kuvata erilaisten systeemien keskinäistä vuorovaikutusta. Kontekstuaalisina teo-

reettisina asetelmina käytetään systeemiteorian pohjalta kehitettyjä sosioteknisen muutoksen mallia ja onnettomuuksien hallinnan mallia. Sosioteknistä muutosta koskevien tieteellisten selitysten avulla voidaan tutkia yhteiskunnan ja tekniikan yhtäaikaista kehittymistä ja luoda pohjaa tulevaisuuden riskien tunnistamiselle. Systeemisestä lähtökohdasta katsoen onnettomuuksien hallinta on koko yhteiskuntaa koskeva kokonaisuus, johon liittyvät selitykset auttavat tutkimaan viranomaisten riskienhallinnan toimintakentän laajuutta ja viranomaisten yhteistyötapoja ja -verkostoa.

Riskien ja epävarmuuden hallintaan liittyen ei ole olemassa yhteisesti sovittua yhtä geneeristä teoreettista näkemystä, vaan aikojen saatossa asiaa on lähestytty esimerkiksi taloustieteen, insinööritieteen, ekologisen näkökulman, kognitiotieteen, psykologian ja kulttuurisosiologian lähtökohdista. Tässä tutkimuksessa on lähtökohtana insinööritieteiden näkökulma, jonka mukaan riski on tekijä, jonka suuruus voidaan määrittää mittaamalla sen seuraukset ja esiintymistajuus.



Kuva 4. Tutkimuksen teoreettiset taustoitukset ja ontologiat – kokonaisuuden hahmotus.

Riskien tunnistamiseen liittyvinä lähestymistapoina on käytetty ryhmädynamiikkaa ja hiljaiseen tietoon liittyviä selityksiä, joiden taustalta löytyy kognitiotutkimus. Kognitiotutkimuksen tavoitteena on selvittää, miten ihminen havaitsee, oppii, muis-

taa ja edelleen jakaa osaamistaan. Tämän kautta tutkimuksen tavoitteena on selvittää, miten riskejä voidaan tunnistaa viranomaisten yhteistyönä hyödyntäen osallistujien omaamaa tietoa.

Tutkimuksen taustalla on tulevaisuuden tutkimuksen epistemologia, jonka mukaan tulevaisuutta koskevaa tietoa ei voida saada mittaamalla. Tulevaisuus ei ole sidottu, vaan siihen voidaan vaikuttaa. Vaikuttaminen voi tapahtua esimerkiksi tietoisesti pyrkimällä luomaan uusia toimintatapoja tulevaisuuden riskien hallitsemiseksi. Niiniluoto (2009; 1993) määrittelee tulevaisuudentutkimuksen suunnittelu-tieteeksi, joka kertoo pikemmin, miten asioiden tulisi olla kuin miten ne ovat. Tämän tutkimuksen haasteena on kehittää menetelmä, jonka avulla voidaan tunnistaa tulevaisuudessa esiintyviä riskejä, jotta ne eivät koskaan aktualisoituisi.

### **3.3 Tutkimuksen menetelmät**

#### **3.3.1 Tutkimusprosessi**

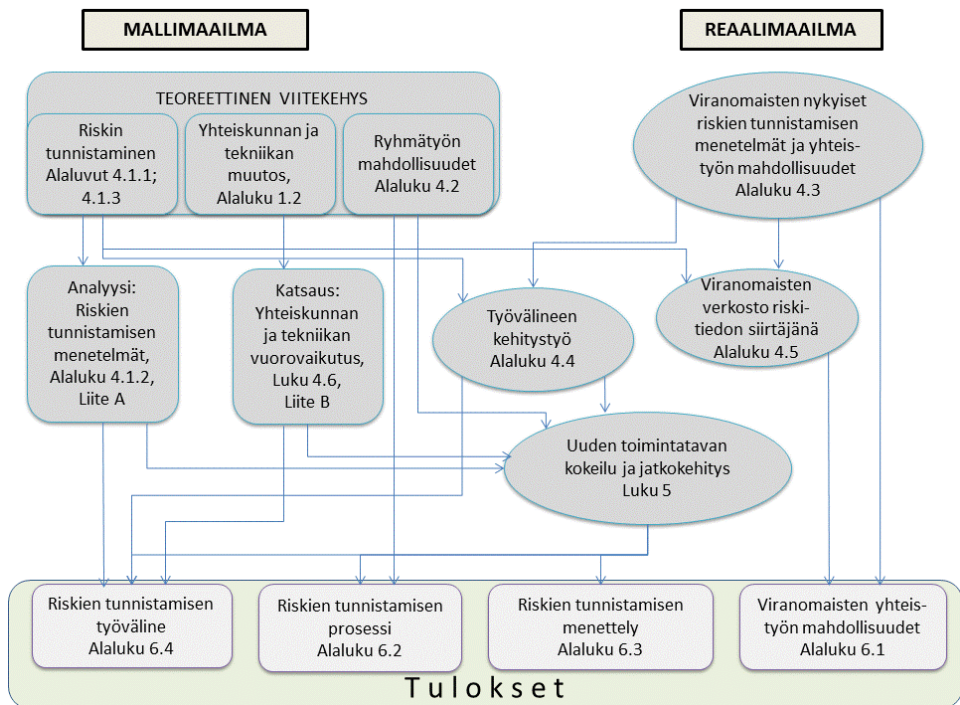
Tutkimusprosessiksi valittiin Raimo Hyötyläisen (2005) esittämä kokeellisen kehittämistutkimuksen malli, jonka taustalla on toimintatutkimuksen, konstruktivismin ja realismin tieteenfilosofiat (Hyötyläinen 2007). Valittu malli antaa mahdollisuuden käsitellä rinnakkain tieteellisten mallien antamaa tietoa ja empiirisistä kokeista saatavaa reaalitytietoa. Näin teoreettinen tutkimus tukee reaali maailman toimintatapojen kehittämistä. Tässä tutkimuksessa yhdistetään kokeellisen kehittämistutkimuksen, toimintatutkimuksen ja tapaustutkimuksen menettelyjä, jolloin tutkimus toteuttaa menetelmällistä triangulaatiota, joka vahvistaa laadullisen tutkimuksen luotettavuutta.

Kokeellisen kehittämistutkimuksen malli auttaa käsitteellistämään sekä ajatellut objektit (mallit ja teoria) että todelliset objektit (reaali maailma) ja antaa siten konstruktivistiselle lähestymistavalle teoreettisen tietomallin (Hyötyläinen 2007). Reaali maailmaa kuvaa tässä tutkimuksessa viranomaisorganisaatioiden toimintatapojen ja yhteistyön tutkimus.

Tarkastellut viranomaiset käsitetään tässä tutkimuksessa yhdeksi suureksi organisaatioksi, jonka vastuulla on turvata kansalaisille turvallinen ja terveellinen elinympäristö (vertaa Laki 731/1999). Tutkimuksen reaali maailman alueella tarkastelu painottuu tähän organisaatiokokonaisuuteen ja sille nimetyn tehtävän, yhteiskunnan riskienhallinnan, kehittämiseen teknisen toimintatutkimuksen menettelyin. Teknisen toimintatutkimuksen tavoitteena on tehdä tai valmistaa tietty asia ajatuksen, mielikuvan tai mallin pohjalta tehokkaamman ja vaikuttavamman käytännön kehittämiseksi (Grundy 1982). Toimintatutkimuksessa tutkimustyö on kollektiivista, ja sekä tutkijat että tutkimuskohde kehittävät yhdessä uusia malleja (Hyötyläinen 2007; van Aken 2004).

Hyötyläisen malli sisältää omana vaiheenaan varsinaisen kehitysyhteistyön osion, joka tässä tutkimuksessa on toteutettu viranomaisten yhteistyöpajoina. Tässä tutkimuksessa kehitysyhteistyöllä vastattiin tutkimuskysymykseen "Minkälainen menetelmä tukisi viranomaisia riskien tunnistamisessa?". Tutkimusmene-

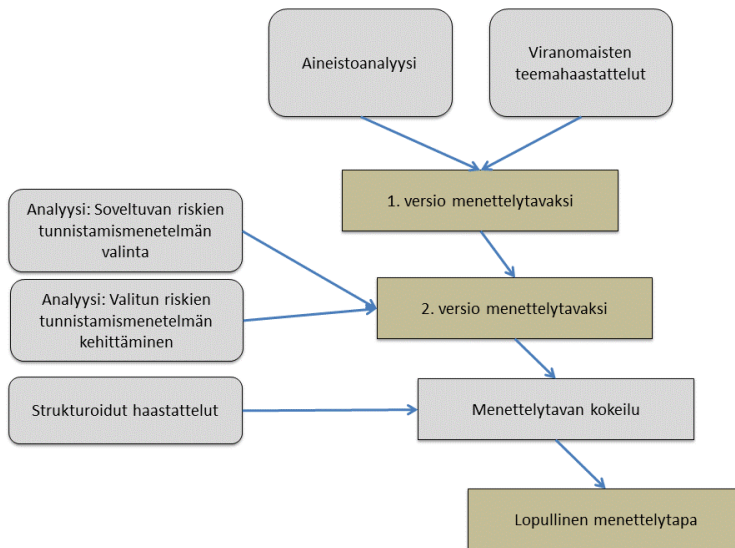
telmänä käytettiin tapaustutkimusta (Ragin ja Becker 1992; Flyvbjerg 2001), jonka avulla on havainnointu teorioiden, haastattelujen ja kirjallisuusselvitysten pohjalta kehitetyn menettelyn käyttöä työpajoissa. Flyvbjergin (2001; 2006) mukaan kontekstisidonnaisia tapauksia tutkimalla saadaan merkityksellisintä ja käyttökelpoisinta tietoa tarkasteltavasta kohteesta. Tämä johtuu siitä, että yhteiskunnan kompleksisuuden vuoksi sen ilmiöiden tutkimuksessa on usein hyödyllistä turvautua esimerkkikuvauksiin, jotta ilmiöt ymmärrettäisiin (Flyvbjerg 2006). Hirsjärvi ym. (2003) toteaa, että tapaustutkimusta voidaan käyttää myös esimerkiksi teoriaa testaavana, erityisesti falsifikaation merkityksessä.



Kuva 5. Tutkimuksen toteutus ja tulokset tutkimusavusteisen kehittämissuorituksen mukaisessa kehityksessä.

Kuvassa 5 on esitetty tutkimuksen runko ja eri tutkimustehtävien eteneminen ryhmiteltyinä Hyötyläisen (2005) esittämän mallin mukaisesti. Kuvan mukaisesti mallimaailma ja reaaliaailma tuottivat yhteisesti ratkaisumallin uudeksi toimintatavaksi, jota sitten testattiin yhteistyössä viranomaisten kanssa hyväksyttävän menettelytavan aikaansaamiseksi.

Tutkimus jakaantui yksinkertaistettuna viiteen eri työvaiheeseen (kuva 6): aineistoanalyysiin, empiriiseen haastatteluosioon, kahteen erilliseen analyysiin soveltuvan riskien tunnistamismenetelmän valitsemiseksi ja jatkokehittämiseksi sekä kehitetyn menettelyn kokeiluun. Aineistoanalyysillä tarkoitetaan tässä työssä viranomaisten Internet-aineistoihin sekä lakiteksteihin perustuvaa tutkimusta viranomaisten toimintatavoista. Tämän tulokset yhdistettiin empiriiseen tutkimukseen, joka koostui viranomaisten haastatteluista. Haastatteluiden tavoitteena oli täydentää aineistotutkimusta ja muodostaa kokonaiskuva viranomaisten nykyisistä toimintatavoista riskien tunnistamiseksi. Riskien tunnistamismenetelmien analyysin avulla valittiin viranomaisten yhteistyöhön soveltuva riskien tunnistamisen työväline, jota kehitettiin analysoimalla historiatiedon pohjalta uusien tekniikoiden vaikutusta yhteiskuntaan. Tämän avulla vastattiin osittain tutkimuskysymykseen, miten uusista, nousevista tekniikoista aiheutuvat riskit voidaan tunnistaa jo ennen tekniikoiden laajaa käyttöönottoa.



Kuva 6. Tutkimuksen eteneminen.

Menettelytavan kokeiluvaiheessa testattiin tieteellisen tarkastelun pohjalta kehitettyä uutta toimintatapaa ohjaamalla työpajatyöskentelyä ja havainnoimalla ja analysoimalla sen soveltuvuutta viranomaisten yhteistyön työmenetelmäksi.

### 3.3.2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelminä olivat aineisto- ja kirjallisuusanalyysit, haastattelut ja taustatutkimukset.

#### **Aineisto- ja kirjallisuusanalyysit**

Aineistoanalyysijä tehtiin tutkimuksessa seuraavasti:

- riskien tunnistusmenetelmiin ja niiden käytettävyyteen liittyvä tutkimus (menetelmien kuvaukset liitteenä A ja menetelmien vertailu luvussa 4.1.2)
- viranomaisten riskien tunnistamisen toimintatapoihin ja niitä ohjaaviin lakeihin liittyvä tutkimus (luku 4.3)
- tutkimus eräiden tekniikoiden muutosvaikutuksesta Suomessa (historiakertomus liitteenä B ja tulokset luvussa 4.6).

Viranomaisten riskien tunnistamisen toimintatapoja koskeva aineisto koottiin viranomaisten omilta Internet-sivustoilta, viranomaisten toimintaa analysoivista tutkimuksista ja viranomaisten toimintaa ohjaavista laeista. Lakien lähteenä käytettiin FinLex-tietokantaa (<http://www.finlex.fi>).

Riskien tunnistamismenetelmien analysoinnissa käytetty aineisto koostui pääosin tieteellisistä artikkeleista ja opinnäytetöistä. Käytetty aineisto on esitetty liitteen A lähdeluettelona.

Eräiden tekniikoiden muutosvaikutukseen liittyvä katsaus (liite B) on tekniikan historian tutkimusta. Historiantutkimuksessa on vaarana, että kehityksen lopputulos selitetään tutkijan oman ajan arvojen kautta (Autio-Sarasmo 2008), minkä välttämiseksi työssä käytettiin laajaa historiallista aineistoa. Historiantutkimus on hermeneuttista tutkimusta, jossa tieto kertyy vähitellen aineistoa luettaessa. Tähän tarkasteluun valittiin tarkasteltavaksi viisi tekniikkaa (savupiippu, tulitikut, höyrylaiva ja -juna, sähkö ja matkapuhelin), joiden aiheuttamaa sosioteknistä muutosta tutkittiin tarkemmin (liite B). Käytetty aineisto on esitetty liitteen B lähdeluettelona.

#### **Haastattelut**

Tutkimukseen sisältyi kaksi haastattelututkimusta: viranomaisten teemahaastattelut (Teemahaastattelut), joiden avulla tutkittiin viranomaisten nykyisiä toimintatapoja teknisten riskien tunnistamiseksi, sekä strukturoidut haastattelut, joiden avulla selvitettiin teoriatarkastelun pohjalta kehitetyn uuden menettelytavan toimivuutta viranomaisten riskinarviointitehtävässä (Strukturoidut haastattelut).

##### *Teemahaastattelut*

Teemahaastattelun tavoitteena oli laajentaa aineistoanalyysin avulla tuotettua kuvaa viranomaisten toimintatavoista teknisten riskien hallinnoimiseksi. Haastattelulla selvitettiin, miten vastaajilla oli mahdollisuus tai velvollisuus osallistua uusien tekniikoiden aiheuttamien turvallisuusriskien pienentämiseen. Asiaina käsiteltiin sekä lakisääteisiä tehtäviä että mahdollisia uusia toimintatapoja. Lisäksi haastatte-

lun avulla tutkittiin mahdollisuuksia viranomaisten voimavarojen yhdistämiseksi teknisten riskien tunnistamiseksi. Vastajien rooleista ja haastattelutilanteesta riippuen haastattelu suunnattiin joko toiseen tai molempiin edellä mainituista aiheista.

Teemahaastattelu kohdistettiin kahteentoista (12) viranomaisen tai tutkimusorganisaation edustajaan, jotka edustivat pelastuslaitosta, kuntaa, Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskusta (ELY-keskus), aluehallintovirastoa (AVI), Turvatekniikan keskusta (Tukes), maakuntaliittoa, työ- ja elinkeinoministeriötä (TEM), ympäristöministeriötä (YM), Turvallisuustekniikan neuvottelukuntaa (TENK) ja Pelastusopistoa. Haastateltavat valittiin heidän asiantuntemuksensa perusteella ja siten, että he edustivat eri viranomaisorganisaatioita. Pääosa haastatteluista tehtiin liitteessä C olevan haastattelurungon mukaan, mutta kahdelta haastateltavalta (YM:n ja Pelastusopiston edustajat) täsmennettiin vain onnettomuusrekistereihin liittyviä asioita.

Tutkimuksen otantaan vaikutti tutkimuksen aikana esiin noussut tieto tahoista, joilla voisi olla mahdollisuus vaikuttaa riskien hallintaan, sekä haastateltavien saatavuus ja halukkuus osallistua haastatteluun. Haastatteluista tehtiin osa puhelimitse ja osa haastateltavien työpisteessä. Haastattelut kestivät pääasiassa noin 45–120 minuuttia. Haastatteluissa haastattelija kirjoitti haastateltavien näkemykset ylös ja myöhemmin kirjoitti ne puhtaaksi ja lähetti tarkistettaviksi haastateltaville. Tällä varmistettiin, että tutkija oli ymmärtänyt asiat haastateltavan tarkoittamalla tavalla. Haastattelukysymykset ja haastatellut asiantuntijat on esitetty liitteessä C.

Teemahaastatteluista johdettiin induktiivisesti yleistyksiä kuvaamaan kyseisten organisaatioiden toimintaa. Teemahaastatteluista saatua aineistoa pidettiin tutkimuksessa edustavana kuvana kyseisen haastateltavan organisaation toiminnasta ja oletettiin, että muut vastaavat organisaatiot toimivat yhtenevällä tavalla.

#### *Strukturoidut haastattelut*

Strukturoitujen haastattelujen avulla selvitettiin tutkimuksessa teorian pohjalta kehitetyn toimintatavan käytettävyyttä viranomaisten työvälinaana ja sen kehitystarpeita. Haastattelu tehtiin toisen kokeiluryhmän osallistujille. Heidät valittiin haastattelun kohteeksi, koska tässä vaiheessa työmenetelmää oli jo jatkokehitetty ensimmäisen kokeiluryhmän palautteiden perusteella. Lisäksi toisen kokeiluryhmän osallistujat kokeilivat ensimmäisenä kehitettyä menetelmää koko laajuudessaan. Haastatteluun osallistui yhteensä kahdeksan (8) eri viranomaisten tai tutkimuslaitosten edustajaa, joista kolme (3) henkilöä osallistui myös teemahaastatteluun.

Strukturoidut haastattelut toteutettiin lähettämällä vastaajille kysymyssarjat välittömästi menetelmän kokeilun jälkeen ja sopimalla heidän kanssaan puhelinhaastatteluajat. Haastattelut toteutettiin puhelimitse, ja ne kestivät noin 45–60 minuuttia. Strukturoidun haastattelun kysymykset sekä haastateltavat on esitetty liitteessä D.

Haastatteluista tehtiin muistiot ja yhteinen yhteenvetomuistio, joka noudatteli haastattelurunkoa. Lisäksi jokaisesta haastattelukysymyksestä laadittiin erillinen synteesi. Jokaiselle haastatteluun osallistuneelle lähetettiin sekä hänen oma vas-

tauksensa että yhteenvetoraportti kommentoitavaksi. Tällä varmistettiin, että yhteenveto oli laadittu oikein ja ilmiön sisältö oli käsitetty tarkoitetulla tavalla. Vastajilla oli samalla mahdollisuus täsmentää vastauksiaan tai nostaa esiin uusia näkökohtia. Yhteenvetoa täydennettiin saatujen kommenttien mukaisesti ja lopulta aineisto liitettiin siihen soveltuvaan kontekstiin.

Strukturoitujen haastatteluiden aineisto analysoitiin etsien siitä vastausta kysymykseen: ”Minkälainen menetelmä tukisi viranomaisia riskien tunnistamisessa?”. Aineistoja tulkittiin analysoimalla sen sisältöä ja nostamalla esiin uusia kysymykseen liittyviä näkökohtia. Strukturoitujen haastatteluiden tulosten yhteenveto on esitetty tämän raportin liitteenä E.

### **Tapaustutkimukset**

Tutkimuksessa kehitetyn menettelyn kokeilut koostuivat neljästä erillisestä työpajasta, joissa tunnistettiin uusista tekniikoista aiheutuvia tulevaisuuden riskejä viranomaisten yhteistyönä. Työpajoja voidaan pitää eräänlaisina supistettuina tulevaisuusverstaina (katso esim. Müllert & Jungk 1987; Nurmela 2013). Tulevaisuusverstaiden mukaisesti työpajoihin kuului valmisteluvaihe, ja yhdistetty ongelma- ja mielikuvitusvaihe. Työpajojen tuotosten todellistamista ja hyödyntämistä ei kuitenkaan tehty työpajoissa, vaan ne jäivät järjestäjätahoille. Työpajojen tavoitteena oli selvittää, miten aineistoanalyysien ja haastatteluiden pohjalta kehitetty menettelytapa toimii käytännössä ja onko se käyttöönotettavissa viranomaistoiminnan osaksi. Samalla tutkittiin, minkälaisia alkuvalmisteluja menettelytavan käyttö vaatii ja mitä rajoitteita sillä on. Tapaustutkimuksilla haettiin tietoa myös työryhmien toiminnan dynamiikasta ja sisäisistä lainalaisuuksista. Osallistujien motiivina osallistua työpajaan oli mahdollisuus selvittää, minkälaisia tulevaisuuden uhkia tai mahdollisuuksia tiettyihin uusiin tekniikoihin liittyy.

Ensimmäinen työpaja (Tapaus 1: Tulevaisuustyöpaja) pidettiin 18.4.2012 Suomen Pelastusalan Keskusliiton tiloissa Helsingissä. Työpajassa testattiin tutkimuksessa kehitetyn riskien tunnistamisen menetelmän ensimmäisen version käytettävyyttä ja sopivuutta viranomaisten yhteistoimintaan. Työpajaan osallistui 21 pääasiassa pelastusalan tulevaisuusluotausraadin, palonsuojelurahaston ja sisäministeriön edustajaa (liite F). Työpajassa tunnistettiin kehitetyn työvälineen avulla kahdeksan uuden tekniikan esiin tuomia riskejä. Työpajan sujuvuutta arvioitiin sekä havainnoimalla työpajassa toimimista että työpajan lopussa tehdyn pika-kyselyn avulla.

Toinen työpaja (Tapaus 2: Polttokenno- ja vetytekniikatyöpaja) pidettiin 10.10.2012 VTT:n tiloissa Espoossa. Tässä vaiheessa työvälineen toista versiota testattiin viranomaisten ja tutkijoiden yhteisessä työpajassa, joka koski polttokenno- ja vetyteknologian tuomien riskien tunnistamista. Tilaisuuteen osallistui kymmenen (10) sektoriviranomaisten (Tukes, ELY-keskus ja pelastuslaitokset) ja Teknologian tutkimuskeskus VTT:n teknologia-asiantuntijaa (liite F). Työpajan toimivuutta arvioitiin kahden kyselyn avulla, jotka tehtiin juuri ennen tilaisuuden alkua ja välittömästi sen jälkeen. Lisäksi työpajan jälkeen tehtiin osallistujille strukturoitu haastattelu puhelimitse, jossa pyydettiin arvioita kehitettävästä työkalusta, pidetyn työpajan toimivuudesta ja menettelyn yleisestä soveltuvuudesta viran-



omaisten käyttöön (liitteet D ja E). Toisessa työpajassa tutkittiin myös osallistujien näkemystä oman tietomäärän muuttumisesta työpajan aikana.

Kolmas työpaja (Tapaus 3: Pelastusopiston päällystöpiskelijöiden työpaja) pidettiin 28.11.2012 Pelastusopistolla Kuopiossa. Tässä työpajassa testattiin työväliseen kolmatta versiota ja kerättiin kokemuksia sen toimivuudesta. Työpajan osallistujina oli 17 opiskelijaa palopäällystön koulutusohjelman kolmannen opiskelijavuoden AmkN10-kurssilta (liite F). Työpajassa tunnistettiin työväliseen avulla aluksi kuuden eri uuden tekniikan tuomia riskejä. Tämän jälkeen analysoitiin tarkemmin ensimmäisessä vaiheessa esiin nousseita tekijöitä niiden aiheuttaman riskin (henkilöriski, omaisuusriski, ympäristöriski, toimintariski) näkökulmasta. Työpajan jälkeisen kyselyn avulla arvioitiin työpajan toimivuutta ja ryhmätöydynamiikkaa, sekä pyydettiin kehitysehdotuksia.

Neljäs työpaja (Tapaus 4: Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn työpaja) pidettiin 22.5.2013 Uudenmaan ELY-keskuksessa Helsingissä. Työpaja liittyi mereen upotettavien maakaasuputkien ympäristövaikutusten arviointiprosessiin, ja se toteutettiin osana YVA-prosessin mukaista viranomaistyöpajaa. Työpajaan osallistui viisitoista (15) henkilöä, jotka edustivat YVA-viranomaista ja eri lausunnonantotahoja (liite F). Työpajan alustajina toimivat Nord Stream AG:n edustaja ja YVA-selvityksestä vastaava konsultti. Työpajaan liitettyssä kyselyssä pyydettiin arvioita työpajan soveltuvuudesta jo aiemmin arvioidun teknisen järjestelmän<sup>6</sup> analysointiin.

Tutkimuksen kaikissa neljässä työpajassa havainnoitiin myös osallistujien mielenkiintoa työmenetelmän käyttämiseen. Sitä käytettiin kyselyjen ja haastattelujen lisänä ja tukena ja sen avulla koottiin välitöntä ja suoraa palautetta ryhmien toiminnasta ja käyttäytymisestä työpajatilanteessa. Havainnoinnissa tarkkailtiin osallistujien aktiivisuutta ottaa osaa keskusteluun, nostaa esiin omia näkemyksiään ja ottaa vastaan muiden näkemyksiä. Lisäksi havainnoitiin sitä, poistuvatko osallistujat tilaisuudesta ennen työpajan loppumista. Havainnointi oli strukturoimatonta, eikä tehtävien havaintojen kategorioita luokiteltu etukäteen. Havainnoinnin tulokset otettiin huomioon seuraavan työpajan sisältöä ja rakennetta suunniteltaessa, ja ne vaikuttivat muun muassa työryhmien kokoon, päivän ohjelman pituuteen ja tauotukseen.

Kaikki kyselyt tehtiin joko välittömästi työpajan yhteydessä niiden päätyttyä (ensimmäinen ja toinen työpaja) tai työpajaa seuranneella viikolla sähköpostitse (kolmas ja neljäs työpaja). Toisen työpajan kyselyjä täydennettiin puhelinhaastatteluilta. Kyselyihin vastasi yhteensä 54 työpajoihin osallistunutta henkilöä. Ensimmäiseen työpajaan liittyvään kyselyyn vastattiin nimettömänä, mutta toisen, kolmannen ja neljännen työpajan kyselyt tehtiin tunnistettavasti. Kyselyiden asiakysymykset on esitetty liitteessä G.

Työpajojen asiasisältö muodostui uusien tekniikoiden mahdollisesti aiheuttamien riskien tunnistamisesta. Tarkastellut tekniikat on esitetty taulukossa 3.

---

<sup>6</sup> Ensimmäisen merenalaisen kaasuputken YVA-käsittely pidettiin Uudenmaan ELY-keskuksessa vuonna 2009.

Taulukko 3. Työpajoissa käsitellyt uudet tekniikat.

Työpaja	Käsitellyt tekniikat
<b>Tulevaisuustyöpaja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CBRN<sup>7</sup> mittatekniikat</li> <li>• Langaton voimansiirto</li> <li>• Polttokennotekniikka ja vety</li> <li>• Tulevan sukupolven näytöt</li> <li>• Vihreät kulkuneuvot</li> <li>• Vihreät rakennukset</li> <li>• Älykkäät robotit</li> <li>• Älykäs sähköverkko</li> </ul>
<b>Polttokenno- ja vetytekniikkatyöpaja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polttokenno- ja vetytekniikka</li> </ul>
<b>Pelastusopiston päällystöpiskelijöiden työpaja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuusioenergia</li> <li>• Uudet kulkuneuvot</li> <li>• Älytekstiili</li> <li>• Tulevaisuuden autot</li> </ul>
<b>Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn työpaja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Merenalainen kaasuputki</li> </ul>

Asiantuntija-arviointien yhteydessä käytetään usein testikysymyksiä, joiden avulla voidaan määrittää kunkin asiantuntijan arvion painokerroin (Cooke 1991, Aspinall 2006). Tässä tutkimuksessa näin ei tehty, koska työpajan erityisenä tavoitteena oli korostaa jokaisen osallistujan merkittävää asiantuntijaroolia. Jokainen näkemys ja mielipide käsiteltiin yhtäläisellä tavalla kirjaamalla asia yhteiselle työalustalle ja sen jälkeen työstämällä siitä seuraavia vaikutuspolkuja.

---

<sup>7</sup> Chemical, biological, radio and nuclear

## 4. Teknisten riskien tunnistaminen

### 4.1 Riski, riskianalyysi ja riskin tunnistaminen

Tässä luvussa tarkastellaan riskien tunnistamiseen liittyvää tutkimusperusteista tietoa, sekä hyväksytyihin teollisiin käytäntöihin perustuvia oppeja ja ratkaisuja, kuten kansainvälisiä standardeja. Luvun tarkoituksena on osaltaan vastata alatutkimuskysymykseen: ”Minkälainen riskien tunnistamisen työvälineen tulisi olla?” Tämä osuus, mukaan lukien siihen kuuluva liite A ”Riskien tunnistamiseen soveltuvia menetelmiä”, esittelee riskien tunnistamiseen soveltuvia menetelmiä, niiden käyttöön liittyviä mahdollisuuksia ja rajoitteita sekä menetelmien avulla saatavan tiedon hyödyntämisen mahdollisuuksia muissa kuin alkuperäisessä ympäristössä tai kontekstissa.

#### 4.1.1 Riskien tunnistamisen vaikeudet

Rowe (1997) esitti, että riskeihin liittyvä epävarmuus lisääntyy, jos käsiteltävään kohteeseen liittyy esimerkiksi tulevaisuutta tai menneisyyttä koskevaa tiedonpuutetta tai toisistaan poikkeavia ja jopa ristiriitaisia arvoja. Ristiriitaiset arvot nousevat esiin etenkin eri tieteenalojen välisissä keskusteluissa.

Riskien tunnistamisen vaikeudet ovat usein sidoksissa yksilön henkilökohtaisiin ominaisuuksiin ja hänen tulkintaansa vaaroista, niiden esiintymistaajuudesta ja seurauksista, sekä merkityksestä itselle. Tämä ns. subjektiivinen riski voi liittyä esimerkiksi näkemyksiin siitä, onko kyseessä haitallinen ilmiö vai ei, tai arvoihin ja etiikkaan liittyviin tulkintoihin, kuten keneen riski saa kohdistua (Reiman ja Oedewald 2008; Phillely 1991). On olemassa joukko psykologisia tekijöitä, jotka tulee ottaa huomioon riskien tunnistamisessa, sillä ne saattavat estää havaitsemasta uusia, nousevia riskejä. Niihin kuuluvat muun muassa seuraavat:

- Vahvistamisen harha: Yksilön pyrkimys ottaa käyttöön edessä olevasta aineistosta vain ne näkökohdat, jotka vahvistavat omaa näkökulmaa asiaan (Reiman ja Rollenhagen 2011; Taleb 2007; Nickerson 1998; Mynatt ym. 1977). Tähän luokkaan kuuluu myös olettaus, että jos ilmiöstä ei ole todisteita, ei myöskään ajateltua ilmiötä ole olemassa (Taleb 2007).

- Narratiivinen harha: Ilmiöiden yksinkertaistaminen lyhyiden tarinoiden tapaisiksi, minkä vuoksi monia asioita pidetään turvallisempina ja vähemmän riskialttiina kuin ne ovat, tai päinvastainen tilanne, jolloin tarinoilla yliarvioidaan riskiä (Taleb 2007). Williams (2006) osoittaa, että etenkin käsiteltäessä uusia tulevaisuuden tekniikoita, narratiivisella harhalla on merkittävä osuus, mikä saattaa heikentää riskien ja mahdollisuuksien tunnistamista.
- Episteeminen harha: Episteeminen harha liittyy yleisesti tietoon, sen laatuun tai sen määrään. Talebin ym. (2012) mukaan ihminen ei osaa arvioida oman tietonsa vajavuutta tai sitä, onko tieto varmaa ja onko sitä riittävästi. Siitä syystä yliarvioimme tietämäämme ja aliarvioimme siihen liittyvän epävarmuuden merkityksen. Tästä syystä saatamme luottaa siihen, että voimme menneiden perusteella ennustaa tulevaisuutta, tai käyttää riskien esiintyvyyden tai seurausvaikutusten analysoinnissa liian yksinkertaisia menetelmiä (Taleb ym. 2012).
- Ankkurointimekanismi: Jokaisella on olemassa jokin tausta-ankkurointi, joka määrittää sen, miten asioita käsittelemme. Esimerkiksi jotkut henkilöt antavat systemaattisesti korkeita arvosanoja tai positiivisia arvioita, ja heidän on vaikea siirtyä käyttämään asteikon toista päätä. Ankkurointi estää objektiivista tiedon käsittelyä (Kahneman 2003).

Järjestelmien ja rakenteiden monimutkaistumisen takana on monia tekijöitä. van Asseltin (2000) mukaan niihin vaikuttavat muun muassa maiden rajojen merkityksen katoaminen ja järjestelmien rakentuminen yhä enemmän alajärjestelmien varaan. Lisäksi suuret, maailmaa muuttavat ilmiöt, kuten ilmastonmuutos, teknologiset innovaatiot, sota, ihmisten käyttäytyminen ja markkinoiden vaihtelut ja liikkeet, tunnetaan huonosti, eikä niiden merkitystä ymmärretä (van Asselt 2000). Taleb (2007) nosti esiin käsitteen "musta joutsen" kuvaamaan ilmiötä, jolle on ominaista sen ennustamattomuus ja siitä aiheutuvat vakavat seuraukset. Vaikka kaikki ilmiöt ovat yleensä jälkikäteen selitettävissä ja ymmärrettävissä, asioiden yhteyksien havaitseminen tapahtumien keskipisteestä on Talebin (2007) mukaan käytännössä mahdotonta ja siksi myös "mustat joutsenet" havaitaan vasta jälkikäteen.

Habeggerin (2008) mukaan riskikenttää yhdistää kolme tekijää: keskinäisriippuvuus, kompleksisuus ja epävarmuus. Keskinäisriippuvuuden vuoksi aluksi paikalliset tapahtumat voivat levitä nopeasti uusille alueille ja toisiin maihin, jolloin niiden seurannaisvaikutusten tunnistaminen hankaloituu. Samalla niiden vaikutusten arviointi muuttuu vaikeaksi ja jopa mahdottomaksi. Tietyn riskin esiintyminen samanaikaisesti eri alueilla voi estää sen tunnistamisen alun perin yhdestä tietystä lähteestä peräisin olevaksi. Järjestelmien kompleksisuus lisää tapahtumaketjun tunnistamisen vaikeutta ja tällöin tietty alkutapahtuma voi aiheuttaa erilaisia seurauksia eri puolilla maapalloa (Habegger 2008). Samaan riskien tunnistamisen vaikeuteen kiinnittävät Renn (2006) ja Renn ja Klinke (2013) huomiota toteamalla, että yhdestä alkutapahtumasta liikkeelle lähteneet tapahtumasarjat ovat vaikeita käsittää ja hahmottaa eikä tapahtumien alkusyitä voi aina edes löytää.

Myös riskien ajallisen ulottuvuuden hahmottaminen luo haasteita, sillä kauaskantoisten tapahtumien seurauksia on vaikea tunnistaa (Taleb 2008). Esimerkiksi prosessien sisäiset, hitaasti aktualisoituvat riskit ovat usein piilossa prosesseissa itsessään, mutta vasta tietyt epäsuotuisat tapahtumaketjut nostavat ne esiin. Sosioteknisiä onnettomuuksia tutkittaessa on selvinnyt, että onnettomuudet eivät yleensä ole äkillisiä tapahtumia vaan kehittyvät pitkän ajanjakson kuluessa (Aini ja Fakhurul-Razi 2010). Onnettomuusketju alkaa jo uuden sosioteknisen systeemin tai laitteen toiminnan alkaessa, sillä laitteen käyttöönottille sisältää jo tällöin onnettomuuden alkusyy. Onnettomuuden itämisvaiheessa tapahtuu usein poikkeamia, virhearviointeja ja läheltä piti -tilanteita. Jos niitä ei havaita ja tiedosteta ja virhetoiminnot jatkuvat, ne voivat johtaa onnettomuuden laukaisevaan tapahtumaan jopa vuosikymmeniä käyttöönoton jälkeen (Aini ja Fakhurul-Razi 2010; Turner ja Pigdeon 1997). Esimerkiksi Nokian vesikriisin (2007) alkusyyt voidaan ulottaa lähes 20 vuotta aiemmin tehtyyn putkiliitokseen (Heikkilä ym. 2011).

Harvey ja Stanton (2014) nimeävät kymmenen avainhaastetta järjestelmien ja niiden alajärjestelmien (systems-of-systems) toiminnan ymmärtämiseksi. Näihin lukeutuvat sosioteknisen järjestelmän vuorovaikutussuhteet, kompleksisuus, järjestelmän avoimuus ja ennustamattomuus, emergentti käyttäytyminen, tiedon siirtymisen rajojen ja vastuiden tunnistaminen, jatkuva muuttuminen, perinteet ja pitkäikäisyys sekä kulttuuri.

Riskien tunnistamisen vaikeutta lisäävät myös kulttuurisidonnaiset asiat. Renn (2006) ja Renn ja Klinke (2013) käyttävät käsitettä sosiopoliittinen monimerkityksellisyys (*socio-political ambiguity*) kuvatessaan sitä, että riskin moniin eri ulottuvuuksiin liittyy erilaisia näkemyksiä, ja että jokainen tilanne voi sisältää sekä uhkia että mahdollisuuksia riippuen katsantokannasta. Riskeillä on myös kulttuurinen sidos: toiset kulttuurit tulkitsevat riskeiksi asioita, joita toisissa ei tunnisteta. Näin ollen aina ei ole varmaa, ovatko riskit voimistuneet vai onko yhteiskunnan käsitys niistä vain muuttunut (Beck 1990; Jokinen 2008).

Riskien tunnistamista rajoittaa myös "hiljaisten todisteiden ongelma" (Taleb 2007). Hiljaisiin todisteisiin kuuluu kaikki tieto, joka ei ole käytettävissä siksi, että se on kadonnut tai jäänyt varjoon, kuten julkaisemattomat, valtatietao kumoavat tutkimukset, hävinneet kulttuurit ja unohtunut tieto.

Tulevaisuuden teknologioiden ja tekniikoiden riskien ja vaikutusten arvioinnille tuo lisähaasteita niiden keskinäinen lähentyminen, konvergenssi (*Technology Convergence*), joka tarkoittaa aiemmin erillisten teknologioiden keskinäistä lähentymistä ja yhdistymistä. Esimerkkejä tästä on useita: analoginen tekniikka yhdistyy digitaaliseen, langallinen langattomaan, puhe datan siirtoon jne. (Lee et al. 2010). Etenkin nanoteknologian, bioteknologian, tietotekniikan ja kognitiivisten tieteiden (NBIC) yhteenkytkeytymisen arvioidaan vaikuttavan merkittävästi tulevaisuuden tekniseen kehitykseen (Nordmann 2004; Roco 2008; Wolbring 2008). Se tulee myös haastamaan yhteiskuntaa löytämään tasapainon riskien ja mahdollisuuksien, yhteiskunnallisen vastuun sekä kaupallisten markkinoiden alueella (Canton 2004).

Riskienhallintastandardi SFS-ISO 31000 (2011) korostaa, että riskit on tunnistettava jo prosessin alkuvaiheessa: "riski, jota ei tunnisteta tässä vaiheessa, ei ole

mukana myöhemmissä analyysissä”. Toimintojen ja järjestelmien verkottuminen on kuitenkin luonut tilanteen, jossa systeemien sidosten ja erilaisten vapausasteiden määrää on vaikea tunnistaa, ja siitä syystä erilaisten tapahtumaketjujen hahmottaminen on työlästä ja joskus mahdotonta. Näin ollen ei voida odottaa, että yksittäinen henkilö tai edes yksittäinen, tiettyä tieteenalaa edustava organisaatio voisi yksinään tunnistaa kaikkia mahdollisia riskejä aiheuttavia alkusyitä ja niistä johtuvia seurauspolkua.

Jotta riskit voidaan menestyksellisesti tunnistaa, tueksi tarvitaan menettelytapa

- joka hyödyntää monen eri tieteenalan osaamista
- jonka avulla voidaan tunnistaa monimutkaisia ja kompleksisia yhteyksiä
- joka mahdollistaa uhkien tutkimisen usealta eri näkökannalta.

Riskien tunnistaminen tehostuu, jos siinä on mukana useita eri tahoja, organisaatioita ja asiantuntijoita.

#### **4.1.2 Riskien tunnistamiseen soveltuvat menetelmät**

Tässä tutkimuksessa on tarkasteltu kahtakymmentäkahta (22) kirjallisuusaineistossa yleisesti esiintyvää riskien tunnistamiseen soveltuvaa menetelmää, joita voidaan hyödyntää viranomaisten toiminnan yhteydessä. Menetelmien kuvaukset on esitetty liitteessä A. Jokaisella menetelmällä on omat vahvuutensa ja alueet, joille ne soveltuvat parhaiten.

Ryhmätyön tarve kokonaisvaltaisessa alueita koskevassa riskien arvioinnissa nousi esiin tutkimuksen tarvetta analysoitaessa (kuva 3). Myös riskien tunnistamiseen soveltuvia menetelmiä analysoitiin suhteessa niiden käytettävyyteen sekä ryhmätyömenetelmänä että osana moniulotteista riskien tunnistamisen menetelyä. Menetelmän avulla tulisi pystyä huomioimaan uuden tekniikan aiheuttamat riskit sen toimintaympäristöstä tänään ja tulevaisuudessa. Näiden lähtökohtien perusteella riskien tunnistamismenetelmien käytettävyyttä arvioitiin seuraavin perustein:

- Voidaanko menetelmän käyttöön sitoa mukaan useita eri alan asiantuntijoita?
- Soveltuuko menetelmä teknisen järjestelmän ja sen ympäristön riskien tarkasteluun (tekniikasta aiheutuvat riskit)?
- Soveltuuko menetelmä uusien tekniikoiden tulevaisuuden riskien tarkasteluun (nousevat riskit<sup>8</sup>)?
- Voidaanko menetelmää käyttää tapahtumien seurausten ristikkäisvaikutusten arviointiin?

---

<sup>8</sup> Nousevilla riskeillä tarkoitetaan tässä työssä sekä uusista tekniikoista aiheutuvia rakennetun ympäristön kautta esiin nousevia että vanhoista tekniikoista yhteiskunnan muutosten vuoksi aktualisoituvia uudentyyppejä, yksilöturvallisuutta ja rakennettua ympäristöä uhkaavia riskejä.

Taulukko 4. Riskien tunnistamiseen soveltuvien menetelmien vertailu.

Menetelmä	Sitoo mukaan useita eri alan asiantuntijoita	Soveltuu teknisen järjestelmän ja sen ympäristön riskien tarkasteluun	Soveltuu tulevaisuuden riskien tarkasteluun	Tukee riskin/ tapahtuman seurausten ristikkäisvaikutusten arviointia	Kyllä-vastaukset
Haastattelut	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä	3
Aivoriihi (Brainstorming)	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	4
Hiljainen aivoriihi (Nominal group technique, NGT)	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	4
Potentiaalisten ongelmien analyysi (Potential problem analysis, POA)	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	4
Tarkistuslistat (Checking lists)	Kyllä	Ei	Ei	Kyllä	2
Case Based Reasoning (CBR)	Ei	Kyllä	Ei	Ei	3
Hierarchical Holographic Modeling (HHM)	Ei	Kyllä	Ei	Kyllä	2
Risk breakdown structure (RBS)	Ei	Kyllä	Ei	Kyllä	2
Vikapuuanalyysi (Fault Tree Analysis)	Kyllä	Ei	Ei	Ei	3
Tapahtumapuu (Event Tree Analysis)	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Ei	3
Vika-vaikutusanalyysi (Failure Mode and Effect Analysis, FMEA)	Ei	Kyllä	Ei	Ei	1
Force Field Analysis	Kyllä	Kyllä	Ei	Kyllä	3
Vaikutuskaaviot / Influence diagrams	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	4
Syy-seuraus kaaviot (cause-effect chain)	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Ei	3
Kalanruoto diagrammi (Fishbone / Ishikawa diagram)	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Ei	3
Delfoi-menetelmä (Delphi methodology)	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	4
Skenaarioanalyysi	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	4
Hazop Poikkeamatarastelu (Hazop: Hazard and Operability Study)	Kyllä	Ei	Ei	Ei	1
Vaarallisten skenaarioiden analyysi, (Hazscan, Hazardous Scenarios)	Kyllä	Kyllä	Ei	Ei	2
YMPÄRI - ympäristöriskianalyysi					
Tulevaisuustyöpaja (Future workshop)	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Ei	3

Menetelmä	Sitoo mukaan useita eri alan asiantuntijoita	Soveltuu teknisen järjestelmän ja sen ympäristön riskien tarkasteluun	Soveltuu tulevaisuuden riskien tarkasteluun	Tukee riskin/ tapahtuman seurausten ristikkäisvaikutusten arviointia	Kyllä-vastaukset
<b>Tulevaisuuspyörä (Futures Wheel)</b>	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	<b>4</b>
<b>MindMap</b>	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Ei	3

Riskien tunnistamismenetelmien analyysin yhteenveto on esitetty taulukossa 4. Menetelmien vertailu osoitti, että eniten kyllä-vastauksia saivat aivoriihi, hiljainen aivoriihi, potentiaalisten ongelmien analyysi, vaikutuskaaviot, Delfoi-menetelmä, skenaarioanalyysi ja tulevaisuuspyörä, jotka siten valittiin riskien tunnistamiseen soveltuvimmiksi menetelmiksi.

Edellä mainituista menetelmistä aivoriihi, hiljainen aivoriihi ja potentiaalisten ongelmien analyysi tuottavat onnistuessaan runsaasti ideoita, jotka voidaan purkaa joko välittömästi riskien tunnistamistunnon jälkeen tai myöhemmin jatkotyöpajassa. Menetelmät tarvitsevat tuekseen avainsanoja, jotta ideointi kohdistuu täsmällisesti käsiteltävään ongelmaan. Tulevaisuuspyörä on eräs aivoriihimenetelmän ja MindMapin sovellus, jonka ideana on hahmottaa ilmiöstä tulevaisuudessa aiheutuvia erilaisia seurauksia ja niiden keskinäisiä vuorovaikutuksia ja riippuvaisuuksia (Glenn 2009). Sen etuna muihin aivoriihimenetelmiin nähden on mahdollisuus rajata käsittely tarkemmin haluttuun kohteeseen.

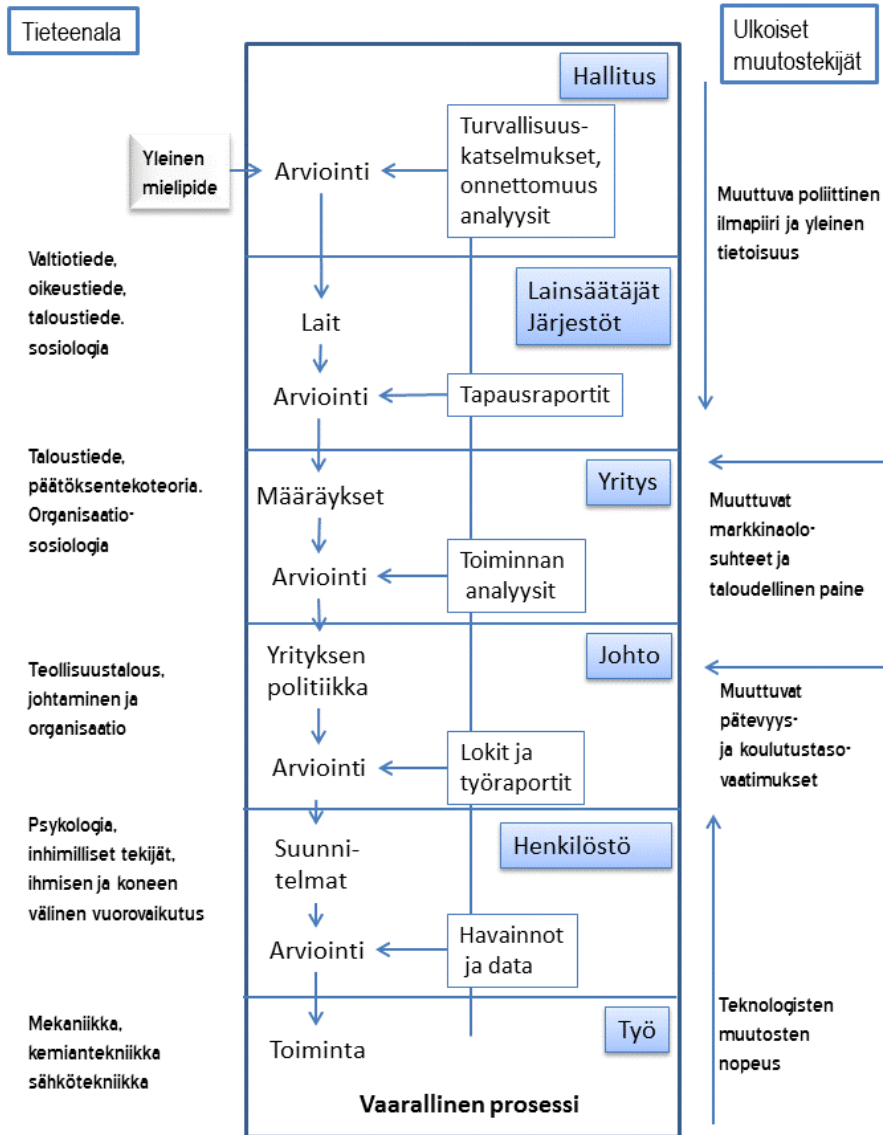
Vaikutuskaavioiden avulla voidaan tehdä vastaavanlaista riippuvuuksien hahmottamista kuin esimerkiksi tulevaisuuspyörällä, mutta menetelmä sisältää lisäksi tapahtumien todennäköisyyksien arvioinnin, joka vaatii oman toteutusvaiheensa. Delfoi-menetelmän avulla voidaan kerätä asiantuntijoiden mielipiteitä tulevaisuuden tapahtumista siten, että asiantuntijoiden ei tarvitse kerääntyä yhteen, vaan mielipiteet annetaan tietokoneen välityksellä. Skenaarioanalyysin avulla voidaan hahmottaa tapahtumien ilmaantumista esimerkiksi trenditarkastelujen avulla, jolloin tukena voidaan käyttää muun muassa PESTE-analyysiä (Meristö 1991). Sen avulla voidaan hahmottaa poliittisia (*Political*), taloudellisia (*Economic*), sosiaalisia (*Social*), teknisiä (*Technical*) ja ympäristöön liittyviä (*Environment*) trendejä. Menetelmää on usein laajennettu huomioimaan myös kulttuurisia (*Cultur*) tai asiakkaaseen liittyviä (*Customer*) tekijöitä tai esimerkiksi oikeudellisia (*Legal*) tekijöitä, jolloin nimi voi olla PESTEC tai PESTEL.

#### 4.1.3 Riskejä koskevan tiedon välittyminen yhteiskunnan sisällä

Riskien tunnistamista auttaa merkittävästi, jos on käytettävissä ajankohtaista tietoa tapahtuneista riskeistä ja niiden vahingollisuudesta. Eräs riskien tunnistamista edesauttava tekijä on riskitiedon tehokas välittyminen yhteiskunnan hallinnollisten tasojen sisällä ja niiden välillä. Viranomaisten käyttämiä riskitiedon välitysreittejä voidaan kuvata systeemisten mallien avulla. Tässä luvussa on tarkasteltu Ras-



mussenin hierarkkista sosioteknisen systeemin mallia (Rasmussen 1997), jonka avulla voidaan kuvata viranomaisten keskinäistä tiedonvälitystä yhteiskunnan riskienhallinnan kontekstissa (Kuva 7).



Kuva 7. Rasmussenin onnettomuusmalli (Rasmussen 1997).

Rasmussenin onnettomuusmallin taustalla on ajatus siitä, että organisaatiossa alhaalta ylöspäin lähtevät onnettomuustarkastelut eivät varmista sosioteknisen systeemin kokonaisturvallisuutta, vaan siihen vaaditaan ylhäältä alaspäin suuntautuva systeemilähtöinen tarkastelutapa, joka perustuu oikean tiedon välittämiseen tasolta toiselle (Rasmussen 1997). Organisaation turvallisuuteen vaikuttavia toimijoita ovat korkeimmalla tasolla poliittiset päättäjät ja valtakunnan tason viranomaiset, jotka laativat turvallisuutta ylläpitäviä lakeja ja valvovat niiden noudattamista. Viranomaiset voivat saamiensa onnettomuusraporttien perusteella arvioida, ovatko käytössä olevat ohjaustavat riittävät. Yritystasolla turvallisuuden hallintaan osallistuvat kaikilta organisaatiotasoilta johtajat, turvallisuusalan ammattilaiset ja työntekijät. Organisaation kaikilla tasoilla analysoidaan jatkuvasti sekä organisaation toimintaa että käytössä olevia ohjeita turvallisuuden varmistamiseksi.

Rasmussenin mallin avulla voidaan kuvata, miten teknisiä riskejä voidaan hallita toisaalta viestimällä ylöspäin havaituista ongelmista ja toisaalla tuomalla rakenteessa alaspäin ohjeita ja toimintatapoja yrityksiin turvallisen toiminnan mahdollistajaksi. Tämän toteutuminen edellyttää organisaatioiden ja lainsäätäjien välistä avointa tiedonvälitystä mallin eri tasojen välillä, ja esimerkiksi yritysten tulee viestittää turvallisuuteen liittyvistä puutteista ylöspäin lainsäädäntötasolle edusryhmiensä kautta.

Leveson (2004) laajensi Rasmussenin menetelmää kehittämällä uuden mallin onnettomuusriskien hallitsemiseksi nimeltä STAMP (*Systems-Theoretic Accident Model and Processes*). Levesonin mallin lähtökohtana oli, että onnettomuudet ovat seurausta joko prosessin osatekijöiden vioista tai virhetoiminnoista niiden välillä tai ulkopäin prosessiin tulevista häiriöistä (Leveson 2004). Levesonin (2004) mukaan laajat systeemiset onnettomuudet voidaan hallita vain valvontajärjestelmällä, joka on itse osa sosioteknistä systeemiä ja joka tarkkailee turvallisuutta uhkaavia tekijöitä. Tämän ajatuksen mukaan onnettomuuksia hallitseva valvontajärjestelmä voidaan koostaa valvontaviranomaisten verkostosta. Järjestelmän toiminnan edellytyksenä on, että se kykenee välittämään tehokkaasti riskitietoa sekä yritystasolta viranomaistasolle ja lainsäädäntötasolle että viranomaistason sisällä.

## 4.2 Ryhmätyön mahdollisuudet riskin tunnistamisen apuna

Tässä aluvuussa käsitellään ryhmätyötä ja sen hyödyntämiseen liittyviä mahdollisuuksia ja huomioon otettavia asioita. Tämä tarkastelu auttaa osaltaan vastaamaan tutkimuksen toiseen alakysymykseen: "Minkälainen riskien tunnistamisen prosessin tulisi olla?".

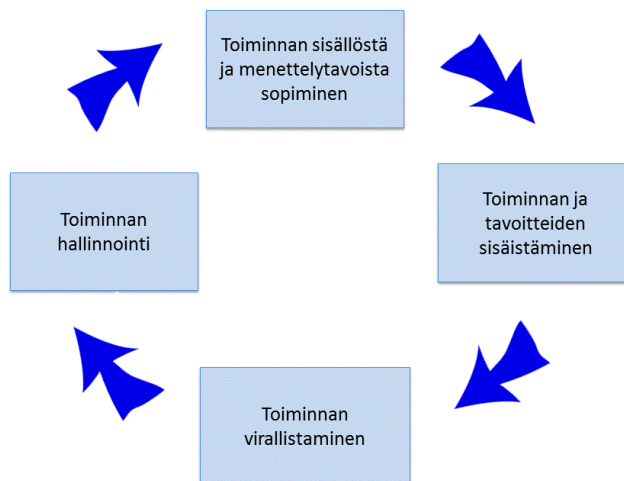
Ryhmätyöhön pohjautuva kvalitatiivinen tapa tunnistaa riskejä perustuu ryhmän jäsenten keskinäiseen vuorovaikutukseen, joka avaa uusia näkökulmia ja mahdollistaa aiemmin havaitsemattomien riskien tunnistamisen. Riskien tunnistaminen tehostuu, kun mukana on henkilöitä, jotka tuntevat kohteen hyvin ja joilla on kyky työskennellä analyysiryhmässä (Heikkilä ym. 2007). Lisäksi osallistujien asiantuntemuksen kohteesta tai tarkasteltavista riskeistä tulee olla laaja ja perustua tutkit-

tuun tietoon. Ryhmätyö ei kuitenkaan automaattisesti anna parempia tuloksia kuin yksilötyöskentelyyn pohjautuva työ (Pennington ja Ahokas 2005). Hyvin tärkeä edellytys on, että kaikki osallistujat sitoutuvat työhön ja antavat avoimesti osaamisensa ryhmän käyttöön (Heikkilä ym. 2007).

#### 4.2.1 Monitieteellinen yhteistyö ja ryhmäoppiminen

Keskusteltaessa eri viranomaissektoreiden yhteistyöstä ja sen kehittämisestä puhutaan yleisesti moniammatillisesta tai monitieteellisestä (*multidisciplinary*) yhteistyöstä. Tässä tutkimuksessa moniammatillisella yhteistyöllä tarkoitetaan työskentelyä asiakas- ja työlähtöisesti niin, että eri ammattiryhmät yhdistävät taitonsa ja taitonsa ja pyrkivät mahdollisimman tasa-arvoiseen päätöksentekoon (Isoherranen 2005). Moniammatillinen yhteistyö voi olla sekä organisaation sisäistä että organisaatioiden välistä yhteistyötä. Määtän (2006) mukaan moniammatillisella yhteistyöllä pyritään saavuttamaan jokin yhteinen päämäärä tietojen, taitojen, tehtävien ja kokemusten sekä toimivallan jakamisella.

Monitieteellisen yhteistyön määritelmänä käytetään Leathardin (2003) näkemystä: moniammatillinen yhteistyö laajenee monitieteelliseksi, silloin kun se sisältää hyvin sitoutuneita henkilöitä ja toimintatapa on järjestelmällisesti organisoitu. Monitieteellisyys vahvistuu, kun yhteistyötä tekevät henkilöt hyödyntävät oman alansa tutkittua tietoa yhteistoiminnassaan. Kuvassa 8 on esitetty malli monitieteellisen yhteistyön rakentumisesta. Monitieteellinen ja moniammatillinen yhteistyö soveltuvat ammatilliseen vuorovaikutukseen, sillä yhteisesti tehtävä työ on kokoaavaa ja käsiteltävää ongelmaa tarkastellaan erikseen eri tieteiden alojen näkökohdista (Isoherranen 2012).



Kuva 8. Monitieteellisen yhteistyön prosessi (Pärnä 2012).

Perustana moniammatilliselle yhteistyölle on malli nimeltä yhteisöllinen oppiminen (*collaborative grading*), jonka mukaan ammatillisella yhteistyöllä saavutettava tulos voi olla moninkertainen verrattuna yksilöiden erikseen saavuttamaan, yhteenlaskettuun tulokseen nähden (Leathard 2003). On todettu, että monet ongelmat, joita yksittäinen henkilö ei pysty yksin ratkaisemaan, voidaan selvittää yhdistämällä usean yksilön rajalliset tiedot ja taidot (Lonka ja Hakkarainen 2000; Kovanen 2005; Roschelle 1992; Lehtinen ym. 2000). Tämä perustuu niin sanottuun hajautettuun kognitioon, jossa kognitiiviset resurssit voidaan jakaa esimerkiksi toisten ihmisten (sosiaalisesti hajautettu kognitio) tai koneiden (fyysisesti hajautettu kognitio) kesken yksilön kognitiivisten mahdollisuuksien laajentamiseksi (Lehtinen ym. 2000; Hutchins 2000; Giere ja Moffat 2003).

Sosiaalisesti hajautetun kognition lähtökohtana on ajatus, että ihmisellä on käytössään rajallinen määrä kognitiivisia resursseja, kuten muistia, aikaa, ja tiedonkäsitteilykykyä. Vaikeat, tietoa ja ymmärrystä vaativat tehtävät edellyttävät, että tiedonlähteinä ja ajattelun laajentajina voidaan käyttää muita toimijoita ja ulkopuolista maailmaa (Lehtinen ym. 2000; Hutchins 2000; Giere ja Moffat 2003). Mitä monimutkaisempi ongelma on, sitä enemmän se edellyttää sosiaalista kommunikointia ja tieteellisissä yhteyksissä myös tieteellistä argumentointia (Lehtinen ym. 2000).

Vygotskyn (1978) mukaan ryhmän vaikutus yksilön tiedon kasvattamiseen perustuu siihen, että ryhmätilanteessa muiden osallistujien näkemykset pakottavat korjaamaan omia käsityksiä, jolloin yksilö tunnistaa oman tietonsa puutteet. Näin ollen eräs ryhmätilanteen merkittävä osa on omien ajatusten ulkoistaminen, jotta niitä voidaan verrata muiden ajatuksiin ja löytää paras ratkaisu.

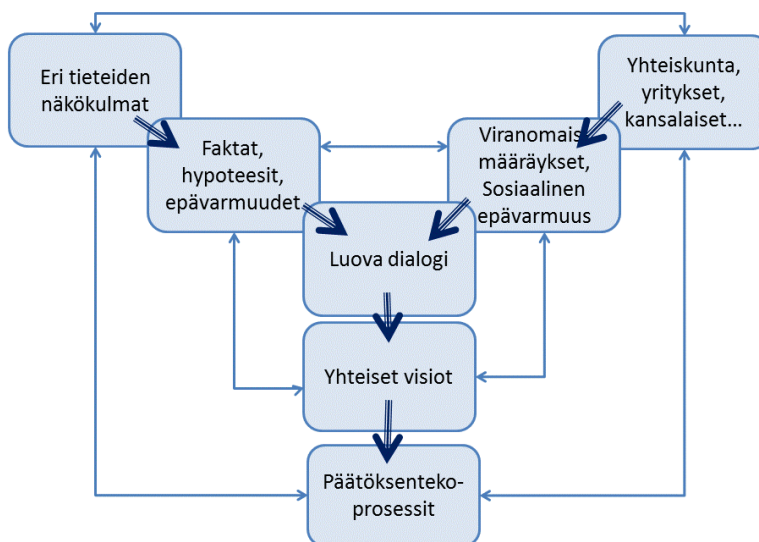
Salvi ym. (2005) ovat havainneet, että etenkin riskipäätöksentekoprosessin laatu riippuu siitä, miten hyvin osalliset on alun perin informoitu ja miten paljon he tietävät kohteesta ja siitä, miten riskien kanssa toimitaan. Renn (1991) puolestaan nostaa esiin, että kun kaikki päätöksentekijät ja asianosaiset ovat tietoisia riskistä ja sidottu päätösprosessiin jo varhaisessa vaiheessa, työryhmässä tuotetut ratkaisut ovat todennäköisesti järkevämpiä ja oikeudenmukaisempia kuin muulla tavalla tuotettu päätös. Kline (1995) puolestaan painottaa, että kun eri alojen tieteet yhdistetään johonkin yhteiseen kohteeseen, ne voivat nostaa esiin sellaisia asioita, joita mikään tieteenala ei kykene yksin tunnistamaan.

Bohm ja Peat (1992) ovat nostaneet esiin ns. luovan dialogin (*creative dialogue*) merkityksen tieteiden välisissä keskusteluissa. Luova dialogi edellyttää osallistujilta joustavuutta ja vastapuolen ymmärtämistä; osallistujalla on oltava halua neuvotella omasta kannastaan, ja valmius muuttaa sitä tarvittaessa kuultuaan muiden perusteluja. Menetelmällä ei pyritä kompromissiin vaan luovaan ratkaisuun, jonka eri osapuolet voivat hyväksyä (Bohm ja Peat 1992). Tämä on mahdollista, sillä sosiaalisissa verkostoissa, joihin tieto tuodaan ulkoa, ja joissa sitä muodostetaan, muokataan ja kehitetään edelleen, tiedon käsittely on aina intersubjektiivista eli sopimuksenvaraista (Niiniluoto 1996). Luovan dialogin lähtökohtana on laaja-alainen asiantuntijaryhmä, jotta käsiteltävästä asiasta voidaan muodostaa mahdollisimman kattava kuva.

Eräs luovaan dialogiin perustuva viranomaisten yhteistyömalli on van Asseltin (2000) esittämä yhdennetty arvottaminen (*integrated assesment*) (Kuva 9). Mene-

telmään kuuluu käsiteltävää kohdetta koskevan tiedon kerääminen eri tieteenalojen näkökulmista, niiden yhdistäminen, tulkinta ja lopuksi yhteinen keskustelu saadusta lopputuloksesta. Yhdennetyin arvottamisen menetelmin voidaan tutkia menneisyyttä, tätä päivää ja tulevaisuuden kehitysmahdollisuuksia sekä etsiä hyväksytyjä tulevaisuuden vaihtoehtoja (van Asselt 2000.)

Yhdennetyssä arvottamisessa huomioidaan tarkasteltavan asian sosiaaliset, taloudelliset, poliittiset ja ympäristöön liittyvät näkökohdat kohteen vaatimalla tarkkuudella. Sosiaalinen tarkastelu voi kattaa muun muassa ihmisten käyttäytymisen, muuttoliikkeen, ikääntymisen ja kaupungistumisen. Taloudellisessa tarkastelussa voidaan huomioida tuotannon, resurssien riittävyyden, pääoman ja työvoiman näkökulmat. Ympäristönäkökohtiin kuuluu fyysikaalinen, biologinen, kemiallinen ja ekologinen ympäristö, ja institutionaalisiiin näkökulmiin kuuluvat poliittiset vaihtoehdot, taloudelliset mittarit, koulutus, tutkimus- ja kehitysohjelmat. (Rotmans ja van Asselt 2001.)



Kuva 9. Yhdennetyin arvottamisen malli, Integrated Assessment (van Asselt 2000).

Kaivo-oja (2000) toteaa, että yhdennetyin arvottamisen malliin kuuluu usein alueellista systeemiä kuvaava malli kehitysskenaarioineen ja epävarmuuksineen, joita pyritään tunnistamaan riskianalyysoin avulla. Menettelyin avulla siis pyritään ottamaan erilaiset näkökohdat, mukaan lukien riskitekijät, mukaan osaksi suunnittelu-prosessia.

Luovan dialogin käyttö on yhä hyvin harvinaista, sillä sitä estävät vahvasti osallistujien käsitykset omasta professiostaan<sup>9</sup>. Abbott (1995) toteaa, että nopeasti muuttuva yhteiskunta aiheuttaa professioiden välistä kilpailua, joka ilmenee ammatillisten tehtävien suorittamisen yhteydessä. Monitieteellisessä yhteistyössä professioiden välinen kilpailu voi olla merkittävää, kun selvitetään, kuuluuko jokin tehtävä omaan professioon vai jollekin toiselle (Abbott 1988). Pärnän (2012) mukaan professio on altis omaksumaan toisen profession vaikutusta tai tietoperustaa, jos tämä tapahtuu tietoisesti ja dialogisesti, esimerkiksi monitieteellisissä työpaikoissa. Sen sijaan jos keskustelutilanne koetaan uhkaksi omalle osaamiselle ja arvovallalle, yhteistyöhön ei ryhdytä eikä omasta näkemyksestä luovuta. (Pärnä 2012.)

Bohmin ja Peatin (1992) mukaan professioiden välisen luovan yhteistyön esteitä ovat yksilön, organisaation ja yhteiskunnan piilevät perusrakenteet, kuten kulttuurisidonnaiset asiat. Lisäksi esteenä voi olla tieteenalojen eri paradigmojen käsitteiden, uskomusten, kielen ja menetelmien erilaisuus (Edmondson ja Nembhard 2009).

Monitieteellisessä yhteistyössä tarvitaan kunkin profession ydinosaamista. Edwards (2010) on määritellyt tieteiden välisellä rajalla toimimisen eräänlaiseksi yhteistoimintatilaksi (*boundary space*). Siinä toimiminen vaatii osallistujilta tietoista työskentelyä, jonka avulla professioiden välinen raja-aita voidaan ylittää ja asiantuntijuudet yhdistää. Edwards (2010) nostaa esiin muun muassa seuraavia yhteistoimintaa edesauttavia tekijöitä:

- työn tarkoituksen ja tavoitteen selkiinnyttäminen sekä avoimuus eri vaihtoehdoille
- omien ja toisten ammatillisten arvojen ymmärtäminen
- paikallisten verkostojen tuntemus
- vastaanottavuus toisten näkemyksille (ammattilaiset ja asiakkaat)
- sääntöjen joustava tulkitseminen ja riskien ottaminen
- parempien yhteistyövälineiden ja käytäntöjen kehittäminen
- uusien käytäntöjen ja prosessien luominen tietojen vaihdon avulla
- käytännöstä oppiminen.

Osallistujien motivaatiolla on suuri merkitys ryhmätyön onnistumiseen. Motivaatioon vaikuttavat henkilökohtaiset tarpeet, arvot, asenteet, normit ja valmiudet. Tärkeä huomioitava tekijä on käsiteltävän aiheen sisältö, sillä ryhmän jäsenellä tulee olla henkilökohtainen kiinnostus käsiteltävään aiheeseen (Kuivalahti 1999).

Ryhmän jäsenien välisen luottamuksen merkitystä on tutkittu laajalti. Sen lisäksi, että jäsenten tulee luottaa toistensa osaamiseen ja ammattitaitoon, heidän pitää voida luottaa myös siihen, että muut ryhmän jäsenet käyttäytyvät ennustettavasti, ystävällisesti ja toisiaan arvostavasti (Glenn ym. 2012). Luottamus vähentää

---

<sup>9</sup> Professio tarkoittaa arvostettua ammattia, johon liitetään abstrakti, spesialisoitunut tietoperusta, suhteellisen paljon harkintavaltaa työssä, auktorisoitu asema suhteessa toisiin ammattiryhmiin ja usein myös pyrkimys edistää yleistä hyvää (Puustinen 2001).

epävarmuuden kokemusta, vahvistaa riskinottoa ja edesauttaa rakentavaa työskentelyä, jolloin ryhmän jäsenet ovat halukkaampia jakamaan omaa tietämystään (Lin 2006). Ihmiset luottavat helpommin tuttuihin kuin tuntemattomiin henkilöihin, minkä vuoksi yhdistettäessä oikean osaamisen omaavat tutut henkilöt ryhmäksi voidaan saavuttaa parempia tuloksia kuin yritettäessä koota yhteen parasta mahdollista tietoa omaavat, mutta toisilleen vieraat henkilöt (Kopra 2012). Tämäkään ei ole yksiselitteistä, sillä keskenään tutuilla henkilöillä voi olla olemassa jo valmiiksi epäluottamusta toisiaan kohtaan. On myös havaittu, että toisilleen vieraat henkilöt saattavat olla tehokkaampia työn aloittamisessa kuin keskenään tutut henkilöt. Muun muassa Hollingshead (1998) on todennut, että ryhmätyötilanteessa toisilleen täysin vieraat ihmiset alkavat välittömästi muodostaa yhteiseen asiantuntemukseen perustuvaa muisti- ja tietojärjestelmää, mitä ei tapahdu toisilleen ennestään tuttujen henkilöiden ryhmässä.

Monitieteellisen ryhmän toiminnan onnistumista estävät yleiset ryhmätyötä heikentävät tekijät, kuten arvovaltakysymykset, dominoivat henkilöt, ristiin menevät intressit, sosiaaliset paineet ja aikapula. Etenkin muita dominoivat henkilöt vaikeuttavat kommunikointia ja estävät muiden näkemysten esiin saamista (Kuivalahti 1999). Monitieteellisen ryhmän tuloksia voi heikentää myös osallistujien haluttomuus jakaa omaa osaamistaan kyseisessä yhteydessä, mikä voi johtua esimerkiksi heikosta ryhmän ohjauksesta, negatiivisesta henkilökohtaisesta kokemuksesta kuulluksi tulemisesta tai epävarmuudesta liittyen asioiden sidonnaisuuksiin. Myös ihmisten henkilökohtaiset puolustusmekanismit voivat estää tehokasta yhteistyötä. Tätä voi esiintyä, jos tarkastelun kohteena olevat asiat ovat tunneherkkiä, hämmentäviä tai pelottavia, jolloin niitä ei haluta ottaa käsittelyyn (Argyris 1976). Ihmiset ovat myös haluttomia ottamaan vastaan uutta tietoa, jos se on ristiriidassa heidän aiemmin omaksumansa tiedon kanssa (von Krogh ym. 2000).

Oppimistilanteissa ryhmän maksimikoko on 5–6 henkilöä. Tätä suurempi ryhmä voi kärsiä viestiongelmista ja roolikonflikteista, jolloin myös osallistumattomuus lisääntyy. Lisäksi ryhmän heterogeenisuus on etuna silloin kun tarvitaan luovuutta, idearikkautta ja uusia ratkaisuja. (Kuivalahti 1999)

Parhaaseen lopputulokseen moniammatillisessa yhteistyössä päästään kehittämällä sitä toistuvaksi ja säännölliseksi ja sisällyttämällä siihen kommunikointia ja tietojenvaihtoa. Syvetäkseen monitieteelliseksi yhteistyöksi toiminnan tulee olla järjestelmällisesti organisoitua (Leathard 2003), mikä vaatii johdon ja organisaation tukea (Pärnä 2012).

#### **4.2.2 Näkyvä ja hiljainen tieto**

Riskien tunnistaminen monitieteellisessä ryhmässä vahvistuu entisestään, jos ryhmässä osataan hyödyntää näkyvän tiedon lisäksi osallistujien hiljaista tietoa. Ryhmän jäsenillä voi olla hyvin erilainen koulutustausta ja muodollinen osaaminen. Ainoa ryhmän jäseniä yhdistävä tekijä voi olla yhteinen tarkastelun kohde, mihin jokainen osallistuja liittyy omaamansa sekä näkyvän että hiljaisen tiedon. Uudet, luovat ideat ja ajatukset syntyvät vuorovaikutustilanteessa, jossa osallistu-

jat hyödyntävät sekä näkyvää että hiljaista tietoa annettua tehtävää ratkaistaessa (Nonaka 1994; Shu-Chen ja Cheng-Kiang 2009). Erilaisen kokemustaustan omaavien henkilöiden tehokkaimpana tiedonsiirron välineenä pidetään keskustelua ja yhdessä toimimista (Kurtti 2012). Hiljaisen tiedon vaihtumista voidaan tehostaa myös lisäämällä ihmisten liikkuvuutta esimerkiksi organisaatioiden välillä (Sanchez 2004).

Hiljaisen tiedon merkitystä on painotettu muun muassa ennakkoinnin ja tulevaisuuden ymmärtämisen yhteydessä. On todettu, että tietyn ilmiön kiinteä tarkastelu tuottaa myös tiedostamattomia näkemyksiä siitä, miten ilmiö kehittyy mahdollistuen tulevaisuuden ennakkoinnin (Leonard ja Sensiper 1998). Kohonen (2012) nostaa esiin hiljaisen tiedon merkityksen etenkin toimittaessa vieraisissa kulttuureissa, joissa sosiaaliset suhteet edellyttävät nopeaa tapojen oppimista.

Jo 1960-luvulla Polanyi (1962) korosti, että kaikessa tietämisessä on mukana opitun näkyvän tiedon lisäksi yksilön oma, henkilökohtainen osuus. Yksilön omaama tieto voidaan siis jakaa näkyvään tietoon (*explicit knowledge*) ja hiljaiseen tietoon (*tacit knowledge*) (Polanyi 1962; 1966). Näkyvä tieto tarkoittaa objektiivista tietoa, joka voidaan siirtää toiselle systemaattisesti esimerkiksi formaalin kielen avulla (Nonaka 1994; Leonard ja Sensiper 1998). Sen välittyminen toisille henkilöille vaatii vastaanottajalta riittävän määrän taustaosaamista tai koulutusta (Leonard ja Sensiper 1998). Hiljainen tieto on yksityisempää, ja se tulee esiin tietyssä kontekstissa, tilanteessa tai toiminnassa. Sitä ei voi muuttaa sanalliseen muotoon, koska yksilö ei tiedä sen olemassaolosta (Polanyi 1962; 1966; Leonard ja Sensiper 1998), ja koska se on henkilökohtaista, tiettyyn yhteyteen sidottua, ja käytännön toimien kautta opittavaa (Rajan 1998).

Hiljainen tieto perustuu usein subjektiiviseen kokemukseen, taitoihin, tunteeseen ja jopa intuitioon. Pitkäaikaisen kokemuksen tuomat hiljaiset tiedot ja taidot nousevat esiin ammattitaitoisen työntekijän toiminnassa (Vaahtio 2004; Helakorpi 2001). Hiljainen tieto on käsitteenä lähellä intuitiota – kykyä nähdä asioita sisäisesti ja tietää asioita käyttämättä rationaalisia prosesseja (Nurminen 2000). Intuition arvellaan syntyvän ja kasvavan kokemuksista ja vuorovaikutuksesta ympäristön kanssa, ja se mahdollistaa yksilölle kyvyn arvioida erilaisia tapahtumia, havaita muutoksia ja tehdä niistä nopeita alitajuisia päätöksiä (Bierly III ym. 2000). Huotari ja Savolainen (2003) nostavat intuition merkityksen esiin myös yksilön omassa arviossa (tuntuma) siitä, onko jokin suoritus hyvä ja onnistunut.

Polanyn ajatuksesta poiketen Nonaka (1994) liittyy hiljaiseen tietoon sekä teknisen että kognitiivisen elementin ja laajentaa käsitettä korostamalla, että osa hiljaisesta tiedosta on viestittävässä, ja vain osa siitä on yksityistä. Tähän pohjautuen Nonaka (1994) loi mallin siitä, miten näkyvä tieto ja viestittävässä oleva osa hiljaisesta tiedosta kasvattavat organisaation tietämystä (Kuva 10). Näkyvä tieto siirtyy yksilöltä toiselle sisäistymällä esimerkiksi koulutuksen ja opetuksen kautta, jolloin siitä tulee myös opetettavan henkilön hiljaista tietoa. Näkyvä tieto voi siirtyä toiselle henkilölle myös yhdistymällä tämän olemassa olevaan tietoon, jolloin uusi, vastaanotettu tieto kasvattaa henkilön näkyvää tietoa. (Nonaka 1994).

Hiljainen tieto voi siirtyä toiselle henkilölle sosialisaaion kautta usein ilman puhetta havainnoimalla, matkimalla ja käytännön kautta, kuten työssä oppimisessa



tai mentoroinnissa tapahtuu. Tällöin tieto pysyy pääosin hiljaisena tietona. Hiljaisen tiedon muuttaminen näkyväksi tiedoksi vaatii tiedon ulkoistamisen, joka tapahtuu ihmisten keskinäisessä vuorovaikutuksessa. (Nonaka 1994.)

**Tiedon vastaanottaja**

		Hiljainen tieto	Näkyvä tieto
Tiedon lähde	Hiljainen tieto	<p><i>Tiedon sosialisatio</i></p> <p>Esimerkistä oppiminen, oppisopimustoiminta, mentorointi</p>	<p><i>Tiedon ulkoistaminen</i></p> <p>Monitoimijaista yhteistyötä, ryhmätyötä, tiedon jakamista</p>
	Näkyvä tieto	<p>Opiskelu, koulutus perinteinen tiedon siirto</p> <p><i>Tiedon sisäistäminen</i></p>	<p>Tiedon lisäämistä olemassa olevaan tietoon yksilö- ja organisaatiotasolla</p> <p><i>Tiedon yhdistäminen</i></p>

Kuva 10. Hiljaisen tiedon ja näkyvän tiedon toisiaan vahvistava vaikutus (Nonaka 1994).

Polanyin ja Nonakan hiljaista tietoa käsittelevien tulkintojen välillä on periaatteellisia eroja, ja Nonakan näkemys hiljaisen tiedon muuttamisesta näkyvään muotoon on myös kohdannut kritiikkiä. Esimerkiksi Virtasen (2014) mukaan myös näkyvän tiedon pohjalla on hiljainen tieto, jonka päälle näkyvä tieto rakentuu. Nonakan luoma malli tiedon näkyväksi tulemisesta ja siirtymisestä on kuitenkin osoittautunut käytännössä toimivaksi koostettaessa työryhmien yhteistä näkemystä (katso Leonard ja Sensiper 1998).

Hiljaisen tiedon muuttaminen näkyväksi ei tapahdu itsestään, vaan sen esiin nostaminen tarvitsee järjestelmällistä tukea. Nonaka ja Konno (1998) toivat tiedon esiin nostamiseen japanilaisen käsitteen *ba*, joka tarkoittaa tilaa. Tila voi olla fyysinen (toimistotila), virtuaalinen (puhelinneuvottelu), mentaalinen (yhteinen kokemus) tai kaikkien näiden yhdistelmiä. *Ba* tarjoaa alustan henkilökohtaisen ja yhteisön tiedon kasvattamiselle, ja se on erilainen riippuen siitä, miten yhteisön tietoa kasvatetaan; sisäistämällä, ulkoistamalla, yhdistämällä vai sosialisatiolla. (Nonaka ja Konno 1998.)

Tiedon kasvattamista varten (näkyvää tietoa lisätään aiempaan näkyvään tietoon) muodostettu *ba* voi olla Nonakan ja Konnon (1998) mukaan tila, jossa hyö-

dynnetään voimakkaasti informaatiotekniikkaa, tietokantoja ja dokumentaatioita. Sen sijaan hiljaisen tiedon jakamista varten luotavan *ban* tulisi pystyä luomaan riittävän turvallinen ympäristö. Tällöin *ba* mahdollistaa ryhmätyön, keskustelun, tarinat, metaforat, analogiat yms. Tässä *bassa* työskenneltäessä on olennaista, että kaikkien ajatuksia ja ideoita arvostetaan, jolloin on mahdollista tuottaa uusia näkökohtia jokaisen osallistujan esiin nostamiin asioihin. (Nonaka ja Konno 1998.) Poikkitieteellisen ryhmän katsotaan myös parantavan mahdollisuuksia hiljaisen tiedon ulkoistamiseen (Nonaka ym. 2000). Myös yhteisillä tulkinnoilla ja reflektiolla, joita voidaan toteuttaa vaihtamalla kokemuksia ryhmissä, on suuri merkitys hiljaisen tiedon esiin nostamisessa (Kurtti 2012; Poikela 2005; Ruohotie 1997).

Viime vuosikymmenen aikana on yritetty löytää parhaita menettelytapoja hiljaisen tiedon esiin nostamiseksi. Esiin on nostettu muun muassa keskustelut (Kakabadse ym. 2001; Nikkanen ja Kantola 2007), digitaaliset kuvat tai videokuvaus (Moilanen ym. 2005; Nikkanen ja Kantola 2007; Sandretto ym. 2002), mallisuoritukset (Nikkanen ja Kantola 2007) ja tarinankerronta (Moilanen ym. 2005) etenkin erilaisten työtehtävien vaatimien tietojen siirtämiseksi.

#### **4.2.3 Yhteenveto ryhmätyön mahdollisuuksista**

Työpajapohjainen ryhmätyö näyttäisi olevan eräs parhaista tavoista olemassa olevan hiljaisen tiedon keräämiseen. Se voi tuottaa erinomaisia tuloksia, jos ryhmätyöhön osallistuvat saadaan keskustelemaan avoimesti ja luottamuksellisesti keskenään siten, että jokainen osallistuja voi kokea olevansa yhtä arvokas osa työryhmää. Samoin on merkityksellistä, että osallistujilla on oma asiantuntija-alueensa, jonka hän jakaa tilaisuudessa, jotta yhteinen osaaminen kasvaisi ja kokonaisvaltainen näkemys käsiteltävään asiaan löytyisi. Ryhmän jäsenten välisen vuorovaikutuksen toteutumiseksi on olennaista, että ryhmä kokoontuu samanaikaisesti yhteiseen tilaan ja hyödyntää ryhmätyöhön ja tiedon vaihtamiseen soveltuvia ryhmätyömenetelmiä.

van Asseltin (2000) ryhmätyötä varten kehittämää yhdennetyn arvottamisen ja luovan dialogin mallia (kuva 9) voidaan hyödyntää lähtökohtana viranomaisten yhteistyö-prosessin kehittämiseksi. Sen prosessi sisältää eri tieteenaloja koskevan tiedon yhdistämisen ja yhteisen keskustelun saadusta lopputuloksesta. Menetelmän avulla ei pyritä saavuttamaan yhteistä näkemystä, vaan ymmärtämään ja hyväksymään muiden tieteenalojen näkökannat. Yhdennetyssä arvottamisessa huomioidaan tarkasteltavaan asiaan liittyvät sosiaaliset, taloudelliset, poliittiset ja ympäristölliset näkökohdat, mitkä ovat myös viranomaistoiminnan pääfokuksessa.

### **4.3 Viranomaisten nykyiset toimintatavat riskien tunnistamiseksi ja mahdollisuudet viranomaisten yhteistyön kehittämiseksi**

Tässä alaluvussa vastataan tutkimuskysymykseen: ”Mitkä ovat viranomaisten nykyiset toimintatavat riskien tunnistamisessa, ja miten ne tukevat viranomaisten yhteistyötä?” Viranomaisten moniammatillisen ja monitieteellisen yhteistyön toteutuskelpoisuutta tutkittiin analysoimalla viranomaisten mahdollisuutta järjestää yhteisiä työpajoja olemassa olevien toimintaprosessien osana. Tutkimus perustuu aineisto- ja kirjallisuuskatsaukseen ja viranomaisten teemahaastatteluihin.

Ensimmäinen alaluku käsittelee viranomaisten yhteistoimintaa koskevia tutkimuksia, ja seuraavissa alaluvuissa tarkastellaan viranomaisten nykyisiä toimintatapoja ja heidän näkemyksiään yhteistoiminnan mahdollisuuksista. Viranomaisten toimintatapoja koskeva aineisto perustuu viranomaisten haastatteluihin, jotka tehtiin vuosina 2012–2014 (liite C).

Moniammatillisuutta käytetään nykyisin yleisterminä puhuttaessa eri ammattiryhmien tietojen ja taitojen yhteensovittamisesta yhteisessä toiminnassa. Moniammatilliseen yhteistyöhön siirtyminen on tapahtunut vähitellen, ja esimerkiksi Suomessa sitä on tehty jo 1990-luvulta alkaen etenkin sosiaali- ja terveydenhuollon alueella (Isoherranen 2005). Viime vuosikymmenen aikana viranomaisyhteistyö on vahvistunut muun muassa lastensuojelussa sosiaalityön ja poliisin yhteistyönä, mutta myös rajavalvonnassa rajavartioston, poliisin ja tullin yhteistyönä sekä myrskyn aiheuttamien onnettomuuksien torjunnassa pelastuslaitosten, poliisin ja metsäkeskusten yhteistyönä. Viranomaisten yhteistyön taustalla on Hallintolaki, jonka 10.1§:n mukaan viranomaisen on toimivaltansa rajoissa ja asian vaatiessa laajuudessa avustettava toista viranomaista tämän pyynnöstä hallintotehtävien hoitamisessa sekä muutoinkin pyrittävä edistämään viranomaisten välistä yhteistyötä (Laki 434/2003).

#### **4.3.1 Tutkimuksia viranomaisten yhteistoiminnasta teknisten riskien tunnistamiseksi**

Teknisten riskien käsittelyyn ja lupaprosesseihin liittyvää viranomaisyhteistyötä on Suomessa tutkittu hyvin vähän. Etenkin teknisten riskien tunnistamiseen ja viranomaisten myöntämien lupien valvontaan liittyvää viranomaisten yhteistoimintaa on tarkasteltu lähinnä yksittäisten sektorikohtaisten tutkimusten yhteydessä. Valtosen (2007) mukaan viranomaisten toimintaa koskeva tutkimus on keskittynyt pääsääntöisesti kahdenväliseen tai toimialakohtaiseen tutkimukseen. Jonkin verran on tutkittu myös valtakunnan rajat ylittävää viranomaisyhteistyötä (katso esim. Heusala ym. 2008). Monet tutkimuksista on tehty ammattikorkeakoulujen opinnäytteinä, kuten Nousiainen (2007), Salokorpi ja Rytönen (2010), Dufva ym. (2009) ja Juurijoki (2010), tai viranomaisselvityksinä, kuten Gilbert ym. (2006) ja Taitto (2007).

Taiton (2007) mukaan viranomaisten välisessä yhteistyössä on käytössä paljon hyviä menettelytapoja ja käytäntöjä, mutta ne jäävät usein hiljaiseksi tiedoksi, koska niitä ei ole dokumentoitu. Näin organisaatioissa tapahtuvien henkilövaihdosten myötä hyvät toimintamallit unohtuvat. Heusala ym. (2008) nostaa esiin, että viranomaisten perinteiset rajat ovat kuitenkin madaltuneet ja tehtävissä painottuvat nykyisin yhä enemmän yhteiset päämäärät, mikä antaa hyvän lähtökohdan tehokkaalle yhteistoiminnalle.

Satama-alueiden turvallisuuteen liittyvät toimintatavat kuvaavat pienoismallina viranomaisten ja teollisuusalueen toimijoiden vastuiden jaon hankaluutta. Satama-alueilla on useita toisistaan erillisiä toimintoja, joista jokainen vastaa omasta riskienhallinnastaan. Tällaisessa ympäristössä ei kuitenkaan riitä, että toimijat tuntevat oman toimintansa aiheuttamat riskit, vaan heidän tulee tuntea koko satamaympäristön riskit (Nousiainen 2007). Salokorven ja Rytkösen (2010) mukaan satama-alueita valvovia viranomaisia on lukuisia (työsuojeluviranomainen, Tukes, pelastustoimi, ELY-keskus ja Liikenteen turvallisuusvirasto), mikä aiheuttaa valvonnan hajautumista. Tällöin millään viranomaisella ei ole kokonaiskuvaa sataman tilanteesta. Vain satamanpitäjällä, joka on satamalaivos tai satamaosakeyhtiö, on kokonaiskuva turvallisuustilanteesta, sillä sille on asetettu velvoite koko satama-alueen turvallisuuden varmistamisesta (Salokorpi ja Rytkönen 2010). Riskien tunnistamisen kannalta vastuunjaon periaate on satamissa selkeä: toimijat vastaavat oman toimintansa aiheuttamasta riskistä lähiympäristöönsä, mutta satamanpitäjä vastaa koko satama-alueen turvallisuudesta.

Eri tutkimuksissa on nostettu esiin tarve viranomaisten nykyistä suuremmalle roolille turvallisuuden varmistamiseksi. Esimerkiksi Gilbert ym. (2006) on listannut kemikaalien kuljetuksiin liittyen osa-alueita, joissa viranomaisten vastuu riskien tunnistamisesta on merkittävä, kuten

- maantiekuljetusketjun riskinhallinta: yleisestä liikenneturvallisuudesta huolehtiminen ja teiden kunnossapito sekä tielinjauksista päättäminen.
- rautatiekuljetusketjun riskinhallinta: toimintoja ohjaavan tietojärjestelmän toimivuus ja sen sisältämien tietojen oikeellisuus sekä rajapinta yksityisten toimijoiden ja kuntien välillä liittyen teollisuusraiteiden kuntoon ja niillä tapahtuvien toimintojen suunnitteluun
- merikuljetusten riskinhallinta: työn- ja vastuunjako liittyen laivan teknisten turvajärjestelmien valvontaan sataman ja laivan rajapinnalla ja yhteistyö Merenkululaitoksen ja Tukesin kesken liittyen laivan ja operaattorin väliseen yhteistyöhön.

Wessbergin (2007) tutkimus selvitti Tukesin ja ympäristöviranomaisten erilaista roolia teollisuuden häiriöpäästöjen ennaltaehkäisyssä. Hänen tutkimuksensa mukaan Tukesin lupamenettely muodostuu teollisen toiminnan lupapäätöksestä ja sen myöntämisen jälkeisestä valvonnasta. Lupaa varten toiminnanharjoittaja antaa arviot mahdollisten onnettomuuksien ulottuvuuksista ja vaikutuksista ympäristössä sekä YVA-selvitykset ja tarvittavat riskien arvioinnit. Ympäristöviranomaisten toiminta puolestaan keskittyi luvan myöntämiseen, jonka jälkeen valvonnan kohteena olivat luparajat ylittävät häiriöpäästöt. (Wessberg 2007.) Viranomaistoiminnan

lähtökohtana on oletus, että yritys tai toiminnanharjoittaja pystyy arvioimaan ja tunnistamaan kaikki sen toiminnasta aiheutuvat ympäristöä tai sosioteknistä ympäristöä uhkaavat riskit. Näin riippumatta siitä, onko toiminnanharjoittajan edes mahdollista tietää ja tuntea kaikkia sen ulkopuolella sijaitsevia, haavoittuvia riskikohteita liiketoimintasalaisuuksien ja turvallisuusmääräysten vuoksi.

Kaukosen (2006) tutkimuksessa puolestaan nousi esille huoli turvallisuustekijöistä, jotka eivät ole minkään toimijan vastuulla: ”Erityisen haasteen pelastustoimelle muodostavat onnettomuudet, joiden ehkäisy ei kuulu yhdenkään toimijan vastuulle. Ne ovat sektorikohtaisesti hallinnoitussa yhteiskunnassa merkittävä ongelma, joka vielä korostuu harvaan asutuilla alueilla.”

Aihetta koskevien tutkimusten ja tapahtuneiden onnettomuuksien ja läheltä piti -tilanteiden (alaluku 1.1) perusteella voidaan arvioida, että viranomaisilla tulisi olla aktiivisempi rooli riskien tunnistamisessa ja ennen kaikkea yhteiskunnan riskitilanteen kokonaisvaltaisessa hahmottamisessa.

### **4.3.2 Valtakunnallisen tason viranomaisten toimintatavat**

Tässä väitöstutkimuksessa tarkastellaan riskienhallinnasta vastuullisina valtakunnallisina viranomaisina työ- ja elinkeinoministeriön alaisia Turvallisuustekniikan neuvottelukuntaa (TENK) ja Turvallisuus- ja kemikaalivirastoa (Tukes). Lisäksi tässä työssä käsitellään työ- ja elinkeinoministeriön (TEM), ympäristöministeriön (YM) ja sisäministeriön (SM) toimintaa, niiltä osin kuin se liittyy muiden valtakunnan tason toimijoiden tai alue- ja paikallistason viranomaisten teknisten riskien hallintatehtävään. Tästä syystä YM:n ja SM:n toimintaa tarkastellaan alue- ja paikallistason viranomaisten tehtävien yhteydessä ja vain TEM:n toimintaa käsitellään tässä luvussa.

#### **TEM, TENK ja Tukes**

TEM:n alainen Tukes on valtakunnallinen viranomainen, joka myöntää lupia ja valvoo niitä. Sen tehtävänä on valvoa ja edistää teknistä turvallisuutta ja vaatimustenmukaisuutta, ehkäistä henkilö-, omaisuus- ja ympäristövahinkoja sekä terveys- ja ympäristöhaittoja ja toimeenpanna niihin liittyvää turvallisuuslainsäädäntöä (Tukes 2013a; Laki 1261/2010). TENK on puolestaan valtioneuvoston asettama yhteistyöelin, joka toimii TEM:n tukena muun muassa vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyyn liittyvien teknistä turvallisuutta koskevien asioiden käsittelyssä (TEM 2013). Tukes, TEM ja TENK toimivat vahvassa yhteistyössä muun muassa lakeja muutettaessa ja valmisteltaessa, kuten liitteen I kuvaus asetusehdotuksen valmistelusta osoittaa. Esimerkiksi TENK:n prosessijaostossa on käsitelty kemikaalilakien muutostarpeita käymällä uusia versioita läpi ja luomalla niistä yhteistä näkemystä.

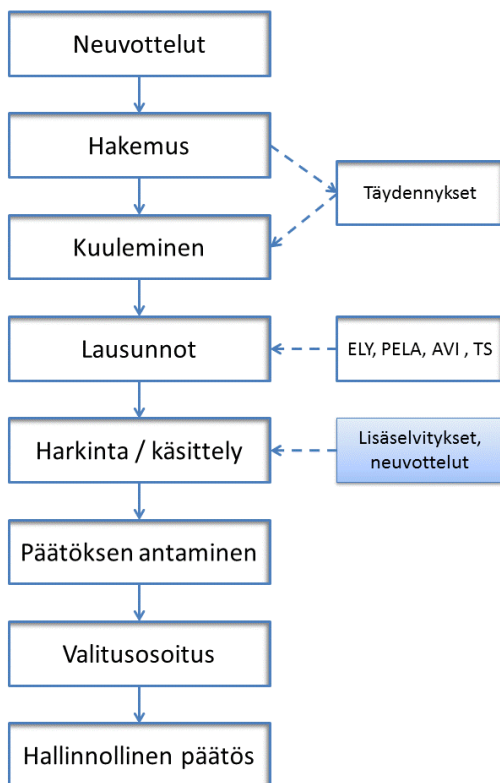
Kemikaalien käytön valvonta on jaettu kahdelle viranomaiselle: Tukes valvoo kemikaalien laajamittaista teollista käsittelyä ja varastointia, kun taas kemikaalien vähäistä käsittelyä ja varastointia valvovat pelastusviranomaiset. Tukesin tehtäviin ei kuulu riskianalyyysien tekemistä, eikä suoranaista riskien tunnistamista, mutta se

seuraa valvomiensa laitosten tekemien riskianalyysojen laatua. Tukesin valvomia toimialoja ovat muun muassa kemikaalien ja kaasujen teollinen käsittely, vaarallisten aineiden kuljetukset, räjähteet ja iltolitteet, sähkölaitteet, kaivokset, painelaitteet ja rakennustuotteet. Tukesin valvomia kemikaali- ja räjähdelaiteita on yhteensä noin 700 (Tukes 2013a). Tukes valvoo kemikaalilainsäädännössä säädetyn lupamenettelyn avulla tuotantolaitosten sijoittamista sekä niiden ja muun toiminnan välisten suojaetäisyyksien riittävyttä (Asetus 855/2012).

Tukesin toimintaprosessi vaarallisia kemikaaleja laajamittaisesti käsittelevien laitosten toiminnan luvittamiseksi on esitetty kuvassa 11. Lupaprosessissa eri viranomaisten yhteistyö perustuu lausuntojen pyytämiseen ja antamiseen. Tukes neuvottelee luvan tarpeesta, sisällöstä ja laajuudesta toiminnanharjoittajan kanssa jo ennen luvan tuloa vireille. Hakemuksen jättämisen jälkeen hakemusta täydennetään tarvittaessa, minkä jälkeen lupa laitetaan kuulemismenettelyyn. Tällöin lupa tulee nähtäville, ja siitä ilmoitetaan kyseessä olevan kunnan virallisilla ilmoituskanavilla sekä lähetetään tieto alueen asukkaille. Nähtävilläoloajan aikana asukkaat voivat antaa Tukesille huomautuksia ja muistutuksia. Tukes pyytää viralliset lausunnot aina AVI:ltä, ELY-keskukselta, pelastuslaitoksilta sekä työsuojeluviranomaisilta ja tarvittaessa myös muilta viranomaisilta. Tämän jälkeen Tukes käsittelee vastineet ja antaa lupapäätöksen.

Viranomaisten välinen yhteistyö lupaprosessin aikana konkretisoituu lausunnon-antomenettelyyn. Sitä ei kuitenkaan pidetä kovin tehokkaana menettelynä, sillä Tukesin viranhaltijoiden mukaan heidän saamansa, luvittamista koskevat lausunnot ovat usein sisällöltään vähämerkityksisiä ja toisinaan niitä ei saada laisinkaan. Poikkeuksena pidetään pelastuskeskusten antamia vastineita, joista on nähty olevan usein todellista tukea päätöksentekoon.

Tukesin päätösprosessiin olisi mahdollista kytkeä viranomaisten yhteinen työpaja teknisten riskien tunnistamiseksi osaksi olemassa olevaa lupaprosessia esimerkiksi lisäselvitys- ja neuvotteluvaiheeseen, mikä on esitetty kuvassa 11 sinisellä laatikolla. Tässä vaiheessa toteutettuna se antaisi lisävahvistusta lupaharkintaan, ja siinä voitaisiin käydä läpi myös lausunnoista puuttuvia asioita tai niissä esiin nousevia uusia, yllättäviä riskitekijöitä.



Kuva 11. Turvallisuus ja kemikaaliviraston prosessi vaarallisia kemikaaleja tai kaasuja käsittelevien tai varastoivien toimijoiden luvittamiseksi. Lausunnonantotahot ovat ELY-keskukset (ELY), pelastuslaitokset (PELA), aluehallintovirastot (AVI) ja työsuojeluviranomainen (TS). Sininen laatikko kuvaa prosessivaihetta, johon olisi mahdollista kytkeä viranomaisten yhteinen työpaja teknisten riskien tunnistamiseksi.

Kemikaaleihin liittyvän lupaprosessin lisäksi Tukes ohjaa ja tukee muun muassa pelastuslaitoksia kemikaalien käytöstä ja varastoinnista aiheutuvien vaarojen hallitsemisessa. Se järjestää pelastuslaitosten kemikaaliyhteyshenkilöille vuosittaiset PELA-päivät, joissa käsitellään ajankohtaisia asioita. Myös tässä tilaisuudessa olisi mahdollista käyttää osa työajasta yhteiseen työpajaan, jossa tunnistettaisiin jostakin uudesta tekniikasta aiheutuvia riskejä.

#### 4.3.3 Alueellisten viranomaisten toimintatavat

Aluetason viranomaisina tutkimuksessa tarkasteltiin maakuntaliittoja, elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksia (ELY-keskukset), Aluehallintovirastoja (AVI) ja

pelastuslaitoksia. Näitä ohjaavat ministeriöt ovat työvoima- ja elinkeinoministeriö (TEM), ympäristöministeriö (YM) ja sisäministeriö (SM).

### **Maakuntaliitot**

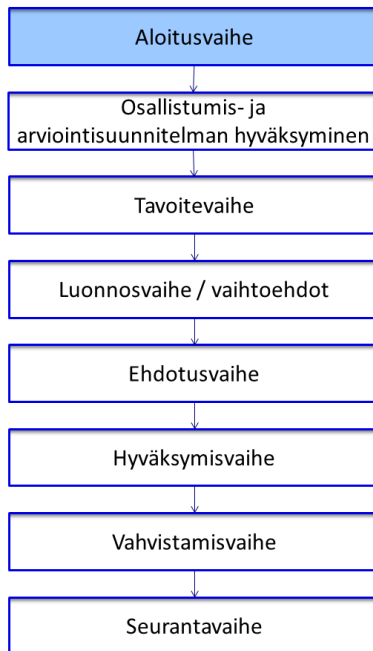
Maakuntaliitot ovat vastuussa maakuntakaavan valmistamisesta. Kaavan hyväksyy maakuntavaltuusto ja vahvistaa ympäristöministeriö. Maakuntakaava on yleispiirteinen suunnitelma maankäytöstä, ja siinä esitetään tilavarauksia erilaisille toiminnoille, kuten teille, rautateille, teollisuudelle, asutukselle jne. Maakuntakaavan tulee ottaa huomioon laajoja kokonaisuuksia ja ratkaista muun muassa valtakunnallisia, maakunnallisia ja seudullisia alueiden käytön tarpeita. Maakuntakaava ohjaa kuntien kaavoitusta ja sen laatimisesta vastaa maakunnan liitto. (Maakuntakaavoitus 2012.) Maakuntakaavoitusvaiheessa voidaan ottaa huomioon esimerkiksi uusia tekniikoita soveltavia laitoksia ja niiden sijoitustarpeita, kuten esimerkiksi jätevesien puhdistamoalueita ja vesi-, ydin- ja tuulivoimaloiden sijoitusalueita. Näissä tapauksissa myös teknisistä järjestelmistä aiheutuvia riskejä tarkastellaan yleisluonteisesti.

Maakuntakaavan valmistelu lähtee liikkeelle kun maakuntaliitto ilmoittaa sen viireille tulosta. Työ alkaa osallistumis- ja arviointisuunnitelman tekemisellä, tavoitteiden asettelulla sekä taustaselvitysten ja maankäyttövaihtoehtojen laadinnalla (Kuva 12).

Osallistumis- ja arviointisuunnitelma asetetaan nähtäville, ja siitä saatujen lausuntojen ja muistutusten perusteella suunnitelmaa korjataan. Tavoitevaiheessa määritellään kaavan päätavoitteet ja luonnosvaiheessa tehdään vaihtoehtotarkasteluja, joista ”kaavaluonnos” on se lopullinen vaihtoehto, josta pyydetään lausuntoja ja annetaan mahdollisuus muistutusten tekemiseen. Kaavaprosessi kestää usein noin viisi vuotta.

Uudet tekniikat tuovat haastetta etenkin kaavoitusprosessille, sillä tekniikan käyttöönotolle ei voida antaa lupaa, jos kaava ei salli rakennettavaa laitosta. Tämä tarkoittaa sitä, että maankäyttöä suunniteltaessa tulisi osata ottaa kauaskantoisesti huomioon uudet tekniikat ja niiden maankäytölle aiheuttamat vaatimukset. Esimerkiksi Pirkanmaan liitossa alkoi uuden maakuntakaavan valmistelu vuonna 2011 ja syksyllä 2012 valmistui sitä varten tuulivoimaselvitys. Selvitys tehtiin maakuntaliiton sisäisenä työnä ennalta määrättyjen kriteerien (aluevarausten etäisyys asutukseen, tuuliolosuhteet ja luonnonsuojelu- ja muinaismuistoalueet) pohjalta.





Kuva 12. Maakuntakaavaprosessin pääpiirteet. Sininen laatikko kuvaa prosessivaihetta, johon olisi mahdollista kytkeä viranomaisten yhteinen työpaja teknisten riskien tunnistamiseksi.

Maakuntakaavaprosessin aikana on mahdollista tehdä erilaisia riskien tunnistamiseen liittyviä menettelyjä. Prosessiin on jo valmiiksi kiinnitetty moniammatillinen asiantuntijajoukko, joten peruslähtökohta uuden työmenetelmän toteutukselle on olemassa. Koska kaava laaditaan hyvin karkealla tasolla, ei kovin yksityiskohtaisia riskianalyysyjä voida tässä vaiheessa vielä tehdä. Sen sijaan esimerkiksi uusien ratalinjausten suunnittelussa ja niiden riskien tunnistamisessa voitaisiin hyödyntää viranomaisten yhteistyötä linjausten valinnoissa. Paras hyöty viranomaisyhteistyöllä saavutettaisiin heti kaavavalmistelun aloitusvaiheessa (kuvassa 12 sininen laatikko), jolloin ratkaistaan, onko kaavalle lainkaan edellytyksiä.

### **ELY-keskukset**

ELY-keskusten strategiassa vuosille 2012–2015 on nostettu erääksi päätavoitteeksi väestön hyvinvoinnin kehittäminen maininnalla: "haittojen ennaltaehkäisyllä ja ennaltaehkäisyn kehittämisellä [--] turvataan väestön hyvinvointia ja parannetaan elinympäristön turvallisuutta" (ELY-keskusten strategia 2011). Toimenpiteinä strategia nostaa esiin muun muassa riskienhallinnan parantamisen. Tässä luvussa käsitellään ELY-keskusten tehtävistä maankäytön- ja kaavoituksen ohjausta, ym-

paristövaikutusten arviointimenettelyä ja valtionviranomaisten myöntämien ympäristölupien valvontaa. Jokaisessa näistä prosesseista tehdään päätöksiä tekniikoiden käyttöönotosta, ja arvioidaan myös niistä aiheutuvaa riskiä.

Eräs merkittävä ELY-keskusten tehtävä on kuntien maankäytön ja kaavoituksen ohjaus (Laki 132/1999) niiden valmistellessa yleis- ja asemakaavoja. ELY-keskusten tehtävänä on huolehtia siitä, että kaavoituksella ja muulla maankäytöllä pyritään luomaan terveellinen, turvallinen ja viihtyisä elinympäristö, joka on sosiaalisesti toimiva ja jossa eri väestöryhmien tarpeet on otettu huomioon. Tämän toteuttamiseksi ELY-keskukset seuraavat, että valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet (VAT) sekä muut alueiden käyttöä ja kaavoitusta sekä rakentamista koskevat säännökset ja määräykset otetaan huomioon niin maakuntakaavoituksessa kuin kuntien yleis- ja asemakaavoituksessakin.

Uusiin isoihin hankkeisiin liittyvän ympäristövaikutusten arviointimenettelyn (YVA) tarkoituksena on varmistaa, että merkittäviä ympäristövaikutuksia aiheuttavien hankkeiden ympäristövaikutukset selvitetään ennen hankkeeseen ryhtymistä. YVA-menettelyssä selvitetään hankkeen toteuttamisvaihtoehdot ja niiden ympäristövaikutukset, sekä myös ihmisiin kohdistuvat vaikutukset (IVA<sup>10</sup>). Myös erilaisten suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutukset arvioidaan (SOVA) muun muassa maankäyttöä ja kaavoitusta koskevien valmistelujen yhteydessä (Laki 200/2005, Asetus 347/2005). Ympäristövaikutusten arviointi liittyy näin myös maankäyttösuunnitelmiin ja kaavoitukseen.

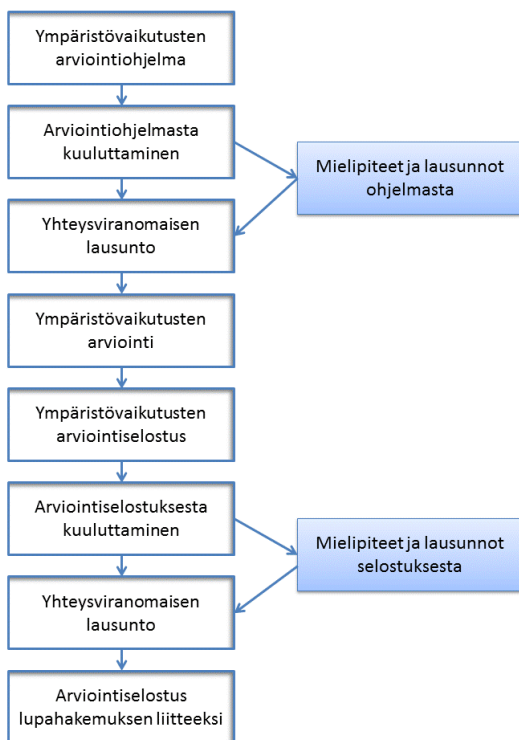
ELY-keskuksen ohjaama ympäristövaikutusten arviointi (YVA) menettely on esitetty kuvassa 13. Toiminnanharjoittaja, jota kutsutaan hankevastaavaksi, käynnistää YVA-menettelyn ja esittelee ympäristövaikutusten arviointiohjelman yhteysviranomaiselle, ELY-keskukselle. Arviointiohjelma sisältää selvityksen hankkeen toteuttamis-vaihtoehdoista ja niiden ympäristövaikutuksista.

ELY-keskus kuuluttaa arviointiohjelmasta, jolloin siitä on mahdollista antaa vastine. Lain mukainen minimivaatimus eri toimijoiden väliselle vuorovaikutukselle on, että sekä arviointiohjelmasta että -selostuksesta on varattava mahdollisuus esittää mielipide yhteysviranomaiselle (Laki 468/1994). YVA-menettelyllä voidaan saada monipuolista tietoa hankkeen tai toiminnan mahdollisista negatiivisista ympäristövaikutuksista ja riskeistä.

YVA-menettelyssä kuullaan lain mukaan ”viranomaisia ja niitä, joiden oloihin tai etuihin hanke saattaa vaikuttaa, sekä yhteisöjä ja säätiöitä, joiden toimialaa hankkeen vaikutukset saattavat koskea” (Laki 468/1994). Eri hallinnonaloja ja kuntia kuullaan arviointiohjelmasta ja -selostuksesta annettavien lausuntojen kautta (Janunen ja Hokkanen 2010). YVA-lainsäädäntö edellyttää, että ohjelmaa laadittaessa varataan mahdollisuus mielipiteiden esittämiseen, mutta se ei määrää, millä tavalla mielipiteet kootaan. Käytännöksi on kuitenkin vakiintunut lausuntomenettely.

---

<sup>10</sup> IVA käsittelee hankkeen välittömiä ja välillisiä vaikutuksia ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen (Ihmisiin kohdistuvat...2012).



Kuva 13. Ympäristövaikutusten arviointimenettely. Siniset laatikot kuvaavat prosessivaiheita, joihin olisi mahdollista kytkeä viranomaisten yhteinen työpaja teknisten riskien tunnistamiseksi.

YVA-yhteysviranomaisen törmää samaan ongelmaan lausuntojen laadun ja määrän suhteen kuin Tukesinkin viranhaltijat: lausuntoja ei aina saada, eikä saaduista lausunnoista ole välttämättä tukea päätöksentekoon. Myös YVA-prosessiin voidaan kytkeä teknisten riskien tunnistamista varten viranomaisten työpaja, mutta se voidaan liittää vain sellaisiin vaiheisiin, jotka ovat yhteysviranomaisen vastuulla ja joissa pyydetään mielipiteitä ja lausuntoja asianosaisilta.

ELY-keskuksille on annettu tehtäväksi ympäristövahinkojen ehkäisy ja torjunta (Laki 897/2009), mitä tehdään muun muassa valvomalla, että toiminnanharjoittajat ovat laatineet niiltä ympäristöluvissa edellytetyt riskianalyysit ja muut häiriöitä estävät toimenpiteet ja että lupapäätöksissä annettuja lupamääräyksiä noudatetaan. Ympäristönsuojelulaki ja -asetus määräävät kaikkein merkittävimpien toimintojen ympäristölupien käsittelijäksi aluehallintoviraston, ja muiden ympäristölupaasioiden käsittelijäksi kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen (Laki 527/2014; Asetus 713/2014). Tehtävien vastuunjako on esitetty tarkemmin edellä mainituissa ympäristönsuojelulaissa ja -asetuksessa.

Ympäristönsuojeluasetuksen (Asetus 713/2014) mukaan ELY-keskusten tulee valvoa AVI:en myöntämien ympäristölupien noudattamista. Se tulee tehdä määräaikaistarkastuksin, joiden taajuus on määritettävä ympäristöriskien arvioinnin perusteella. Arvioinnissa tulee ottaa huomioon muun muassa toiminnan vaikutukset ihmisen terveyteen ja ympäristöön ottaen huomioon päästötasot ja -tyypit ja onnettomuusriski sekä lähiympäristön herkkyys päästöille. Tämä riskinarviointi on hallinnon oma, ja se sisältää lisäksi analyysin toiminnanharjoittajan toimintatavoista lupamääräysten noudattamisessa, käytössä olevasta ympäristöasioiden hallinta- ja auditointijärjestelmästä sekä myös muiden viranomaisten tekemästä valvonnasta kyseisessä kohteessa. (Asetus 713/2014)

### **Aluehallintovirastot**

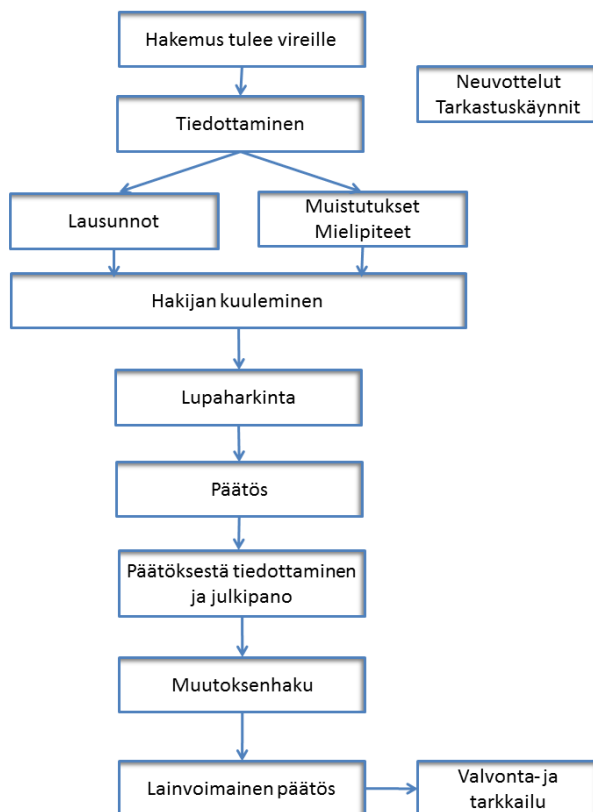
Aluehallintovirastojen tehtävänä on edistää kansalaisten perusoikeuksien ja oikeusturvan toteutumista, peruspalvelujen saatavuutta, ympäristönsuojelua, ympäristön kestävästä käytöstä, sisäistä turvallisuutta sekä terveellistä ja turvallista elin- ja työympäristöä alueilla (Aluehallintovirasto 2012). Teknisiä asioita koskevat tehtävät kuuluvat pelastustoimen, ja ympäristönsuojelu- ja vesilainsäädännön mukaisen lupien vastuualueille (Laki 896/2009).

Pelastustoimen ja varautumisen vastuualue ohjaa ja johtaa pelastustoimen suunnittelua sekä valvoo ja arvioi pelastuspalvelujen saatavuutta. Sen tehtävänä on koordinoita sisäisen turvallisuuden alueellista yhteistyötä ja normaaliolojen häiriötilanteisiin varautumista sekä varautumisen ja valmiussuunnittelun yhteensovittamista. Tämä toteutetaan yhteistyössä muiden alueviranomaisten, maakuntaliittojen, kuntien, alueen järjestöjen ja kylätoiminnan sekä elinkeinoelämän edustajien kanssa. (Aluehallintovirastojen... 2011; Aluehallintovirasto 2012). Vastuualueella ei ole selkeää roolia uusien teknisten riskien tunnistamisessa, mutta se on osallisena Seveso-direktiivin tuomien velvoitteiden toteuttamisen valvonnassa esimerkiksi seuraamalla, että pelastuslaitokset saavat käyttöönsä ko. laitosten ulkoiset pelastussuunnitelmat. Aluehallintovirastot tukevat sisäministeriötä sen pelastuslain mukaisissa tehtävissä vuosittain erikseen sovittavalla tavalla. Lisäksi pelastustoimen ja varautumisen vastuualueen tehtävänä on sovittaa yhteen viranomaisten valmiussuunnittelu yhteiskunnan turvallisuusstrategian ja riskianalyysien pohjalta alueellisissa valmiustoimikunnissa. Toistaiseksi nämä toimikunnat eivät ole vielä vakiinnuttaneet asemaansa, ja jos ne toimivat, ne ovat keskittyneet pääosin yhteistoimintaan valmiusharjoitusten valmistelussa eikä alueellisten riskianalyysien tekemiseksi ole yhteisiä menettelyjä (Kätevä 2014).

Ympäristölupien vastuualueen tehtäviin kuuluu varmistaa turvallinen yhteiskunta, mikä käsittää asuin-, työ- ja elinympäristön terveellisyyden ja turvallisuuden varmistamisen. Tätä toteutetaan esimerkiksi ympäristölupakäsittelyssä, minkä tavoitteena on muun muassa ympäristön pilaantumisen ehkäisy. (Aluehallintovirastojen... 2011). Vastuualue ratkaisee kaikki merkittävimmät ympäristönsuojelulain ja vesilain mukaiset lupa-asiat. Ympäristölupakäsittelyiden yhteydessä arvioidaan muun muassa luvittavasta toiminnasta aiheutuvia ympäristöriskejä, onnettomuuksia ja häiriötilanteita. Lupaprosessin yhteydessä käsitellään yleensä myös hakijalaitoksessa sattuneita poikkeuksellisia tilanteita ja laitosten varautumista

onnettomuustilanteisiin. AVIt voivat lupapäätöksessään velvoittaa luvan saajan teettämään ympäristöriskianalyysin tai päivittämään vanhan, jos se nähdään tarpeelliseksi. Aluehallintovirastot ja ELY-keskukset on veloitettu tekemään yhteistyötä, ja sen toteutuminen raportoidaan vuosittaisissa aluehallintovirastojen tuloksellisuusraporteissa.

AVIt myöntävät ympäristölupia, jotka ovat vahvasti säädeltyyn prosessiin perustuvia hallinnollisia päätöksiä. Lupaprosessi on esitetty kuvassa 14. Käytännössä AVIn yhteistyö toiminnanharjoittajien kanssa on hyvin vähäistä ja tapahtuu vain lupaneuvottelujen yhteydessä, jolloin on mahdollista tehdä esimerkiksi tarkastuskäynnejä laitoksiin. Resurssien vähyyden vuoksi tätä ei kuitenkaan kovin usein tapahdu. Liian suuren työkuorman suhteessa käytettävissä oleviin henkilöstövoimavaroihin on todettu vaikuttavan heikentävästi viranomaisten mahdollisuuteen osallistua yhteistarkastuksiin toisen viranomaisen kanssa myös esimerkiksi kaivosten lupa- ja valvontaprosesseissa (Kaivosten ympäristöturvallisuus, 2014).



Kuva 14. Ympäristölupaprosessi.

Viranomaisten yhteistyö ympäristölupaprosessissa tapahtuu pääsääntöisesti lausuntomenettelyn kautta. Haastattelussa ilmenee, että lausuntomenettely ei toimi kovin hyvin, sillä usein lausuntojen pyytäjät pettyvät antiin, jolloin ne eivät tuo apua lupakäsittelyyn. Lisäksi uusien tekniikoiden ymmärtäminen luo lisävaateita lupien käsittelijöille; asiat ovat monimutkaisempia ja aina vain teknisempiä, eikä toiminnoista aiheutuvia riskejä ole helppo ottaa huomioon.

Teollisuuden häiriöpäästöjen tunnistamista varten kehitettiin 1990-luvun lopulla ja 2000-luvun alussa erilaisia ympäristöriskianalysejä. Vuonna 2000 voimaan tulleen ympäristölain myötä viranomaiset kehittivät muutaman vuoden ajan toiminnanharjoittajia teettämään puolueettoman ympäristöriskianalyysin toiminnastaan. Kuten Wessberg (2007) toteaa, menettelyä ei kuitenkaan otettu osaksi luvitusprosesseja. Viimeisen kymmenen vuoden suuntauksena on ollut, että ympäristöriskianalysejä vaaditaan luvan yhteydessä erittäin harvoin, sillä lupien käsittelijät olettavat, että ympäristöriskit kartoitetaan YVA-menettelyn yhteydessä. Tämä ei kuitenkaan ole mahdollista, sillä YVA-vaiheessa toimintaprosessia ei ole vielä lopullisesti valittu, ja näin siinä yhteydessä ei ole mahdollista tehdä tarkkoja riskianalysejä lopullisesta ratkaisusta.

### **Pelastuslaitokset**

Pelastuslaitokset ovat alueellisia toimijoita, joiden toimintaa ohjaa sisäministeriö, mutta toiminnan rahoittajina ovat kunnat. Sisäministeriöllä on pelastuslaitoksia ohjaava rooli, eikä se puutu pelastuslaitosten tekemisiin päätöksiin tai valvontaan. Pelastuslain (Laki 379/2011) mukaan kuntien tulee yhteistoiminnassa vastata pelastustoimen järjestämisestä. Pelastuslaitokset ovat ainoa aluetason toimija, jonka tehtäväksi on määrätty teknisten riskien analysointi tai tunnistaminen. Niiden tehtävänä on selvittää toiminta-alueellaan esiintyvät uhat ja arvioida niistä aiheutuvat riskit alueen palvelutasopäätöstä varten. Riskianalyysin taustalla on toimintavalmiuden ylläpitäminen (Sisäministeriö 2012). Lisäksi pelastuslaitosten tehtäviin kuuluvat onnettomuuksien ennaltaehkäisy ja vaaratilanteiden hallinta sekä pienten yksiköiden kemikaalilupien myöntäminen (Laki 379/2011). Pelastuslain mukaan pelastustoimen tekemän palvelutasopäätöksen tulee sisältää tiedot alueella esiintyvistä uhista ja arviot niistä aiheutuvista riskeistä (Laki 379/2011). Pelastustoimen muututtua alueelliseksi niiden yhteistyöverkosto maakunnallisten toimijoiden kanssa on vahvistunut. Siitä huolimatta pelastuslaitosten mahdollisuudet vaikuttaa maakuntakaavaan tai edes yleiskaavaan on nähty paikoin heikoksi. Kaavoitukseen liittyvä lausuntomenettely on nähty ongelmalliseksi, sillä vastuuviranomaiset saattavat pyytää lausuntoja niin myöhään, että tarvittavia muutoksia ei enää voi tehdä (Kaukonen 2006). Toisaalta kuntapuolella on nähty, että pelastuslaitoksen tuki kunnan omaan kaavoitustyöhön on merkittävä.

Pelastuslaitoksille on ainoana viranomaisina määrätty uhkien ja niistä aiheutuviin riskien tunnistaminen. Riskianalyysit perustuvat sisäministeriön julkaisemaan ohjekirjeseen, jonka mukaan pelastuslaitosten riskianalyysin tavoitteena on pelastustoimen voimavarojen oikea mitoitus. Voimavarat tulee mitoittaa siten, että pelastusyksikkö saavuttaa riskiluokkaan I määritellyt alueet 6 minuutin kuluessa hälytyksestä, riskiluokan II alueet tulee saavuttaa 10 minuutissa ja riskiluokan III

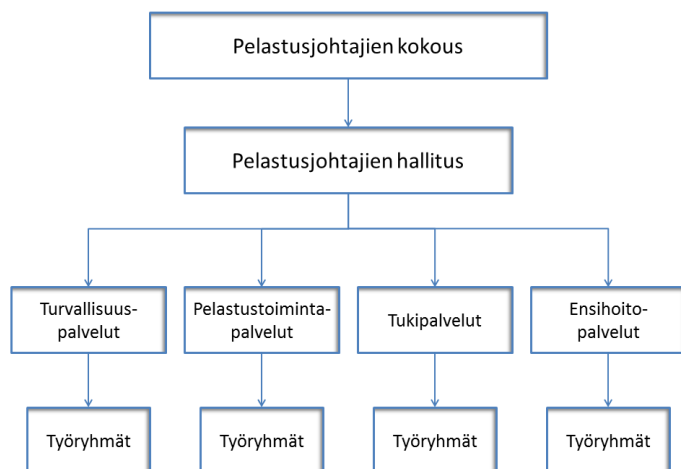
alueet 20 minuutissa. Riskiluokan IV alueiden saavuttamiseen voi kulua pitempi aika, eikä siihen ole täsmällistä valtakunnallista ohjetta. (Sisäministeriö 2012.)

Pelastustoiminnan riskinarviointi perustuu alueen jakamiseen riskiluokkiin. Riskiluokat määritellään yleensä seuraavin perustein (Sisäministeriö 2012):

- asukasmäärä
- rakennuskerrosala
- tapahtuneiden onnettomuuksien määrä
- sellaisten onnettomuustyyppien esiintymisen mahdollisuus, joiden varalta tarvitaan erityisiä järjestelyjä.

Pelastuslaitosten tekemissä riskianalyseissä on tarkasteltu muun muassa liikenneonnettomuuksien kehitystä, satama-alueiden riskejä, tulvia, kemikaalilaitosten tilaa, vesiliikenneskejä, asuntoalueiden paloriskejä ja öljyvahinkoja.

Pelastuslaitokset ovat vahvistaneet keskinäistä yhteistoimintaansa ns. kumppanuusverkostolla (Kuva 15) (Pelastustoimi 2014). Verkostoon kuuluu neljä eri jaostoa, muun muassa turvallisuuspalvelut-palvelualue. Jokainen palvelualue voi perustaa työryhmiä käsittelemään ajankohtaisia ongelmia. Palvelualueiden jäseninä on pelastuslaitosten lisäksi sisäministeriöiden edustajia. Turvallisuuspalveluiden palvelualueen tehtävät painottuvat esimerkiksi onnettomuuksien ehkäisyyn liittyviin asioihin ja riskien arviointiin pelastustoimen suunnittelussa.



Kuva 15. Pelastuslaitosten kumppanuusverkoston rakenne (Pelastuslaitos 2014).

Pelastusjohtajat kokoontuvat 3–4 kertaa vuodessa, ja kumppanuusverkoston hallitus kokoontuu noin 10 kertaa vuodessa. Lisäksi kaikki palvelualueet kokoontuvat 3–4 kertaa vuodessa. Kaikkiin kokouksiin voidaan tarvittaessa kutsua asian tuntijoita eri alueilta käsittelemään ajankohtaisia aiheita. (Pelastustoimi 2014.)

#### 4.3.4 Paikallisviranomaisten toimintatavat

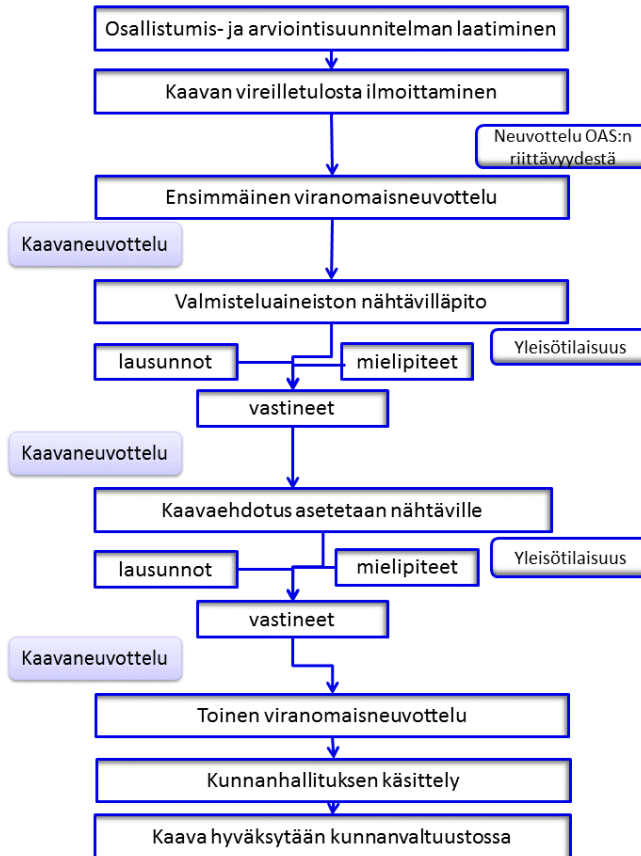
Kuntalain (Laki 365/1995) mukaan kunta hoitaa itsehallinnon nojalla itselleen ottamansa tai sille lailla säädetyt tehtävät. Kunnan tehtäviin kuuluu muun muassa ympäristön ja rakennetun ympäristön infrastruktuurin hoito ja ylläpito. Infrastruktuurilla tarkoitetaan yhdyskuntaa huoltavien teknisten järjestelmien perustana olevia teknisiä järjestelmiä, rakennelmia ja rakennuksia. Ne ovat osa rakennettua ympäristöä ja siksi merkityksellisiä sen toiminnan ylläpitäjinä.

Kunta varmistaa elinympäristön terveyden ja turvallisuuden kaavoitusprosessilla. Maankäyttö- ja rakennuslain (Laki 132/1999) mukaan alueiden käytön suunnittelun tavoitteena on edistää turvallisen elin- ja toimintaympäristön luomista. Kaavoitusprosessilla ja kaavalla voidaan kieltää riskialttiiden toimintojen sijoittuminen ei-toivottuihin paikkoihin. Esimerkiksi Kemikaalilain (Laki 744/1989) mukaan tuotantolaitoksen sijoituksessa tulee ottaa huomioon sijoituspaikan ja sen ympäristön nykyinen ja tuleva maankäyttö ja kaavassa osoitettu käyttötarkoitus. Tuotantolaitosta ei saa sijoittaa olemassa olevan kaavan vastaisesti. Kaavamenettelyn lisäksi kunta varmistaa alueen turvallisuuden rakennuslupamenettelyn yhteydessä. Rakennuslupaprosessin avulla voidaan seurata myös rakennusten käyttötapojen muutoksia, sillä ”rakennuksen tai sen osan käyttötarkoituksen olennaista muuttamista varten tarvitaan rakennuslupa” (Laki 132/1999).

Kaavoitusprosessissa kaavan toteutumisen vaikutuksia arvioidaan useassa vaiheessa: suunnitteluvaiheessa, kaavaluonnosvaiheessa ja kaavaehdotusvaiheessa (Kuva 16). Kaavasunnittelun aloitusvaiheessa laaditaan osallistumis- ja arviointisuunnitelma (OAS), jossa esitetään, miten kaavan vaikutusten arviointi järjestetään. Sekä aloitusvaiheessa että suunnitteluvaiheessa järjestetään viranomaisneuvotteluita tai pidetään osallistumistilaisuuksia kaavan vaikutusten arvioimiseksi. Kaavan valmisteluluonnos asetetaan nähtäville ja siitä kootaan mielipiteitä ja lausuntoja. Vielä silloinkin, kun kaavaehdotus on valmis, se asetetaan nähtäville ja siitä otetaan vastaan muistutuksia ja lausuntoja. Myös tässä vaiheessa voidaan järjestää viranomaisneuvotteluita, joissa voidaan arvioida uudelleen kaavan vaikutuksia. Kaavaprosessi voi sisältää virallisten viranomaisneuvottelujen lisäksi vapaamuotoisempia kaavaneuvotteluita.

Kaavoja valmisteltaessa täytyy ottaa huomioon myös niistä itsestään aiheutuviin vaikutusten arviointi (Laki 132/1999). Kaavan tulee perustua riittäviin tutkimuksiin ja selvityksiin, ja niissä on tarkasteltava muun muassa ympäristövaikutuksia mukaan lukien yhdyskuntataloudellisia, sosiaalisia ja kulttuurisia vaikutuksia.





Kuva 16. Kunnan kaavoitusprosessi. Siniset laatikot kuvaavat prosessivaiheita, joihin olisi mahdollista kytkeä viranomaisten yhteinen työpaja teknisten riskien tunnistamiseksi.

Kaavalla ei pystytä täysin estämään toisilleen riskiä aiheuttavien toimintojen sijoittumista toistensa vaaravyöhykkeelle, koska kaavan valmisteluvaiheessa ei ole vielä täsmällistä tietoa alueelle tulevasta toiminnasta. Usein etenkin kemikaaleja käyttävien laitosten tuotantoprosessit ovat liikesalaisuuksia, joita ei haluta kertoa julkisuudessa. Näin on mahdollista, että teollisuusalueella on toimintoja, jotka voivat aiheuttaa onnettomuuden yhteydessä domino-ilmiön, jossa yhdestä onnettomuudesta aiheutuu seurauksena onnettomuus toisessa kohteessa. Tällaisen

riskin huomioon ottamiseksi ympäristöministeriön ohjekirje<sup>11</sup> (YM 2001) kaavoituksesta ja maankäytöstä vastaaville ja niitä ohjaaville tahoille muistuttaa, että ”maankäyttö- ja rakennuslaki lähtee siitä, että asemakaava-alueella rakennuspaikan soveltuvuus tarkoitukseensa, kuten teollisuus- tai varastotontiksi on selvitetty kaavoituksen yhteydessä. Turvallisuuskäsitteet onnettomuusriskin osalta varmistetaan kuitenkin Tukesin luvassa ja/tai ympäristölupaharkinnassa.” Ohjeistuksesta huolimatta Haapanalan (2010) tekemän selvityksen mukaan maankäyttö- ja rakennuslain ja YVA-lain suhde on ristiriitainen, eivätkä asianosaiset (yritykset, konsultit, viranomaiset) ole aina selvillä, missä prosessissa ja missä laajuudessa ympäristövaikutukset pitäisi selvittää.

Kuntien kaavoitusmenettelyyn on mahdollista liittää viranomaisten yhteinen työpaja uusien tekniikoiden aiheuttamien riskien tunnistamiseksi osaksi vähemmän muodollisia kaavaneuvotteluita (siniset laatikot kuvassa 16), jolloin sen koollekutsuminen olisi kunnan vastuulla.

Kunnan viranomaisten tulee arvioida myös merkittävien rakennuskohteiden suuronnettomuusriski ja tarvittaessa ottaa rakennuskohde ns. erityismenettelyyn piiriin. Erityismenettelyn tavoite on, että rakennuslupahakemukseen liitetään rakenteellisen turvallisuuden alustava riskiarvio ja mahdollinen riskianalyysi päätöksenteon tueksi. Menettelyn tarve arvioidaan seuraavien näkökohtien perusteella (Ympäristöministeriö 2007):

- mitä riskejä aiheutuu erityissuunnittelun, rakennustyön ja käytön riskeistä turvallisuuden, terveellisyys- tai pitkäaikaiskestävyyden kannalta
- miten rakennustyön laadun varmistustoimenpiteet tarkastetaan
- miten laajalti työssä käytetään erityissuunnittelijoita, asiantuntijatarkastuksia tai ulkopuolisia tarkastuksia työn valvonnassa ja rakennustuotteiden valmistuksen tarkastamisessa.

Rakennuslupakäsittelyssä on mahdollista ottaa huomioon rakentamisesta tai rakennuksen käytöstä aiheutuvia riskejä. Rakennusluvan valmistelea rakennustarkastaja, joka pyytää siitä lausuntoja kunnan eri tahoilta, kuten palotarkastusviranomaiselta. Luvan myöntää kunnan rakennusvalvontaviranomainen, jona toimii joko rakennustarkastaja tai rakennuslautakunta. Rakennuslupaviranomaisen tulee huolehtia myös siitä, että rakennuksen käyttötarkoituksen muuttaminen ei aiheuta suuronnettomuuden vaaraa. Rakennusvalvontaviranomaisen vastuuseen kuuluu huolehtia myös siitä, että teollisuusalueelle tuleva uusi toiminta ei aiheuta riskiä alueella jo olevalle toiminnalle, tai että se ei aiheuta domino-ilmion mahdollisuutta esimerkiksi käsittelemällä räjähdysherkkiä aineita jo ennestään paloherkän toiminnon läheisyydessä. Ympäristöministeriön ohjekirjeessä (YM 2001) on korostettu, että: ”Suunniteltaessa riskille alttiiden toimintojen sijoittamista suuronnettomuusriskin piiriin kuuluvan vyöhykkeen sisälle on kaavaa laadittaessa syytä pyytää

---

<sup>11</sup> Ympäristöministeriön ohjekirje Dnro 3/501/2001 ”Kemikaaleja käsittelevät ja varastoivat tuotantolaitokset – onnettomuusvaaran huomioon ottaminen kaavoituksessa ja rakentamisessa. 26.9.2001”. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=50867&lan=fi>

kunnan palo- ja pelastusviranomaisen (palopäällikön) ja tarvittaessa Tukesin lausunto.” Rakennuslupa voidaan myöntää vasta kun toiminnan ympäristölupa on saanut lainvoiman (YM 2001).

Kunnan viranomaisilla on paikallistason toimijoina mahdollisuus saada ensimmäisten joukossa tietoa uusien teknisten tuotteiden aiheuttamista vaaratilanteista, kuten rakennetun ympäristön infrastruktuurin toimintahäiriöistä tai sen korjaustarpeesta sekä rakennetussa ympäristössä tehdyistä virheellisistä rakennusratkaisuksista. Sen sijaan rakennusvalvontaviranomaisella ei ole viranomaisten yhteistoimintaan perustuvia menettelytapoja riskien tunnistamiseksi eikä rakennuslupaprosessissa ole luontevaa paikkaa sellaisen käyttöönottamiseksi. Päätöksessään rakennuslupaviranomaisen on kuitenkin otettava huomioon muiden viranomaisten hallinnolliset päätökset. Jos riskit on näissä päätöksissä hyvin tunnistettu, ne tulevat huomioitua myös rakennuslupapäätöksessä, sillä kunta voi joutua vahingonkorvausvelvolliseksi, jos se myöntää rakennusluvan näitä päätöksiä huomioimatta tai asemakaavan tai rakennusjärjestyksen vastaisesti (Ekroos ja Hurmeranta 2011).

#### 4.3.5 Yhteenveto viranomaisten toimintatavoista

Viranomaisten toimintatapojen analysointi osoitti, että monilla eri viranomaisilla on vastuu teknisten riskien tunnistamisesta omasta lähtökohdastaan käsin (Taulukko 5). Viranomaisten yhteistoimintaan liittyvät menettelytavat ovat pääsääntöisesti lausuntojen antamisia sekä viranomaisten yhteisiä neuvottelutilaisuuksia.

Lähes kaikkien tutkittujen viranomaisten nykyisiä toimintatapoja on mahdollista tehostaa. Ainoastaan ympäristölupaprosessi on niin tiukasti sidottu lain vaatimusten ja resurssien käytön vaatimuksiin, että uusiin työvaiheisiin ei lupaprosessissa katsota voitavan lähteä. Myöskään rakennuslupaprosessi ei nykyisellään sisällä viranomaisten yhteistyövaihetta, vaan toisten viranomaisten kuuleminen tapahtuu ottamalla huomioon niiden hallinnolliset päätökset. Pelastuslaitosten kumppanusverkostojen työryhmät kokoontuvat tarvittaessa, ja toimintatapaan kuuluu asiantuntijoiden käyttö tarvittaessa. Uuden riskin esiintyessä nämä työryhmät olisivat luonteva paikka viranomaisten yhteistoiminnan vahvistamiseen.

Taulukko 5. Viranomaisten toimintatavat riskien tunnistamiseksi ja yhteistyön tehostamisen mahdollisuudet.

Viranomainen	Vastuu riskien tunnistamisesta	Tarkasteltu yhteistyöalue	Nykyinen viranomaisten yhteistyömuoto	Mahdollisuus yhteistyön tehostamiseen
TENK	Seuraa yhteiskunnan teknistä turvallisuutta.	Jaosto- kokoukset	Kokoukset	on
Tukes	Valvoo toiminnanharjoittajien tuottamia onnettomuusriskianalysejä.	Kemikaalilupa	Lausunnot, neuvottelut	on

Viranomainen	Vastuu riskien tunnistamisesta	Tarkasteltu yhteistyöalue	Nykyinen viranomaisten yhteistyömuoto	Mahdollisuus yhteistyön tehostamiseen
AVI	Seuraa toiminnanharjoittajien tuottamia onnettomuusriskianalyyssejä.	Ympäristölupien myöntäminen	Lausunnot	ei
ELY-keskus	Arvioi ympäristövaikutusten arviointimenettelyn riittävyttä. Tekee toiminnanharjoittajia koskevia riskianalyyssejä.	YVA-menettely Ympäristölupien valvonta	Lausunnot, neuvottelut Ei yhteistyötä (uusi velvoite)	on on
Pelastuslaitokset	Laatii toiminta-aluetta koskevia riskianalyyssejä toimintavalmiuden ylläpitämiseksi. Seuraa koko maan riskikuvaa.	Pelastustoimen riskien arviointi Kumppanuusverkosto	Epämuodolliset kokoukset Organisoitu yhteistyö	on on
Maakuntaliitot	Arvioi maakuntakaavasta aiheutuvia vaikutuksia.	Maakuntakaava	Neuvottelut	on
Kunta	Arvioi asemakaavasta aiheutuvia vaikutuksia ja rakentamisesta aiheutuvaa onnettomuusriskejä.	Asema-kaavoitus Rakennuslupa	Lausunnot, neuvottelut Aiempien päätösten huomiointi	on on
Kunta	Myöntää ympäristölupia ja valvoo niitä.	Ympäristölupa	Lausunnot	on

Viranomaisten keskuudessa on olemassa yhteistyötä lausunnotmenettelyiden kautta jo nyt, mutta yhtenäistä työpajaprosessia ei ole olemassa. Kaavoitetun alueen turvallisuuden varmistamiseksi kunnat joutuvat vähintäänkin varmistamaan, että eri lupa- ja kaavoitusprosesseissa tekniset riskit on tunnistettu. Yhtenäinen menettelytapa voisi yhtenäistää ja tehostaa näitä kaikkia prosesseja.

#### 4.4 Viranomaisten yhteistyöprosesseihin soveltuva riskien tunnistamisen menettely

Tässä luvussa esitellään aluksi tutkimuksessa tehtyjen strukturoitujen haastattelujen (liite D) pohjalta viranomaisten näkemykset heidän toimintaansa soveltuvasta riskien tunnistamisen menetelmästä. Toisessa alaluvussa jatketaan luvun 4.1.2

tulosten pohjalta tutkimusta siitä, minkälaisia riskien tunnistamisen menetelmiä viranomaisten yhteistyössä voidaan hyödyntää.

#### **4.4.1 Kriteerit riskien tunnistamisen menetelmälle**

Viranomaisten haastatteluissa nousi esiin, että eri viranomaisilla on hyvin erilaiset valmiudet kehittää riskien tunnistamisen menettelyjä. Esimerkiksi Tukesin näkemys mukaan olisi tärkeää, että riskit tunnistetaan etukäteen hyvin ja uudet toimintatavat ovat tervetulleita. AVIn hallinnoimaan ympäristölupaprosessiin on puolestaan lähes mahdotonta kytkeä uusia toimintatapoja, sillä prosessi on tiukasti lailla säädelty eikä sen sisältämää lausuntokierrosta ole mahdollista korvata muulla menettelytavalla. Jokaiselle luvalla on laskettu kustannus ja sitä vastaava työaika, josta pyritään pitämään kiinni lain velvoitteiden (käsittelyaikavaatimus) saavuttamiseksi, minkä vuoksi ylimääräisiä työvaiheita ei voi kytkeä prosessiin.

Sekä YVA-menettelyssä että maakuntakaavaprosessissa on mahdollista hyödyntää uusia toimintatapoja, mutta viranomaiset kokevat, että uuden menettelyn tukena tulisi olla ulkopuolinen asiantuntija, jotta työtaakka ei kasva.

Rakennusluvan myöntämisen tai kaavoitusmenettelyn yhteydessä työpajamenettely ei ole todennäköinen, koska etenkin pienillä kunnilla ei ole resursseja sen järjestämiseen. Kaavoitusmenettelyssä työpaja voidaan kytkeä kaavaneuvotteluihin, ja rakennuslupaprosessissa se tulisi pitää ennen päätösesityksen antamista rakennusvalvontalautakunnalle.

Haastatteluissa nousi esille, että uusilla toimintatavoilla pitäisi ensisijaisesti korvata jokin nykyisen lupaprosessin vaihe, jolloin ne eivät lisää työtaakkaa. Kehitettävän työtavan lähtökohdaksi otettiin, että se voisi korvata toisia vapaaehtoisia toimintatapoja, kuten neuvotteluita tai ylimääräisiä kuulemistilaisuuksia. Silloin sen tulee olla sovitettavissa neuvottelujen tai kuulemistilaisuuksien viemiin aikarajaan, mikä on noin 2–3 tuntia.

Lopullista riskien tunnistamismenetelmää valittaessa kiinnitettiin huomiota sen käytettävyyteen osana viranomaisten toimintaprosessia. Sen vuoksi menettelyn lopullista valintaa ohjasi se, miten helposti menetelmä on opittavissa ja käyttöön otettavissa yhteisen työpajan aikana ja miten paljon aikaa sen käyttö vaatii.

#### **4.4.2 Viranomaisten yhteistyövälineen valinta**

Tutkimustietoa koskevan tarkastelun pohjalta (luku 4.1.2) mahdollisiksi viranomaisten työpajan työvälineiksi valikoituivat

- aivoriihi
- hiljainen aivoriihi
- potentiaalisten ongelmien analyysi
- vaikutuskaaviot
- Delfoi-menetelmä
- skenaarioanalyysi
- tulevaisuuspyörä.

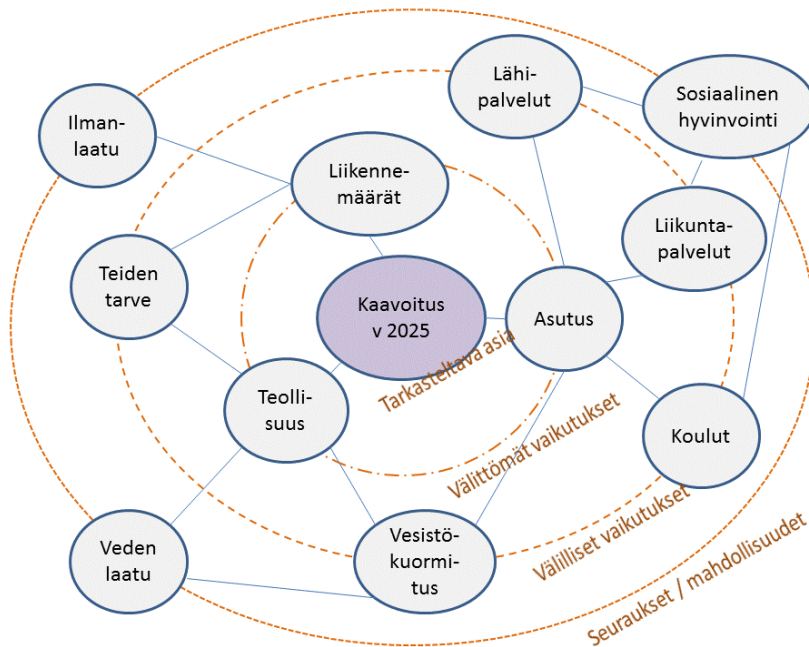
Viranomaisten yhteistyöväline valittiin näistä edellisessä luvussa esiteltyjen kriteerien perusteella taulukon 6 mukaisesti.

Taulukko 6. Lopullisen riskien tunnistamisen menettelytavan valinta. AR= aivoriihi, HAR = hiljainen aivoriihi, POA = potentiaalisten ongelmien analyysi, VK = vaikutuskaavio, Delfoi = Delfoi-menetelmä, Sken = skenaarioanalyysit ja TP = tulevaisuuspyörä.

Kriteerit	AR	HAR	POA	VK	Delfoi	Sken	TP
Menetelmä on nopeasti opittavissa ja helppo ottaa käyttöön.	+	+	+	-	+	-	+
Asiantuntijoiden analyysiin käyttämä aika on rajattu muutama tuntiin.	-	-	-	-	+	+	+
Menetelmää voidaan käyttää ilman konsulttipalveluja.	+	+	+	-	-	-	+
Menetelmän saamien plussien määrä.	2	2	2	0	2	1	3

Viranomaisten yhteistyömenetelmäksi tutkija valitsi edellisen taulukon perusteella tulevaisuuspyörän (Kuva 17). Sen vahvuksina muihin vaihtoehtoihin menetelmiin (aivoriihi, hiljainen aivoriihi, potentiaalisten ongelmien analyysi, vaikutuskaaviot, Delfoi-menetelmä ja skenaarioanalyysi) nähden on sen vähäisempi ajankäytön tarve, mitä viranomaiset pitivät merkittävänä asiana. Menetelmä on myös helppo oppia, ja kun sen käyttö on opittu, se ei välttämättä tarvitse tuekseen ulkopuolisia asiantuntijapalveluita.

Tulevaisuuspyörä on käytännössä strukturoitu aivoriihimenetelmä. Menetelmässä etsitään tulevaisuuspyörän (ympyrän) avulla jonkin tärkeän muutostrendin, tapahtuman, päätöksen tai heikon signaalin ensimmäisen, toisen ja kolmannen vaiheen vaikutuksia yhteiskunnan tai organisaation toimintaan, arvoihin tai muihin yhteiskunnallisesti merkittäviin tekijöihin (Glenn 2009). Tarkastelun kohteeksi voidaan valita myös uusi tekninen ratkaisu. Menetelmä on muokattavissa erilaisiin työpajoihin soveltuvaksi sen mukaan, millaisista riskeistä tai seurausvaikutuksista on kyse, koska se on kehitetty tunnistamaan ja hahmottamaan tulevaisuuden tapahtumien suoria ja välillisiä seurauksia.



Kuva 17. Esimerkki tulevaisuuspyörästä. Keskellä on tarkasteltava asia, ja seuraavalla kehällä sen välittömät vaikutukset tulevaisuudessa, toisella kehällä välilliset vaikutukset ja kolmannella kehällä kokonaisvaltaiset seuraukset mukaan lukien positiiviset mahdollisuudet.

Tulevaisuuspyörän avulla voidaan järjestellä erilaisten ryhmittelyjen kautta johdettuja vaikutuksia uudelleen ja näin saada monipuolinen visuaalinen kuva siitä, millä kaikilla eri tavoilla tarkasteltava asia voi vaikuttaa yhteiskuntaan. Menetelmään voidaan lisätä ensimmäiset avainsanat, jotka kertovat, minkä suhteen pääaihetta käsitellään. Tällä voidaan varmistaa työryhmän ajatusten kytkeytyminen aiheeseen ja toisaalta varmistaa, että aihe tullaan käsittelemään kaikista tarvittavista näkökulmista. (Glenn 2009.)

Tulevaisuuspyörällä saadaan parhaita tuloksia, kun sen tukena on monialainen tai monitieteellinen asiantuntijaryhmä, jolla on riittävän laaja osaaminen käsiteltävään asiaan nähden. Tulevaisuuspyörä tuottaa visuaalisen kuvan eri asioiden vaikutussuhteista, mutta se ei tuota tietoa niiden yksityiskohdista eikä kaikista taustoista. Menetelmän avulla saatuja tuloksia tulee arvioida kriittisesti, sillä joissain tapauksissa analyysi voi vaatia tuekseen muita tarkasteluita. (Glenn 2009.)

#### 4.5 Viranomaisten yhteistyö riskitiedon siirtämiseksi

Tässä luvussa tutkitaan, miten viranomaiset kokoavat riskitietoa ja siirtävät sitä toisille viranomaisille asiantuntijuuden ja osaamisen kasvattamiseksi. Luvun tavoit-

teena on selvittää, onko viranomaisten verkostolla edellytyksiä toimia Levesonin (2004) kuvaamana yhteiskunnan turvallisuutta tarkkailevana valvontajärjestelmänä. Aineisto perustuu kirjallisuusselvityksen lisäksi viranomaisten haastatteluihin (liite C).

#### **4.5.1 Viranomaisten verkosto riskejä koskevan tiedon siirtämisen tukena**

Yhteiskunnan kyky tunnistaa uusista tekniikoista nousevia riskejä riippuu toimijoiden ja päättäjien tiedon tasosta, joka puolestaan on sidoksissa yhteiskunnan toimintatapaan keskustella ja argumentoida uusista tekniikoista, niiden kehityksestä ja niistä aiheutuvista vaaroista. McComas (2006) määrittelee riskiviestinnän olevan iteratiivinen tiedonvaihdon prosessi riskejä määrittävien, luokittelevien ja hallinnoivien henkilöiden, ryhmien ja instituutioiden välillä. Tämä prosessi sisältää tietoa sekä riskiä koskevista faktoista että sen arvoista yhteiskunnassa (Latour 2004), minkä vuoksi riskiviestinnän merkitys riskien tunnistamisen tiedonlähteenä on suuri. Vuorovaikutuksessa jokainen toimija ja päättäjä tuo yhteiseen päätöksenteknään erilaisia faktoja ja arvoja, jotka luovat yhteistä tietoa riskeistä. Tehokasta tiedon siirtymistä pidetään yhtenä hyvän turvallisuuskulttuurin rakennusosana, ja se myös kertoo organisaation tai yhteiskunnan turvallisuustasosta (Westrum 2014).

Viranomaisten käyttämien riskitiedon välitysreittien kuvaamiseen käytettiin tässä tutkimuksessa Rasmussenin (1997) hierarkkista sosioteknisen systeemin mallia (katso luku 4.1.3). Sen pohjalta pyritään osoittamaan, että viranomaisten verkostolla on mahdollisuus toimia Levesonin (2004) esittämänä turvallisuutta valvovana organisaationa. Rasmussenin mallin pohjalta rakennettiin kuva riskien viestinnässä käytetystä Suomen viranomaisten ja toiminnanharjoittajien välisestä tiedonsiirron verkostosta (Kuva 18). Tässä kuvattu verkosto ei kata kaikkea kyseisten organisaatioiden välistä tiedonsiirtoa, vaan se koskee ainoastaan niitä prosesseja ja toimijoita, joissa käsitellään rakennettuun ympäristöön kohdistuvia teknisiä riskejä.

Ministeriöt vastaavat siitä, että Suomen näkökulmat tulevat huomioon otetuiksi Euroopan unionin lakien ja direktiivien säädännössä. Siksi niillä tulee olla vahva keskusteluyhteys alaiensa organisaatioiden kanssa. Esimerkiksi ympäristöluvit- tamisen tukena käytetään ns. BAT<sup>12</sup>- ja Bref<sup>13</sup>-asiakirjoja, jotka säädetään EU- tasolla. Suomi vaikuttaa näiden asiakirjojen tasoon EU:n BAT- ja Bref-ryhmissä, joihin ympäristöministeriö nimeää edustajan. AVIn ja ympäristöministeriön keskus- teluyhteys ministeriötasolle tapahtuu yhteisillä ”lupapäivillä”, joissa keskustellaan sekä muiden luvittajien että YM:n kanssa ajankohtaisista asioista ja mahdollisista

---

<sup>12</sup> BAT, Best Available Techniques, paras käytettävissä oleva tekniikka/teknologia

<sup>13</sup> Bref, Best Available Techniques reference documents. Referenssidokumentit liittyen parhaaseen käytettävissä olevaan tekniikkaan.



ongelmista. Lisäksi AVilla on lausunnonanto-oikeus uusista BAT- ja Bref-asiakirjoista niitä valmisteltaessa.

TEM:n tehtävänä on teknisen turvallisuuden ja luotettavuuden ylläpitäminen ja valvonta (Asetus 978/2011). Teknistä turvallisuutta koskevien asioiden käsittelyssä TEM:tä avustaa Tukes ja TENK. TENK:n jäsenistö edustaa laajalti koko yhteiskuntaa, kuten eri ministeriöistä, teollisuutta, edunvalvontaorganisaatioita ja poliittisia puolueita. Se käsittelee kaikkia jäseniä kiinnostavia horisontaalisia asioita, jotka valmistellaan neuvottelukunnan alaisissa jaostoissa<sup>14</sup>. Tekniikoista esiin nousevia riskejä käsitellään jaostoissa, joiden puheenjohtajuus on Tukesissa. TENK:llä tai sen jaostoilla ei kuitenkaan ole systemaattista tapaa tarkastella erilaisten tekniikoiden yhteisvaikutuksia.

TENK:n tehtävänä on neuvottelukunnasta annetun asetuksen (Asetus 540/1993) mukaisesti määritellä teknistä turvallisuutta koskevia yleisiä suuntaviivoja ja edistää teknisen turvallisuuden valvontaa ja viranomaisten välistä yhteistyötä. Lisäksi sen tehtäviin kuuluu valmistella teknistä turvallisuutta koskevia säännöksiä ja määräyksiä ja laatia muitakin teknistä turvallisuutta koskevia aloitteita. (Asetus 540/1993). TENK:n puheenjohtajana toimii TEM:n edustaja ja sihteerinä Tukesin edustaja (TEM 2013), joten neuvottelukunta tekee vahvaa yhteistyötä sekä TEM:n että Tukesin kanssa.

Sisäministeriön pelastusosasto tekee kiinteää yhteistyötä pelastuslaitosten kumppanuusverkoston kanssa, jolloin se saa ajankohtaista kuvaa kaikkien pelastuslaitosten tilanteesta. Lisäksi se seuraa pelastuslaitosten toimintaa AVlen kautta, joiden tehtävänä on valvoa alueensa pelastuslaitosten toimintaa ja palvelutason saavutettavuutta.

Ympäristöministeriön tehtäviin kuuluu kaavoituksen ja maankäytön ohjaus, mikä tähtää osaltaan siihen, että ympäristöriskit tunnetaan ja hallitaan (Ympäristöministeriö 2013). Ministeriön tehtävänä on erityisesti vastata asioista, jotka koskevat yhdyskuntien ja rakentamisen terveellisyyttä ja turvallisuutta (Asetus 72/2011; Ympäristöministeriö 2013). Eräs YM:n ohjauskeinoista on valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet (VAT), joilla pyritään varmistamaan toimiva yhdyskuntarakenne ja hyvä elinympäristön laatu. Toistaiseksi VAT:ssä ei ole mainintaa riskien tai häiriötilanteiden hallinnasta, mutta niiden toimivuutta arvioitaessa on korostettu, että riskeihin liittyvät asiat pitäisi liittää alueidenkäyttötavoitteisiin (Turunen ja Wähä 2012). YM on ohjeistanut ELY-keskukset huolehtimaan siitä, että VAT huomioidaan kaavoituksessa. YM ohjaa kuntia suoraan ennakoimaan kaavoituksesta ja rakentamisesta aiheutuvia riskejä (katso esimerkiksi YM:n ohjekirje nro 3/501/2001) ja valitsemaan eritysmenettelyyn joutuvia kohteita riskinarvioinnin avulla (Ympäristöministeriö 2007).

Toiminnanharjoittajien teknisiä prosesseja ohjaavat Tukes (kemikaaliluvat ja kaivosluvut) ja AVIt (ympäristöluvut) sekä pelastuslaitos (paloturvallisuus, vähäiset

---

<sup>14</sup> TENK:n alla toimii seitsemän pysyvää jaostoa, joita ovat painelaitejaosto, räjähdejaosto, pyrotekniikkajaosto, prosessijaosto, kaasujaosto ja ATEX-jaosto. Lisäksi väliaikaisena jaostona on toiminut öljylämmitysjaosto.

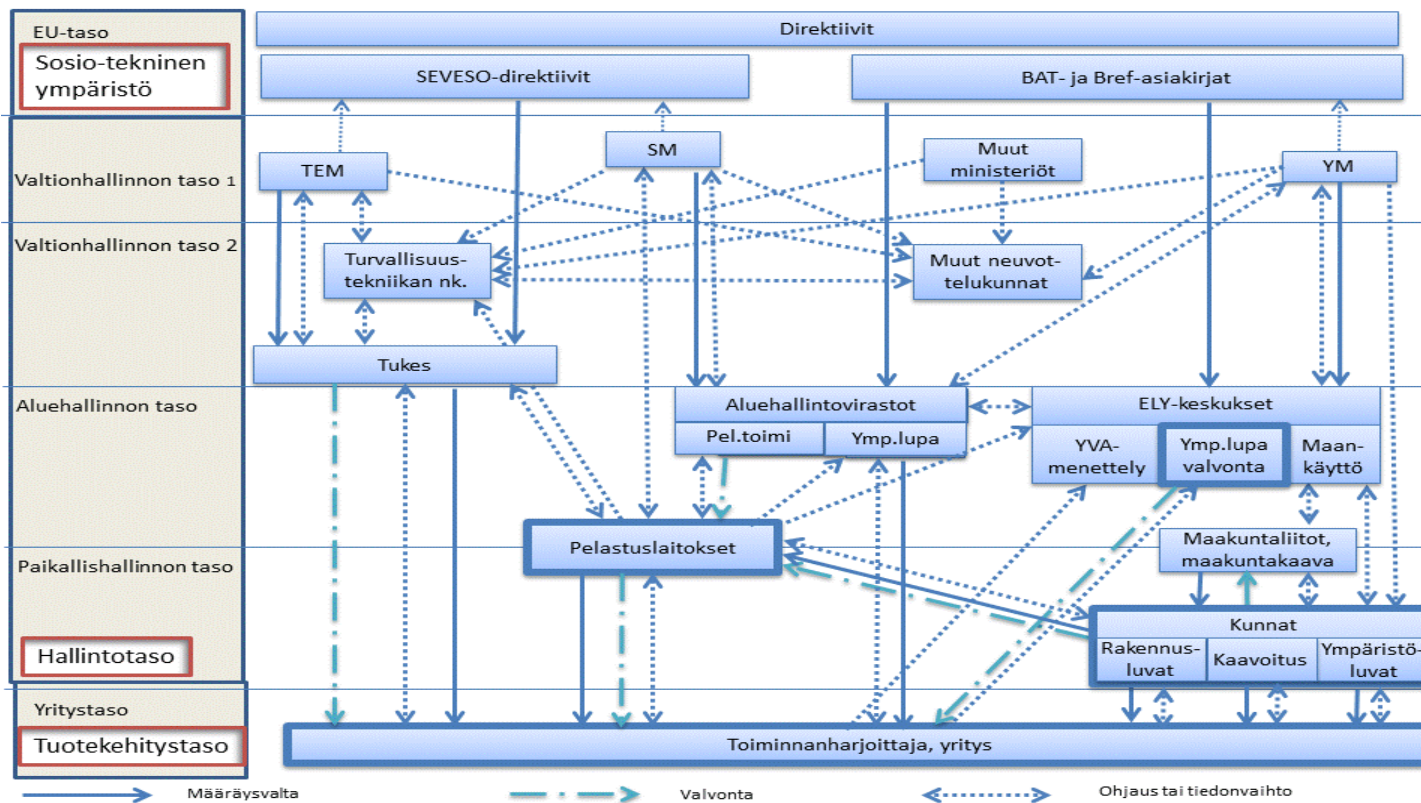
kemikaalien käyttöluvut) ja kunta (rakennuslupa ja vähäiset ympäristöluvut). Ohjaavia viranomaisia ovat lisäksi ELY-keskukset, jotka valvovat AVIen myöntämien ympäristölupien noudattamista. Toiminnanharjoittajalle myönnetty ympäristölupa sisältää veloitteen kertoa onnettomuuksista ja häiriötilanteista lupien valvojille. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että luvan myöntänyt viranomainen, AVI, ei voi seurata päätöstensä vaikutusta, eikä se esimerkiksi saa tätä kautta tietoa päätösten vaikutuksista ja mahdollisista riskitekijöistä.

Maakuntaliitot ohjaavat kuntien kaavoitusta maakuntakaavan kautta, mutta kunnat ovat mukana kaavan valmistelussa. Lisäksi maakuntaliitot tekevät tiivistä yhteistyötä ELY-keskusten kanssa koskien alueen maankäyttöä.

Pelastuslaitokset ovat vahvin linkki riskitiedon välityksessä eri toimijoiden välillä (kuva 18). Pelastuslaitokset saavat tietoa toiminnanharjoittajilta, oman kumppanuusverkostonsa kautta sekä organisoidusti Tukesilta ja SM:ltä. Lausunnonantajana sen omaama tieto siirtyy muille viranomaisille. Tukes saa kerää onnettomuus- ja häiriötietoa valvomiltaan laitoksilta, sekä organisoidusti myös Turvallisuustekniikan neuvottelukunnan jaostoista sekä pelastuslaitoksilta PRONTO-rekisterin (Pelastustoimen Resurssi- ja ONnettomuustilasTO) kautta. Tukesin tieto leviää aluetason viranomaisille lausuntojen yhteydessä. ELY-keskukset saavat onnettomuus- ja riskitietoa valvomiltaan laitoksilta ja YVA-menettelyn yhteydessä muilta viranomaisilta lausuntojen muodossa. ELY-keskukset voivat jakaa tietoa lausunntoimitteluissa esimerkiksi kaavoituksen tai kemikaalilupituksen yhteydessä. AVI saavat riskitietoa lausunntoimittelyn kautta ja ottavat sen huomioon ympäristölupapäätöksissään.

Kunta on merkittävässä roolissa teknisten riskien hallinnassa, sillä sille on annettu veloitteeksi huolehtia siitä, että maankäyttö ja rakentaminen eivät aiheuta riskiä. Kunta saa riskejä koskevaa tietoa käytännössä ainoastaan pelastuslaitosten kautta ja osittain maankäyttöä koskevissa viranomaisneuvotteluissa tai lausuntoprosessissa. ELY-keskusten YVA-prosessista, Tukesin kemikaalilupaprosessista tai AVIn ympäristölupaprosessista saatava riskitieto ei välttämättä siirry kunnan lupaprosessien hyödynnettäväksi.

Riskitiedon siirtyminen luvittavien viranomaisten käytettäväksi on monimutkaisessa viranomaisverkostossa haasteellista. Näyttää siltä, että tieto saavuttaa varmimmin pelastuslaitokset, joilla on toimivat yhteistyösuhteet Tukesiin, AVIin, ELY-keskukseen, maakuntaliittoon ja kuntaan. Sen sijaan AVIn viranomaisten ei ole mahdollista hyödyntää ajankohtaista tietoa lupakäsittelyssä olevien toimijoiden valvontatiedoista. Myöskään kunnan rakennuslupaviranomaisilla ei ole olemassa toimintatapaa, jolla varmistaisi ajantasaisen riskitiedon saannin ja käytön.



Kuva 18. Tekniikan riskejä koskevan tiedon mahdolliset siirtymisreitit viranomaisten ja toiminnanharjoittajien välillä. Vahvalla rajauksella on esitetty tahot, joilla on päävastuu riskien tunnistamisesta. Ministeriöiden välistä yhteistyötä ei ole esitetty.

#### 4.5.2 Viranomaisten kokoamat onnettomuusrekisterit riskejä koskevan tiedon lähteinä

Tarkastelluista viranomaisista merkittävin riskejä koskevan tiedon kokoaja on pelastustoimi, jonka tehtävänä on onnettomuuksien hallinta. Pelastustoimintaa johtava viranomaisen kirjaa onnettomuutta koskevat tiedot pelastuslaitosten yhteiseen PRONTO-rekisteriin. Rekisteri on sisäministeriön järjestelmä onnettomuuksien seurantaan varten, ja sen teknisestä ylläpidosta vastaa Pelastusopisto. Rekisterin sisältämiä tietoja hyödynnetään kaikilla tasoilla: pelastustoimialueella, aluehallintovirastossa ja sisäministeriössä. PRONTO:n tietoja on hyödynnetty muun muassa rakennusten paloriskien arvioinnissa (Tillander ja Kokki, 2006). Rekisteri sisältää sekä julkisen että luottamuksellisen osion, joista luottamuksellinen osio on tarkoitettu vain viranomaisten käyttöön. Julkinen aineisto antaa ajantasaista tietoa pelastustoimen tehtävistä tehtäväryhmittäin ja pelastustoimi-alueittain<sup>15</sup>.

PRONTO-rekisterin tutkimuskäyttöä varten on mahdollista saada käyttöoikeudet, ja syksyllä 2014 tutkimusoikeuksia oli käytössä Pelastusopiston ulkopuolisilla toimijoilla noin 30 kappaletta. Rekisteriin kirjataan onnettomuuden suora syy paikalla tehdyn tilanearvion perusteella, mutta esimerkiksi tulipaloista rekisteriin tulee myös poliisitutkinnan tulokset. Muiden vahinkojen osalta syytieto on kirjattu huonommin tai ei lainkaan. Esimerkiksi teknisen häiriön syyksi voidaan kirjata rakennevirheet, tai verkostojen (sähkö- tai vesijohdoverkosto) tai koneiden, laitteiden ja kulkuneuvojen viat. Luonnononnettomuuksista aiheutuneet onnettomuudet luokitellaan onnettomuuden syynä olleen luonnonilmiön mukaan, kuten tulva, salama, lumi jne.

Tukes kokoaa onnettomuus- ja vaaratilannetietoa valvomaltaan toimialalta VAuRio- ja Onnettomuusrekisteriin<sup>16</sup> (VARO). Tietoa saadaan muun muassa sekä Tukesin omasta että muiden viranomaisten tekemästä onnettomuustutkinnasta, PRONTOsta, sekä päivälehtien ja sähköisen median seurannasta. Lisäksi merkittäviä tietolähteitä ovat Tukesin valvomat yritykset, jotka ilmoittavat säädösten velvoittamina Tukesille toiminnassaan sattuneista vakavista onnettomuuksista. (Tukes 2013b.) Tukes analysoi keräämäänsä aineistoa ja havaittuaan muutoksia onnettomuustilanteessa, tekee tarkempia tutkimuksia ja ohjeistaa toimijoita. Esimerkiksi vuonna 2012 Tukes julkaisi oppaan ”Kemikaalilaitosten hyvät käytännöt”, joka perustui tutkimukseen, jonka aineistona oli käytetty Tukesin valvomien kemikaalilaitosten määräaikaistarkastusten tarkastuskertomuksia vuosilta 2006–2011 (Tukes 2012b). Tukesista tieto kulkeutuu eteenpäin lainsäädäntötasolle muun muassa TENK:n alaisten jaostojen kautta.

Ympäristöhallinnon keräämään Valvonta- ja kuormitustietojärjestelmään (VAHTI) tallennetaan tietoja muun muassa ympäristölupavelvollisten laitosten päästöistä vesiin ja ilmaan sekä jätteistä. Lisäksi teollisuuslaitoksilla on velvoite ilmoittaa poikkeukselliset häiriötilanteet ympäristöviranomaiselle, ja vuodesta 2004 alkaen niitä on kerätty vahtijärjestelmään (Wessberg 2007). Aineistojen käyttö on hyvin rajoitettua, ja niitä käytetään pääasiassa vain ELY-keskusten ja kuntien lupavalvonnassa (VAHTI 2013).

---

<sup>15</sup> Tilasto on saatavilla osoitteesta: <https://prontonet.fi/Pronto3/online1/OnlineTilastot.htm#>. [viitattu 24.4.2014]

<sup>16</sup> <http://varo.tukes.fi/#>

VAHTI-järjestelmän ongelmana on ollut, että onnettomuustiedot on järjestelmän alusta alkaen saanut ilmoittaa vapaamuotoisena tekstinä sähköiseen järjestelmään. Saapuneita ilmoituksia ei ole koodattu, jolloin niistä ei voi hakea tilastollista tietoa sähköisesti, vaan jokainen ilmoitus tulee käsitellä yksittäin. Uusi ilmoituslomake on valmisteilla, jolloin tämä ongelma tulisi ratkaistua. VAHTI-tietokannan aineiston käyttö on tämän tutkimuksen perusteella ollut vain hallinnon omaa sisäistä käyttöä rajautuen ympäristölupien valvontaan ja ympäristön tilan seurantaan.

Suomen ympäristökeskuksen tekemässä selvityksessä vertailtiin eri lähdeaineistoja ympäristövahinkotiedon lähteinä (Tuomainen ym. 2013). Selvityksessä todettiin, että ympäristövahinkojen suhteen PRONTO oli selvästi paras tietolähde, ja siitä löytyi lähes 550 onnettomuutta, joita ei raportoitu esimerkiksi VARO-rekisterissä. Vastaavasti VARO-rekisteristä löytyi 18 onnettomuustapausta, joita ei raportoitu PRONTO-rekisterissä. VAHTI-rekisteriä ei käytetty tutkimuksessa ensisijaisena tiedon lähteenä sillä sitä pidettiin vaikeakäyttöisenä onnettomuuksien ja muiden satunnaispäästöjen jatkuvassa seurannassa, eikä se tuonut ympäristöonnettomuuksien tapahtumisen suhteen lisätietoa verrattuna PRONTO- ja VARO-rekistereihin (Tuomainen ym. 2013).

Tässä tutkimuksessa tarkasteltujen viranomaisten lisäksi onnettomuustietoa kokoaa oikeusministeriön alainen Onnettomuustutkintakeskus, joka tekee yksittäisiä tutkimuksia suuronnettomuuksista tai niiden vaaraa aiheuttavista tilanteista sekä ilmailu-, rautatie- ja merionnettomuuksista (Laki 525/2011). Onnettomuustutkintakeskus antaa turvallisuuden parantamiseen liittyviä suosituksia tutkimustensa pohjalta, mutta sekään ei tilastoi onnettomuuksien syytekijöitä siten, että tieto olisi käytettävissä riskien tunnistamisen apuna.

Monet viranomaiset keräävät riskitietoa, mutta yhtä yhtenäistä rekisteriä ei ole saatavilla. Kootun tiedon analysointia tehdään satunnaisesti kunkin viranomaisen omia tarpeita varten. Kootun tiedon laatu riippuu myös tietoa kokoavasta viranomaisesta: pelastuslaitos kokoaa tietoa, jolla on vaikutusta pelastustoimintaan, ELY-keskuksen mielenkiinnon kohteena ovat päästörajojen ylitykset, ja Tukes on kiinnostunut oman toimialansa onnettomuuksista ja niiden syistä. Tässä tutkimuksessa tarkastellut viranomaiset tuottavat onnettomuustietoa pääsääntöisesti kolmeen viranomaisten ylläpitämään rekisteriin: PRONTOon, VAHTIin ja VAROon. Näistä PRONTO sisältää ylivoimaisesti eniten onnettomuustapahtumia. VAHTI-rekisterin tietoja on hankala käyttää, koska onnettomuustietoja ei ole luokiteltu, vaan ne ovat vapaita tekstikuvauksia. VAROon kootaan tietoja vain Tukesin valvonnan alla olevista laitoksista ja toiminnoista.

## 4.6 Uusien tekniikoiden muutosvaikutukset Suomessa

Tässä luvussa tarkastellaan, miten uudet tekniikat ovat muuttaneet suomalaista yhteiskuntaa. Sen kautta vastataan tutkimuksen neljänteen alakysymykseen; ”Minkälainen riskien tunnistamisen työvälineen tulisi olla?” Työvälineen tulisi soveltua viranomaisten tarpeeseen: Sen avulla pitää pystyä käsittelemään tulevaisuutta, sen pitää soveltua ryhmätyöhön, ja sen tulee kyetä analysoimaan tekniikan vaikutuksia rakennetussa ympäristössä.

Riskien tunnistamisen työvälineen kehittämisen tueksi tehtiin katsaus viidestä murrosta aiheuttaneesta uudesta tekniikasta (*disruptive technologies*) Suomessa ja niiden muutosvaikutuksesta yhteiskuntaan. Maamme on ollut uusien tekniikoiden suhteen usein vastaanottava maa, jolloin tekniikoiden varsinainen kehitystyö on tapahtunut muualla ja vasta

käyttöönotto Suomessa. Tällä on voinut olla vaikutusta tekniikan kehityspolkuun ja siihen, miten uusi tekniikka on muuttanut hallintotasoa ja mihin riskit ovat kohdistuneet. Tutkimuksen avulla etsitään vastausta siihen, minkälaisia riskejä riskien tunnistamisen työvälineen tulisi kyetä tunnistamaan.

Tutkimuksessa kartoitettiin historiatietojen avulla viiden erilaisen tekniikan muutosvai-  
kutusta Suomessa ja niitä tekijöitä, joihin kyseisten tekniikoiden kehittyminen on vaikutta-  
nut (liite B). Tämän selvityksen perusteella määritettiin, minkälaisiin asioihin uusien tekni-  
koiden riskien arvioinnin tulisi vähintään kohdistua. Lähtökohtana olivat sosioteknisen  
muutoksen malli (Geels 2002) ja malli tekniikan muutuskapasiteetista (Dolata 2009).  
Tarkastellut tekniikat olivat erilaisia sen suhteen, miten ne ovat aikanaan kulkeutuneet  
maahamme ja miten maan riskikuva muuttui niiden käyttöönoton aikana ja sen jälkeen.  
Valitut tekniikat olivat:

- *Savupiippu*. Savupiiput kehitettiin jo 1000-luvulla Välimeren alueella, mutta Suomessa ne löivät itsensä läpi vasta 1800-luvulla huolimatta erittäin kylmäs-  
tä ilmastosta 1300–1800-luvuilla.
- *Tulitikut*. Tulitikut kehitettiin 1800-luvun alkupuolella, ja niiden valmistuksesta  
syntyi Suomeen muutaman kymmenen vuoden kuluessa uusi teollinen toimi-  
ala.
- *Höyrylaivat ja -junat*. Höyrylaivaliikenne alkoi Suomessa 1800-luvun alkupuol-  
liskolla ja höyryjunaliikenne saman vuosisadan puolivälissä. Tekniikka kehi-  
tettiin valmiiksi muualla Euroopassa, mutta sen sovellusten käyttöönotto  
Suomessa vaati koko yhteiskunnan osallistumista.
- *Sähköntuotanto*. Sähköä tehtiin ensin vesivoimasta pienessä määrässä, mut-  
ta jo 1900-luvun alkupuolella oli suunnitelmia liikenteen sähköistämisestä.  
Nykyisinkin kaikki voimanlähteet pyritään valjastamaan sähkön tuottamiseen.
- *Matkapuhelinverkosto*. Matkapuhelin kasvoi kolmen tekniikan yhteisen kehi-  
tyksen innovaationa ja muokkasi Suomen ja koko maailman erilaiseksi 30  
vuoden kuluessa.

Kertomus edellä mainittujen tekniikoiden noususta valtatekniikaksi on tämän tutkimuksen  
liitteenä B ja yhteenveto tuloksista on esitetty taulukossa 7.

Tarkastelu osoitti, että Suomessa tekniikan nousuun valta-asemaan ovat vaikuttaneet  
myös monet muut tekijät kuin sosioteknisen muutoksen mallin hallintotason tekijät. Vai-  
kuttavia asioita ovat olleet muun muassa tekniikan kustannus-hyötysuhde, kansan tavat  
ja tottumukset, olemassa oleva infrastruktuuri sekä 1900-luvulta lähtien ympäristö-, terve-  
ys- ja turvallisuusnäkökohdat.

Jos uusi tekniikka oli kansalaisen jokapäiväisessä elämässä tarvitsema asia, sen läpi-  
lyöntiaika oli nopea, kuten tulitikkujen ja matkapuhelimen kehitys osoittaa. Jos kansalaiset  
eivät nähneet tekniikasta olevan hyötyä, tai sen kustannus-hyöty-suhde koettiin huonoksi,  
tekniikan käyttöönotto hidastui. Tämä hidasti muun muassa savupiipun kehittymistä  
1500–1800-luvun Suomessa.

Taulukko 7. Yhteenvertotaulukko viiteen tekniikkaan (savupiippu, tulitikut, höyrylaivat ja -junat, sähkö, matkapuhelin) liittyvistä sosioteknisen muutoksen tekijöistä Suomessa.

Tekniikka / Muutos-tekijät	Savupiippu	Höyrylaivat ja -junat	Tulitikut	Sähkö	Matkapuhelin
Läpilyönti-aika	1500–1900 = 400 v	1830–1910 = 80 v	1830–1860 = 30 v	1882–1960-luku = 80 v	1971–2005 = 34 v
Tiede	1800-luvulla alkoi energia-tehokkaiden uunien ja rautakamiinoiden kehittäminen.	Vaati höyrykoneen kehittämisen sekä raudan laadun parantamisen.	Vaati kemian tieteenalan kehittämisen 1800-luvun alussa. Idea ymmärrettiin jo 1810-luvulla, mutta kehittämisen turvallisiksi kesti noin 20 vuotta.	Ensimmäinen kemiallinen akku esiteltiin vuonna 1800. Kesti noin 50 vuotta ennen kuin sähkögeneraattorit kehitettiin.	Pohjana puhelin-, datasiirto- ja langattoman viestintätekniikan kehittyminen, joka alkoi 1800-luvun loppupuoliskolla.
Kulttuuri	Savupirteistä ei haluttu luopua, koska ne kuluttivat vain vähän puuta ja savu lämmitti tuvan tehokkaasti.	Liikkuminen hevoskärry- ja rekiyhetyksin oli hidasta. Uusi väline nopeutti matkan tekoa ja mahdollisti vierailut kauas jääneiden sukulaisten luokse. Matkustusmukavuus parani.	Mahdollisti tulen sammuttamisen yöksi, kun uudelleen sytyttäminen oli helppoa.	Korvasi aluksi valonlähteenä öljylamppu, minkä vuoksi otettiin teollisuudessa nopeasti käyttöön. Mahdollisti työskentelyn öisin. Vesivoimaan perustuvia sähkölaitoksia oli helppo perustaa, mikä mahdollisti pienet, yksityiset laitokset.	Helposti omaksuttava. Ensin käyttöön otettiin mm. poliisissa, merivartiostossa ja takseissa, joiden tuli olla jatkuvasti tavoitettavissa. Mahdollisti yhteydenpidon sitomatta henkilöä kiinteän puhelimen viereen.
Tekniikka	Rakentamistekniikka (tiilen poltto) oli olemassa jo 1200-luvulta. Suomeen tiilenpoltto tuli 1400-luvulla.	Wattin höyrykone vapautui patenttisuojasta vuonna 1800. Koneita oli paljon kopioitaviksi. Suomen ensimmäinen oma höyrylaiva 1833 (Ilmarinen) ja höyryveturi 1861 (tuotiin Englannista).	Tekniikka tulitikkujen valmistamiseksi kehittyi kotivalmisteisista tehdasvalmistukseen. Tehdasvalmistus tuli pakotetuna (laki), koska raaka-aineet olivat myrkyllisiä ja tuotteet syttymisherkkiä.	Tekniikka kehitettiin jo 1800. Tuli nopeasti Suomeen hehkulampun keksimisen jälkeen 1880-luvulla. Sähkönsiirtotekniikan kehittymättömyys 1900-luvun alussa hidasti kehitystä.	Tekniikkaa kehitettiin yhdessä käytön lisääntymisen kanssa niin verkkojen kuin puhelimiensa osalta.

<b>Tekniikka / Muutos-tekijät</b>	<b>Savupiippu</b>	<b>Höyrylaivat ja -junat</b>	<b>Tulitikut</b>	<b>Sähkö</b>	<b>Matkapuhelin</b>
<b>Politiikka /lain-säädäntö</b>	Laeilla ja määräyksillä yritettiin pakottaa käyttöönottoon, mutta vasta kansan vaurastuminen nopeutti kehitystä.	Vaati päätökset sekä kanavien että rautateiden kehittämistä (Keisarin päätös). Teollisuuden joukossa oli molemmilla kannattajansa.	Vaati poliittisia päätöksiä (lakeja) tehtaiden sijoittelusta ja toi mukanaan Suomen ensimmäisen työturvallisuus-säännösten.	Aluksi vapaa kilpailu. Ensimmäinen laki 1901. Rautateiden sähköistämisen ykkösasia, minkä vuoksi tarvittiin päätöksiä voimaloiden rakentamisesta ja siirtoverkon rakentamisesta.	Tekniikka kehittyi ensin ja käyttäjät lisääntyivät. Lakeja tehtiin kiireesti perässä.
<b>Teollisuus</b>	Vasta 1700- ja 1800-luvulla alkoi tiiliteollisuuden kasvu (julkinen rakentaminen).	Omia rautaruukkeja perustettiin 1800-luvulla, VR:lle oma konepaja. Osaaminen ratojen tekemiseen haettiin ulkomailta. Ensimmäiset höyrykoneet rakennettiin Suomessa 1850 ja ensimmäiset höyryveturit 1874.	Perustettiin kymmeniä tehtaita eri puolille maata. Lähes kaikissa kaupungeissa oli vähintään yksi tehdas.	Valtio perusti Imatran voiman ja muita suuria sähkölaitoksia nopeaan tahtiin. Vesi- ja teräsrakentamistaitoa oli, mutta sähköturbiinit tuotiin ulkomailta.	Valmistamisesta tuli nopeasti massatuotantoa.
<b>Markkinat</b>	Yksityisillä kansalaisilla ei ollut varaa tiilien hankintaan ennen 1900-lukua. Julkinen rakentaminen.	Tehtaat ja valtio tarvitsivat parempia väyliä saadakseen tuotteensa markkinoille. Väestö halusi liikkua enemmän.	Markkina-alueena kaikki kansalaiset ja yritykset.	Teollisuus teki omia voimalaitoksia. Levisi maaseudun pienten sähkölaitosten vuoksi nopeasti myös kansan hyödykkeeksi.	Laajat markkinat lankapuhelinten jälkeen: yritykset, yhteisöt, julkinen valta, kansalaiset, lapset.
<b>Infrastrukturi</b>	Ei merkittävää vaikutusta. Huonot tiet vaikeuttivat kuljetuksia, mutta tiienpolttoa voitiin tehdä lähes missä tahansa.	Vesistö oli infrana olemassa ja vaati vain yhdistämisen kanavilla. Rautatiet oli rakennettava. Kanavien ja ratojen rakentaminen vaati valtion investointeja. Kasvatti asutusta ratojen varsilla.	Tulitikkujen markkinoille saanti lisäsi liikenteen tarvetta. Tehtaat sijoitettiin kaupunkialueen ulkolaidalle tulipalovaaran vuoksi. Laajensi asutusalueen kaupungin rajojen ulkopuolelle.	Aluksi pieniä laitoksia yritysten ja yksityisten investointeina. Siirtoverkoston ja voimalaitosten rakentaminen vaati valtion investointeja. Kasvatti asutusta voimalaitosten läheisyydessä.	Tukiasemaverkoston rakentaminen yritysten investointeina.



Tekniikka / Muutos-tekijät	Savupiippu	Höyrylaivat ja -junat	Tulitikut	Sähkö	Matkapuhelin
Terveys	Terveysten savupiipuilla oli myönteinen vaikutus.	Höyryä tuotettiin puulla tai hiilellä, josta aiheutui paljon nokea, savua ja pienhiukkasia. Koska samaan aikaan vielä elettiin savupirteissä, terveysvaikutukset eivät olleet poikkeavat.	Tulitikkutehtaat olivat ensimmäisiä, joissa käytettiin kemiallisia yhdisteitä, eikä kenelläkään ollut käsitystä kemikaalien vaarallisuudesta. Fosfori aiheutti työntekijöille luusyöpää.	Sähköyliherkkyys.	Merkittävin riskiepäily koskee matkapuhelimen säteilyä aiheuttamaa suurentunutta aivokasvaimen saannin riskiä, mutta myös tukiasemaverkoston aiheuttama säteily saattaa olla merkittävä terveysuhka.
Turvallisuus	Ensimmäiset takat ja uunit saattoivat heikentää paloturvallisuutta (kattopalot).	Höyrykoneiden lapsentaudit poistettu jo ennen kuin ne tulivat Suomeen. Silti kattilaräjähdyksiä esiintyi niin laivoissa kuin junissa-kin. Myöhemmin rautateiden ja maanteiden risteysten vaarat.	Ensimmäiset tulitikut aiheuttivat tahattomia paloja, saattoivat syttyä taskussa, pienestä raapaisusta yms. Myöhemmin tämä riski pieneni. Tehtaiden paloriski oli kuitenkin suuri.	Vaaratekijät johtuivat aluksi sähköstä itsestään ja niiden hallinta opittiin vähitellen. Esimerkiksi salamaniskusta aiheutuvat ylijännitteet ovat vaaratekijöitä. Sähköntuotannon vaarat: ydinvoiman säteilyriski.	Aluksi tunnistettiin vähäisiä haittoja, kuten akkujen räjähtämissiä. Sittemmin todettiin liikenneturvallisuuden heikkenemistä.
Ympäristö	Uusi lämmitystapa tuhlsi puuta verrattuna savupirttiin. Puu käytettiin mieluummin tervaksi.	Höyryveturit aiheuttivat metsäpaloja. Kanavarakennustöissä ympäristövahinkoja.	On oletettavaa, että tehtaiden fosforialtaista pääsi ajoittain kemikaaleja maastoon, jokiin tai järviin.	Sähköntuotannon ympäristövaikutukset: Vesistöjen ekologia, kivihiilen ympäristöhaitat, ydinvoiman uraanin varastointi.	Ei tunnistettuja ympäristöhaittoja.

Ympäristön rakentamista vaativa tekniikka ei puolestaan ole edennyt lainkaan ilman yhteiskunnan poliittisia päätöksiä uuden rakennetun ympäristön infrastruktuurin kehittämisestä. Sekä sähköverkoston että rautatieverkoston rakentaminen vahvistavat Dolatan (2009) ajatuksen siitä, että suuren mittakaavan ja suurta pääomaa vaativia tekniikoita ei voida kehittää hajautetulla ja markkinoinin perustuvalla strategialla, vaan ne tarvitsevat yhteiskunnan tukea.

Turvallisuuskäsitteet nousevat merkittäviksi, jos uusi tekniikka valtaa markkinat nopeasti, kuten kuluttajatuotteille on tyypillistä. Jos näiden tuotteiden käytön tai niiden tuotannon turvallisuutta ei ole alun perin osattu varmistaa riittävästi, tuote voi aiheuttaa laaja-alaisen riskin. Tästä asiasta keskustellaan yhä esimerkiksi matkapuhelinten ja niiden tukiasemien säteilyvaikutusten arvioinnissa.

Matkapuhelimien nopea kehityshistoria vahvistaa Dolatan (2009) havainnon, että uuden tekniikan läpimenon nopeus riippuu siitä, miten tehokkaasti se on käyttöönotettavissa osaksi muita kehitettäviä tekniikoita. Matkapuhelimien markkinat olivat valmiina sähköverkon ja kiinteiden puhelinten levinneisyyden vuoksi, ja lankasidonnaisuuden poistuminen toi matkapuhelimille laajat markkinat. Sen jälkeen kun puhelintekniikkaan yhdistettiin datatekniikka ja langaton tiedonsiirto, matkapuhelinten kehitys yhä nopeutui.

Sosioteknisen muutoksen mallin mukaan yhteiskunnan hallintotaso muuttuu uuden tekniikan myötä nopeammin kuin sosiotekninen ympäristö. Tämän tutkimuksen mukaan myös sosioteknisen ympäristön muutosnopeus voi olla suuri, kuten rautateiden rakentaminen höyryjunia varten ja matkapuhelin tukiverkoston rakentaminen osoittivat. Siksi uuden tekniikan aiheuttamat riskit eivät kohdistu pelkästään hallintotasoon, vaan myös sosiotekniseen ympäristöön.

Höyryjunien aiheuttamat tulipalot kaupungeissa ja savupiipullisen rakennuksen lämmitys savupirtin tapaan ovat esimerkkejä uuden tekniikan riskeistä, jotka kohdistuivat ole-massa olevaan rakennettuun ympäristöön. Riskienhallinta edellytti lainsäädännön ja rakentamistavan muutosta: kivrakennukset puisten tilalle, peltikatteet rakennuksiin ja kivimuurit erottamaan rautatiet kaupunkialueista.

Ympäristönäkökohdat tulivat esille ensimmäisen kerran 1950-luvulla vesivoimalaitosten kalaportaiden rakentamisvaatimuksina, minkä jälkeen ympäristönäkökohdat ovat usein hidastaneet tekniikan käyttöönottoa, mutta myös luoneet tarvetta uusille tekniikoille. Sekä ympäristö- että turvallisuusasiat otetaan usein huomioon vasta lainsäädännön pakottamina. Uusien tekniikoiden nousu on myös vaikuttanut aluerakenteeseen siten, että alueet, joilla tekniikka on otettu nopeasti käyttöön, ovat myös kehittyneet nopeasti.

Taulukossa 8 on esitetty yhteenveto uuden tekniikan käyttöönottoa nopeuttavista tekijöistä. Osa niistä liittyy yhteiskunnan sosiaaliseen rakenteeseen ja on huomioitavaa, että jos yhteiskunnan sosiaalinen hyvinvointi ei ollut riittävällä tasolla eikä tapakulttuuri suosinut uutta tekniikkaa, ei sille löytynyt jalansijaa. Sosioteknisen muutoksen teoria huomioi yhteiskunnan sosiaaliset tekijät markkinavoimina ja kulttuurina. Toinen merkittävä tekijä on ollut uuden tekniikan teollisuudelle tuoma hyöty: jos tekniikka auttaa ja tehostaa tuotantoprosesseja tai se voidaan liittää omiin teknisiin tuotteisiin, se on nopeammin käyttöönotettavissa.

Taulukko 8. Uuden tekniikan käyttöönottoa edesauttavia tekijöitä Suomessa.

Uuden tekniikan käyttöönottoa edistäviä tekijöitä
Kansalaisten riittävä varallisuus
Tekniikan merkitys jokapäiväiselle elämälle
Käytettävyys ja sovellettavuus olemassa olevan tekniikan osana
Käytettävyys teollisuuden kilpailukyvyyn parantajana
Tarve maan kilpailukyvyyn parantamiseen
Tekniikan käyttöönottoa tukeva lainsäädäntö

Yhteiskunnan kannalta merkittävin ajuri uuden tekniikan käyttöönottoon on ollut maan kilpailukyvyyn nostaminen. Lainsäädäntö on ollut puolestaan se pakote, jolla yhteiskunta ohjaa asukkaitaan ja teollisia toimijoitaan ottamaan käyttöön uusia tekniikoita.

Tehty tarkastelu osoitti, että uutta tekniikkaa kehitettäessä ei aina osata ottaa huomioon kaikkia riskitekijöitä. Tämä on erityisen vaikeaa, jos tekniikasta tulee osa rakennettua infrastruktuuria, jolloin tekniikan ja yhteiskunnan yhteisvaikutukset jäävät huomioimatta (savuhormit, rautateiden ja maanteiden risteykset), tai jos tekniikkaan liittyy terveysperäisiä riskejä, jotka ilmenevät vasta pitkän ajan kuluessa (matkapuhelinten terveysriskit).

Taustatekijöinä vaikutuksia arvioitaessa tulee kiinnittää erityistä huomiota siihen, miten esimerkiksi olemassa oleva hallinto, sen hetkinen taloudellinen tilanne, toimintakulttuurit sekä perinteet ja tavat vaikuttavat uuden tekniikan käyttöönottoon, ja voiko niistä aiheutua ennalta arvaamattomia riskejä. Tämä edellyttää, että näitä yhteiskunnan kehitystä yleisesti ohjaavia tekijöitä ja niiden kehittymistä tulisi seurata kaikilla viranomaistasoilla.

Sosioteknisen muutoksen malli (Geels 2002; 2004) esittää, että uuden tekniikan nousu ja vahvistuminen vaatii hallintotason verkostojen hyväksyntää. Lisäksi nousevalla tekniikalla itsellään tulee olla kyky sopeutua olemassa olevaan rakennettuun ympäristöön ja kulttuuriin. Mallin mukaan uusi tekniikka vahvistuessaan muuttaa nimenomaan hallintotasa, kun taas sosiotekninen ympäristö pysyy suhteellisen vakaana. Tämän tutkimuksen osana tehty historiatutkimus osoittaa kuitenkin, että uuden tekniikan nousu muuttaa nopeasti myös sosiotekniseen ympäristöön kuuluvaa infrastruktuuria, jos tekniikka on luonteeltaan sellainen, että se vaatii voimakasta yhteiskunnan panostusta. Tällaisia tekniikoita ovat Suomessa olleet muun muassa höyrylaiva- ja höyryjunaliikenne, jonka vuoksi rakennettiin uusia kanavia ja ratoja, sekä sähkön käyttöönotto, jonka seurauksena esimerkiksi Imatran voimalaitos rakennettiin.

Uusien tekniikoiden vaikutuksia kartoittavan tutkimuksen ja sen analyysin perusteella arvioitaessa uuden tekniikan esiin nostamia riskejä, riskin kohteina tulisi käsitellä ainakin seuraavia asioita:

- vaikutukset terveyteen
- vaikutukset turvallisuuteen
- vaikutukset luonnonympäristöön
- vaikutukset olemassa olevaan rakennettuun ympäristöön
- vaikutukset lainsäädäntöön ja muuhun ohjeistukseen
- vaikutukset maankäyttöön ja kaavoitukseen
- vaikutukset alueelliseen kehitykseen.

## 5. Uusista tekniikoista aiheutuvia riskejä

Laaditun aineistoanalyysin ja tehtyjen haastatteluiden perusteella (katso luku 4.4) viranomaisten yhteistoimintaa kehitettiin tutkimuksessa monitieteelliseen ryhmätöyöhön pohjautuvana työpajatyöskentelynä, jonka työvälineenä käytetään tulevaisuuspyörästä kehitettyä työskentelyalustaa. Työskentelyalustan avainsanoina käytettiin aluksi alaluvussa 4.6 tunnistettuja tekijöitä, joihin uuden tekniikan oletetaan vaikuttavan (terveys, turvallisuus, luonnonympäristö, rakennettu ympäristö, lainsäädäntö ja ohjeistot, maankäyttö ja kaavoitus, aluekehitys). Kehitettyä toimintatapaa kokeiltiin ja kehitettiin edelleen uusien tekniikoiden aiheuttamien riskien tunnistamiseksi neljässä eri työpajassa (tapaukset 1–4). Työpajat edustavat tutkimusavusteisen kehittämisen esimerkkitapauksia tässä tutkimuksessa.

Jokaisella työpajalla oli oma tilaajansa, jotka määrittivät kyseisen työpajan tavoitteet ja käsiteltävät aiheet sekä osallistujat. Työpajoihin osallistui 11–22 henkilöä, jotka edustivat työpajasta riippuen viranomaisia, tutkijoita tai opiskelijoita. Jokaisessa työpajassa osallistujat jaettiin 4–6 hengen ryhmiin, jotta niiden toimintakyky olisi paras mahdollinen. Saman viranomaisen edustajat pyrittiin jakamaan mahdollisuuksien mukaan eri pienryhmiin, millä pyrittiin estämään vahvan viranomaisnäkemysmuodostuminen asiantuntijuuden tilalle. Itse työpajassa kaikille osallistujille pidettiin yhteinen alustus tehtävään, minkä jälkeen ryhmät olivat itseohjautuvia. Ohjaajan rooli pidettiin vähäisenä siten, että ohjaus koski lähinnä menettelytavan perustelua ja esittelyä työpajapäivän aluksi sekä työpajan lopussa lopputuotosten esittelyn ohjausta. Ryhmät valitsivat itse ryhmälleen kirjaajan ja mahdollisen vetäjän.

Työryhmien tehtävänä oli tunnistaa uusista tekniikoista aiheutuvia tulevaisuuden riskejä. Kahdessa työpajassa käsiteltiin osallistujien vähän tuntemia uusia tekniikoita, joiden vaikutuksia ja kehitystä valotettiin julkisesti käytössä olevan tiedon avulla. Työtä täydennettiin hyödyntäen kansainvälisen markkinatutkimustoimiston tuottamaa tietoa 50 tekniikasta<sup>17</sup>, joiden oletetaan muuttavan maailmaa lähivuosien tai vuosikymmenten aikana. Kahdessa työpajassa tarkasteltiin yksittäisiä tekniikoita, jotka olivat osalle työpajojen jäsenistä tuttuja heidän työnsä kautta. Näistä polttokenno- ja vetytekniikkaa esittelivät

---

<sup>17</sup> Frost&Sullivanin esittelemät 50 tekniikkaa on esitetty [viitattu 2.2.2014] sivustolla <http://www.frost.com/prod/servlet/our-services-page.pag?mode=open&sid=218649179>. Tähän tutkimukseen saatiin tarkemmat markkina- ja kehitysanalyysit VTT:n käytössä olevista Frost&Sullivanin tuottamista analyyseistä (Frost&Sullivan 2011).

VTT:n tutkijat ja merenalaisen kaasuputken rakentamistekniikkaa esittelivät sitä koskevaa YVA-prosessia valmisteleavan yhtiön, NordStream AG:n, edustajat.

## 5.1 Kehitystyön organisointi ja eteneminen

Työpajojen järjestelyt on esitetty taulukossa 9. Kolmea ensimmäistä työpajaa ei sidottu viranomaisten toistuviin toimintaprosesseihin, vaan ne olivat satunnaisia tutkimuksen tueksi pidettyjä työpajoja. Neljännessä työpajassa menettely sidottiin todelliseen viranomaisen toimintaprosessiin, ympäristövaikutusten arviointimenettelyyn.

Taulukko 9. Riskien tunnistamisen työpajojen vaiheet ja työn eteneminen tapauskohteissa.

Järjestelykohde	Tapahtumien ja järjestelyjen kuvaus eri työpajoissa (tapaukset 1–4)
<b>Impulssi osallistumiseen</b>	<p>Tapaus 1: Henkilökohtaiset keskustelut tutkijan ja pelastustoimen tulevaisuusvaliokunnan puheenjohtajan ja sihteerin kanssa.</p> <p>Tapaus 2: Tutkija otti yhteyttä VTT:n vetytutkimushankkeiden vetäjiin ja ehdotti työpajan ottamista mukaan heidän tutkimukseensa.</p> <p>Tapaus 3: Pelastusopiston erikoistutkija otti yhteyttä tutkijaan työpajan järjestämiseksi – impulssi ensimmäisestä työpajasta.</p> <p>Tapaus 4: Tutkija otti yhteyttä ELY-keskuksen ylittarkastajaan työpajan järjestämiseksi YVA:n yhteydessä 2. työpajan jälkeen pidettyjen keskustelujen pohjalta.</p>
<b>Yhteyshenkilö tapauskohteessa</b>	<p>Tapaus 1: Esko Kaukonen, Pelastusopisto ja Teija Mankkinen, Suomen pelastusalan keskusliitto, SPEK</p> <p>Tapaus 2: Jari Ihonen ja Minna Nissilä, VTT</p> <p>Tapaus 3: Esko Kaukonen, Pelastusopisto</p> <p>Tapaus 4: Päivi Blinnikka, Uudenmaan ELY-keskus</p>
<b>Työpajan kytkeytyminen viranomaisten prosessiin</b>	<p>Tapaus 1: Työpaja oli viranomaisten keskeinen, ja liittyi pelastustoimen tulevaisuusvaliokunnan ennakointitoimeen.</p> <p>Tapaus 2: Työpaja oli tekniikan tutkijoiden järjestämä viranomaisille tarkoitettu työpaja tavoitteena kartoittaa viranomaisten näkemyksiä tekniikan riskeistä.</p> <p>Tapaus 3: Työpaja oli oppilaitoksen opiskelijoilleen järjestämä työpaja tavoitteena kouluttaa teknisten riskien ennakointiin.</p> <p>Tapaus 4: Työpaja oli osa viranomaisten ohjaamaa YVA-prosessia.</p>
<b>Työnjako tutkijan ja tapauskohteen välillä</b>	<p>Tapaus 1, 3 ja 4: Tapauskohteen edustajat järjestivät työtilat ja virvokkeet työpajan ajaksi. Tutkija hoiti työpajan fasilitoinnin.</p> <p>Tapaus 2: Tutkija varasi itse sekä tilat ja virvokkeet että hoiti myös työpajan fasilitoinnin.</p>
<b>Osallistujien rekrytointi</b>	<p>Tapaus 1, 3 ja 4: Tapauskohteen edustajat kutsuivat osallistujat tilaisuuteen.</p> <p>Tapaus 2: Tutkija kutsui edustajat saatuaan tietoja ja tarpeita VTT:n polttokenno- ja vetyhankkeiden tutkijoilta.</p>

Järjestelykohde	Tapahtumien ja järjestelyjen kuvaus eri työpajoissa (tapaukset 1–4)
<b>Työpajasta tiedottaminen</b>	Tapaukset 1, 3, ja 4: Tapauskohteiden edustajat hoitivat kaiken tiedottamisen osallistujille. Tapaus 2: Tutkija hoiti tiedottamisen.
<b>Kokeilupäivämäärä ja työpajan kesto</b>	Tapaus 1: 18.4.2012; 2,5 h Tapaus 2: 10.10.2012; 4 h Tapaus 3: 28.11.2012; 3 h Tapaus 4: 22.5.2013; 2,5 h
<b>Työpajan toteutus</b>	Tapaukset 1 ja 3: Ennen työpajaa osallistujille lähetettiin perustietoja noin 30 nousevasta tekniikasta, joista he valitsivat mielestään tärkeimmät. Näistä käsiteltiin työpajassa 8 eri tekniikkaa, siten että yksi työryhmä käsittelee 2 tai 3 tekniikkaa. Tapaukset 2 ja 4: Työpajassa annettiin noin 45–60 minuutin esitys tarkasteltavasta tekniikasta (tapaus 2 polttokenno- ja vetytekniikka, tapaus 4 merenalainen kaasuputki) ja työpajassa käsiteltiin vain tätä kyseistä tekniikkaa. Tapaus 2:ssa tekniikan tutkijat osallistuivat itse riskien arviointiin, kun taas Tapaus 4:ssä tekniikan esittelijät poistuivat työpajasta esityksensä jälkeen.
<b>Tulosten koonti osallistujien käyttöön</b>	Tutkija kokosi aineistot ja tuotti niistä MindMap-kaaviot osallistujien käyttöön.
<b>Työpajaan liittyneet kyselyt ja haastattelut</b>	Tapaus 1: Työpajan jälkeen pyydettiin arvioita työpajan toimivuudesta post-it-lapuille: mitä hyvää ja mitä parannettavaa menettelyssä oli. Tapaus 2: Työpajan aluksi kysyttiin arviota omasta osaamisesta suhteessa polttokenno- ja vetytekniikkaan. Työpäivän jälkeen kysely toistettiin ja pyydettiin lisäksi uudelleen arviota siitä, mikä oli osaamisen taso ennen työpajaa. Työpajan jälkeen osallistujat haastateltiin puhelimitse, jolloin arvioitiin työpajan toimivuutta erilaisten kriteerien avulla. Tapaus 3: Työpajan jälkeen osallistujilta pyydettiin arvioita oppitunnin aikana ryhmädynamiikan toimivuudesta, omasta tuotoksesta ja pyydettiin kehitysehdotuksia. Tapaus 4: Työpajan jälkeen osallistujilta pyydettiin sähköpostitse näkemystä siitä, toiko työpaja mitään uutta käytettävään tekniikkaan, joka oli jo kerran arvioitu YVA-menettelyssä.

Työpajojen palautteessa pyydettiin osallistujilta arvioita työpajojen onnistumisesta liittyen uusien ajatusten ja ideoiden tunnistamiseen, ilmapiiriin, yhteistyöhön ja lopputuotukseen eli työpajassa tuotettuun aineistoon. Palaute koostui osallistujien henkilökohtaisista tuntemuksista työpajan toteuttamiskelpoisuudesta. Työpajassa tuotetun aineiston tieteellisestä tasosta ei pyydetty arvioita.

Tekniikoiden vaikutuksia arvioitaessa ei terveysvaikutuksia käsitelty yhdessäkään kokeiluryhmässä, koska tutkimus ei kohdistunut terveydenalan viranomaisten toimintaan eikä kokeiluryhmissä ollut kyseistä asiantuntemusta.

## 5.2 Tapaustutkimukset – työpajojen toteutus

### 5.2.1 Tapaus 1: Tulevaisuustyöpaja, 18.4.2012

Ensimmäinen työpaja oli pelastustoimen Tulevaisuusluotausraadın työpaja, jossa tunnistettiin erilaisten nousevien tekniikoiden aiheuttamia riskejä yhteiskunnalle. Idea työpajan toteuttamiseen lähti tutkijan ja Tulevaisuusluotausraadın sihteerin ja puheenjohtajan välisistä keskusteluista. Raadın puheenjohtaja kutsui työpajaan haluamansa tahot ja henkilöt.

Työpajan osallistujille lähetettiin etukäteen kuvaukset noin 40 uudesta nousevasta tekniikasta. Materiaalin pohjalta osallistujat äänestivät, mitkä niistä otetaan käsittelyyn itse työpajassa. Käsiteltäväksi valikoituivat seuraavat tekniikat:

- CBRN<sup>18</sup>-mittatekniikat
- langaton voimansiirto
- polttokennotekniikka ja vety
- tulevan sukupolven näyttö
- vihreät kulkuneuvot
- vihreät rakennukset
- älykkäät robotit
- älykäs sähköverkko.

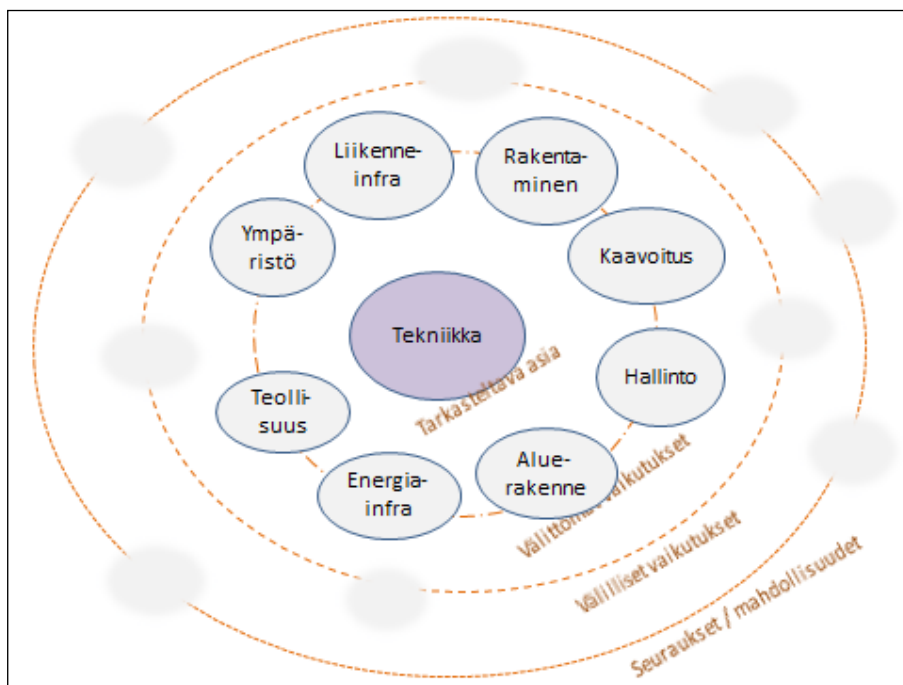
Tilaisuuden alussa tutkija esitteli osallistujille yhteiskunnan ja tekniikan vuorovaikutusta sosioteknisen muutoksen teorian pohjalta korostaakseen ennakoivan riskien tunnistamisen merkitystä. Tämän jälkeen osallistujat jaettiin neljään pienryhmään.

Työpajan työpohjan avainsanoina olivat konkreettiseen ympäristöön kohdistuvia avainsanoja: rakentaminen, kaavoitus, liikenneinfra, energiainfra ja ympäristö sekä aluerakenne. Avainsanat valittiin analysoitaessa yhteiskunnan ja tekniikan vuorovaikutusta koskevaa tieteellistä aineistoa ja tutkittaessa, minkälaisia vaikutuksia eri tekniikoiden kehittämisellä on Suomessa ollut (katso luku 5). Lisäksi sosioteknisen muutoksen mallin mukaiselta hallintotasolta mukaan otettiin teollisuus ja hallinto (Kuva 19). Valmiiksi annettun jaottelun tavoitteena oli varmistaa, että jokainen tekniikka tulee käsiteltyä mahdollisimman monelta kannalta.

Jokaiselle ryhmälle jaettiin käsiteltäväksi 3–4 nousevaa tekniikkaa, joita koskeva tieteellinen tieto nostettiin esille työpajan lähtökohtana kertomalla aluksi jokaisen tekniikan tämän hetkinen taso ja sen muutosennusteet. Liitteessä G on annettu esimerkki ensimmäisessä työpajassa käytetystä kuvauksesta tekniikan (vihreät kulkuvälineet, ml. hybridi-, sähkö- ja polttokennoajoneuvot) ja sen kehitystason esittämiseksi.

---

<sup>18</sup> Chemical, biological, radio and nuclear



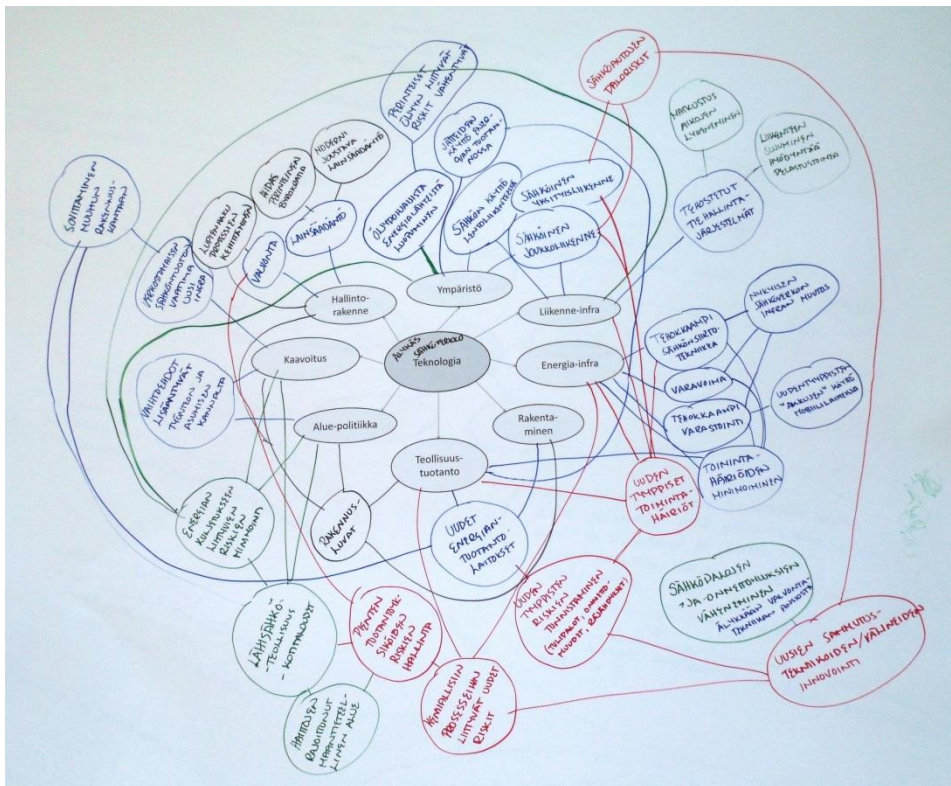
Kuva 19. Malli ensimmäisestä työpohjasta.

Tehtävänjaon jälkeen kaikki työryhmät käsittelivät yhtä tekniikkaa noin 30–40 minuuttia kokonaistyöajan ollessa noin 1,5 tuntia. Työskentely tapahtui manuaalisesti. Työpöydille oli jaettu etukäteen isokokoinen paperi, jonka keskiöön oli sijoitettu käsiteltävän tekniikan nimi. Sen ympärille oli piirretty ympyrät, jotka kertoivat minkä asian suhteen uutta tekniikkaa tuli tarkastella. Työpajassa oli mahdollisuus eri värein osoittaa, onko esiin nostettu asia neutraali seuraus (musta), ympäristöön liittyvä (vihreä), riskitekijä (punainen) tai mahdollisuus (sininen) (Kuva 20).

Kaikki esiin nostetut asiat kirjattiin liittäen ne nuolilla sekä alkuperäiseen asiayhteyteen että myös muihin asiayhteyksiin, joihin niillä oli liityntäpintaa. Näin saatiin esille lukuisia määriä asioita, jotka uudessa tekniikassa askarruttavat, tai joita ei vielä ole ratkaistu, ja jotka tulisi nostaa tarkempaan käsittelyyn. Työpajan jälkeen tulokset tiivistettiin tekniikoittain yhtenäisiksi kartoiksi, jotka toimitettiin osallistujille. Työpajassa virinnyttä keskustelua ei kirjattu.

Työpajapäivän loppuun osallistujilta kysyttiin arviota menetelmän toimivuudesta uusien tekniikoiden aiheuttamien riskien tunnistamiseksi sekä muita mahdollisia kehitysehdotuksia.





Kuva 20. Esimerkki Tulevaisuustyöpajan tuotoksesta aiheesta ”älykäs sähköverkko”.

### 5.2.2 Tapaus 2: Polttokenno- ja vetyteknikkatyöpaja, 10.10.2012

Toinen työpaja valmisteltiin ensimmäisestä työpajasta saadun palautteen pohjalta. Idea työpajan toteuttamiseen lähti tutkijalta, joka esitti työpajan pitämistä kahden erillisen VTT:n vety- ja polttokennotekniikkaan liittyvän tutkimuksen (DuraDemo ja Demo Turvallisuus) yhteisenä työpajana. Tutkimusten projektipäälliköt kokivat idean hyödylliseksi ja toimittivat tutkijalle tiedot haluamistaan kutsuttavista tahoista ja henkilöistä. Lisäksi mukaan kutsuttiin muun muassa ELY-keskuksen edustajia.

Toisessa työpajassa arvioitavana oli vain yksi aihepiiri, polttokenno- ja vetyteknikka. Työpajan osallistujat koottiin laajalta hallintotasoa edustavalta joukolta, jolloin sitä voidaan pitää moniammatillisena työryhmänä. Työpajassa olivat edustettuina pelastustoimen, liikennesektorin (ELY-keskus), ympäristösektorin (ELY-keskus) ja kemikaaliturvallisuuden (Tukes) viranomaiset. Lisäksi mukana oli tutkijoita, jotka olivat perehtyneet kyseiseen teknologiaan ja sen turvallisuuteen.

Toisessa työpajassa itse tekniikan ja sen turvallisuuden esittelyyn käytettiin huomattavasti enemmän aikaa kuin ensimmäisessä työpajassa. Vety- ja polttokennotekniikan

esitteli Teknologian tutkimuskeskus VTT:n polttokennotekniikan erikoistutkija. Hän käsittelee tekniikan yleispiirteet ja kehitysmahdollisuudet. Saman organisaation riskienhallinnan erikoistutkija esitteli tekniikkaan liittyvät vaaratekijät ja niistä aiheutuvia riskejä.

Alustusten jälkeen edettiin kuten ensimmäisessä työpajassa: vety- ja polttokennotekniikan tuomia riskejä pohdittiin kahdessa eri ryhmässä. Ryhmien osallistujat valittiin siten, että saman organisaation edustajat jaettiin eri ryhmiin, millä varmistettiin, että jokainen saattoi toimia ryhmässä oman alansa vahvana asiantuntijana.

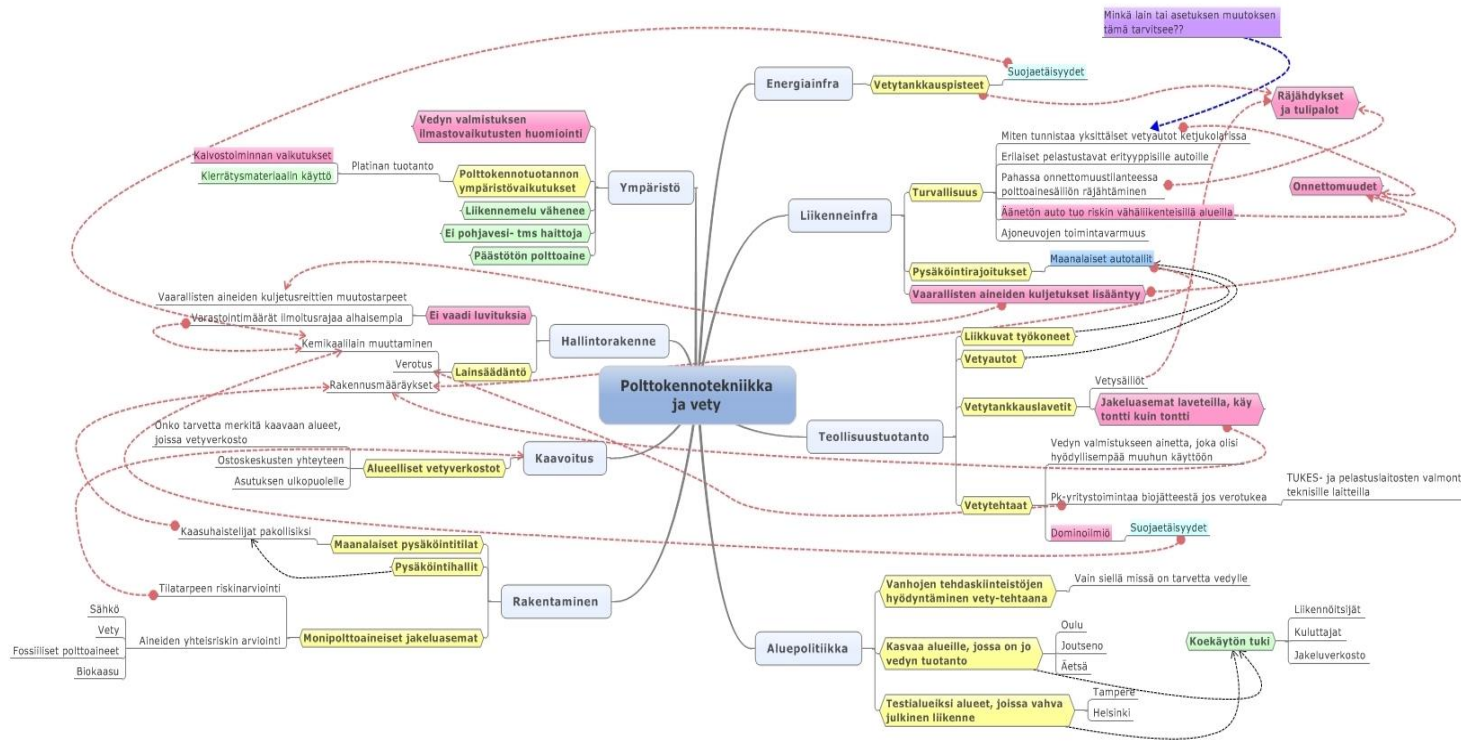
Kuvassa 21 on esitetty työpajan tuloksista kuvattu kokonaisuus asioista, joihin työryhmän näkemysten mukaan vety- ja polttokennotekniikka tulee vaikuttamaan. Työpohja avainsanoineen oli sama kuin ensimmäisessä työpajassa käytetty työpohja. Työpaja nosti esiin aiemmin tunnistamattomia uhkia, kuten sen, että tällä hetkellä vedyn jakeluasemille ei ole olemassa soveltuva lainsäädäntöä. Tämä nousi esiin käsiteltäessä vety- ja polttokennotekniikan vaikutusta rakentamiseen (ei vetyautoja maanalaisiin tiloihin) ja liikenteeseen (ei luvitustarvetta) sekä teollisuuteen (vedyn jakeluasemat eivät ole kemikaaliluvituksen piirissä). Työpajassa nousi esiin myös, että vetytekniikasta yhteiskuntaan kohdistuvien riskien tunnistaminen ei kuulu asetuspuhjalta yhdellekään viranomaiselle.

Toisen työpajan osallistujat haastateltiin työpajan jälkeen puhelimitse. Haastattelulla pyrittiin selvittämään menetelmän toimivuutta ja käytettävyyttä sekä erilaisia käyttömahdollisuuksia. Arviointi tehtiin monitieteellisten työpajojen arviointia varten kehitettyjen laatuksien avulla. Kriteerit olivat seuraavat (van Asselt 2000):

- Analyttiset kriteerit, joiden avulla arvioitiin käytettyjen lähtötietojen ja teorioiden sekä käytettyjen tekniikoiden ja mallien luotettavuutta sekä päätelmien oikeellisuutta.
- Metodologiset kriteerit, joiden avulla analysoitiin työpajojen toimivuutta ja toimintaprosessin laatua.
- Käytettävyysskriteerit, joiden avulla arvioitiin koko toimintatavan käytettävyyttä päätöksenteon apuvälineenä.

Lähtötietona käytetyn tiedon laatua koskevia analyttisiä kriteerejä arvioivat vain VTT:n tutkijat sekä Tukesin edustaja kyseisen tekniikan asiantuntijoina. Kaikki työpajaan osallistuvat henkilöt arvioivat sekä metodologisia kriteerejä että käytettävyysskriteerejä. Esitetyt kysymyssarjat ovat liitteenä D ja haastattelujen yhteenveto liitteenä E.

Toisen työpajan yhteydessä mitattiin osallistujien näkemyksiä siitä, onko heidän oma osaamisensa karttunut työpajan aikana. Tutkimus toteutettiin siten, että työpajan yhteydessä osallistujat arvioivat omaa osaamistaan käsiteltävästä tekniikasta sekä työpajan alussa että lopussa. Tavoitteena oli selvittää, miten hyvin osallistujat itse arvioivat tuntevansa kyseisen teknologian ennen työpajaa ja lisäksi työpaja heidän ymmärrystään asiasta. Osaamista arvioitiin kouluarvosanoin 5–10.



Kuva 21. Polttokenno- ja vetyteknikkatyöpajan tulosten purku: Mihin tekijöihin polttokenno- ja vetyteknikka tulee vaikuttamaan. Punainen = uhka, vihreä = mahdollisuus, sininen = neutraali.

### 5.2.3 Tapaus 3: Pelastusopiston päällystöopiskelijoiden työpaja, 28.11.2012

Kolmannen työpajan toteutuksen idea tuli Pelastusopiston erikoistutkijalta, joka oli ollut mukana järjestämässä myös ensimmäistä työpajaa. Työpaja pidettiin Kuopiossa Pelastusopistolla osana päällystöopiskelijoiden koulutusohjelmaa. Työpajan tavoitteena oli tutustuttaa opiskelijat tulevaisuuspyörä-menetelmän käyttöön siten, että siitä tulisi tehokas työmenetelmä pelastuslaitosten oman toiminnan kehittämisessä. Pelastusopiston erikoistutkija valitsi työpajaan osallistuvan koulutusryhmän.

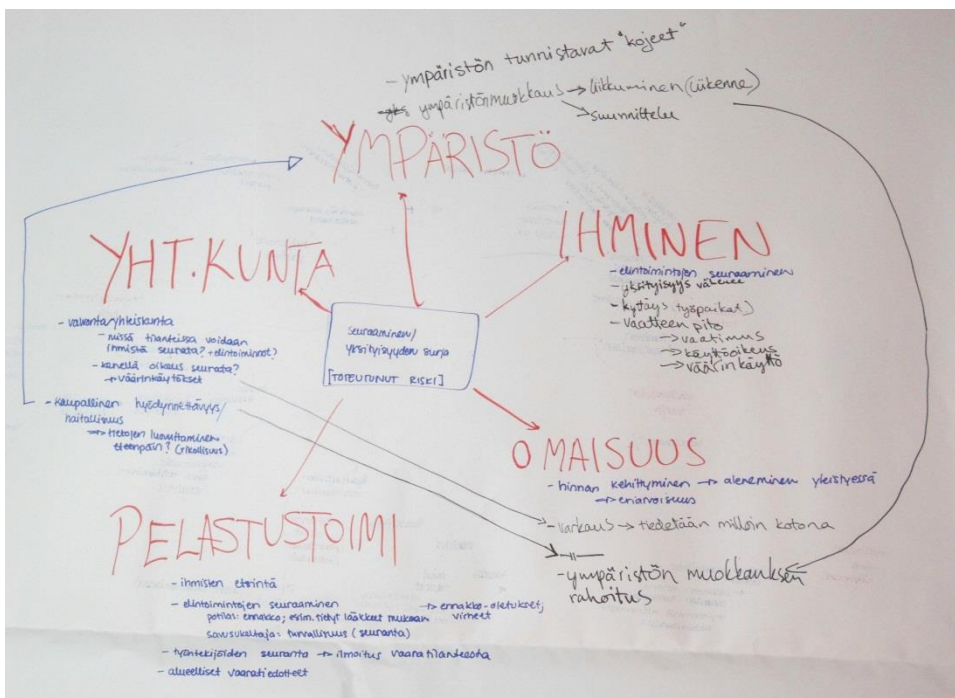
Työpaja eteni aluksi ensimmäisen työpajan mukaisesti. Opiskelijoille jaettiin etukäteen taustamateriaalia mahdollisista käsitteeseen otettavista tekniikoista, joihin he tutustuivat ennen työpajaa. Työpajassa opiskelijat jaettiin ryhmiin, ja jokainen ryhmä valitsi kaksi tekniikkaa käsiteltäväkseen. Työpajassa käsiteltiin seuraavia tekniikoita:

- fuusioenergia
- uudet kulkuneuvot
- älytekstiili
- tulevaisuuden autot.

Työpaja toteutettiin kaksivaiheisena. Ensimmäisessä vaiheessa valittuja tulevaisuuden tekniikoita tarkasteltiin saman työskentelypohjan avulla kuin aikaisemmissakin työpajoissa. Näin tekniikoiden kehittymistä analysoitiin suhteessa ympäristöön, liikenneinfraan, energiainfraan, teollisuustuotantoon, rakentamiseen, aluepolitiikkaan, kaavoitukseen ja hallintorakenteeseen.

Toisessa vaiheessa analysoitiin, mitä vaikutuksia ensimmäisessä vaiheessa tunnistetuilla riskeillä on pelastustoimintaan. Tämä tapahtui siten, että ensimmäisen vaiheen päätyttyä jokaista ryhmää pyydettiin valitsemaan yksi tunnistettu riskitekijä jatkotyön pohjaksi. Jatkotehtävässä tätä riskiä tarkasteltiin syvemmin pelastustoiminnan näkökulmasta. Tällöin avainsanoiksi valittiin ihminen, omaisuus, ympäristö, pelastustoiminta ja yhteiskunta yleensä (Kuva 22). Tavoitteena oli päästä yksityiskohtaiseen riskien arviointiin yksilöimällä, minkä tyyppisestä riskistä on kyse, mitä se vaikuttaa pelastustoimintaan ja miten se voidaan ottaa etukäteen huomioon.

Työpajapäivän palautteen kokosi Pelastusopiston erikoistutkija työpajaa seuraavana päivänä oppitunnin aikana. Opiskelijoita pyydettiin antamaan kehittämisohjeita ja palautetta etenkin ryhmädynamiikan toiminnasta ja omasta aikaansaannoksesta.



Kuva 22. Esimerkki Pelastusopiston työpajan toisen vaiheen tuloksista.

#### 5.2.4 Tapaus 4: Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn työpaja, 22.5.2013

Neljännän työpajan idea syntyi toisen työpajan yhteydessä, jolloin tutkija keskusteli Uudenmaan ELY-keskuksen ylitarkastajan kanssa mahdollisuudesta sovittaa vastaava työpaja YVAN yhteyteen. Viranomaistyöpaja toteutettiin NordStream AG:n merenalaisen kaasuputkihankkeen viranomaisten neuvottelutilaisuuden yhteydessä Uudenmaan ELY-keskuksessa. Tilaisuuden kokoonkutsujana oli hankkeen YVA-yhteysviranomaisen. Työpajan tavoitteena oli selvittää, ovatko kaikki ympäristön kannalta merkittävät osa-alueet mukana hankkeen YVA-arviointiohjelmassa. Pidetyistä työpajoista tämä neljäs työpaja oli selvästi monialaisin.

Kolmannen työpajan palautteissa nostettiin esiin, että alun perin valitut tarkastelunäköt eivät ole kaikkien soveltuvat, vaan käytettävien avainsanojen valinnassa tulisi olla enemmän vaihtelun mahdollisuuksia. YVA-työpajassa käytetyn työskentelypohjan avainsanat muutettiin vastaamaan YVA-yhteysviranomaisen tarpeita.

Avainsanoina käytettiin seuraavia näkökulmia ja niihin liittyviä aiheita:

- Tekniset haasteet: valvonta, kaapelien risteämät, huoltotoimet, vuodanjat, penkereet, kiviaineksen laatu, käytöstä poisto, rantautumispaikat, vuotojen hallinta, laivareitit, hätäankuroinnit
- Merenpohjan tila: sortumat/maanjäristykset, hylät, ammuksiset, kemialliset aineet, hätäankuroinnit, radioaktiiviset aineet, kaapelit, väylärakenteet

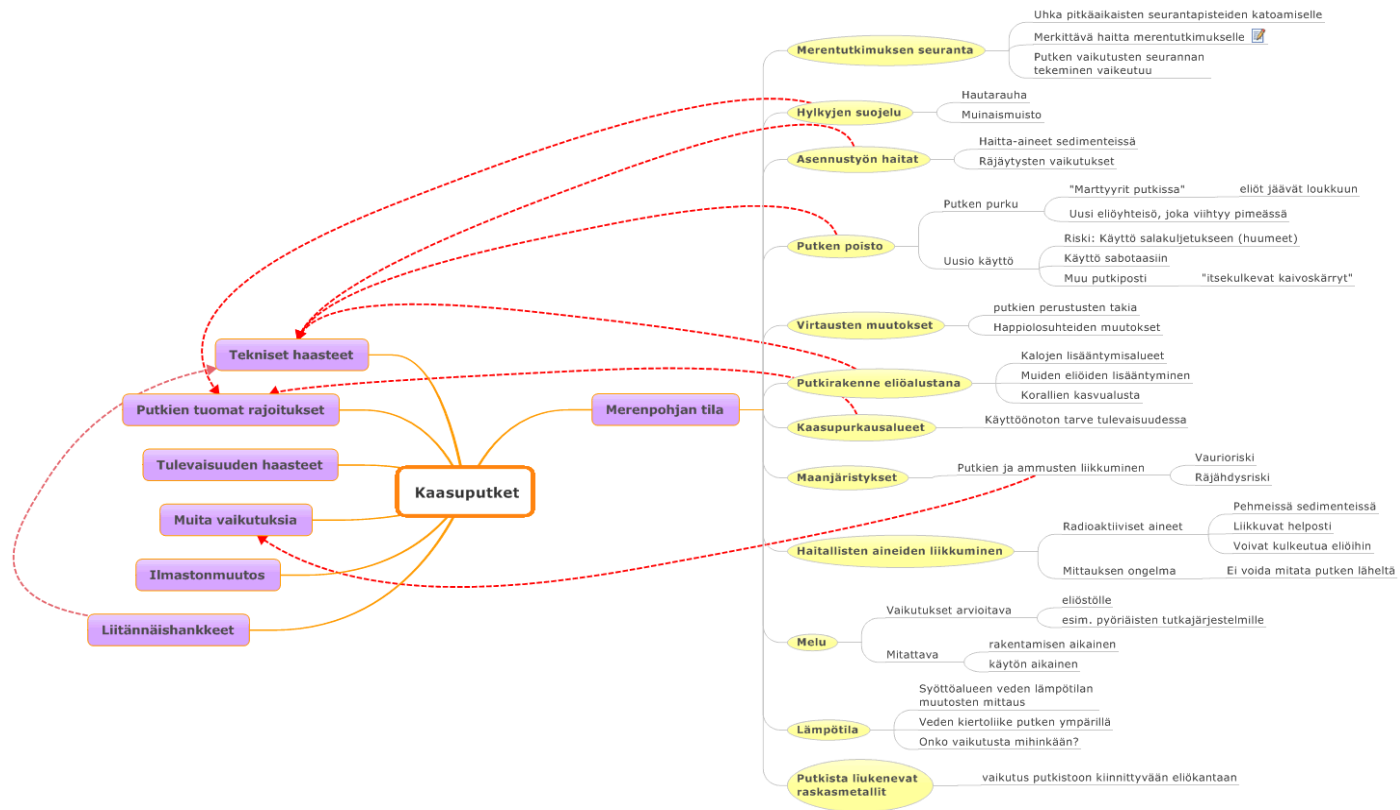
- Kaasuputken tuomat rajoitukset: rakentamisen aikaiset, käytön aikaiset, suojelualueet, sotilasalueet, kalastusrajoitukset, veneilyrajoitukset, neljän putken kokonaisuus, tarve rajoituksille, meriväylien vaatimat rakenteet
- Liitännäishankkeet: kiviaineksen saatavuus, kuljetukset, putkien betonipinnoituslaitokset, yhteinen/erillinen YVA, rantautumisalueet
- Tulevaisuuden haasteet: sään ääri-ilmiöt: pitkät pakkaskaudet, rankkasateet, kuivuus, merenpinnan nousu, putkien käyttöikä, putkien käytöstä poisto, maailman lama, uudet energiat, sotatila.

Työpajan alkupuoli eteni muodollisen YVA-menettelyn viranomaisten kuulemisen mukaisesti, jossa hankkeen edustajat aluksi esittelivät hankkeen ja YVA-ohjelman. Tämän jälkeen osallistujilla oli mahdollisuus kysellä tarkemmin haluamistaan asioista. Työpajassa pidetty alustus vastasi aiemmissa työpajoissa ollutta tekniikan esittelyä. Kun hanke-edustajille ei enää tullut kysymyksiä, he poistuivat tilaisuudesta ja tilaisuus jatkui edellisten työpajojen mukaisesti. Työpajassa esiin nousseet asiat on esitetty kuvassa 23.

YVA-työpajaan osallistuneilta henkilöiltä pyydettiin palautetta työpajan jälkeen sähköpostilla. Osallistujat olivat viranhaltijoita, jotka osallistuivat työpajaan työtehtävänsä velvoittamina, joten tutkija ei odottanut saavansa laajaa palautetta osallistujilta työpajan kulusta. Sen vuoksi osallistujille lähetetyt kysymykset pidettiin yksinkertaisina ja nopeina vastata. Osallistujilta kysyttiin seuraavia asioita:

- Oletteko ollut mukana luvittamassa kahta ensimmäistä Nord Streamin kaasuputkea?
- Toiko työpajaosuus sellaista uutta näkemystä tai ajatusta kaasuputkista ja niiden vaikutuksista, jota voitte hyödyntää omassa lausunnossanne?
- Jos vastaava työpaja järjestettäisiin jossain toisessa yhteydessä luvituksen tai muun vastaavan päätöksenteon tueksi, olisitteko halukas osallistumaan siihen?
- Koittekko, että aikanne meni hukkaan tässä työpajassa?

Suuri osa mukana olleista viranomaisista oli jo aiemmin osallistunut edellisen merenalaisen kaasuputken YVA-prosessiin, joten työpajasta ei odotettu nousevan esiin mitään täysin uutta ja ennalta arvaamatonta. Siitä huolimatta erään kommentin mukaan nimenomaan tulevaisuussuuntautuneisuus toi uutta näkemystä: ”Vaikka NordStream 1:n YVA-menettely oli kyllä perusteellinen, metodi toi jo näin lyhyellä mietinnällä ja 20–30 v aika-perspektiivillä uuttakin pohdittavaa.”



Kuva 23. Esimerkki analyysistä merenalaisen maakaasuputken vaikutuksesta merenpohjan tilaan.

## 6. Tutkimustulokset ja niiden arviointi

Tämän väitöstutkimuksen hypoteesina oli, että uusista tekniikoista rakennetulle ympäristölle aiheutuvien riskien tunnistamista on mahdollista tehostaa viranomais-ten yhteistoiminnalla. Tässä luvussa kootaan yhteen tutkimuksen tulokset ja vastaan tutkimuksen pääkysymykseen: *Miten viranomaisten yhteistyötä voidaan kehittää rakennetun ympäristön teknisten riskien tunnistamiseksi?*

### 6.1 Viranomaisten toimintatavat ja yhteistyön mahdollisuudet

Ensimmäisenä alakysymyksenä selvitettiin: *Mitkä ovat viranomaisten nykyiset toimintatavat riskien tunnistamisessa ja miten ne tukevat viranomaisten yhteistyötä?* Tämä alaluku 6.1 esittelee tulokset kirjallisuus- ja Internet aineistoista sekä viranomaisten haastatteluista, jotka on kuvattu aiemmin alaluvuissa 4.3 ja 4.5.

#### 6.1.1 Yhteistoiminnan haasteet ja mahdollisuudet

Useilla viranomaisilla on laajat toimintamahdollisuudet teknisten riskien tunnistamiseksi ja kartoittamiseksi, ja heidän myös edellytetään tekevän yhteistoimintaa esimerkiksi teknisten ratkaisuiden lupamenettelyjen yhteydessä. Nykyisin käytössä olevat toimintamallit ovat kehittyneet sektorikohtaisina kunkin toimijan oman tehtäväkentän pohjalta. Toisten viranomaisten näkemyksiä kerätään pääosin kuulemismenettelyssä saatavien lausuntojen avulla.

*Tutkituilla viranomaisilla ei ole systemaattista menettelytapaa yksittäisten tai alueita koskevien riskien tunnistamista varten.* Riskien tunnistaminen on pääsääntöisesti toiminnanharjoittajien vastuulla. Esimerkiksi ympäristövaikutusten arviointiprosessissa luvan hakija teettää arviot eri ratkaisuvaihtoehtojen ympäristövaikutuksista, ja kemikaali- ja ympäristölupaprosessissa toiminnanharjoittaja arvioi toiminnan vaikutuksia rakennettuun ja luonnonympäristöön. Myös eräiden viranomaisten tehtävänä on arvioida riskejä oman toimintansa tukemiseksi. Pelastustoimen tulee arvioida toimintaympäristössään olevia riskejä pelastustoiminnan palvelutason määrittämiseksi. Kunnan tulee arvioida rakentamisesta ja maankäytöstä aiheutuvia riskejä kansalaisten turvallisuuden varmistamiseksi, mutta suuret onnettomuusriskit tulee olla käsitelty ympäristöluvassa tai kemikaaliluvassa, jolloin kunnalle jää rakentamiseen ja maankäytön yhteensovittamiseen liittyvien riskien



hallinta. ELY-keskusten tulee arvioida ympäristöluvitettujen laitosten aiheuttamaa riskiä valvonnan laajuuden määrittämiseksi. Kaavoitusprosesseissa kaavan laatija, joka on useimmiten kunnan apuna toimiva konsultti, tekee tai teettää arviot kaavan vaikutuksia ihmiseen ja ympäristöön. Viranomaisilla ei ole yhtenäisiä menettelytapoja riskien tunnistamiseksi.

*Toiminnanharjoittajien tekemien riskinarviointien kattavuuden arviointi jää viranomaisten vastuulle, mutta heillä ei ole siihen aina riittävästi erikoisosaamista tai resursseja.* Esimerkiksi kaavoihin liittyvän ympäristö- ja ihmisvaikutusten arvioinnin riittävyyden varmistaminen on kunnan vastuulla, mutta etenkin pienissä kunnissa tähän tarvittavaa osaamista ei ole, vaan kaavoja koskeva riskienhallinnan osaaminen on niitä valmistelevien konsulttien käsissä. Kunta saa tukea kaavan laadukkuuden arviointiin ELY-keskuksilta. AVilla ei ole käytettävän työajan puitteissa mahdollisuutta tarkistaa toiminnanharjoittajien ympäristölupaa varten laadittujen riskinarviointien laatua, eikä myöskään ELY-keskuksilla ole siihen aiemmin ollut velvoitetta eikä osaamista. Riskianalyysien tekemistä valvovat viranomaiset eivät tee systemaattista yhteistyötä tehtyjen riskianalyysien laadun tai kattavuuden arvioimiseksi eikä heillä ole yhtenäisiä menettelytapoja tehtyjen riskinarviointien laadun varmistamiseksi.

*Viranomaiset luottavat usein siihen, että ”joku toinen” viranomainen huolehtii siitä, että toiminnanharjoittajien tuottamat riskianalyysit ovat riittävät.* Kunnan viranomaiset joutuvat luottamaan siihen, että teollisuuslaitosten riskit arvioidaan lupamenettelyiden yhteydessä, sillä kaavoitusvaiheessa ei ole vielä selvillä, minkälaisia tekniikkaa alueelle sijoittuvat laitokset tulevat käyttämään tai minkälaiset liikenne- ja ratkaisut tarvitaan. Tämänkaltaiset vaikutukset voidaan arvioida vasta, kun laitosta suunnitellaan, jolloin ne tulisi ottaa vahvasti huomioon ympäristölupaprosessissa ja kemikaaliluvassa. Ympäristöluvan myöntäjä (AVI) puolestaan saattaa olettaa, että uuden toiminnan riskit (ympäristövaikutukset) arvioidaan YVA-prosessin yhteydessä eikä vaadi uusia riskianalyysijä. YVA-prosessin tavoitteena on kuitenkin vain tunnistaa tarkasteltavien vaihtoehtojen ympäristövaikutuksia ja verrata niitä keskenään karkealla tasolla. Koska lopullinen vaihtoehto ei ole vielä valittu, ei prosessissa myöskään tehdä systemaattisia riskianalyysijä. Toiminnanharjoittajien vastuulla olevaa riskien tunnistamista hankaloittaa se, että he eivät voi tietää, minkälaisia kohteita heidän ympäristössään on johtuen liikesalaisuuksista tai tietojen turvallisuusluokittelusta. Viranomaisilla ei ole kaikkia viranomaisia kattavaa prosessia, joka kuvaisi kenen vastuulla missäkin tilanteessa riskien tunnistaminen on. Viranomaisilla ei myöskään ole resursseja lähteä kehittämään alueellisia riskianalyysijä.

Viranomaisten yhteistoiminnan minimivaatimus toteutuu useimmiten lausunto-menettelyssä, jossa toiselle viranomaiselle annetaan mahdollisuus antaa näkemyksensä käsiteltävästä asiasta kirjallisella lausunnolla. Tämän tukena voi olla viranomaisten yhteisiä neuvotteluita, joiden muotoa ei ole tarkasti määritelty. *Lausunto-menettelyn kautta ei läheskään aina saada toisten viranomaisten näkemyksiä päätöksenteon tueksi ja usein saadutkin lausunnot ovat luvan antajan kannalta hyödyttömiä.* Viranomaisneuvotteluistakaan ei saada riittävästi hyötyä, sillä usein

neuvotteluun tullaan vain kuuntelemaan vastuuviranomaisen esitys, jolloin viranomaisten välinen vuorovaikutus jää heikoksi.

Riskien tunnistamisen puutteista huolimatta on positiivista, että *lukuun ottamatta ympäristölupaprosessia nykyisiin viranomaisprosesseihin on mahdollista lisätä viranomaisten yhteistoimintamenettely uusien tekniikoiden riskien tunnistamiseksi*. Lisäksi riskejä voidaan kartoittaa esimerkiksi rakennuslupaprosessin, maakunta-kaavan valmistelun yhteydessä. Viranomaisten yhteistoimintamenettely on mahdollista liittää myös pelastuslaitosten riskianalyysin yhteyteen.

### **6.1.2 Riskejä koskevan tiedon koonti ja hyödynnettävyyt**

Jotta riskejä koskevaa tietoa voidaan hyödyntää, on tiedon keräämisen, analysoinnin ja jakamisen oltava systemaattista ja jatkuvaa.

Merkittävimmät riskitiedon käytettävyyden puutteet liittyvät koottavan onnettomuustiedon analysointiin ja saatavuuteen. Pelastustoimen ylläpitämään PRONTO-rekisteriin on kirjattu eniten onnettomuustilanteita, mutta onnettomuuden syytekijöiden kirjaaminen on tulipaloja lukuun ottamatta puutteellista. Tukesin VARO-rekisteriin kootaan tietoja ja niitä myös hyödynnetään riskien ennakoimisessa. Rajoitteena on, että rekisteri sisältää vain Tukesin valvomissa laitoksissa tai sen valvomalla toimialalla tapahtuneita onnettomuuksia. ELY-keskusten ylläpitämän VAHTI-rekisterin sisältämät tiedot eivät ole käytettävissä edes ympäristölupia myöntävillä aluehallintovirastoilla, eikä rekisteriin koottuja tietoja myöskään analysoida.

Jotta koottua tietoa voidaan levittää ja jakaa viranomaisten kesken ja valtakunnan tasolla siten, että tieto välittyy säännöksiin ja ohjeisiin, lupaviranomaisille ja valvontaviranomaisille, täytyy tiedonkulun väylien olla selkeät ja toiminnan systemaattista ja toistuvaa. Tämä tutkimuksen mukaan tiedonvälitysväyliä on olemassa, mutta systemaattisia toimintatapoja riskitiedon välittämiseksi on hyvin vähän, ja toiminta riippuu viranomaisten aktiivisuudesta.

Vahvin tiedonsiirtoväylä on Tukesin ja TENK:n kautta TEM:öön, sillä Tukes seuraa valvomiensa laitosten riskitasoa, ja voi ottaa riskeissä tapahtuvat muutokset huomioon TENK:n jaostojen kokouksissa. Jaostokokouksista tieto siirtyy TENK:n yleiskokouksen tai puheenjohtajan kautta eteenpäin ministeriötasolle. Väylän toimiminen edellyttää aktiivisuutta jaostojen puheenjohtajilta, joina toimivat Tukesin viranhaltijat.

ELY-keskusten kautta riskitietoa voi siirtyä YM:öön valtakunnallisten neuvottelupäivien aikana. Koska tilaisuus on vain kerran vuodessa toistuva ja se keskittyy ajankohtaisiin asioihin, on vaarana, että nousevia riskejä ei nosteta keskusteluun. Vastaava tilanne on aluehallintovirastojen ja SM:n välillä: koska riskien viestittämiselle ei ole luotu systemaattista rakennetta, niiden esiin nostaminen vaatii yksittäiseltä viranhaltijalta aktiivista otetta.

Pelastuslaitosten kumppanuusverkosto on suora tiedonsiirtokanava laitosten ja sisäministeriön välillä. Riskejä koskevan tiedon käsittely on erityisesti kump-

panuusverkoston Turvallisuuspalvelut-palvelualueen tehtävänä, ja näin ollen sen kautta riskejä koskeva tieto välittyy SM:ön.

Riskitiedon siirtyminen verkostossa alaspäin tapahtuu pääosin vain lausunto-menettelyiden yhteydessä. Kunta on riskitiedon välitysreittien sivussa ja saa tietoa käytännössä ainoastaan pelastuslaitosten kautta sekä osittain maankäyttöä koskeissa viranomaisneuvotteluissa tai lausuntoprosesseissa.

## 6.2 Riskien tunnistamisen prosessi

Toinen alatutkimuskysymys oli: *"Minkälainen riskien tunnistamisen prosessin tulisi olla?"* Tässä alaluvussa 6.2 esitetään tuloksia kirjallisuuskatsauksesta (alaluku 4.2) ja tapaustutkimuksista, joissa kokeiltiin kehitettyä riskien tunnistamisen prosessia (luku 5).

### 6.2.1 Ryhmätyöhön perustuvan prosessin arviointi

*Viranomaisten yhteistoimintaa teknisten riskien tunnistamiseksi voidaan tehostaa ryhmätyöhön pohjautuvalla menettelyllä.* Aineistoanalyysin mukaan ryhmätyön etuna on, että sen avulla voidaan laajentaa yksilöiden omaamaa tietoa (sosiaalisesti jaettu kognitio) ja hyödyntää osallistujien sekä hiljaista että näkyvää tietoa. Se myös pakottaa osallistujat arvioimaan realistisesti omaa osaamistaan, mikä vähentää monien subjektiivisten virhekesitysten merkitystä. Lisäksi ryhmätyöllä katsotaan olevan seuraavia etuja:

- Ryhmätyö sitoo mukaan useita eri alan asiantuntijoita.
- Yhteisessä ryhmässä viranomaiset jakavat saman tiedon ja saavat käsiteltävään asiaan yhtenäisen näkökulman.
- Ryhmätyön avulla voidaan tuottaa ymmärrettäviä ja yhteisesti hyväksyttäviä tuloksia.

Ryhmätyön malliksi otettiin ns. yhdennetty arvottaminen, jossa pyrittiin ryhmätyön avulla muodostamaan yhteinen näkemys tarkasteltavaan kohteeseen monitieteellisissä ja monialaisissa työpajoissa. Menetelmää kokeiltiin neljässä eri työpajassa. Osallistujien kokemusten perusteella pidetyt työpajat vahvistivat ryhmätyöstä saatavia etuja:

- Työpajatyö nosti esiin osallistujien omaamaa tietoa, jota he eivät aiemmin osanneet yhdistää käsiteltävissä olevaan kohteeseen. Tämä ilmeni siten, että osallistujilla saattoi aluksi olla epäilyä siitä, että oma osaaminen, joka ei kohdistunut käsiteltävään tekniikkaan, ei mitenkään voi hyödyntää työpajaa. Työpajakokemus kuitenkin osoitti, että osallistujien oma tieto ohjasi työryhmää löytämään uusia yhteyksiä ja näkemyksiä, ja näin nosti esiin osallistujien hiljaista tietoa.
- Osallistujien kokemusten mukaan yhteinen kohde, osittain valmiiksi täytetty työpohja ja pienryhmissä työskentely tuki vapaata keskustelua, eikä osallistujien vieraus häirinnyt työskentelyä.

Myös viimeisen työpajan osallistujien palaute tuki arvioita työpajamenettelyn toimitavuudesta. Merenalaisen kaasuputken YVA-prosessissa oli läsnä neljätoista (14) viranomaista, joista viisi oli ollut mukana samaa aihepiiriä koskevassa aikaisemmassa YVA-prosessissa. Palautetta saatiin yhdeksältä (9) viranomaiselta, joista kolme vastaaja koki saaneensa uutta tietoa lausunnon pohjaksi ja kaksi näki, että saatu tieto laajensi omaa ymmärrystä asiasta. Kahdeksan osallistujaa oli valmis osallistumaan vastaavaan toiseen työpajaan. Yksikään osallistujista ei kokenut että aika olisi mennyt hukkaan. Suurin osa vastaajista (7) oli valmiita osallistumaan toiseen vastaavaan ympäristövaikutuksia arvioivaan työpajaan.

Kokeilussa havaittiin, että moniammatillinen ryhmä pystyi nostamaan esiin täysin uusia näkemyksiä, kuten työpajoissa 2 ja 4 saavutetut tulokset osoittivat (luvut 5.2.2 ja 5.2.4).

## 6.2.2 Osallistujien tiedon karttuminen ryhmätyössä

Toisessa työpajassa arvioitiin osallistujien oman tiedon karttumista työpajan aikana kouluarvosanoin 5–10. Osallistujat arvioivat, että heidän osaamisensa työpajassa käsitelystä vetytekniikasta nousi työpäivän aikana vähintään yhden kouluarvosanan verran (Taulukko 10). Osaamisen muutos vaihteli osa-alueittain ja eniten työpaja lisäsi ymmärrystä tekniikan tuomaan luvitustarpeeseen ja asetusten muutostarpeeseen. Näissä osaamisen kasvun arvioitiin olevan 1,7 kouluarvosanan verran. Vähiten uutta tietoa saatiin teknologian käytön turvallisuudesta ja pelastautumisesta onnettomuustilanteesta. Nämä kaksi kuitenkin erosivat toisistaan siten, että tekniikan käytön turvallisuuden arvioinnit olivat jo ennen työpajaa korkeat, eikä työpajan nähty tuovan siihen merkittävää lisäarvoa. Sen sijaan pelastautumisesta koskeva tiedon taso oli alhainen sekä ennen työpajaa että sen jälkeen, mutta tässäkin osaamisen tason arvioitiin nousseen 0,4 arvosanayksikköä.

Taulukko 10. Toiseen työpajaan osallistuneiden asiantuntijoiden arvio oman osaamisensa lisääntymisestä työpajan aikana.

Ymmärrykseni käsiteltävästä teknologiasta		5	6	7	8	9	10	ka
teknologiasta itsessään	ennen	2	2	2	2		1	6,9
	jälkeen			3	5		1	7,9
käytön turvallisuudesta	ennen		3	3	2	1		7,1
	jälkeen		1	3	3	2		7,7
kaavoitusratkaisusta	ennen	3	5	1				5,8
	jälkeen		2	4	3			7,1
liikennetarpeista	ennen	2	2	3	2			6,6

Ymmärrykseni käsiteltävästä teknologiasta		5	6	7	8	9	10	ka
	jälkeen		1	1	7			7,7
rakentamisen tarpeista	ennen	4	3	2				5,8
	jälkeen		2	2	5			7,3
asetusten muutosten tarpeista	ennen	3	3	2		1		6,2
	jälkeen	1	2	1		3	2	7,9
luvitustarpeista	ennen	3	3		2	1		6,4
	jälkeen		2	1	1	4	1	8,1
pelastautumisesta onnettomuustilanteessa	ennen	1	4		2	2		7
	jälkeen	1	1	1	5	1		7,4

Edellisen lisäksi työpajassa arvioitiin osallistujien käsitystä oman osaamisensa tasosta. Tämä toteutettiin siten, että osallistujilta kysyttiin sekä ennen työpajaa että sen jälkeen samaa asiaa: minkä arvosanan he antaisivat omalle tietotasolleen ennen työpajaa (Taulukko 11). Kyselyn perusteella voidaan havaita, että osallistujat antoivat lähtötietonsa tasosta korkeamman arvosanan ennen työpajan alkua kuin sen jälkeen. Keskiarvo ennen työpajaa annetuista arvioista oli 0,7 yksikköä korkeampi kuin työpajan jälkeen. Keskiarvona työpajan nähtiin nostaneen omaa tietotasoa yhden kouluarvosanan verran.

Taulukko 11. Toiseen työpajaan osallistuneiden asiantuntijoiden oma arviointi osaamisen lähtötasosta ennen ja jälkeen työpajan.

Arvio osaamisen tasosta kyseiseen teknologiaan nähden	5	6	7	8	9	10	ka
<b>Arvio osaamisen tasosta ennen työpajaa</b>	2	2	3	1		1	6,8
<b>Arvio osaamisen tasosta ennen työpajaa työpajan jälkeen arvioituna</b>	3	3	2	1			6,1
<b>Arvio osaamisen tasosta työpajan jälkeen</b>			3	5	1		7,8

### 6.2.3 Ryhmätöyöhön perustuvan prosessin kuvaus (VIRIKE-prosessi)

Tutkimuksen aineistoanalyysin (alaluku 4.2.3) pohjalta soveltuvimmaksi viranomaisten työskentelytavaksi valittiin moniammatillinen ryhmätöy. Viranomaisten haastatteluiden perusteella (alaluku 4.4.1) menettelystä voidaan kehittää yhteinen järjestelmällisesti organisoitu toimintatapa, jos se voidaan ottaa osaksi olemassa

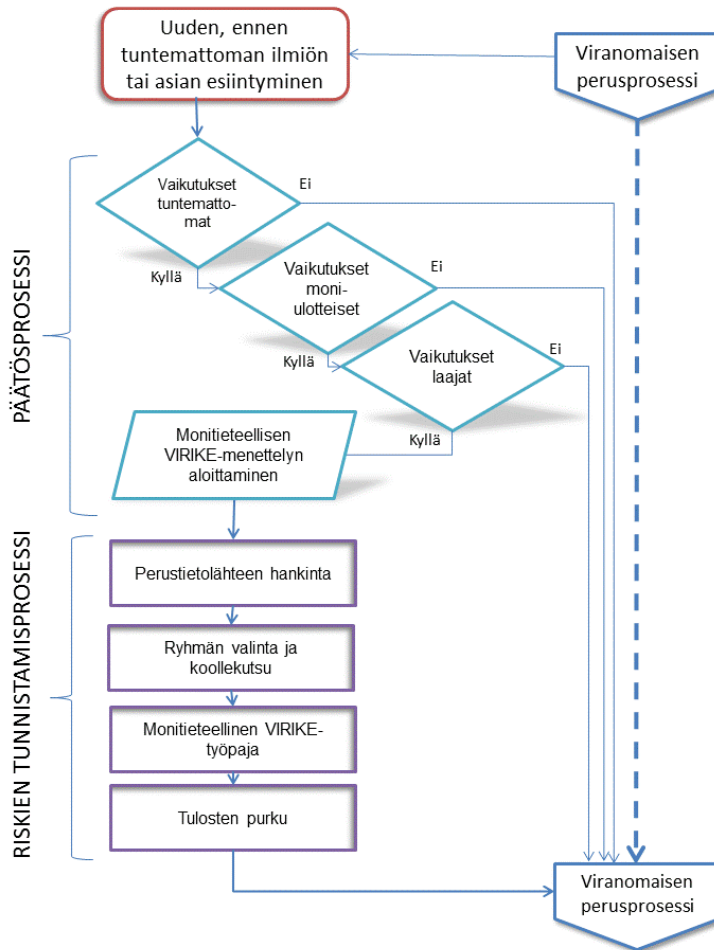
olevia toimintaprosesseja, kuten YVA-menettelyä, kaavoitusmenettelyä ja kemikaalilupaprosessia, ja sen tulisi pikemminkin korvata olemassa olevia toimintatapoja kuin tulla niiden lisäksi.

Tutkimuksessa kehitetty menettelytapa nimettiin VIRIKE-menettelyksi **Viranomaisten RiisKien Ennakointi**). VIRIKE-menettely koostuu kolmesta osuudesta:

- VIRIKE-prosessista, joka kuvaa menettelyn käyttöönottoprosessin
- VIRIKE-menetelmästä, joka esittää työpajapäivän ohjelman
- VIRIKE-työvälineestä, jonka avulla varsinainen riskien tunnistaminen tehdään.

Tässä luvussa esitetään VIRIKE-menettelyn käyttöönoton prosessi. Tämän tutkimuksen perusteella työryhmäpohjainen menettelytapa voidaan kytkeä osaksi useita viranomaisten toimintaprosesseja (luku 4.3). Yhteisen menettelytavan luomiseksi tutkimuksessa kehitettiin toimintakaavio, joka kuvaa, miten uusi menettelytapa voidaan toteuttaa ja sitoa osaksi viranomaisten toimintaprosesseja (Kuva 24). Kuvan oikeassa reunassa on eri viranomaisten oma toimintaprosessi, johon liittyy vasempaan reunaan kuvattu VIRIKE-prosessi. Se kuvaa päätösprosessia, jonka avulla määritetään, onko tarvetta ottaa käyttöön viranomaisten yhteinen riskien tunnistamisen menetelmä, ja miten esitetty VIRIKE -riskien tunnistamisen prosessi etenenisi.

Uuden VIRIKE-menettelyn tavoitteena on vähentää viranomaisten työtaakkaa, minkä vuoksi menettelyä ei ole järkevää ottaa käyttöön arvioimatta ensin, onko siitä hyötyä viranomaisille. Menetelmän edut tulevat parhaiten näkyviin, kun arvioinnin kohteena on viranomaiselle uusi tai huonosti tunnettu tekniikka, tai tekniikka, jonka vaikutuksista ei ole vielä saatu yhteistä näkemystä. Menetelmän avulla kohdetta voidaan tarkastella samalla kertaa monesta eri näkökulmasta. Menetelmää voidaan myös hyödyntää jo tunnettuun tekniikkaan tai kohteeseen, jos havaitaan että sen käyttöönotosta on noussut esiin ristikkäisiä uhkia, intressejä ja näkökulmia, joita ei ole pystytty ratkaisemaan.



Kuva 24. VIRIKE-prosessi osana viranomaisten toiminnan prosesseja.

Jotta monitieteellinen työmenetelmä kannattaisi ottaa käyttöön, analysoitavan tekniikan vaikutusten tulisi olla myös moniulotteiset ja laajat. Esimerkiksi jos tekniikka vaikuttaa ainoastaan ilmaan pääsevien yhdisteiden määrään, joille on olemassa selkeät päästökriteerit (uudet suodatinratkaisut tai polttotekniikat), tulisi käyttää suurempia yhteistyömuotoja, kuten keskusteluja alan tutkimuslaitosten ja laitevalmistajien kanssa.

## 6.3 Riskien tunnistamisen menetelmä, VIRIKE-menetelmä

Kolmas alatutkimuskysymys oli: *Minkälainen menetelmä tukisi viranomaisia riskien tunnistamisessa?* Alaluvussa 6.3 esitetään tuloksia luvusta 5, jossa kokeiltiin kehitettyä riskien tunnistamisen menetelmää tapaustutkimusten avulla.

### 6.3.1 Työpajan rakenne

Työpajakokeilujen aikana VIRIKE -riskien tunnistamisen menetelmä muotoutui kuvan 25 mukaiseksi. Työpajat aloitettiin tehtävään orientoitumisella, johon sisältyi sosioteknisen muutoksenteorian esittely. Esittelyn tavoitteena oli saada osallistujat ajattelemaan tarkasteltavaa kohdetta mahdollisimman laajasti monelta näkökulmalta ja tulevaisuuteen suuntautuen. Työpajan tavoitteiden esittelyssä kerrottiin, mikä on kokoon kutsuvan tahon näkökulma ja tavoitteet työpajalle. Tässä vaiheessa korostettiin, että työpajan tavoitteena on hyödyntää osallistujien henkilökohtaista asiantuntemusta, eikä viranomaisroolia. Näin ollen jokaisella osallistujalla voi olla laajempi osaaminen käsiteltävään asiaan kuin mitä viranomaisrooli mahdollistaa.

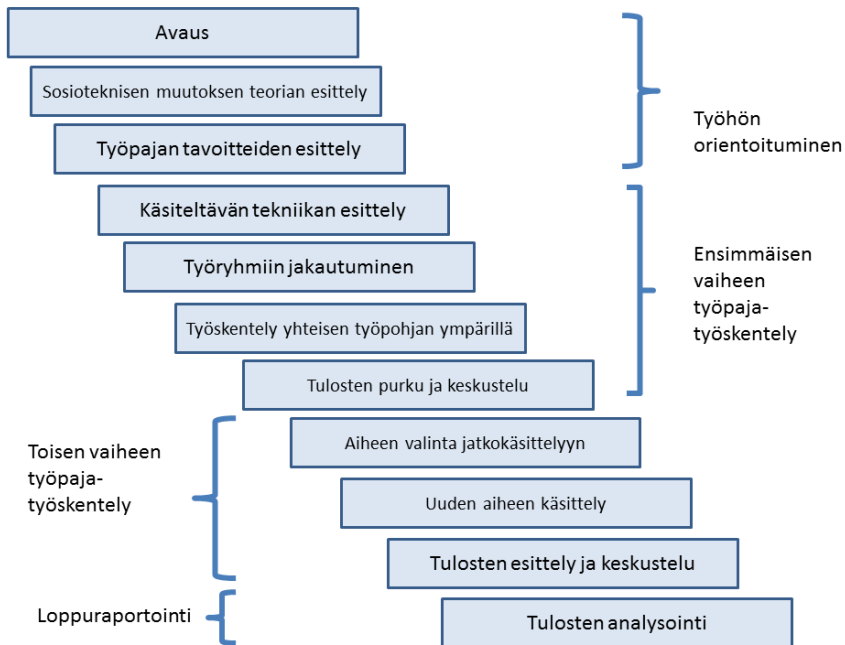
Ensimmäisessä työpajavaiheessa esiteltiin osallistujille käsiteltävä kohde tai tekniikka ja osallistujille annettiin mahdollisuus tehdä tarkentavia kysymyksiä työpajan kohteesta. Ensimmäisessä ja kolmannessa työpajassa tekniikan esittely perustui yleisesti saatavilla olevaan tietoon useista tekniikoista, jolloin annettu tieto jäi pintapuoliseksi. Toisessa ja neljännessä työpajassa annettu tieto oli syvällistä ja perustui asiantuntemukseen.

Tarkastelukohteen esittelyn jälkeen osallistujat jaettiin 4–6 hengen pienryhmiin ”pyöreiden pöytien” ympärille. Pöydillä on työskentelyä varten A0-kokoinen työalusta, jonka keskiössä on esitetty käsiteltävä tekniikka tai muu aihe, ja tarkasteltavat näkökulmat. Tekniikkaa käsiteltiin pienryhmissä siten, että kaikki merkittävät vaikutukset kuvattiin työpohjalle, ja yhdistettiin käsiteltäviin näkökulmiin. Eri laisten näkökulmien tarkastelu vei aikaa pienryhmässä noin 15–30 minuuttia näkökulmaa kohti. Kun työtä oli tehty noin 1–1,5 tuntia, tulokset purettiin osallistujien kesken ja niistä keskusteltiin. Toisessa työpajassa tekniikka-asiantuntija oli mukana itse työpajassa, mutta neljäs työpaja pidettiin viranomaisten keskeisenä.

Kolmas työpaja poikkesi muista siten, että siinä työtä jatkettiin ensimmäisen työpajavaiheen jälkeen ottamalla käsittelyyn merkittävimmät havaitut riskitekijät, joita tarkasteltiin uudelleen suhteessa pelastustoimen pelastustehtävään.

Työpäivän päätteeksi tulokset esiteltiin ja niistä keskusteltiin lyhyesti. Työpajan aikana kirjatut asiat piirrettiin puhtaaksi, ja jaettiin kaikille osallistujille. Tuotettu kuvaus jäi osallistujille dokumentiksi, jonka avulla voi palauttaa mieleen muiden osallistujien esittämiä näkökantoja.





Kuva 25. Valmiin VIRIKE-menetelmän työpajatyöskentelyn vaiheet.

### 6.3.2 Työpajan valmistelu

Työpajojen tavoitteiden määrittäminen vaikuttaa niin työpohjassa käytettäviin avainsanoihin, käsiteltävää tekniikkaa avaaviin asiantuntijoihin kuin työpajan osallistujiinkin. Kohteesta ja työpajan tarkoituksesta riippuen työpohjan avainsanoja voidaan muuttaa siten, että ne vastaavat käyttäjän tarpeeseen. Tässä tutkimuksessa kehitettiin yleisiä avainsanoja uuden tekniikan aiheuttamien vaikutusten huomioimiseksi (katso luku 4.6), mutta esimerkiksi YVA-prosessia varten (luku 5.2.4) kehitettiin avainsanat, jotka vastasivat YVA-yhteysviranomaisen tarpeeseen.

Tekniikan asiantuntemusta ja siihen liittyvää muuta substanssiosaamista voidaan pyytää joko tarkasteltavan kohteen edustajilta (YVA-hanke-edustaja, kaava-valmistelija, prosessitoimittajat) tai puolueettomilta asiantuntijoilta (yliopistot, tutkimuslaitokset, viranomaiset ym.). Työpajahavainnot tukivat sitä, että on tärkeää pitää itse työpaja viranomaisten sisäisenä, sillä on vaarana, että pyydetyt asiantuntijat ovat sokeita oman alansa riskeille. Tällöin he voivat asenteellaan tukahduttaa ja haitata työpajatyöskentelyä.

Työpajan osallistujien valintaan vaikuttaa heidän sidoksensa käsiteltävään aiheeseen. Perusteina voidaan käyttää esimerkiksi seuraavia asioita:

- Monitieteellisyys – työpajaan tulee valita edustajia mahdollisimman laajalti eri tieteenaloilta. Jokaisella osallistujalla tulee olla jokin yhteys

käsiteltävään asiaan. Peruste: Työpajassa kaikkien ideat generoivat uusia näkökulmia, ja tällöin on olennaista, että asiaa voidaan katsoa monelta suunnalta (katso luku 4.2).

- Viranomaisedustus – edustajia tulee olla kaikista merkityksellisistä viranomaistahoista kuitenkin siten, että saman substanssialueen edustajia ei tule olla enempää kuin yksi edustaja pöytäryhmää kohti. Peruste: Samasta organisaatiosta tulevien henkilöiden oma sisäinen hierarkia ei estä hyvien näkemysten esiin nostoa ja professioiden välinen kilpailu voidaan minimoida. (katso luku 4.2)
- Henkilöominaisuudet – osallistujien tulee olla avoimia, toisia kuuntelevia oman alansa osajia. Lisäksi heidän tulee olla kiinnostuneita oman alansa kehityksestä ja kykyä ottaa käyttöön ja hyödyntää uusinta tutkittua tietoa.

Pidetyissä työpajoissa pöytäryhmien koko oli 4–6 henkeä, mikä työryhmistä saatujen palautteiden mukaan mahdollisti tasapuolisen keskustelun. Lisäksi saman organisaation edustajat oli jaettu eri pöytäryhmiin, mikä edesauttoi itse kunkin oman osaamisen esille nostoa.

Työpajan oikea-aikaisuus on tärkeä tekijä työpajan onnistumisen kannalta. Jos työpajan tavoitteena on tunnistaa uusien tekniikoiden aiheuttamia riskejä, työpaja kannattaa kutsua koolle niin pian kuin ensimmäiset viitteet mahdollisesti luvitettavista toiminnoista nousevat esiin. Tällä varmistetaan se, että lupien käsittelijöillä ja valvojilla on yhteinen tausta asiaan jo ennen lupaprosessin alkua.

## **6.4 Riskien tunnistamisen työvälineen kehitystyö**

Tutkimuksen neljäntenä alakysymyksenä oli seuraava: *Minkälainen riskien tunnistamisen työvälineen tulisi olla?* Alaluku 6.4 kokoaa tulokset alaluvussa 4.1.2 ja 4.4.2 sekä liitteessä A esitetystä analyysistä riskien tunnistamiseen soveltuvista menetelmistä ja luvussa 4.6 ja liitteessä B esitetystä tutkimuksesta koskien uusien tekniikoiden vaikutuksia yhteiskuntaan. Lisäksi alaluvussa esitetään tuloksia luvusta 5, jossa kokeiltiin kehitettyä riskien tunnistamisen työvälinettä tapaustutkimusten avulla.

### **6.4.1 Riskien tunnistamisen työvälineen valinta**

Riskien tunnistamisen työvälineen valintaan vaikutti aineistoanalyysissä tuotettu tieto, jonka perusteella suositeltava viranomaisten yhteistyömuoto olisi ryhmätyöskentely. Riskien tunnistamisen tehokkuus riippuu ryhmätyössä käytettävästä riskien tunnistamisen menetelmästä. Soveltuvaa menetelmää etsittiin analysoimalla 22 eri menetelmää (luku 4.4), joista jatkokäsittelyyn valikoitui seitsemän (7) menetelmää: aivoriihi, hiljainen aivoriihi, potentiaalisten ongelmien analyysi, vaikutuskaaviot, Delfoi-menetelmä, skenaarioanalyysi ja tulevaisuuspyörä. Lopullinen mene-

telmän valinta tehtiin seuraavien, viranomaisten haastatteluissa esiin tulleiden, vaatimusten perusteella:

- Menetelmä on nopeasti opittavissa ja helppo ottaa käyttöön.
- Asiantuntijoiden analyysiin käyttämä aika on rajattu muutamaan tuntiin.
- Menetelmä ei tarvitse jatkuvaa ulkopuolista asiantuntijapalvelua tuekseen.

Viranomaisten yhteistyön työvälineeksi valittiin tulevaisuuspyörä.

#### 6.4.2 Tulevaisuuspyörän kehittäminen

Tulevaisuuspyörää kehitettiin tutkimuksessa paremmin uusien tekniikoiden aiheuttamia riskejä tunnistavaksi lisäämällä työpohjaan valmiiksi aihealueita, joiden suhteen uutta tekniikkaa tulisi tarkastella. Valmiiksi määritettyjen aihealueiden avulla varmistetaan, että ainakin merkittävimmät näkökulmat tulee käsiteltyä riskien tunnistamisprosessissa.

Tulevaisuuspyörää varten valittiin aihealueita aluksi sosioteknisen muutoksen mallin (luku 4.6) pohjalta, sillä malli esittää tekniikan ja yhteiskunnan yhtäaikaista systeemistä muutosta. Sosioteknisen mallin pohjalta avainsanoiksi tulivat: politiikka, markkinat, teollisuus, tiede, kulttuuri ja teknologia. Tämän tutkimuksen yhteydessä toteutetun tekniikan ja yhteiskunnan vuorovaikutusta kuvaavan historiatutkimuksen (liite B, luku 4.6) perusteella avainsanalistaa laajennettiin, koska tutkimus osoitti, että sosioteknisen mallin *hallintotasolla tapahtuvan muutoksen lisäksi tekniikka vaikuttaa nopeasti myös sosiotekniseen ympäristöön ja etenkin rakennettuun infrastruktuuriin. Lisäksi uudella tekniikalla voi olla vaikutuksia turvallisuuteen, luonnonympäristöön ja alueelliseen kehittymiseen.*

Tekniikan ja yhteiskunnan vuorovaikutusta koskevan tutkimuksen ja ensimmäisen työpajan koollekutsujien kanssa pidettyjen keskusteluiden perusteella tulevaisuuspyörän lopullisiksi avainsanoiksi valittiin lopulta: teollisuus, tekniikka, liikenneinfra, rakentaminen, kaavoitus (maankäyttö), aluerakenne, ympäristö, energiainfra, ja hallinto.

Tulevaisuuspyörää testattiin kaikissa neljässä työpajassa. Ensimmäinen työpaja nosti positiivisiksi asioiksi seuraavat näkökohdat:

- metodi jakaa ajatuksia ja jalostaa ajatuksia tehokkaasti
- tuo esille riippuvuussuhteet – kokonaisuuden hallinta hyvä
- tehokas ajankäyttö ja teknisesti helppo osallistua
- mallia voidaan soveltaa monentyyppiseen kehittämiseen (esimerkiksi säädösten vaikutusten arviointiin).

Ensimmäisessä ja kolmannessa työpajassa kritisoitiin sitä, että itse tekniikoista oli käytössä liian vähän tietoa ja että käsittelyssä oli liian monta tekniikkaa yhtä aikaa. Sen sijaan toisessa ja neljännessä työpajassa käsiteltiin vain polttonenno- ja vetytekniikkaa, ja mukana oli alan tutkijoita valottamassa tarkasteltavaa tekniikkaa ja

sen vaikutuksia. Toisen työpajan palautteissa pidettiin saatua teknistä ja turvallisuustietoa luotettavana, vaikka eräät vastaajista nostivat esiin, että yrityksillä voi olla aina käytössä uudempaa tietoa, jota ei anneta julkisuuteen edes tutkimuslaitoksille. Työpajassa jaettua tietoa pidettiin riittävän täsmällisenä ja osallistujat pystyivät jatkojalostamaan sitä, eikä tarvetta lisäkysymyksille juuri esiintynyt. Uuden tekniikan ja sen turvallisuustarkastelun osalta nähtiin tärkeäksi, että uusi tieto voitiin suhteuttaa johonkin tuttuun asiaan, jolloin tiedosta tuli käyttökelpoista. Työpajan ajankohtaa pidettiin yleisesti hyvänä suhteessa uuden tekniikan sovellusten lisääntymiseen, sillä tällä hetkellä on tarvetta aloittaa laajempi keskustelu siitä, millä tavoin uusi tekniikka voidaan kytkeä turvalliseksi osaksi nykyiseen infrastruktuuriin ja muuhun yhteiskunnan rakenteeseen.

Työryhmän kokoaminen perinteisen paperisen A0-työpohjan ympärille sai positiivista palautetta toisessa työryhmässä, jossa sitä pidettiin jopa parempana kuin tietokoneavusteista työskentelyä. Sen sijaan kolmannessa työryhmässä toivottiin tietokoneavusteista toimintaa.

Aihealueita esittäviä avainsanoja pidettiin tärkeinä, sillä ne auttoivat keskustelun alkuun, poistivat ”tyhjän paperin kammon” ja helpottivat kannanottoa tuotokseen. Päätöksentekijöiden kannalta arvioituna osallistujien näkemyksiä pidettiin relevantteina ja niiden koettiin tuottavan lisäarvoa päätöksentekoa varten. Tulevaisuuspyörän koettiin tuovan hyvin esiin eri asioiden ristiinkytkennät. Työpajan koettiin antavan osallistujille valmiuksia osallistua ajankohtaiseen keskusteluun käsiteltävästä tekniikasta.

Toisessa työpajassa pidettiin menettelytavan etuna sitä, että itse ei tarvitse tietää kaikkea, eikä esimerkiksi ymmärtää numeroita ja lukuuslaskentoja, kun alan asiantuntija on kertomassa, mitä ne vaikuttavat käytännössä.

Työpajaa ehdotettiin parannettavan siten, että se jaettaisiin kahdelle päivälle, joihin sisältyisi useampia tietopaketteja (10–15 min) käsiteltävistä aihepiireistä, jolloin ryhmä pääsisi pureutumaan syvemmälle kuhunkin käsiteltävään aihepiiriin.

### **6.4.3 VIRIKE-työvälineen avainsanat**

Käytettyä työalustaa kehitettiin työpajojen tarpeiden mukaan. Uusia tekniikoita ja niiden tuomia uhkia voidaan VIRIKE-työvälineen avulla tarkastella yleisellä tasolla esimerkiksi seuraavien kysymysten avulla:

- Mukautuuko uusi tekniikka olemassa olevaan rakenteeseen?
- Tarvitaanko sitä tekniikkaa varten uutta lainsäädäntöä?
- Minkälaista tukea teollisuus tarvitsee, jos tekniikka tulee määräävään asemaan?
- Onko uusi tekniikka otettavissa helposti osaksi muita tekniikoita?
- Tuoko tekniikka mukanaan uusia maankäyttötarpeita?
- Vaikuttaako uusi tekniikka aluekehitykseen?
- Tarvitaanko tekniikkaa varten uusia ohjausmenettelyjä?
- Voidaanko yksilöiden turvallisuus taata uuden tekniikan riskeiltä?
- Onko tekniikalla välillisiä tai välittömiä terveysvaikutuksia?

- Aiheutuuko uudesta tekniikasta hallitsemattomia ympäristövaikutuksia?

VIRIKE-työvälineeseen voidaan kytkeä myös muita avainsanoja riippuen tarkastelukohteesta. Esimerkiksi tarkasteltaessa ympäristövaikutusten arviointia, avainsanoina voidaan käyttää niitä asioita, joiden suhteen koetaan olevan tarpeen laajentaa tarkastelua. Jos tarkastelu on aiemmin keskittynyt ilmavaikutuksiin, menetelmä voidaan kohdentaa maaperä- ja vesistövaikutuksiin. Kaavatarkasteluissa voidaan avainsanoilla kohdistaa tarkastelu esimerkiksi liikenneratkaisuihin tai meluasioihin tai onnettomuuksien dominoivaikutuksiin.

## 7. Johtopäätökset ja keskustelu

Tässä väitöstyössä tutkittiin ja kehitettiin viranomaisten yhteistyötä uusien teknien rakennetulle ympäristölle aiheuttamien riskien tunnistamiseksi. Tutkimuksessa kehitettiin uusi työpajapohjainen menettelytapa, VIRIKE, riskien tunnistamista varten (alaluvut 6.2–6.4).

VIRIKE-menettely kehitettiin tutkitun tiedon ja empiiristen työpajojen perusteella viranomaisten yhteistoimintaan soveltuvaksi. Menettely pohjautuu monitieteelliseen ryhmätyöhön, jonka avulla voidaan varmistaa työpajasta saatavan tuotoksen laatu ja mahdollistaa uusimman tutkitun tiedon hyödyntämisen viranomaisten päätöksenteossa. Siten uusi menettely tukee osaltaan yhteiskunnan vaatimuksia siitä, että etäisyys tutkimustiedon ja sen soveltamisen välillä saadaan lyhyemmäksi (Heinonen 2012). VIRIKE-menettely perustuu seuraaviin näkökohtiin:

- Työpajaa voidaan pitää monitieteellisenä, kun se organisoidaan järjestelmällisesti ja siihen valitaan ammatillisesti ja tiedollisesti päteviä viranhaltijoita (Leathard 2003), joilla on käytössään oman alansa uusinta tutkimustietoa.
- Yhteisessä ryhmässä viranomaiset jakavat saman tiedon ja saavat käsiteltävään asiaan yhteisen näkökulman.
- Ryhmätyön avulla voidaan tuottaa ymmärrettäviä ja yhteisesti hyväksytyjä tuloksia (Renn 1991).
- Työpajatyöskentely pystyy nostamaan esiin osallistujien omaamaa hiljaista tietoa (Nonaka ja Konno 1998).
- Pienryhmät tukevat vapaata keskustelua ja vähentävät professioiden välistä kilpailua, koska niitä ei koeta uhkaksi omalle arvovallalle (Pärnä 2012).

VIRIKE-menettely tukee viranomaisia teknisten riskien tunnistamisessa. Menettelyn rakenne mahdollistaa sen otettavaksi käyttöön useissa viranomaisten toimintaprosesseissa, kuten maankäytön suunnittelussa, ympäristövaikutusten arvioinnin prosessissa ja kemikaalilupaprosessissa. Parhaimmillaan uusi menettely voi vastata vaatimukseen lupaprosessien nopeuttamisesta (Ympäristöministeriö 2014), kun viranomaiset ymmärtävät toistensa näkemykset paremmin ja voivat huomioida ne lupapäätöksissä.

Seuraavissa alaluvuissa 7.1–7.4 on analysoitu tähän lopputulokseen johtavia tutkimustuloksia tutkimuksen eri lähtökohdista. Lisäksi alaluvussa 7.5 on tarkasteltu uuden SFS-ISO 3100 -standardin riski-käsitettä. Väitöstutkimuksen luotettavuutta on tarkasteltu alaluvussa 7.6 ja jatkotutkimustarpeita alaluvussa 7.7.

## **7.1 Viranomaisten nykyinen yhteistyö teknisten riskien tunnistamiseksi**

Tämän tutkimuksen kohteena olleilla viranomaisilla ei ole vakuuttavia, yhtenäisiä menettelytapoja varmistaa, että yhteiskuntaa uhkaavat tekniset riskit olisi tunnistettu ja riittävästi huomioitu. Tämä johtuu siitä, että kukin viranomaisten välinen yhteistoiminta riskien tunnistamisen alueella on vähäistä, eikä edes vaadittaville riskien arviointimenettelyille ole laatuvaatimuksia. Ei ole myöskään olemassa selkeää kuvaa siitä, kenen vastuulla riskien tunnistaminen missäkin tilanteessa on tai kenen tehtävänä on valvoa, että riskit on tunnistettu.

Viranomaisten nykyiset yhteistyöprosessit perustuvat merkittävältä osalta lausuntomenettelyyn, jossa toisille viranomaisille annetaan mahdollisuus ottaa kantaa käsiteltävään asiaan lausumalla siitä kirjallisesti. Menettelyn puutteena on, että lausuntoja saadaan hyvin vähän ja saatujen lausuntojen anti on usein heikkoa eikä niistä ole apua päätöksentekoon.

Usein lausuntomenettelyä vahvistetaan järjestämällä ennen lausunnon pyytämistä viranomaisneuvottelu, jossa hanke esitellään muille viranomaisille, ja jossa hankkeesta on mahdollisuus saada tarkempaa tietoa. Näitä tilaisuuksia on pidetty hyvin muodollisina, eikä aktiivista vuorovaikutusta juuri esiinny. Viranomaiset ovat haluttomia tuomaan omia näkökantojaan esille näissä tilaisuuksissa. Tämä ilmentää Abbottin (1988; 1995) havaitsemaa professioiden välistä kilpailua, jolloin oman profession näkemystä ei haluta tuoda etukäteen esille. Viranomaiset ovat virallisissa tilaisuuksissa rooliensa vankeja. On olemassa pelko, että ääneen sanottu asia tulkitaan viranomaisten kannanotoksi, minkä vuoksi näkökulmia ei esitetä. Myös hallinnonalojen sisäiset rakenteet saattavat häiritä keskustelun syntymistä: suuri ryhmä saman organisaation edustajia saattaa lisätä professioiden välistä kilpailua, tai esimiehen läsnäolo estää alaisten näkemysten esiin tulon.

Lausuntomenettely toimisi tehokkaammin, jos kaikilla viranomaisilla olisi saatavilla ajankohtainen riskeihin liittyvä tieto. Näin ei kuitenkaan ole, sillä etenkin uusien tekniikoiden osalta tietoa on vain tekniikkaa kehittäville yrityksillä tai tutkimuslaitoksilla, ja suuri osa viranomaisista on vajaan tiedon ja pahimmillaan luulojen varassa.

Suuri haaste riskejä koskevan tiedon siirtämisessä on riskitiedon ja tapahtuneiden onnettomuuksien analysointi ja niistä saatavan tiedon hyödyntäminen viranomaisten keskuudessa. Tutkittujen viranomaisten käytössä on kolme eri onnettomuustietoa kokoavaa rekisteriä. ELY-keskusten VAHTI-rekisterin, pelastuslaitosten PRONTO-rekisterin ja Tukesin VARO-rekisterin sisältämiä tietoja ei käytetä tarpeeksi tehokkaasti onnettomuuksien analysointiin. Laajimmasta rekisteristä, PRONTOsta analysoidaan pääosin vain palojen syytymissyitä. VAHTI-rekisteristä

saatavat tiedot eivät ole toistaiseksi käytettävissä, koska koottu tieto on tarinamuotoista ja siksi vaikeasti hyödynnettävää. VARO-rekisterin tietoja on analysoitu ja hyödynnetty eniten, mutta tiedot koskevat vain Tukesin valvomia laitoksia. Tällöin esimerkiksi jotkut ympäristövahingot, kuten jätevedenpuhdistamoiden häiriöt, jäävät tämän rekisterin ulkopuolelle.

Vaikka riskejä koskevaa tietoa olisi saatavilla, se ei liiku riittävästi viranomaisten keskuudessa. Tiedon siirtyminen viranomaisten kesken ja eri organisaatiotasojen välillä ei ole vakiintunutta eikä systemaattisesti järjestettyä. Sen vuoksi on mahdollista, että viranomaisilla on toisistaan poikkeavia käsityksiä eri tekniikoiden aiheuttamista riskeistä.

Viranomaisten keskuudessa ei ole riittävästi systemaattisia väyliä, joiden avulla onnettomuustieto liikkuisi viranomaiselta toiselle päätöksenteon tueksi. Parhaiten tieto liikkuu alue- ja sektoriviranomaisilta ylöspäin ohjaavan ministeriön tasolle. Sen sijaan tiedon siirtymiseen horisontaalisesti aluetason viranomaisten välillä ei ole menettelytapaa, lukuunottamatta lausunnotmenettelyä. Tiedonvälityksen sivussa on esimerkiksi kunta, jonka lähes ainoana tiedon lähteenä on pelastuslaitos, mutta jonka vastuulla on turvata kaavoittamisella ja rakentamisen valvonnalla turvallinen yhteiskunta.

Viranomaisten yhteistoimintaa voidaan kuitenkin tehostaa merkittävästi, sillä yhteistoimintaan soveltuvia prosessivaiheita on lähes kaikkien tutkittujen viranomaisten prosesseissa. Yhteistoiminnan tueksi voidaan kehittää uusia toimintatapoja. Esimerkiksi viranomaisten verkostolla on edellytyksiä toimia Levesonin (2004) kuvaamana yhteiskunnan turvallisuutta tarkkailevana valvontajärjestelmänä, koska sillä on olemassa valmis verkosto, jonka kautta se voi halutessaan viestiä riskeistä toisille viranomaisille. Lisäksi sillä on käytössä useita tapoja koota riskejä koskevaa tietoa. Valvontajärjestelmän kehittäminen edellyttäisi yhteisiä prosesseja, joiden avulla yhteiskunnan turvallisuutta voidaan parantaa.

## **7.2 Moniammatillisen ja monitieteellisen viranomaistyöpajan mahdollisuudet**

Viranomaisten omat toimintaprosessit ovat pääosin selkeät, ja niissä on määritelty vaiheet, joissa toisia viranomaisia ja muita asianosaisia on kuultava. Viranomaisneuvotteluilla on oma asemansa prosessissa, mutta niiden menettelytapaa ei ole pääsääntöisesti määritelty. Näin ollen muodollinen viranomaisneuvottelu on mahdollista korvata vapaampimuotoisella viranomaisten yhteisellä työpajalla.

Tutkimuksessa kokeiltiin moniammatillista luovaan dialogiin perustuvaa viranomaisten työpajaa, jollaisia on kehitetty Euroopassa etenkin ympäristövaikutusten arvioinnin yhteydessä (katso esim. van Asselt 2000). Jos tällainen työpaja voidaan kytkeä osaksi hyvin organisoitua toimintaprosessia, ja saada osallistettua siihen relevantit viranomaiset, menettelystä voi kehittyä systemaattinen monitieteellinen toimintamalli. Työpajoja pidettiin neljä kappaletta.

Työpajoissa osallistujat jaettiin pieniin 4–6 hengen työryhmiin, jossa osallistujien tuli toimia oman alansa asiantuntijoina pikemminkin kuin viranomaisen edusta-



jina. Osallistujilta saadut palautteet osoittivat, että tällainen ryhmä toimii tehokkaasti oppimistilaisuutena ryhmän jäsenille; esimerkiksi toisen työpajan osallistajat arvioivat oman osaamisensa käsiteltävästä tekniikasta lisääntyneen vähintään yhden kouluarvosanan verran työpajan aikana. Tämä vahvisti Kuivalahden (1999) päätelmää, että oppimistarkoituksessa tehokkaan työryhmän koko voi olla enintään 5–6 henkilöä.

Tulos tukee myös Pärnän (2012) näkemystä siitä, että professio voi omaksua toisen profession tietoperustaa, jos se tapahtuu vapaaehtoisesti ja dialogisesti, esimerkiksi monitieteellisissä työpajoissa. Työpajojen pienryhmissä ei noussut havaittavasti esiin professioiden välistä kilpailua, ja osallistujat pystyivät jakamaan tietoaan avoimesti.

Työpajojen kokeilu osoitti, että yhteinen päämäärä helpottaa työhön ryhtymistä ja auttaa toisilleen vieraita henkilöitä tehokkaaseen työskentelyyn. Tämä nousi esiin toisessa työpajassa, jossa osallistujat tekivät ensimmäistä kertaa yhteistyötä keskenään. Työpajan alussa osallistujat oudoksuivat tilannetta ja epäilivät tehtävän onnistumista. Tuttuuden onkin todettu auttavan luomaan turvallisuuden tunnetta ja näin auttavan omien ajatusten jakamista (Kopra 2012). Pienryhmätyöskentelyssä tämä ei kuitenkaan noussut esteeksi, sillä itse työpajassa toisilleen täysin vieraat ihmiset kykenivät nopeasti pääsemään työhön kiinni, kun työ keskitettiin yhteiseen päämäärään. Havainto tukee Hollingsheadin (1998) näkemystä siitä, että ryhmätyötilanteessa toisilleen täysin vieraat ihmiset alkavat heti muodostaa yhteiseen asiantuntemukseen perustuvaa muisti- ja tietojärjestelmää, mikä nopeuttaa tulosten saavuttamista. Tämä tapahtuu hitaammin, jos työryhmässä toimivat keskenään tutut henkilöt, mikä puolestaan näkyi kolmannessa työpajassa. Sen osallistujat olivat tottuneet tekemään yhteistyötä keskenään, mutta ryhmän yhteiset kokemukset, muistot ja päivitettävät normaalielämään liittyvät asiat veivät työpajan alusta aikaa.

Osallistujien kokemukset oman hiljaisen tietonsa merkityksestä työpajoissa vahvistavat Nonakan (2009) esittämän tutkimustuloksen siitä, että ohjatun työpajan avulla saadaan käyttöön laajan asiantuntijaverkon sekä näkyvä tieto että myös hiljainen tieto. Tässä tilanteessa työryhmä tuottaa enemmän tietoa kuin jäsenet yksittäin pystyisivät tuottamaan. Näin työryhmässä tapahtuu tiedon kumuloitumista ja uusien näkökulmien esiin työntymistä sosiaalisesti hajautetun kognition näkökulman mukaisesti (katso esim. Lehtinen ym. 2000; Hutchins 2000; Giere ja Moffat 2003).

Työpajoissa käytettävillä visuaalisilla työpohjilla voidaan nähdä olevan myös paikka hiljaisen tiedon esiin nostamisessa, sillä niille kertyvä tieto on koko työpajan ajan nähtävillä, jolloin se myös auttaa hahmottamaan uusia yhteyksiä. Vaikka hiljaisen tiedon siirtyminen tapahtuu moniammatillisessa asiantuntijaryhmässä etupäässä puheen avulla (Nonaka 1994; Kakabadse ym. 2001), myös visuaaliset menettelyt voivat auttaa hiljaisen tiedon esiin nostamisessa (Moilanen ym 2005; Nikkanen ja Kantola 2007). Työpohjan avainsanat auttoivat myös pääsemään yli alkuhämmennyksestä ja fokuoitumaan käsillä olevaan tehtävään nopeasti.

Moniammatillinen työpaja yhdistää osallistujien osaamista, luo uusia kokonaisuksia ja tuottaa näin kaikkien osallistujien kannalta arvokasta tietoa. Esimerkiksi

toisessa työpajassa tuloksena nousi esiin, että käsitellyn tekniikan käyttöönottoon ei ole olemassa luvitusmenettelyä, vaikka se sitä ehdottomasti tarvitsisi. Myös neljännen työpajan palautteista selviää, että työpaja nosti esiin uusia asioita ja näkökulmia viranomaisten pohdittavaksi. Tulokset tukivat näin Klinen (1995) ja Vygotskyn (1978) näkemystä siitä, että ryhmän jäsenten moniammatillisuus auttaa uusien ratkaisujen löytämisessä, ja Leathardin (2003) ja Lehtisen ym. (2000) ajatusta siitä, että yhteistyössä saatava tulos on moninkertainen verrattuna yksilöiden yksin aikaansaamaan tulokseen nähden.

Kolmas työpaja ei toteuttanut vaadetta moniammatillisuudesta, koska osallistujat olivat vasta työuransa alussa olevia opiskelijoita. Tästä huolimatta saadun palautteen mukaan työryhmät kokivat tuotoksensa hyväksi, vaikka taustatiedoissa nähtiin olevan puutteita. Kolmannen työpajan toinen vaihe osoitti, että työ koettiin mielenkiintoisemmaksi silloin, kun se kohdistui paremmin omaan osaamisalueeseen, pelastustoimintaan. Tämä tuki Kuivalahden (1999) huomiota siitä, että ryhmätyö onnistuu paremmin, jos ryhmän jäsenellä on henkilökohtainen kiinnostus käsiteltävään aiheeseen.

Uutta tekniikkaa edustavan polttokenno- ja vetytekniikkatyöpajan yhteydessä tehty kysely vahvisti näkemystä, että myös alan asiantuntijat arvioivat helposti tietomääränsä korkeammaksi kuin se onkaan, mikä tukee Talebin ym. (2012) esittämää näkemystä ihmisten episteemisestä harhasta. On oletettavaa, että tämä on tilanne myös esimerkiksi lupia myöntävien viranomaisten kohdalla, kun ne joutuvat käsittelemään uusia tekniikoita sisältäviä lupa-asioita. Tämä havainto on erityisen merkittävä peruste monitieteellisen työpajamenettelyn käyttöönottoon viranomaisten toimintaprosesseissa. Tutkimuksessa ei pyritty selvittämään sitä, mitkä ovat taustaselityksinä tähän tilanteeseen, joten näitä asioita ei voida tämän perusteella arvioida.

Moniammatilliset ja monitieteelliset teknisten riskien tunnistamista tekevät työpajat vaativat tuekseen asiantuntija-alustuksia käsiteltävästä tekniikasta. Tämä tutkimus osoitti, että alustuksilla oli positiivinen vaikutus ryhmätyöhön, sillä työpajan osallistujilla oli useimmiten asiasta vain mielikuviin perustuva käsitys, mikä ei ole riittävä tieto yhteisen tarkastelun pohjaksi.

Työpajojen havainnoinnissa ja osallistujien haastatteluissa nousi esiin lisäksi seuraavia seikkoja:

- Työpajassa täsmällinen tekninen tieto pystytään siirtämään helposti osallistujien omaan kokemusmaailmaan.
- Työpaja luo yhteistyöverkosta, joka helpottaa myöhempää yhteistoimintaa ja paikkaa ohuen organisaation puutteita.
- Kun osallistujat ovat samalta organisaatiotasolta eri organisaatioista, toisten mielipiteitä arvostetaan. Tämä antaa pohjan yhteisen ratkaisun löytämiselle.

Tutkimuksen mukaan viranomaisten muodollinen kuulemistilaisuus voidaan korvata tuloksellisemmalla moniammatillisella viranomaistyöpajalla, joka hyvin organisoituna voisi kehittyä monitieteelliseksi työpajaksi. Hyvin toteutettuna tämä ei lisää

viranomaisten nykyisiä työtehtäviä, mutta edellyttää uusien menettelytapojen käyttöönottamista ja aiempaa avoimempaa tiedonkulkua viranomaisten välillä.

Työpajoista saadut palautteet vahvistivat tutkimuksen alkuoletuksen: yksin toimiessaan viranomaisten näkökulma päätettäviin asioihin on kapea ja se rajoittuu pääasiassa oman tieteenalan ja osaamisen antamaan tietoon. Yhdessä toimien viranomaiset voisivat saada aikaan parempia ja laajemmin eri näkökulmat huomioon ottavia ratkaisuja. Yhteistyön toimivuuden kannalta on tärkeää, että arvioitaessa monialaisesti teknisten riskien vaikutuksia kansalaiseen ja rakennettuun ympäristöön työpajan osallistajat arvostavat toistensa osaamista ja näkökulmaa asioihin. Näin luodaan paras ympäristö tiedon jakamiselle ja oppimiselle.

## **7.3 Riskien tunnistamiseen soveltuvat menettelytavat**

### **7.3.1 Tulevaisuuspyörän käytettävyys**

Työpajoissa riskien tunnistamisen työvälineenä oli Glennin (1972) kehittämä tulevaisuuspyörä. Työpajoissa tehtyjen havaintojen ja niistä saatujen palautteiden pohjalta tulevaisuuspyörä oli toimiva, eikä sitä ollut tarvetta muuttaa pidettyjen työpajojen välillä. Työpajojen osallistajat pääsivät nopeasti kiinni annettuun tehtävään, ja osallistajat nostivat esiin paljon erilaisia, myös toisistaan poikkeavia mielipiteitä. Saatujen palautteiden mukaan menetelmä nosti hyvin esiin riippuvuussuhteita ja kokonaisuus pysyi koko ajan näkyvissä. Ajankäyttöä pidettiin tehokkaana ja menetelmän nähtiin tukevan asioiden pohtimista.

Tulevaisuuspyörän tueksi kehitettiin avainsanoja, jotka kuvaavat niitä tekijöitä, joihin uuden tekniikan voidaan olettaa vaikuttavan levitessään laajempaan käyttöön yhteiskunnassa. Avainsanojen valinta perusteltiin sosioteknisen muutoksen mallin avulla, jonka käytettävyyttä arvioitiin erillisenä tutkimuksena (katso luku 4.6).

Tulevaisuuspyörän yleisiksi avainsanoiksi valikoituivat: teollisuus, tekniikka, liikenneinfra, rakentaminen, kaavoitus, aluerakenne, ympäristö, energiainfra, ja hallinto. Avainsanojen valinta tulee tehdä työpajakohtaisesti. Jos kyseessä on uuden tekniikan yhteiskuntavaikutuksia yleisluonteisesti kartoittava työpaja, edellä mainitut avainsanat ovat valideja. Sen sijaan, jos tarkastellaan tekniikan vaikutusta johonkin erityiseen kohteeseen (työpaja 4: merenalainen maakaasuputki), avainsanat tulee pohtia tapauskohtaisesti.

Tulevaisuuspyörä toteutettiin työskentelemällä A0-suuruisen paperiarkin ympärillä, ja se koettiin tehokkaaksi etenkin, koska tuotos oli koko ajan näkyvillä. Toisaalta nuoremmat osallistajat (opiskelijat) pohtivat palautteessaan menetelmän siirtämistä sähköiseksi. Tämä olisikin tulosten purkamisen kannalta suotavaa, Menetelmää voitaisiin käyttää digitaalisten älytaulujen avulla.

Myös muut työryhmämenettelyt, kuten aivoriivet, sekä myös Delfoi-menetelmä, skenaariomenetelmät ja vaikutusdiagrammit, nousivat korkealle arvioitaessa menetelmien soveltuvuutta tulevaisuuden riskien tunnistamiseen. Ajankäytöllisesti tulevaisuuspyörä on kuitenkin nopeampi verrattuna esimerkiksi Delfoi-

menetelmään, skenaariomenetelmiin tai vaikutusdiagrammien laatimiseen, jotka kaikki vaativat useampia työpajoja tai työskentelyjaksoja toimiakseen. Aivoriihimenetelmiin nähden tulevaisuuspyörä on puolestaan lähtökohdiltaan fokusoidumpi, mikä auttaa osallistujia pitämään huomionsa käsiteltävässä asiassa. Koska vaihtoehtoisia työvälineitä ei tutkimuksessa testattu, on vaikea arvioida olisiko jollakin toisella välineellä päästy vastaavaan tai jopa parempaan lopputulokseen.

### **7.3.2 Sosioteknisen muutoksen mallin arviointi**

Tulevaisuuspyörän avainsanat valittiin aluksi sosioteknisen muutoksen mallin (Geels 2002; 2004; Geels ja Schot 2007) pohjalta. Mallin mukaan tekniikasta johtuva sosiotekninen muutos vaikuttaa ennen kaikkea hallintotason tekijöihin, kun sen sijaan sosioteknisessä ympäristössä olevat asiat, kuten infrastruktuuri, ovat yksittäisen tekniikan suhteen muuttumattomampia.

Asian vahvistamiseksi tutkimuksessa tehtiin Suomea koskeva, viiden tekniikan kehittymistä kuvaava tutkimus (liite B, luku 4.6), jonka tulokset osoittivat, että Suomessa tekniikoiden kehittyminen on muuttanut vahvasti myös muita asioita kuin yhteiskunnan hallintorakennetta. Muutokset ovat kohdistuneet etenkin rakennettuun infrastruktuuriin (vesiteiden ja rautateiden rakentaminen höyryliikennettä varten ja tukiasemat matkapuhelimia varten). Myös Foxon ym. (2010) nostavat omassa tutkimuksessaan fyysisen infrastruktuurin tekniikan vaikutuksen kohteeksi eikä niinkään hitaasti muuttuvaksi taustaelementiksi. Tutkimus tukee Dolatan (2009) tuloksia, joiden mukaan suuria infrastruktuurin muutoksia vaativat tekniikat tarvitsevat tuekseen julkisia organisaatioita. Suomessa rauta- ja vesiteiden rakentaminen olisi voinut jäädä tekemättä ilman valtion vahvaa roolia.

Suomessa systeemiseen muutokseen ovat vaikuttaneet vahvasti myös muut tekijät, kuten kansan vauraus ja se, miten nopeasti tekniikka on voitu ottaa osaksi muita tekniikoita. Tähän samaan lopputulokseen ovat päätyneet muun muassa Genus ja Coles (2008), joiden mukaan systeemistä muutosta rajoittavat aika, paikka, tekniikka sekä sosiaalinen, poliittinen ja taloudellinen konteksti.

Uudella tekniikalla itsessään on Suomen olosuhteissa ollut vaikutuksia myös turvallisuuteen, luonnonympäristöön, kulttuuriin ja jopa alueelliseen kehittymiseen. Matkapuhelimen nopea leviäminen vahvistaa Dolatan (2009) ajatuksen, että uusi tekniikka leviää nopeasti, jos se on sidottavissa osaksi muita tekniikoita.

## **7.4 Uusi VIRIKE-prosessi**

Tutkimuksessa kehitettiin uusi Viranomaisten Riskien Ennakointi -prosessi (VIRIKE) viranomaisten käyttöön uusien teknisten riskien tunnistamiseksi. Prosessiin sisältyvän riskien tunnistamismenetelmän avulla viranomaiset voivat löytää yhteisen, laajemmalle tiedolliselle pohjalle perustuvan näkökulman uusiin teknisiin kohteisiin tai asioihin. Menetelmää kehitettäessä pyrittiin siihen, että sen tulee olla helposti opittavissa ja hyödynnettävissä.

Kehitetty menettelytapa on tarkoitettu käytettäväksi viranomaisten toimintaprosessien yhteydessä laajentamaan viranomaisten näkemystä käsiteltävän tekniikan aiheuttamista tai siitä aiheutuvista riskeistä yhteiskunnan rakennettuun ympäristöön. VIRIKE-työpajalla ei kuitenkaan voida korvata lakisääteisiä lausuntokierroksia, mutta ne voivat toimia sen tukena, sillä yhteisen ymmärryksen lisääntymisen jälkeen viranomaisilta saatavat lausunnot ovat todennäköisesti merkityksellisempiä lupapäätösten pohjaksi.

VIRIKE-menetelmä toimii testityöpajoissa osallistujien näkemyksen mukaan hyvin. Siitä ei kuitenkaan voi vetää arvioita pitkälle tulevaisuuteen, koska usein, kun toimintatavasta tulee tuttu, se myös menettää jotain alkuperäisestä voimastaan. Lisäksi voi käydä niin, että menettelyn eri vaiheita aletaan oikoa, jolloin se ei enää vastaa tarkoitustaan. Esimerkiksi menettelyä ei ole tarkoitettu käytettäväksi yhden tieteenalan työpajaa varten, koska silloin se vain toistaa kaikkien jo tietämiä asioita. Se voi myös kärsiä siitä, jos menetelmän rakennetta ei perustella osallistujille esimerkiksi sosioteknisen muutoksen mallilla, koska tällöin osallistujille ei välttämättä tule riittävän selväksi, mitä prosessilla tavoitellaan. Kolmanneksi on vaarana, että työryhmistä koostetaan liian suuret, tai niihin sidotaan esimiehiä ja alaisia, mikä voi estää hiljaisen tiedon esille nousua.

Menettelyn etuna on sen siirrettävyys myös muiden toimialojen viranomaisten käyttöön, sillä periaatteeltaan menettely on hyvin yleinen. Siitä huolimatta se tarvitsee tuekseen uudet avainsanat, jotka tulee kehittää kohteen toimialojen tarpeita vastaaviksi.

## 7.5 Mikä on riski?

Tutkimus vahvisti uuden riskienhallintastandardin (SFS-ISO 31000 2011) esiin nostamaa riskidiskurssia, jonka mukaan riski on epävarmuuden vaikutus toiminnan päämääriin tai tavoitteisiin nähden. Tämän ajattelun mukaan uusi tekniikka ei sinällään ole riski vaan vasta siitä aiheutuvat tai sen aikaansaamat seurausvaikutukset, jotka uhkaavat rakennettua ympäristöä, jotakin yhteiskunnan toimintoa tai yksilöä. Silti riskien tunnistaminen tulee aloittaa jo uuden tekniikan vaikutusten tunnistamisesta. Haitallinen riski syntyy siinä vaiheessa, kun tunnistamme haitallisen seurausvaikutuksen, joka on mahdollinen (todennäköisyys esiintyä  $0 < p < 1$ ); siis ei varma ( $p=1$ ) eikä myöskään täysin mahdoton ( $p=0$ ).

Tämä riskidiskurssi nostaa esiin myös sen näkökannan, että jokin uuden tekniikan seurausvaikutus voi olla riski jollekin toiminnalle, kun taas jonkin toisen toiminnan kannalta sillä ei ole lainkaan vaikutusta tai vaikutus voi olla jopa positiivinen – riski onkin mahdollisuus. Tällöin nousee esiin tarve monikriteeriselle ja monitieteelliselle päätöksenteolle, jolloin eri vaihtoehdoista pitää valita hyväksyttävimpään ja toivotuimpaan tulokseen johtava tie. Tätä valintaa ei voi suorittaa yksi ihminen eikä edes yksi viranomainen omien arvojensa mukaisesti, vaan siihen vaaditaan monitieteellistä yhteistyötä. Tämä edellyttää toimijoilta kykyä kuunnella ja arvostaa toisiaan ja laajempaa ymmärrystä kuin vain oman alan osaamista.

Standardin SFS-ISO 31000 mukaan haavoittuvan kohteen tulee pystyä varautumaan moniin riskeihin, joiden juurisyihin se ei voi vaikuttaa. Kohteen riskienhallinta perustuu siihen tietoon, mitä se voi ympäristöstään saada, esimerkiksi sieltä aiheutuvista riskeistä. Riskimahdollisuuksien moninaisuuden vuoksi myös niiden tunnistaminen vaatii monialaista tietoa. Tämä näkökulma liitettynä yhteiskunnan riskienhallinnan toimivuuteen nostaa esiin seuraavat päätelmät:

1. Yksittäinen yritys, teollisuuslaitos tai muu kohde pystyy suojautumaan ulkopuolisilta riskeiltä vain siinä laajuudessa kuin sen on mahdollista tunnistaa siihen kohdistuvat riskit.
2. Julkisilla toimijoilla (kunta, alueviranomaiset, valtion viranomaiset) on yhteisesti saatavilla laajempi tieto tietyllä alueella sijaitsevista ja sen ympäristöä uhkaavista onnettomuusmahdollisuuksista kuin yksittäisellä julkisella toimijalla tai yksityisillä yrityksillä yksinään.

Haavoittuvan kohteen kannalta riskien tunnistamista vaikeuttaa niin yksittäisen onnettomuuden kaikkien seurausketjujen ymmärtäminen kuin onnettomuuksien seurausten monimerkityksellisyyskin. On mahdollista, että jonkin onnettomuus-tilanteen aiheuttamat seurausvaikutukset ovat yksinään hyvin vähäiset, mutta ketjuuntuessaan ja välittyessään eteenpäin siitä aiheutuu merkittäviä vaaratilanteita. Lisäksi erilaisten inhimillisten subjektiivisten tekijöiden vuoksi osa riskeistä saattaa jäädä tunnistamatta. Kattava riskien tunnistaminen edellyttää, että kaikki käytettävissä olevat tietolähteet, niin tieteellinen tieto kuin tietoa hallitsevat ihmisetkin, ovat riskien tunnistamisen tukena.

Rakennettua ympäristöä uhkaavien teknisten riskien tunnistaminen on jätetty pääasiassa toiminnanharjoittajien vastuulle. Tästä on aiheutunut vakavia seurauksia niin maailmalla (esimerkiksi Toulousen räjähdysonnettomuus vuonna 2001) kuin Suomessakin (esimerkiksi Talvivaaran vesistö päästöt vuosina 2012–2013). Euroopan yhteisö on kehottanut jäsenvaltioitaan kehittämään tehokkaampia, monitieteellisiä, dialogiin perustuvia kansallisia menettelytapoja onnettomuusriskien hallinnan tehostamiseksi (OECD 2003; European Union 2009; European Union 2010).

Tämän päivän ympäristössä riskit ovat muuttuneet yhä kompleksisemmiksi, monitahoisemmiksi ja vaikeiksi hahmottaa (van Asselt 2000; Habegger 2008; Renn 2006; Renn ja Klinke 2013; Taleb 2007). Riskikeskustelussa tapahtunut diskurssin muutos siirtää riskejä koskevan keskustelun ja tutkimuksen painopisteen haitallisesta tapahtumasta sen seurauksiin ja kohteen suojautumiseen monen samanaikaisen riskin aiheuttamalta uhalta. Riskin ymmärtäminen ja sen seurausten tunnistaminen ja hallinta vaativat monitieteellistä otetta.

## 7.6 Tutkimuksen arviointi

Laadullisen tutkimuksen luotettavuutta arvioidaan neljän eri kriteerin avulla, jotka ovat uskottavuus (*credibility*), siirrettävyys (*transferability*), riippumattomuus (*dependability*) ja vahvistettavuus (*confirmability*) (Eskola ja Suoranta 1996; Tynjälä

1991). Edellisten lisäksi tässä luvussa on erikseen tarkasteltu tutkimusmenetelmän käytettävyyttä.

### **7.6.1 Tutkimuksen uskottavuus**

Tutkimuksen uskottavuuteen vaikuttavat muun muassa, miten tutkijan käsitteellistyksiset ja tulkinnat vastaavat tutkittavien käsityksiä. Tutkimuksessa haastateltiin tarkasteltujen viranomaisten edustajia siten, että haastatteluun osallistui yhteensä 14 henkilöä ja jokaisesta organisaatiosta 1–3 vastaajaa. Tämän vuoksi tutkimuksella ei saatu esille kaikkia mahdollisia variaatioita eri viranomaistahojen toiminnan menettelytavoista, vaan pystyttiin nostamaan esiin vain perustoimintaprosesseihin liittyviä toimintoja. Puhtaaksi kirjoitetut haastattelut lähetettiin haastateltaville tarkastettavaksi ja kommentoitavaksi heti haastatteluiden jälkeen. Lisäksi koko tutkimus lähetettiin ennen esitarkastukseen lähettämistä haastateltaville kommentoitavaksi, jolloin varmistettiin, että tutkija on tulkinnut haastateltavien näkemykset oikein.

### **7.6.2 Tutkimuksen siirrettävyys toiseen kontekstiin**

Tämän tutkimuksen tulokset ovat siirrettävissä tietyin ehdoin toisenlaiseen viranomaisten yhteistoimintakontekstiin. Nyt kehitetty menettelytapa on uusi eikä siten kilpaile aiempien toimintatapojen kanssa, mikä poistaa erilaisten työkuultuurien tuomia esteitä. Näin ollen eri viranomaiset ovat tasavertaisia opetellessaan uutta toimintatapaa. Menettely soveltuu geneerisyytensä vuoksi myös eri professioiden väliseen yhteistoimintaan, koska työvälineen avulla tarkasteluun otettavat kohteet ovat lähtötilanteessa arvovapaita. Työskentelyvaiheessa kohteita voidaan käsitellä joko arvovapaasti tai arvosidonnaisesti, mutta tällöin kaikilla osallistujilla on yhtä hyvät mahdollisuudet vaikuttaa lopputulokseen.

### **7.6.3 Tutkimuksen riippumattomuus**

Tutkimuksen riippumattomuus kertoo siitä, miten hyvin tutkimuksessa on otettu huomioon tutkimukseen ennustamattomasti vaikuttavat ennakkoehdot. Riippumattomuus mitataan yleensä tutkimuksen ohjauksen yhteydessä, jolloin ulkopuolinen henkilö tarkastaa tutkimusprosessin toteutumisen.

Tämän tutkimuksen merkittävä rajoitus oli, että siihen ei ollut käytettävissä ulkopuolista rahoitusta, ja tutkija oli näin ollen tutkittavien hyväntahtoisuuden varassa. Tämä vaikutti muun muassa siihen, että työpajojen sisällöt eivät olleet keskenään identtisiä. Esimerkiksi vain kolme pidetyistä neljästä työpajasta oli varsinaisia monitieteellisiä viranomaistyöpajoja, mutta viimeinen työpaja ei edustanut monitieteellistä työpajaa. Siitä huolimatta, myös tätä työpajaa käytettiin menetelmän jatkokehittämisessä. Kyseisessä työpajassa testattiin VIRIKE-menetelyn laajenta-

mista toiseen vaiheeseen, jossa otettiin syvempään tarkasteluun ensimmäisessä vaiheessa tunnistettuja riskejä.

Myös tutkimuksen haastateltavat valikoituivat sen mukaan, ketkä olivat halukkaita osallistumaan haastatteluihin, jolloin osa haastateltavista oli tutkijan henkilökohtaisesti tuntemia jo aiemmasta työelämästä. Tämä ei vaikuttane tutkimuksen riippumattomuuteen, sillä haastatteluilla koottu tieto kattoi laajasti viranomaisten menettelytapoja. Henkilökohtainen suhde haastateltavaan saattoi pikemminkin nostaa esiin myös menettelytapojen kipukohtia. Toisaalta on mahdollista, että rinnakkaisissa organisaatioissa (esimerkiksi ELY-keskukset) toiminta on järjestetty toisistaan poikkeavilla tavoilla, jolloin saatu kritiikki ei välttämättä koske kaikkia rinnakkaisorganisaatioita.

#### **7.6.4 Tutkimuksen vahvistettavuus**

Tutkimuksen vahvistettavuutta voidaan arvioida tarkastelemalla, miten saadut tulokset saavat tukea muista tutkimuksista, tai miten ulkopuoliset henkilöt arvioivat tutkimuksen tuotoksia. Vahvistettavuus kuvaa tehtyjen ratkaisujen ja päätelyjen oikeutusta.

Tutkimuksen vahvistettavuus pyrittiin varmistamaan tutkimuksen alkuvaiheessa valittaessa tutkimusaineistoja ja -menetelmiä siten, että tutkimuksessa hyödynnettiin erilaisia aineistotyyppisiä, teorioita, näkökulmia ja analyysimenetelmiä (triangulaatio). Tämän avulla pyrittiin varmistamaan, että tutkimustuloksessa ei ole sattumanvaraisuutta, ja että se saavutetaan erilaisilla lähestymistavoilla. Näin esimerkiksi haastatteluiden avulla täydennettiin kirjallista aineistoa ja tapaustutkimuksilla haastatteluiden avulla saavutettua tulosta.

Tutkimuksen vahvistettavuutta arvioidaan myös luvuissa 7.1–7.3 vertaamalla tutkimuksen tuloksia ja johtopäätöksiä aiempiin tutkimustuloksiin.

#### **7.6.5 Tutkimusmenetelmien soveltuvuus**

Tutkimusprosessi pohjautui Hyötyläisen (2005) esittämään kokeellisen kehittämistutkimuksen prosessiin. Siinä on selkeästi eroteltu teoriaan pohjautuva tutkimus ja kokeellinen reaalimaailman tutkimus, joita rinnakkain eteenpäin vieden voidaan teorian avulla ratkaista reaalimaailman ongelmatilanteita. Kokeellisen kehittämistutkimuksen prosessi soveltui hyvin tähän tutkimukseen, koska se jäsensi hyvin tutkimuksen kulkua ja yhdisti teoreettisen tutkimuksen reaalimaailman ongelmiin. Aiemmin kokeellista kehittämistutkimusta on käytetty yksittäisten organisaatioiden toiminnan kehittämiseen, mutta tässä tutkimuksessa sitä käytettiin usean eri viranomaisen yhteisen menettelytavan kehittämiseen. Kokeellisen kehittämistutkimuksen prosessikuvauksen avulla voitiin esittää, miten aineistoanalyysin tarkastelut ja reaalimaailmaa koskevat tapaustutkimukset tukevat kehitettävää riskien tunnistamisen menettelytapaa. Rinnakkainen eteneminen antoi mahdollisuuden verrata teorian esiin nostamia mielenkiinnon aiheita kokeellisten työpajojen tuloksiin. Se myös auttoi näkemään teorioiden yhteyden kehitettävään menetelmään ja



pitämään erillään teorian ja käytäntöön sidotun työtavan ja työväliseen kehittämisen. Siten valittua tutkimusprosessia voidaan pitää perusteltuna.

Viranomaisten toimintatapaa tutkittiin kirjallisuusselvityksien ja haastattelujen avulla. Lisäksi tietolähteenä oli tutkijan oma toiminta aluehallinnon viranomaisena Pirkanmaan ympäristökeskuksessa vuosina 1992–2001. Valittu tutkimusmenetelmä toi esille viranomaisten toimintatavan ja sen perusteella pystyttiin kuvaamaan viranomaisten prosessit. Esiin nostetut toimintatavat ovat lähinnä virallisia toimintakuvauksia ja vastaavat siten minimitasoa esimerkiksi viranomaisten yhteistoiminnasta.

Uutta menettelytapaa ja työvälinettä kehitettiin aluksi teoriapohjaisesti, minkä jälkeen kehitystyötä jatkettiin työpajoissa testaten sekä menettelytapaa että työvälinettä. Tutkimusmenetelminä olivat kirjallisuusselvitys, havainnointi, kyselyt ja haastattelut.

Valitut tutkimusmenetelmät soveltuivat kohteen tutkimiseen, mutta esimerkiksi työpajoista vain kaksi oli selkeästi monitieteellisiä viranomaistyöpajoja ja vain yksi tutkittuihin viranomaisprosesseihin liitetty työpaja. Työn lopputuloksen kannalta olisi ollut parempi, jos menetelmää olisi voinut testata vielä useammassa todellisessa tilanteessa, jolloin esiin olisi voinut nousta vielä uusia kehitystarpeita. Todellisten käyttötilanteiden puute myös saattaa heikentää menetelmän käyttöönottoa viranomaisten keskuudessa, koska käyttökokemukset siitä jäivät vähäisiksi.

Aineiston analysointimenetelminä käytettiin pääasiassa erilaisia päättelymenetelmiä ja lisäksi historiallisessa tutkimuksessa hermeneuttista aineiston tulkintaa ja viranomaisten toiminnan tutkimisessa hierarkia-analyysiä. Koska tehtyjen haastattelujen tavoitteena oli aineistoanalyysin pohjalta selvitettyjen viranomaisten toimintatapojen varmistaminen eikä täysin uuden tiedon kerääminen, haastatteluja ei nauhoitettu eikä litteroitu.

Laajempien haastatteluaineistojen käyttö olisi saattanut tuoda jotain uutta taustatietoa tälle tutkimukselle, mutta ne eivät todennäköisesti olisi muuttaneet tutkimuksen lopputuotteena olevien työtavan tai työväliseen kehitysmalleja. Sen sijaan aineiston litterointi ja systemaattisempi käsittely olisi voinut antaa enemmän vastauksia esimerkiksi siihen, miksi viranomaisten yhteistyö ei ole niin toimivaa kuin toivottaisiin.

Historiallinen lähdeaineisto jäsentää omaa aikaansa ja siihen liittyviä tapahtumia ja sen tavoitteena on objektiivisesti kertoa, mitä tapahtui ja miksi. Ihmisen kyky nähdä tapahtumia ja tilanteita usealta taholta on aina vaillinainen. Toisaalta tutkija myös valitsee lähtömateriaalinsakin jonkin katsantokannan, kehyksen, kautta. Historiakatsauksessa esitetyt tekniikat eivät ole tuotetulta tietotasoltaan täysin vertailukelpoisia keskenään, koska menneiden tekniikoiden osalta ei ole saatavilla tutkimustietoa siitä, mitä riskejä aikanaan on arvioitu, ja miten niiden esiintymistä on hallittu. Etenkään sosiaalisia riskitekijöitä ei ole nostettu esiin, ja näin ollen niiden esiin nosto savupiipun ja höyrykoneen osalta on enemmänkin abduktiivisen päättelyn tulosta historiallisten kirjoitusten antamasta kuvasta.

Tutkimuksessa käytetty Geelsin (2002) esittämä sosioteknisen muutoksen malli luo kuvan, että vain nykyiseen infrastruktuuriin soveltuvat tekniikat voivat nousta nopeasti markkinoille ja että itse infrastruktuuri muuttuu äärimmäisen hitaasti.

Kuitenkin esimerkiksi sekä höyryjunien että matkapuhelimien kasvu markkinoille osoittaa selvästi, että jos tuotteelle on voimakasta kysyntää ja se katsotaan yhteiskunnallisesti tarpeelliseksi, infrastruktuuri muutetaan sille soveltuvaksi. Näin ollen Foxonin ym. (2010) muokkaama malli, jossa infrastruktuuri nähdään uuteen tekniikkaan mukautuvana tekijänä, olisi voinut olla soveltuvampi malli historiakat- sauksen pohjaksi.

Työpajojen luotettavuutta tutkimusmenetelmänä voidaan arvioida osallistuneiden henkilöiden kautta. Työpajoihin osallistuvat tiesivät, että työpaja oli osa väitös- tutkimusta. Toisaalta, jokaisella työpajalla oli olemassa jokin muu reaalin funk- tio, minkä takia tutkittavat osallistuivat siihen: ensimmäinen työpaja oli osa pelas- tustoimen tulevaisuusvaliokunnan normaalia työpajatoimintaa, toinen oli vetytek- niikan tutkimusryhmän työpaja, jonka avulla selvitettiin vetytekniikan riskejä ja kolmas oli Pelastusopiston kurssin oppimistilaisuus sekä neljäs ympäristövaikutus- ten arviointiprosessiin sisältynyt viranomaisten kuulemis-tilaisuus. Näin ollen työ- pajassa tutkimustilanne oli sivuroolissa varsinaiseen työtehtävään nähden. Tilan- teessa ei myöskään havainnoitu yksittäisten ihmisten käyttäytymistä, vaan työpä- jan jälkeen kysyttiin heidän mielipiteitään työpajan toimivuudesta.

Kokeellinen tutkimus korostaa myös reflektion merkitystä uuden tiedon esiin nostajana. Tutkimuksessa kehitetyn menetelmän soveltuvuutta ja toimivuutta arvioitiin toisen työpajan jälkeen van Asseltin (2000) väitöskirjassaan esittämien laatukriteerien avulla. Arvioinnissa saatuja tuloksia käytettiin VIRIKE-prosessin kehittämisessä, jolla pyrittiin mahdollisimman toimivan ratkaisun kehittämiseen. Näin ollen monitieteellistä työpajaa kehitettiin tieteellisesti testatun laatukriteeristön pohjalta. Työlle olisi ollut eduksi, jos vastaava kysely olisi tehty myös neljännen työpajan yhteydessä. Sitä ei kuitenkaan otettu ohjelmaan, koska viranomaisia ei haluttu kuormittaa tällä tutkimuksella.

Tutkimuksen tuloksena kehitetyn VIRIKE-prosessin luotettavuutta ei ole mah- dollista arvioida tässä työssä saadun aineiston perusteella, sillä sitä varten aineis- to on liian vähäinen. Koska tässä vaiheessa on vasta tehty ensimmäisiä kokeiluja ja kehitetty menetelmää, arviointia ei ole vielä katsottu aiheelliseksi.

## **7.7 Jatkotutkimustarpeet**

### **7.7.1 Yhteiskunnan ja tekniikan vuorovaikutusmallit**

Vaikka sosioteknisen muutoksen malli on toimiva tapa selvittää yhteiskunnan ja tekniikan vuorovaikutussuhdetta, sitä voitaisiin kehittää systemaattisesti ottamaan paremmin huomioon suomalainen yhteiskunta. Pienenä valtiona Suomi on useim- pien tekniikoiden suhteen vastaanottava yhteiskunta, jolloin tekniikat tuodaan tänne valmiina. Tällöin niiden vaikutus voi olla erilainen kuin tilanteissa, joissa niitä kehitetään tiettyä yhteiskuntaa varten. Lisäksi maa poikkeaa monista muista mais- ta ilmasto-olosuhteiden, asumistiheyden ja maantieteellisen sijoittumisen suhteen. Esimerkiksi Euroopan tiheästi asutuilla alueilla tarpeelliset ja jopa välttämättömät tekniikat saattavat aiheuttaa harvaan asutussa Suomessa aivan erilaisia vaikutuk-

sia ja kohdistua eri asioihin. Nämä erot tulisi huomioida uusia tekniikoita käyttöön otettaessa, sillä on olemassa myös riski, että toimiva yhteiskuntarakenne ja infrastruktuuri voidaan menettää uusista tekniikoista nousevien vaatimusten vuoksi.

Tutkimuksen pohjana käytettiin Geelsin (2002; 2007) esittämää sosioteknisen muutoksen mallia, joka kuvaa yhteiskunnan ja tekniikan vuorovaikutuksen kehitystä ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Mallia on kritisoitu, ja muun muassa Genus ja Coles (2008) osoittivat, että malli ei ota huomioon kehitykseen vaikuttavina tekijöinä esimerkiksi aikaa, paikkaa tai taloudellista kontekstia. Tämä tutkimus tukee Genus ja Colesin huomioita, sillä myös Suomessa uuden tekniikan kehitykseen on vaikuttanut suuresti esimerkiksi kansan varallisuus. Geelsin (2002), kuten myös Foxonin ym. (2010), malleja voitaisiin kehittää vastaamaan vahvemmin tämän päivän haasteisiin siten, että ne huomioisivat edellisten tekijöiden lisäksi myös tasa-arvoon ja demokratiaan liittyviä tekijöitä.

### **7.7.2 Viranomaisten yhteistoimintaan liittyvät tutkimustarpeet**

Tutkimuksessa nousi esiin viitteitä siitä, että viranomaisten yhteistoimintaa haittaa sektoroituminen. Kullekin viranomaiselle on määritelty tarkat toiminnan rajat, ja johtuen muun muassa vähäisistä resursseista ei niillä ole mahdollisuutta, eikä ehkä halua, laajentaa toimintaa lakisääteisen minimivelvoitteen ulkopuolelle. Näin on mahdollista, että viranomaisten toiminta-alueiden välille jää harmaita alueita, jotka eivät ole kenenkään vastuulla. Toisaalta voi olla myös alueita, joilla viranomaiset tekevät päällekkäistä työtä. Olisi tarvetta tutkimukselle, jossa kartoitettaisiin tarkemmin viranomaisten toiminnan rajat ja selvitetäisiin mahdolliset harmaat alueet sekä päällekkäiset toiminta-alueet. Samalla voitaisiin hahmottaa sellaiset toiminta-alueet, joilla viranomaisten yhteistoiminta on tarpeen ja jopa välttämätöntä teknisten riskien ennakoinniseksi.

Tässä tutkimuksessa esitettiin uusi menettelytapa viranomaisten yhteistoiminnan tehostamiseksi, mikä liittyy tiettyihin tarkasteltujen viranomaisten toimintaprosesseihin. On huomioitava, että tämä ei ole ainut oikea tapa toimia, vaan olisi suotavaa, että jatkossa kehitettäisiin lisää viranomaisten toimintaa ja päätöksentekoa tukevia menettelyjä.

Tutkimus nosti esiin, että tarkastelussa olleilla viranomaisilla on erinomainen mahdollisuus muodostaa yhteinen turvallisuuden valvontaverkosto, jonka avulla yhteiskunnan turvallisuutta voidaan ylläpitää ja parantaa. Se kuitenkin edellyttää uusien toimintamallien opettelua, riskitiedon analysointia ja tiedon jakamista viranomaisten kesken. Eräs merkittävä jatkotutkimuskohde olisi tämän turvallisuuden valvontaverkoston toimintamallin kehittäminen.

### **7.7.3 Muita mahdollisia tutkimuskohteita**

Ympäristöriskien tunnistamista ei nykyisissä lupaprosessissa yleensä enää tehdä, sillä se jää harmaalle alueelle eri prosessien väliin. Kaavoitusprosessi arvioi alu-

een yleistä sopivuutta tietyille toiminnalle, mutta ei ota kantaa yksittäisten laitosten mahdollisesti aiheuttamiin ympäristöriskeihin. YVA-prosessissa arvioidaan eri vaihtoehtojen vaikutusta ympäristöön, mutta ei yksittäisten prosessien vaikutusta. YVA-vaiheessa ei lopullinen laitosprosessi ole useinkaan vielä päätetty, joten sen riskejä ei voida tarkalla tasolla määrittää. Ympäristölupaprosessissa kuitenkin luotetaan siihen, että YVA:ssa on riskit otettu huomioon, eikä niitä sen vuoksi enää edellytetä lupaprosessissa. Viranomaisten toiminnan laajempi, valtakunnan tasoinen tutkimus, joka keskittyisi vain ympäristöriskien tunnistamisen ja arvioinnin menettelyihin olisi tarpeen, jotta tarpeettomilta ympäristövahingoilta vällyttäisiin.

Viranomaisten kokoamaa onnettomuustietoa ei tällä hetkellä hyödynnetä riittävästi onnettomuusriskien tunnistamisessa. Tätä perustellaan muun muassa sillä, että osa tiedoista on luottamuksellisia. Kuitenkaan kaikki kerätty tieto ei ole luottamuksellista, ja laki viranomaisten toiminnan julkisuudesta (Laki 621/1999) edellyttääkin, että luottamuksellista tietoa lukuun ottamatta viranomaisten keräämät tiedot tulee saattaa julkisiksi. Tällä hetkellä PRONTO- ja VARO-rekisteristä on jo olemassa julkiset versiot, joista luottamukselliset tiedot on karsittu. Sen sijaan VAHTI-rekisterin sisältämät tiedot ovat yhä vain viranomaisten käytössä eikä ole selvyyttä siitä, miten niiden sisältämää tietoa käytetään onnettomuuksien estämiseksi. Tarvetta olisi tutkimukselle, joka selvittäisi, mitkä ovat ne esteet, joiden vuoksi koottuja onnettomuusrekistereitä (PRONTO, VAHTI ja VARO) ei voida laajalti hyödyntää tutkimustyössä. Samalla olisi tarvetta selvittää, minkälaisia mahdollisuuksia on rekistereiden laajempaan käyttöön ja mitä vaateita se aiheuttaisi esimerkiksi rekisterien pitäjille. Lisäksi tulisi tutkia, mitä mahdollisuuksia tai riskejä tiedon saavutettavuudelle, hyödynnettävyydelle ja käytölle niin sanotun ”big datan” lisääntyminen aiheuttaa viranomaistoiminnassa.

## 8. Yhteenveto

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli vähentää teknisten riskien esiintymistä, ja näin osaltaan parantaa yksilöiden turvallisuutta yhteiskunnassa. Tavoitteena oli tutkia viranomaisten yhteistyön mahdollisuuksia uusien tekniikoiden aiheuttamien riskien tunnistamiseksi ja kehittää menettelytapa, jolla uusia tekniikoita käsittelevien ja luvittavien viranomaisten yhteistyötä voidaan parantaa riskien tunnistamiseksi. Tutkimuksessa arvioitiin viranomaisten yhteistyötä ja sen esteitä, ryhmätyön mahdollistavia tekijöitä ja riskien tunnistamisen menetelmiä uuden toimintatavan kehittämiseksi. Tutkimuksessa kehitettiin aineisto- ja haastatteluanalyysihin tukeutuen uusi, moniammatillinen, viranomaisten toimintatapoihin soveltuva riskien tunnistamisen menettelytapa, jota kokeiltiin neljässä työpajassa. Uusi toimintamalli pyrittiin muokkaamaan viranomaisten nykyisiin toimintaprosesseihin soveltuvaksi mahdollisimman alhaisen käyttöönottokynnyksen takaamiseksi.

Teknisiä riskejä tunnistetaan tänä päivänä osana viranomaisten lakisääteisiä toimintaprosesseja, kuten kemikaalilain mukainen lupa (Tukes), ympäristölupa (AVI), kaavoitusprosessi (kunta) ja ympäristövaikutusten arviointiprosessi (ELY-keskus). Viranomaisten yhteistyö on vähäistä ja se supistuu lähinnä lausuntojen pyytämiseen toisilta viranomaisilta. Usein resurssien vähäisyyden ja aikataulukii-reiden vuoksi saatavat lausunnot saattavat olla heikkotasoisia, eivätkä ne näin tue lupaa myöntävää viranomaista. Tutkimuksessa selvitettiin mahdollisuutta yhdistää viranomaisten nykyisiin toimintaprosesseihin uusi ryhmätyöpohjainen riskien tunnistamisen menettely. Uusi toimintatapa nimettiin VIRIKE-prosessiksi. Se ohjeistaa uuden toimintatavan käyttöönottoon ja toteutukseen, sekä esittelee mallin käytettävästä työvälineestä. VIRIKE-työväline kehitettiin tulevaisuuspyörämenetelmästä ottaen huomioon ryhmätyödynamiikan ja hiljaisen tiedon hyödyntämisen mahdollisuudet. Riskejä arvioitaessa tulee käsitellä uuden tekniikan vaikutuksia turvallisuuteen, luonnonympäristöön, rakennettuun ympäristöön, lainsäädäntöön, maankäyttöön ja alueelliseen kehitykseen. Kehitettyä toimintamallia testattiin neljässä työpajassa.

VIRIKE-prosessin käyttöönotto viranomaisten toimintaprosesseissa edellyttää, että menettelyn sisältämää työpajaa varten kootaan sopiva moniammatillinen asiantuntijajoukko, ja työvälineeseen valitaan tarkastelun tavoitteiden perusteella soveltuvat avainsanat. Jotta menetelmää voidaan kutsua monitieteelliseksi, se edellyttää toimintatavan vakiinnuttamista ja järjestelmällistä organisointia. Tämä

tapahuu menetelmän integroimisella viranomaisten prosesseihin. Menettelyn käyttö saattaa vaatia tuekseen esimerkiksi riskianalyysialan asiantuntijoita työpajojen vetämiseksi ja fasilitoimiseksi.

Jotta VIRIKE-prosessi toimisi tehokkaasti tulevaisuuden uhkien arvioinnissa, se tarvitsee tuekseen myös tiedeyhteisöä, jonka tehtävänä on tuottaa perus- ja riskitietoa uusista tekniikoista. Tässä tutkimuksessa pidetyssä polttokenno- ja vetytyöpajassa voitiin havaita, että tutkijoiden tuottama tieto on tärkeää uusien tekniikoiden riskien tunnistamisessa.

Pidetyt kokeilutyöpajat vahvistivat, että viranomaisten yhteisillä, monitieteellisillä työpajoilla voidaan saada hyviä tuloksia aikaan ja että ne auttoivat osallistujia nostamaan esiin ilmiöiden kerrannaisvaikutuksia ja niistä seuraavia riskejä. Menettelytapa koettiin hyödylliseksi ja innostavaksi. Työpajojen ilmapiiiriä pidettiin avoimena sekä saavutettuja tuloksia yleisesti hyödyllisinä.

Jotta VIRIKE-menettelyllä saataisiin toistuvasti hyviä tuloksia, työpajojen järjestelyihin tulee joka kerta kiinnittää erityistä huomiota. Esimerkiksi työpajan ympäristön muokkaaminen tehtävää tukevaksi sekä ympäristön järjestelyillä että osallistujien sijoittelulla on tehtävä huolella. Lisäksi tarkasteltavan kohteen esittelyyn tulee käyttää riittävästi aikaa. Jos viranomaisten omat resurssit eivät riitä työpajan järjestelyihin, on hyvä, jos käytössä on riskianalyysin asiantuntija, joka ottaa uuden menetelyn työväliseksi. Ulkopuolinen asiantuntija voisi tällöin sitoutua sekä järjestämään työpajan alustuksineen että vetämään sen. Viranomaisten tehtäviksi jäisi osallistujien valitseminen ja kutsuminen sekä ryhmätyötilojen järjestäminen.

Viranomaisten yhteistyöverkoston kuvaavan mallin avulla tutkittiin ja arvioitiin viranomaisilla olevan riskitiedon välittymistä eri organisaatioiden ja eri organisaatiotasojen välillä, mikä osaltaan vaikuttaa riskien tunnistamisen laatuun. On tärkeää, että tietoa kootaan ja välitetään eteenpäin, ja että sitä analysoidaan ja sen perusteella tehdään korjaavia toimenpiteitä. Tutkimuksen perusteella näyttää siltä, että kaikki viranomaisten keräämä tieto ei kuitenkaan päädy päätöksentekijöille analysoitaviksi, jolloin myöskään riskeihin ei osata varautua oikein. Riskejä koskevan tiedon tuottaminen vaatisi viranomaisten kokoaminen onnettomuus- ja häiriötietokantojen (VARO, PRONTO, VAHTI) avaamista vapaasti tutkijoiden käyttöön. Yhdistämällä näiden tietokantojen tietoja ja näkemyksiä voidaan saada aikaan kokonaisvaltaisempi kuva riskikentästä ja löytää indikaattoreita uusien riskien tunnistamiseksi ja ennakoimiseksi.

Tutkimus osoitti, että kehitetyn uuden VIRIKE-prosessin avulla on mahdollista tehostaa uusista tekniikoista nousevien riskien tunnistamista viranomaisten yhteistoimintana. Tämän lisäksi tutkimuksen kohteena olleilla viranomaisilla on mahdollisuus muodostaa valvontaverkosto yhteiskunnan turvallisuuden varmistamiseksi.

## Lähteet

- Abbott, A. 1988. *The System on Professions. An Essay on the Division of Expert Labor*. London: The University of Chicago Press.
- Abbott, A. 1995. Linked ecologies: States and Universities as Environment of Professions. *Sociological Theory* **23** 3. Washington: American Sociological Association.
- Ahonen, P. 2010. TITAN-käsikirja. VTT:n päätuloksia Tekesin Turvallisuusohjelman TITAN-projektissa. VTT Tiedotteita – Research Notes 2545. Espoo: VTT. 152 s.
- Aini, M. & Fakhrul-Razi, A. 2010. Development of socio-technical disaster model. *Safety science* **48** 10 1286–1295.
- Airaksinen, T. 2012. *Yksilöturvallisuutta etsimässä. Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö*. Tampere: Tammerprint Oy. 342 s.
- van Aken, J.E. 2004. Management Research Based on the Paradigm of the Design Sciences. The Quest for Field-Tested and Grounded Technological Rules. *Journal of Management Studies* **41** 2 219–246.
- Alaja, T. 2005. *Ympäristövahingot ja niiden kustannukset vuosina 2000–2005. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 1/2007*. Helsinki: Suomen Ympäristökeskus.
- Aluehallintovirasto. 2012. Aluehallintovirasto. Aluehallintoviraston www-sivut [viitattu 26.10.2010]. Saatavilla: <http://www.avi.fi/fi/Sivut/etusivu.aspx>.
- Aluehallintovirastojen... 2011. Aluehallintovirastojen strategia-asiakirja 2012–2015. Valtiovarainministeriön julkaisuja 33a/2011. Hallinnon kehittämisosasto. Tampere: Juvenes Print, Tampereen Yliopistopaino Oy. 48 s. ISBN 978-952-251-239-0 (PDF). [Viitattu 26.10.2010]. Saatavilla: [http://www.vm.fi/vm/fi/04\\_julkaisut\\_ja\\_asiakirjat/01\\_julkaisut/04\\_hallinnon\\_kehittaminen/20110920Alueha/AVIen\\_strategia.pdf](http://www.vm.fi/vm/fi/04_julkaisut_ja_asiakirjat/01_julkaisut/04_hallinnon_kehittaminen/20110920Alueha/AVIen_strategia.pdf)
- Argyris, C. 1976. Single-Loop and Double-Loop Models in Research on Decision Making. *Administrative Science Quarterly* **76** 1 363–375. doi:10.2307/2391848.

- Asetus 540/1993. Asetus turvallisuustekniikan neuvottelukunnasta. [Edilex-tietokanta]. [Viitattu 14.11.2012]. Saatavilla: <http://www.edilex.fi/saadokset/smur/19930540>.
- Asetus 347/2005. Valtioneuvoston asetus viranomaisten suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutusten arvioinnista. [Finlex-tietokanta]. [Viitattu 11.4.2013]. Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2005/20050347>.
- Asetus 72/2011. Ympäristöministeriön asetus Ympäristöministeriön työjärjestys. [Finlex-tietokanta]. [Viitattu 7.8.2013]. Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110072>.
- Asetus 978/2011. Valtioneuvoston asetus työ- ja elinkeinoministeriöstä annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta. [Finlex-tietokanta]. [Viitattu 14.4.2013]. Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110978>.
- Asetus 855/2012. Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin valvonnasta. [Finlex-tietokanta]. [Viitattu 18.3.2013]. Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2012/20120855>.
- Asetus 713/2014. Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta. [Finlex-tietokanta]. [Viitattu 20.10.2014]. Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140713?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=ymp%C3%A4rist%C3%B6nsuojeluasetus>
- Aspinall, W.P. 2006. Structured Elicitation of Expert Judgment for Probabilistic Hazard and Risk Assessment in Volcanic Eruptions. Teoksessa: Mader H.M., Coles S.G, Connor C.B. & Connor L.J. (toim.) Statistics in Volcanology. Special Publications of IAVCEI, 1. London: Geological Society.
- van Asselt, M.B.A. 2000. Perspectives on Uncertainty and Risk. The PRIMA Approach to Decision Support. Amsterdam: Kluwer Academic Publishers. ISBN 0-7823-6656-5. 417 s.
- Autio-Sarasmo, S. 2008. Historian tutkimus, tutkimusprosessi. eNorssi – Opettajankouluttajien yhteistyöverkoston Internet-sivut. [viitattu 20.11.2012]. Saatavilla: <http://www.enorssi.fi/enorssi-verkosto/virmo/virmo-1/kashisnet/kasvatuksen-historian-tutkimus/kasvatuksen-historian-tutkimusprosessi>.
- Bajpai, S. & Gupta, J. 2007. Securing oil and gas infrastructure. Journal of Petroleum Science and Engineering **55** 74–186.



- Beck, U. 1990. Riskiyhteiskunnan vastamyryt. Organisoitu vastuuttomuus. Tampere: Vastapaino.
- Beck, U. 1995. Poliitiikan uudelleen keksiminen: kohti refleksiivisen modernisation teoriaa. Teoksessa: Beck U., Giddens A. & Lash S. (toim.) *Nykyajan jäljillä. Refleksiivinen modernisaatio*. Tampere: Vastapaino. S. 11–82.
- Bell, W. 1997. *Foundations of Futures Studies: Human Science for a New Era*, vol. 1, 'History, purposes and knowledge' and vol. 2, 'Values, objectivity and the good society'. New Brunswick, NJ: Transaction Publishers. Volume 1: 365 s., ISBN 1-56000-271-9. Volume 2: 371 s., ISBN 1-56000-281-6.
- Berizzi, A. 2003. The Italian 2003 blackout. *Power Engineering Society General Meeting IEEE*, 10 June 2004 **2** 1673–1679. Doi: 10.1109/PES.2004.1373159 2.8.2013.
- Bierly III, P., Kessler, E. & Christensen, E. 2000. Organizational learning, knowledge and wisdom. *Journal of Organizational Change Management* **13** 6 595–618.
- Bijker, W. 1987. The social construction of bakelite: Toward a theory of invention. Teoksessa: Bijker, W., Hughes, T. & Pinch, T. (toim.) *The social construction of technological systems: New directions in the sociology and history of technology*. Cambridge, MA: MIT Press. S. 17–50.
- Bijker, W. 1995a *Sociohistorical technology studies*. Teoksessa: Jasanoff S. ym. (toim.) *Handbook of Science and Technology Studies*. Thousand Oaks: Sage.
- Bijker, W. 1995b. Of bicycles, bakelits and bulbs: Toward a theory of a sociotechnological change. Cambridge, MA: MIT Press.
- Bohm, D. & Peat, F.D. 1992. *Tiede, järjestys ja luovuus (Science, Order and Creativity)*. Helsinki: Gaudeamus.
- Bruhn-Tysk, S. & Eklund, M. 2002. Environmental impact assessment – a tool for sustainable development? A case study of biofuelled energy plants. *Environmental Impact Assessment Review* **22** 129–144.
- Canton, J. 2004. Designing the future: NBIC technologies and human performance enhancement. *Annals of the New York Academy of Sciences* **1013** 1 186–198.

- CEC 2002. Commission of the European Communities. Communication from the Commission on Impact Assessment. Brussels, Belgium, 5 June 2002. COM (2002) 276 final.
- CEC 2005. Commission of the European Communities. 2005. Impact Assessment Guidelines. Brussels, Belgium. SEC (2005) 791.
- Coenen, L., Benneworth, P. & Truffer, B. 2012. Toward a spatial perspective on sustainability transitions. *Research Policy* **41** 6 968–979.
- Cooke, R.M. 1991. *Experts in Uncertainty*. New York: Oxford University Press.
- Coppola di Cantano, E. 1947. Couverture des risques catastrophiques provoqués par des calamités naturelles et de risques politiques. Internal Assembly of Insurance Technicians. Uusintapainos syyskuu 1979.
- 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** 170–180.
- Dechy, N., Bourdeaux, T., Ayrault, N., Kordek, M.A. & Le Coze, J.C. 2004. First lessons of the Toulouse ammonium nitrate disaster, 21st September 2001, AZF plant, France. *Journal of Hazardous Materials* **111** 1 131–138.
- Denenburg, H.S., Eilers, R.D., Melone, J. & Zelten, J. 1974. *Risk and Insurance*. toinen painos. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall. Viitannut Rowe 1997 s. 11.
- Direktiivi 1982/501/ETY. Euroopan yhteistön direktiivi 1982/591/ETY (31982L0501); EYVL L 230, 5.8.1982, 1 s.
- Direktiivi 96/82/EC. Euroopan yhteisön direktiivi 1996/82/EC (31996L0082); EYVL L 101, 14.01.1997, 13 s.
- Direktiivi 2006/42/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/42/EY(32006L0042); EUVL L 157 12.5.2006, 24 s.
- Direktiivi 2012/18/EU. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2012/18/EU (32004L0018); EUVL L 134 30.4.2004, 114 s.
- Dolata, U. 2009. Technological innovations and sectoral change. Transformative capacity, adaptability, patterns of change: An analytical framework. *Research Policy* **38** 1066–1076. doi:10.1016/j.respol.2009.03.006.

- Dufva, H., Airola, A. & Ulmanen, T. 2009. Turvallisuusjohtaminen moniammatillisessa viranomaisverkostossa. Kirjallisuuskatsaus. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. 39 s.
- Edmondson, A. & Nembhard, I. 2009. Product Development and Learning in Project Teams: The Challenges Are the Benefits. *Journal of Production Innovation Management* **26** 123–138.
- Edwards, A. 2010. Being an Expert Professional Practitioner. The Relational Turn in Expertice. London: Springer.
- Ekroos, A. & Hurmeranta, U. 2011. Tulvariskit – kaavoitusta ja rakentamista koskeva lainsäädäntö. LIFE07-hanke Julia ENV/FIN/000145 [viitattu 10.6.2014]. Saatavilla: [http://www.hsy.fi/julia2030/Documents/Case\\_study\\_flood\\_risks\\_and\\_building\\_legislation.pdf](http://www.hsy.fi/julia2030/Documents/Case_study_flood_risks_and_building_legislation.pdf).
- ELY-keskusten strategia. 2011. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskusten strategia-asiakirja vuosille 2012–2015. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. Alueiden kehittäminen 36/2011. 56 s.
- Elzen, B. 1986. Two ultracentrifuges: A comparative study of the social construction of artifacts. *Social Studies of Science* **16** 621–629.
- ERA 17. 2010. Energiaviisaan rakennetun ympäristön aika 2017. Martinkauppi, K. (toim.) Helsinki: Ympäristöministeriö, Sitra ja Tekes. 94 s. [viitattu 15.7.2013] Saatavilla: [www.era17.fi](http://www.era17.fi).
- Eskola, J. & Suoranta, J. 1996. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Lapin yliopiston kasvatustieteellisiä julkaisuja C. Rovaniemi: Lapin yliopisto, kasvatustieteiden tiedekunta.
- Etkin, D. 1999. Risk transference and related trends: driving forces towards more mega-disasters. *Environmental Hazards* **1** 2 69–75.
- European Union (EU) 2009. Council Conclusions on a Community framework on disaster prevention with the EU. Council of the European Union, 2979th Justice and Home Affairs Council meeting Brussels, 30 November 2009. [viitattu 25.7.2013] Saatavilla: [http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms\\_data/docs/pressdata/en/jha/111537.pdf](http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/jha/111537.pdf).

- European Union (EU) 2010. Commission Staff Working Paper – Risk Assessment and Mapping Guidelines for Disaster Management. Brussels 22.12.2010. SEC(2010) 1626 final. [viitattu 25.7.2013] Saatavilla: <http://register.consilium.europa.eu/pdf/en/10/st17/st17833.en10.pdf>.
- Feenberg, A. 1999. *Questioning Technology*. New York: Routledge.
- Fendler, R. 2008. Floods and safety establishments and installations containing hazardous substances. Conclusions on a Research Project of the German Umweltbundesamt. *Natural Hazards* **46** 2 257–263. doi: 10-1007/s11069-007-263.
- Flyvbjerg, B. 2001. *Making Social Science Matter. Why social inquiry fails and how it can succeed again*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Flyvbjerg, B. 2006. Five misunderstandings about case-study research. *Qualitative Inquiry* **12** 2 219–245.
- Foxon, T.J., Hammond, G.P. & Pearson, P.J.G. 2010. Developing transition pathways for low carbon electricity system in the UK. *Technological Forecasting and Social Change* **77** 8 1203–1213.
- Frost & Sullivan 2011. 50 emerging/disruptive technologies. [viitattu 12.2.2014] Saatavilla: <http://www.frost.com/prod/servlet/our-services-page.pag?mode=open&sid=218649179>.
- Geels, F. 2002. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research Policy* **31** 8 1257–1274.
- Geels, F.W. 2004. From sectoral systems of innovation to socio-technical systems. Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research Policy* **33** 6 897–920.
- Geels, F.W. 2010. Ontologies, socio-technical transitions (to sustainability), and the multilevel perspective. *Research Policy* **39** 4 495–510.
- Geels, F. & Schot, J. 2007 Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy* **36** 3 399–417.
- Genus, A. & Coles, A-M. 2008. Rethinking the multi-level perspective of technological transition. *Research Policy* **37** 9 1436–1445.

- Giere, R.N. & Moffat, B. 2003. Distributed Cognition: Where the Cognitive and the Social Merge. *Social Studies of Science* **33** 2 301–310. doi: 10.1177/03063127030332017
- Gilbert, Y., Lonka, H., Raivio, T. & Vanhanen, J. 2006. Kemikaalionnettomuusriskien hallinta toimijaverkostossa Kymenlaaksossa. Kouvola: Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen moniste 22. ISBN 952-5287-15-7 (pdf). 60 s.
- Glenn, J. 2009. The Futures Wheel. *Futures Research Methodology – version 3.0*. AC/UNU Millenium Project. Part 6. Glenn J. & Gordon T. (toim.) ISBN 978-0-9818941-1-9.
- Glenn, H., Tingley, D., Sánchez Maronõ, S., Holm, D., Kell, L., Padda, G., Edvardsson, I.R., Asmundsson, J., Conides, A., Kaporis, K., Bezabih, M., Wattage, P. & Kuikka, S. 2012. Trust in the fisheries scientific community *Marine Policy* **36** 1 54–72. doi:10.1016/j.marpol.2011.03.008.
- Goodess, C.M., Hanson, C., Hulme, M. & Osborn, T.J. 2003. Representing climate and extreme weather events in integrated assessment models: A review of existing methods and options for development. *Integrated Assessment* **4** 3 145–171.
- Grundy, S. 1982. Three models of action research. Teoksessa: Kemmis S. & McTaggart R. (toim. 1990) *The action research reader*. Victoria Deakin University. S. 353–364.
- Guba, E.G. & Lincoln, Y.S. 1994. Competing Paradigms in Qualitative Research. Teoksessa: Denzin N.K. & Lincoln Y.S. (toim.) *Handbook of Qualitative Research*. Thousand Oaks: Sage Publications. S. 105–117.
- Haapanala, A. 2010. YVA-lain ja maankäyttö- ja rakennuslain suhde. Ympäristöministeriön raportteja 16/2010. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. 53 s.
- Haaparanta, L. & Niiniluoto, I. 1990. Johdatus tieteelliseen ajatteluun. Helsingin yliopisto. Filosofian laitoksen julkaisuja 3. Helsinki: Yliopistopaino.
- Habegger, B. 2008. Risk analysis and management in a dynamic risk landscape. Teoksessa: Habegger, B. (toim.) *International Handbook on Risk Analysis and Management. Professional Experiences*. S. 13–32. Switzerland: Center for Security Studies. 231 s. [viitattu 20.09.2012] Saatavilla: <http://www.crn.ethz.ch>. ISBN 3-905696-18-5.

- Habermans, J. 2003. Truth and Justification. Cambridge, MA: Policy Press.
- Harvey, C. & Stanton, N.A. 2014. Safety in System-of-Systems: ten key challenges. *Safety science* **70** 358–366.
- Head, G.L. 1967 An alternative to defining risk as uncertainty. *Journal of Risk Insurance* **34** 2 205–214.
- Hegglin, E. & Huggel, C. 2008. An Integrated Assessment of Vulnerability to Glacial Hazards. *Mountain Research and Development* **28** 3 299–309.
- Heikkilä, A-M., Murtonen, M., Nissilä, M., Virolainen, K. & Hämäläinen, P. 2007. Riskianalyysin laatu: vaatimukset tilaajalle ja toteuttajalle. VTT tutkimusraportti R-037-18-07.
- Heikkilä, A-M., Molarius, R. & Uusitalo, T. 2011. Vulnerability of complex critical systems: case water supply and distribution networks. *International Journal of Risk Assessment and Management* **15** 2 241–257.
- Heinonen, O-P. 2012. Tieto käyttöön – Keinoja ja haasteita. Olli-Pekka Heinosen esitelmä 27.11.2012. [viitattu 15.2.2015] Saatavilla: [http://www.eduskunta.fi/triphome/bin/thw/trip?\\${APPL}=erekj&\\${BASE}=erekj&\\${THWIDS}=0.49/1425552529\\_88929&\\${TRIPPIFE}=PDF.pdf](http://www.eduskunta.fi/triphome/bin/thw/trip?${APPL}=erekj&${BASE}=erekj&${THWIDS}=0.49/1425552529_88929&${TRIPPIFE}=PDF.pdf)
- Heinonen, O-P. 2013. Pirulliset ongelmat vaativat uudenlaisia ratkaisuja. *Kanava* **21** 9–14.
- Helakorpi, S. 2001. Innovatiivinen tiimi- ja verkostokoulu. Helsinki: Tammi.
- Hellström, T. 2009. New vistas for technology and risk assessment? The OECD Programme on Emerging Risks and beyond. *Technology in Society* **31** 3 325–331. doi:10.1016/j.techso.2009.06.002.
- Herranen, O. 2013. Kiista valtion tuottavuusohjelmasta. Pro gradu -tutkielma. Tampere: Tampereen yliopisto, yhteiskunta- ja kulttuuritieteiden yksikkö. 109 s. <http://tutkielmat.uta.fi/pdf/gradu06654.pdf>.
- Heusala, A-L., Lohiniva, A. & Malmi, A. 2008. Samalla puolella – eri puolilla rajaa. Rajaturvallisuuden edistäminen Suomen ja Venäjän viranomaistyöryhmän. Poliisiammattikorkeakoulun ja Raja- ja merivartiokoulun tutkimuksia.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2003. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.

- Hodson, M. & Marvin, S. 2009. Cities mediating technological transitions: understanding visions, intermediation and consequences. *Technology Analysis & Strategic Management* **21** 4 515–534.
- Hodson, M. & Marvin, S. 2010. Can cities shape socio-technical transitions and how would we know if they were? *Research Policy* **39** 4 477–485.
- Hollingshead, A. 1998. Communication, Learning, and Retrieval in Transactive Memory Systems. *Journal of Experimental Social Psychology* **34** 423–442.
- Holmberg, J. 1997. Probabilistic safety assessment and optimal control of hazardous technological systems: A marked point process approach. Akateeminen väitöskirja. VTT Publications 305. Espoo: VTT.
- Hughes, T.P. 1983. *Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880-1930*. Johns Hopkins University Press. 488 s.
- Hughes, T.P. 1987. The evolution of large technological systems. Teoksessa: Bijker, W.E., Hughes, T.P. & Pinch, T. (toim.) *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*. Cambridge, MA: The MIT Press. S. 51–82.
- Huhtinen, K. 2006. Hankkeiden ympäristövaikutusten arviointimenettely Suomessa ja Tanskassa. Pro gradu -tutkielma. Helsinki: Helsingin yliopisto, ympäristönsuojelutiede, bio- ja ympäristötieteiden laitos. 98 s.
- Huotari, M-L. & Savolainen, R. 2003. Tietohallintoa vai tietojohdamista? Tutkimusalan identiteettiä etsimässä. *Informaatiotutkimus* **22** 1 15–24.
- Hutchins, E. 2000. Distributed cognition. Teoksessa: *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences*, ISO 690. Elsevier.
- Hyötyläinen, R. 1998. Implementation of Technical Change as Organizational Problem-Solving Process. VTT Publications 337. Espoo: VTT.
- Hyötyläinen, R. 2005. Practical Interests in Theoretical Consideration. *Constructive Methods in the Study of the Implementation of Information Systems*. VTT Publications 585. Espoo: VTT.
- Hyötyläinen, R. 2007. Tutkimusavusteisen kehittämisen metodologinen kaksoisluonne. Teoksessa: Ramstad E. & Alasoini T. (toim.) *Työelämän tutkimusavusteinen kehittäminen Suomessa. Lähestymistapoja, menetelmiä, kokemuksia, tulevaisuuden haasteita*. Helsinki: Työministeriö. ISBN 978-952-490-066-9. 453 s.

- Ihmisiin kohdistuvat... 2012. Ihmisiin kohdistuvat vaikutukset. Ympäristöhallinnon www-sivusto. [viitattu 19.2.2013] Saatavilla: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=14156&lan=fi>.
- Isoherranen, K. 2005. Moniammatillinen yhteistyö. Helsinki: WSOY.
- Isoherranen, K. 2012. Uhka vai mahdollisuus – moniammatillista yhteistyötä kehittämässä. Akateeminen väitöskirja. Helsinki: Helsingin yliopisto, sosiaali-tieteiden laitos.
- Jaffe, A.J. 1968. Ogburn, William Fielding. Teoksessa: Sills D.L. (toim.) International Encyclopedia of the Social Sciences 11. New York: Macmillan & the Free press. S. 277–281.
- Jantunen, J. & Hokkanen, P. 2010. YVA-lainsäädännön toimivuusarviointi. Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn toimivuus ja kehittämistarpeet. Suomen ympäristö 18/2010. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- Jasanoff, S. 2004. States of Knowledge: The Co-production of Science and Social Order. New York: Routledge. S. 19–20.
- Jokinen, P. 2008. Riskiyhteiskunta nyt. Neljännesvuosisata Beckin aikalaisdiagnoosista. Tulevaisuudentutkimuksen seura. Futura 4 17–25.
- JRC 2013. Reference Documents. Joint Research Centren www-sivut. [viitattu 14.8.2013.] Saatavilla: <http://eippcb.jrc.es/reference/>
- Juurijoki, L. 2010. Turvallisuuskriittisiä aloja valvovien viranomaisten näkemyksiä turvallisuusjohtamisesta. Opinnäytetyö. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu, Merenkulun koulutusohjelma. 100 s.
- Kahneman, D. 2003. A Perspective on Judgement and Choice. Mapping Bounded Rationality. American Psychologist 58 9 697–720. doi: 10.1037/0003-066X.58.9.697.
- Kaivo-oja, J. 2000. Integroitu sosio-ekonomisten ja ekologisten vaikutusten arviointi alue- ja yhteiskuntasuunnittelun haasteena. Teoksessa: Kurki, S., Linnamaa R. & Sotarauta M. (toim.) 14 näkökulmaa alueelliseen kehittämiseen. Tampere: Tampereen yliopisto, Alueellisen kehittämisen tutkimusyksikkö. SENTE-julkaisuja 5/2000. S. 116–139.
- Kaivosten ympäristöturvallisuus 2014. Kaivosten ympäristöturvallisuus. Viranomaistyöryhmän loppuraportti. Ympäristöministeriön raportteja 3/2014. Helsinki: Ympäristöministeriö. ISBN 978-952-11-4270-3. 65 s.



- Kakabadse, N., Kouzmin, A. & Kakabadse, A. 2001. From Tacit Knowledge to Knowledge Management: Leveraging Invisible Assets. *Knowledge and Process Management* **8** 3 137–154.
- Kakko, R. 1991. The quantitative risk assessment (QRA) of major toxic hazards. Akateeminen väitöskirja. VTT Publications 84. Espoo: VTT Technical Research Centre of Finland. ISBN 951-38-4062-X.
- Kameoka, A., Yokoo, Y. & Kuwahara, T. 2004. A challenge of integrating technology foresight and assessment in industrial strategy development and policymaking. *Technological Forecasting and Social Change* **71** 6 579–598.
- Kaplan, S. & Garrick, B.J. 1981. On the quantitative definition of Risk. *Risk Analysis* **1** 11–27.
- Kaufman, G.G. 1996. Bank failures, systemic risk, and bank regulation. *Cato Journal* **16** 17.
- Kaukonen, E. 2006. Pelastuslaitoksen kehittyvä rooli maakunnallisena toimijana. Pelastusopiston julkaisu. B-sarja: Tutkimusraportit 4/2006. Kuopio: Pelastusopisto. ISBN 978-952-5515-24-4 (pdf). 59 s.
- Kivisaari, S., Saari, E. & Lehto, J. 2008. Systeemisen innovaation polku sosiaali- ja terveydenhuollossa Raision tilaaja-tuottajamallin levittämisen ensi askeleet. VTT Tiedotteita – Research Notes 2440. Espoo: VTT. Saatavilla: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2008/T2440.pdf>
- Klein, H.K. & Kleinmann, D.L. 2002. The Social Construction of Technology: structural Considerations. *Science, Technology and Human Values* **27** 1 28–52.
- Kline, S.J. 1995. Conceptual foundations for multidisciplinary thinking. Stanford: University Press.
- Klinke, A. & Renn, O. 2006. Systemic risks as challenge for policy making in risk governance. Tilaisuudessa: Forum Qualitative Social Research **7** 1 [viitattu 14.10.2012]. Saatavilla: <http://www.qualitative-research.net/qs/>.
- Kohonen, T. 2012. Tiedonsiirto ja -luonti metallialan osatoimittajien kansainvälistymisessä. Lähtökohtina sosiaalinen pääoma ja oppimiskulttuuri. Akateeminen väitöskirja. Doctoral dissertations 34/2012. Espoo: Aalto-yliopisto, Kauppakorkeakoulu.
- Kopomaa, T. 2005. Kriisioloihin varautunut kaupunki. *Yhdyskuntasuunnittelu* **43** 2 6–26.

- Kopra, M-J. 2012. Facilitating Experienced-based learning in Groups: A Method for Capturing Lessons Learned. Akateeminen väitöskirja. Julkaisu 1077. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto.
- Kovanen, K. 2005. Ryhmäprosessin merkitys oppimisessa. Kasvatustieteiden pro gradu -tutkielma. Tampere: Tampereen yliopisto.
- Krausman, E. & Baranzini, D. 2012. Natech risk reduction in the European Union. *Journal of Risk Research* **15** 8 1027–1047.
- Kuivalahti, M. 1999. Yksilön oppiminen ryhmässä: Tapaustutkimus systeemisuunnittelun ryhmätöistä. Akateeminen väitöskirja. Tampere: Tampereen yliopisto, kasvatustieteiden laitos. ISBN 951-44-4602-X.
- Kurtti, J. 2012. Hiljainen tieto ja työssä oppiminen. Edellytysten luominen hiljaisen tiedon hyödyntämiselle röntgenhoitajan työyhteisössä. Akateeminen väitöskirja. Tampere: Tampereen yliopisto.
- Kätevä, A. 2014. Aluehallintovirastojen valmiustoimikuntien kehittämistarpeet ja -mahdollisuudet. Opinnäytetyö. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu, Palopäällystön koulutusohjelma. 75 s.
- Lagadec, P. 1987. From Seveso to Mexico and Bhopal: Learning to Cope with Crises. Teoksessa: Kleindorfer P. & Kunreuther H. (toim.) *Insuring and Managing Hazardous Risks: from Seveso to Bhopal and Beyond*. S. 14–46. Laxenburg, Itävalta: Springer Verlag. 534 s. doi: 10.1007/978-3-642-83074-7.
- Laitinen, J. & Vainio, S. 2008. Pitkä sähkökatko ja yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen turvaaminen. Puolustusministeriön julkaisu. Helsinki: Puolustusministeriö. ISBN 978-951-25-2016-9.
- Laki 744/1989. Kemikaalilaki [Finlex-tietokanta] [viitattu 15.10.2012]. Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1989/19890744>.
- Laki 468/1994. Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä. [Finlex-tietokanta] [viitattu 18.4.2013]. Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1994/19940468>.
- Laki 365/1995. Kuntalaki. Finlex tietokanta [viitattu 16.3.2013]. Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1995/19950365>.
- Laki 132/1999. Maankäyttö- ja rakennuslaki. [Finlex-tietokanta] [viitattu 16.3.2013]. Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>.

- Laki 621/1999. Laki viranomaisten toiminnan julkisuudesta. [Finlex-tietokanta] [viitattu 16.3.2013]. <https://www.finlex.fi/fi/laki/smur/1999/19990621>
- Laki 731/1999. Suomen perustuslaki. [Finlex-tietokanta] [viitattu 15.10.2012]. Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990731>.
- Laki 527/2014. Ympäristönsuojelulaki. [Finlex-tietokanta] [viitattu 20.10.2014]. Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140527?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=ymp%C3%A4rist%C3%B6nsuojelulaki>.
- Laki 434/2003. Hallintolaki. [Finlex-tietokanta] [viitattu 7.9.2014]. Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2003/20030434>.
- Laki 525/2011. Turvallisuustutkintalaki. [Finlex-tietokanta] [viitattu 17.9.2014]. Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110525?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=Turvallisuustutkintalaki>.
- Laki 200/2005. Laki viranomaisten suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutusten arvioinnista. [Finlex-tietokanta] [viitattu 21.10.2012]. Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2005/20050200>.
- Laki 896/2009. Laki aluehallintovirastoista [Finlex-tietokanta] [viitattu 18.10.2012]. Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090896>.
- Laki 897/2009. Laki elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksista. [Finlex-tietokanta]. [viitattu 20.10.2012]. Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20090897>.
- Laki 1261/2010. Laki Turvallisuus- ja kemikaalivirastosta [Finlex-tietokanta] [viitattu 15.10.2012]. Saatavilla: <http://www.edilex.fi/tukes/fi/lainsaadanto/20101261>.
- Laki 379/2011. Pelastuslaki. [Finlex-tietokanta] [viitattu 20.10.2012]. Saatavilla: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110379#e-3>.
- Latour, B. 1999. Pandora's Hope: Essays on the Reality of Science Studies. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Latour, B. 2004. Politics of nature: How to bring the sciences into democracy. Cambridge, MA: Harvard University Press.

- Leathard, A. 2003. Introduction. Teoksessa: Leathard, A. (toim.) *Interprofessional Collaboration. From Policy to Practice in Health and Social Care*. Hove and New York: Brunner & Routledge.
- Lee, S.M., Olson, D.L. & Trimi, S. 2010. The impact of convergence on organizational innovation. *Organizational Dynamics* **39** 3 218–225.
- Lehtinen, E., Hakkarainen, K., Lipponen, L., Rahikainen, M., Muukkonen, H., Lakkala, M. & Laine, P. 2000. Katsaus tietokoneavusteisen yhteisöllisen oppimisen mahdollisuuksiin. Helsingin kaupungin opetusviraston julkaisusarja A13. [viitattu 17.12.2012] Saatavilla: <http://www.helsinki.fi/science/networkedlearning/texts/lehtinenetal2000.pdf>.
- Leitch, M. 2010. ISO 31000:2009 The New International Standard on Risk Management. *Risk Analysis* **30** 6 887–892. doi: 10.1111/j-1539-6924.2010.01397.x.
- Leonard, D. & Sensiper, S. 1998. The role of tacit knowledge in group innovation. *California Management Review* **40** 3 112–132.
- Leppälä, K. 1998. Miten tekniikkaa oikein tieteellisesti tutkitaan? *Tiedepolitiikka* **2** 25–30.
- Leveson, N. 2004. A New Accident Model for Engineering Safer Systems. *Safety Science* **42** 4 237–270.
- Lewis, H, Budnitz, R., Rowe, W., Kouts, H., von Hippel, F., Loewenstein, W. & Zachariassen, F. 1978. Risk assessment review group report to the U.S. nuclear regulatory commission. *IEEE Transactions on Nuclear Science*. NS-26 5. Report NUREG/CR-0400 [viitattu 4.4.2013.] Saatavilla: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&number=4330198>.
- Li, C., Sun, Y. & Chen, X. 2007. Analysis of the blackout in Europe on November 4, 2006. *Power Engineering Conference. IPEC 2007*. 3–6. Dec 2007. Singapore. S. 939–944. ISBN 978-981-05-9423-7.
- Lindøe, P. & Stene, S. 2011. Chemical hazards and safety barriers – a case study of the Norwegian offshore oil and gas industry. *Safety Science Monitor* **15** 1 Article 3 1–11.
- Lin, C.-P. 2006. To Share or Not to Share: Modeling Tacit Knowledge Sharing, Its Mediators and Antecedents. *Journal of Business Ethics* 2007 **70** 411–428. doi: 10.1007/s10551-006-9119-0.

- Lonka, K. & Hakkarainen, K. 2000. Oppiminen vuonna 2020. *Psykologia* **35** 2 135–142.
- Lough, K.G., Stone, R. & Turner, I.Y. 2005. Function based risk assessment; mapping function to likelihood. Teoksessa: *Proceedings of International Design Engineering technical conferences and computers and information in engineering conference*. Long Beach. CA.
- Luhmann, N. 1990. Technology, environment and social risk: a systems perspective. *Organization Environment* **4** 3 223–231. doi: 10.1177/108602669000400305.
- Lukka, K. 2000. The Key Issues of Applying the Constructive Approach to Field Research. Teoksessa: Reponen T. (toim.) *Management Expertice for the New Millenium. Publications Series A-1:200 of the Turku School of Economics and Business Administration*. Turku. S. 113–128.
- Maakuntakaavoitus 2012. Ympäristöhallinnon www-sivut. [viitattu 24.10.2010] Saatavilla: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=1114&lan=fi>.
- McComas, K.A. 2006. Defining moments in risk communication research: 1996–2005. *Journal of Health Communication* **11** 1 75–91.
- Meri, V. 1991. Sanojen synty. Suomen kielen etymologinen sanakirja. Helsinki: Gummerus. ISBN 951-20-3777-7.
- Meristö, T. 1991. Skenaariotyöskentely yrityksen johtamisessa. *Acta Futura Fennica* 3. Tulevaisuuden tutkimuksen seura. Helsinki: VAPK-Kustannus.
- Metsämuuronen, J. 2006. Laadullisen tutkimuksen käsikirja. International Methelp Ky. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. 701 s.
- Misa, T. 1992. Controversy and closure in technological change: Constructing steel. Teoksessa: Bijker, W. & Law, J. (toim.) *Shaping technology – building society: Studies in sociotechnical change*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Mohaghegh, Z. & Mosleh, A. 2009. Incorporating organizational factors into probabilistic risk assessment of complex socio-technical systems: Principles and theoretical foundations. *Safety Science* **47** 8 1139–1158.
- Moilanen, R., Tasala, M. & Virtainlahti, S. 2005. Hiljainen tieto näkyväksi. Helsinki: Edita.

- Molarius, R., Keränen, J., Schabel, J. & Wessberg, N. 2010. Creating a climate change risk assessment procedure – Hydropower plant case, Finland. *Hydrology Research* **41** 3-4 282–294. doi: 10.2166/nh.2010.123.
- Molarius, R., Könönen, V., Leviäkangas, P., Zulkarnain, Rönty, J., Hietajärvi, A.-M. & Oiva, K. 2014. The extreme weather risk indicators (EWRI) for the European transport system. *Natural Hazards* **72** 1 189–210. doi: 10.1007/s11069-013-0650-x.
- Mort, M. 2001. *Building the Trident Network: A Study of the Enrollment of People, Knowledge, and Machines*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Müllert, N. & Jungk, R. 1987. *Future Workshops: How to create desirable futures*. London, United Kingdom: Institute for Social Inventions.
- Mynatt, C.R., Doherty, M.E. & Tweney, R.D. 1977. Confirmation bias in a simulated research environment: An experimental study of scientific inference. *The quarterly journal of experimental psychology* **29** 1 85–95.
- Määttä, M. 2006. Poikkialinnolliset ryhmät ja perheiden ongelmiin puuttuminen. *Yhteiskuntapolitiikka* **17** 6. Stakes.
- Nelson, R.R. & Winter, S.G. 1982. The Schumpeterian tradeoff revisited. *The American Economic Review*. S. 114–132.
- Nerg, P. 2014. Resurssipaineet ja uudenlaiset haasteet – miten voimme taata kansalaisten turvallisuuden? Avauksia – teemana turvallisuus. Nergin puheenvuoro 31.1.2014. [viitattu 1.5.2014]. Saatavilla: <http://www.poliisi.fi/poliisi/avauksia.nsf/wvall/21E7A4985D67AF14C2257C71002E2F53>.
- Nickerson, R. 1998. Confirmation bias: A ubiquitous phenomenon in many guises. *General Psychology* **2** 2 175–220.
- Nieminen, M., Valovirta, P. & Pelkonen, A. 2011a. Systeeminen innovaatio: katsaus käsitteen keskeisiin sisältöihin. Teoksessa: Valovirta, V., Nieminen, M., Pelkonen, A., Turkama, P., Heikura, T., Lindman, J, Inkinen, S. & Kaivo-oja, J. (toim.) *Systeemisen muutoksen haasteet ja innovaatiotoiminnan mahdollisuudet – Tapaustutkimuksia ja politiikanäkökulmia*. Tekesin katsaus 286/2011. Helsinki: Tekes.

- Nieminen, M., Valovirta, V. & Pelkonen, A. 2011b. Systemiset innovaatiot ja sosiotekninen muutos. Kirjallisuuskatsaus. VTT Tiedotteita 2593. Espoo: VTT. Saatavilla: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2011/T2593.pdf>
- Niiniluoto, I. 1993. The Aim and Structure of Applied Research. *Erkenntnis* **38** 1–21.
- Niiniluoto, I. 1996. Informaatio, tieto ja yhteiskunta: Filosofinen käsiteanalyysi. (ensipainos 1989). 5. täydennetty painos. Helsinki: Edita.
- Niiniluoto, I. 2001. Järki, arvot ja välineet. Kulttuurifilosofisia esseitä, 2001 (ensi painos 1994). Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy. ISBN 951-1-13060-9.
- Niiniluoto, I. 2009 Futures Studies: Science or Art? *Futura* **1** 59–64.
- Nikkanen, P. & Kantola, J. 2007. Hiljaisen tiedon tekeminen näkyväksi. Teoksessa: Saari, S. & Varis, T. (toim.) Ammatillinen kasvu. Professional Growth. Professori Pekka Ruohotien juhlakirja. Helsinki: OKKA-Säätiö. S. 78–91.
- Nonaka, I. 1994. A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation. *Organization Science* **5** 1 14–37.
- Nonaka, I. 2009. Tacit Knowledge and Knowledge Conversion: Controversy and Advancement in Organizational Knowledge Creation Theory. *Organization Science* **20** 3 635–652.
- Nonaka, I. & Konno, N. 1998. The Concept of "Ba": Building a Foundation for Knowledge Creation. *California Management Review* **3** 40–54.
- Nonaka, I., Toyama R. & Konno, R. 2000. SECI, Ba and Leadership: a United Model of Dynamic Knowledge Creation. *Long Range Planning* **33** 5–34.
- Nordmann, A. 2004. Converging technologies – shaping the future of European societies. Interim report of the Scenarios Group, High Level Expert group, 3.
- Nousiainen, H. 2007. Stuuva-tietokanta satamien työturvallisuustyön työkaluna. Tutkimuksia ja raportteja. B-sarja no. 39. Kotka: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu, Merenkulku ja logistiikka.
- Nurminen, R. 2000. Intuitio ja hiljainen tieto hoitotyössä. Akateeminen väitöskirja. Kuopion yliopiston julkaisuja E. Yhteiskuntatieteet.
- Nurmela, J. 2013. Tulevaisuusverstas ja uusia "verstashenkisiä" tulevaisuuden muovaamisen menetelmiä. Teoksessa: Kuusi, O., Bergman, T. & Salmi-

nen, H. (toim.) Miten tutkimme tulevaisuuksia? Helsinki: Tulevaisuuden tutkimuksen seura.

OECD 2003. Emerging Risks in the 21st Century. An agenda for action. Organisation for economic co-operation and development. 290 s. [viitattu 17.11.2013]. Saatavilla: <http://www.oecd.org/futures/globalprospects/37944611.pdf>.

Onnettomuustutkimuskeskus 2006. S1/2006Y Kevättalven 2006 rakennusonnettomuudet. [viitattu 15.4.2012]. Saatavilla: <http://www.turvallisuustutkinta.fi/fi/>.

Onnettomuustutkimuskeskus 2008a. B2/2007Y Puhdistetun jäteveden joutuminen talousvesiverkostoon Nokialla 28.–30.11.2007. [viitattu 15.4.2012]. Saatavilla: <http://www.turvallisuustutkinta.fi/fi/>.

Onnettomuustutkimuskeskus 2008b. D5/2008Y Suppilovaunun rakenteiden sortuminen ja vaunun kaatuminen Mäntyluodossa 11.12.2008. [viitattu 15.4.2012]. Saatavilla: <http://www.turvallisuustutkinta.fi/fi/>.

Onnettomuustutkimuskeskus 2009. C4/2009R Matkustajajunan ohjautuminen väärälle raiteelle Koriolla 1.10.2009. [viitattu 15.4.2012]. Saatavilla: <http://www.turvallisuustutkinta.fi/fi/>.

Onnettomuustutkimuskeskus 2011. D1/2011Y. Kooste talven 2010–2011 rakennusvaurioista. [viitattu 15.3.2013]. Saatavilla [http://www.turvallisuustutkinta.fi/material/attachments/otkes/tutkintaselostukset/fi/muutonnettomuudet/2011/d12011y\\_tutkintaselostus/d12011y\\_tutkintaselostus.pdf](http://www.turvallisuustutkinta.fi/material/attachments/otkes/tutkintaselostukset/fi/muutonnettomuudet/2011/d12011y_tutkintaselostus/d12011y_tutkintaselostus.pdf).

Onnettomuustutkimuskeskus 2014. Y2012-3. Ympäristöonnettomuus Talvivaaran kaivoksella marraskuussa 2012. [viitattu 25.9.2014]. Saatavilla: <http://www.turvallisuustutkinta.fi/fi/>.

Parker, D. & Handmer, J. 1992. Improving hazard management and emergency planning. Teoksessa: Parker, D. & Handmer, J. (toim.) Hazard management and emergency planning. Perspectives on Britain. Worcester: Billings LTD. S. 261–274.

Pelastustoimi 2014. Pelastuslaitosten kumppanuusverkosto. [viitattu 15.09.2014] saatavilla: <http://www.pelastuslaitokset.fi/index.php?p=Verkosto>



- Pennington, D.C. & Ahokas, M. 2005. Pienryhmän sosiaalipsykologia. Helsinki: Gaudeamus. ISBN 9516629547, 9789516629547. 207 s.
- Peterson, G., Cunningham, S., Deutsch, L., Erickson, J., Quinlan, A., Raez-Luna, E., Tinch, R., Troell, M., Woodbury, P. & Zens, S. 2000. The risks and benefits of genetically modified crops: a multidisciplinary perspective. *Conservation Ecology* **4** 1 13.
- Phillely, J. 1991. Acceptable Risk. *Professional Safety* **36** 32–36.
- Pinch, T. & Bijker, W. 1984. The Social Construction of Facts and Artefacts: Or how the Sociology of Science and the sociology of technology Might Benefit each other. *Social Studies of Science* **14** 399–441.
- Pohjola, P. 2009. Konstituutio teknologian kuvauksena. *Tekniikan Waiheita* **1** 5–14.
- Poikela, E. 2005. Työ ja kokemus oppimisen lähtökohtana ja tavoitteena. Teoksessa: Poikela, E. (toim.) Osaaminen ja kokemus – Työ, oppiminen ja kasvatus. Tampere: Tampereen yliopistopaino. S. 9–18.
- Polanyi, M. 1962. *Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy*. University of Chicago Press, Chicago. [Viitannut Virtanen 2014].
- Polanyi, M. 1966. *The Tacit Dimension*. Garden City: Doubleday & Company. [Viitanneet Nonaka 1994 ja Virtanen 2014].
- Pollard, S., Brookes, A., Earl, N., Lowe, J., Kearney, T. & Nathanail, C. 2004. Integrating decision tools for the sustainable management of land contamination. *Science of the Total Environment* **325** 1 15–28.
- Pourbeik, P., Kundur, P.S. & Taylor, C.W. 2006. The Anatomy of a Power Grid Blackout. *IEEE power & energy magazine* **4** 5 2–29. doi: 10.1109/MPAE.2006.1687814
- Power, M. 2004. *The Risk Management of Everything*. London: Demos. ISBN 1 84180 127 5.
- Puustinen, S. 2001. Suunnittelijaprofessio refleksiivisyyden puristuksessa. *Yhteiskuntasuunnittelu* **39** 1 26–45.
- Pärnä, K. 2012. Kehittävä moniammatillinen yhteistyö prosessina. Lapsiperheiden varhaisen tukemisen mahdollisuudet. Akateeminen väitöskirja. Yhteiskuntatieteen laitos, Sarja – Ser. C osa – Toim. 341. Turku: Turun yliopisto.

- Ragin, C.C. & Becker, S.H. (toim.) 1992. What is a Case? Foundations of Social Inquiry. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Rajan, A. 1998. Awakening the Knack for Knowledge Creation and Exchange. European Forum for Management (EFMD Forum) 44–50.
- Rasmussen, J. 1997. Risk Management in a dynamic society: a modelling problem. Safety Sciences **27** 2/3 183–213.
- Raven, R., Schot, J. & Berkhout, F. 2012. Space and scale in socio-technical transitions. Environmental Innovation and Societal Transitions **4** 63–78.
- Reason, J. 1997. Managing the Risks of Organizational Accidents. Aldershot, England: Ashgate.
- Reiman, T. & Oedevald, P. 2008. Turvallisuuskriittiset organisaatiot. Onnettomuudet, kulttuuri ja johtaminen. Helsinki: Edita. 475 s.
- Reiman, T. & Rollenhagen, C. 2011. Human and organizational biases affecting the management of safety. Reliability Engineering & System Safety **96** 10 1263–1274.
- Renn, O. 1991. Risk communication and the social amplification of risk. Teoksessa: Kasperson, R.E. & Stallen, P.J.M. (toim.) Communicating Risks to the Public: International Perspectives. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. S. 287–327.
- Renn, O. 1998. Three decades of risk research: accomplishments and new challenges. Risk Research **1** 1 49–71. doi: 10.1080/136698798377321.
- Renn, O. 2006. Risk Governance. Towards an integrative approach. White paper no. 1. Geneva, Switzerland: Integrated Risk Governance Council. 156 s.
- Renn, O. & Klinke, A. 2013. Space Matter! Impacts of risk governance. Teoksessa: Müller-Mahn D. (toim.) The Spatial Dimension of Risk. S. 1–21. London: Routledge. 243 s.
- Reunanen, M. 1993. Systematic Safety Consideration in Product Design. Akateeminen väitöskirja. VTT Publications 145. Espoo: VTT Technical Research Centre of Finland. ISBN 951-38-4383-1.
- de Ridder, W., Turnpenny, J., Nilsson, M. & von Raggamby, A. 2007. A framework for tool selection and use in integrated assessment for sustainable de-

- velopment. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management* **9** 4 423–441.
- Rip, A. & Kemp, R. 1998. Technological change. In: Rayner, S. & Malone, E.L. (Eds.) *Human Choice and Climate Change*, vol. 2. Columbus, OH: Battelle Press. S. 327–399.
- Roco, M. C. 2008. Possibilities for global governance of converging technologies. *Journal of Nanoparticle Research* **10** 1 11–29.
- Roschelle, J. 1992 Learning by collaborating: Convergent conceptual change. *Journal of Learning Sciences* **2** 3 235–276.
- Rossi, E. 1991. An Index Method for Environmental Risk Assessment in Wood Processing Industry. *Biological Research Reports* 23. Jyväskylä: University of Jyväskylä.
- Rotmans, J. & van Asselt, M. 2001. Uncertainty management in integrated assessment modeling: towards pluralistic approach. *Environmental Monitoring and Assessment* **69** 2 101–130.
- Rouhiainen, V. 1988. Turvallisuus- ja riskianalyysin laadun arviointi. VTT Tutkimuksia 517. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus. 86 s. ISBN 951-38-3066-7.
- Rowe, W.D. 1997. *An anatomy of Risk*. New York: John Wiley & Sons. ISBN 0-471-01994-1.
- Ruohotie, P. 1997. Tiedon luominen organisaatiossa. Teoksessa: Ruohotie, P. & Honka, J. (toim.) *Osaamisen kehittäminen organisaatiossa*. RT Consulting team. S. 11–42.
- Saarivuori, E., Molarius, R., Wessman-Jääskeläinen, H. & Poussa, L. 2015. Connecting water footprint and water risk assessment: case packaging board. *Water Practice & Technology* **10** 1 229–241.
- Sanchez, R. 2004. “Tacit Knowledge” versus “Explicit Knowledge” Approaches to Knowledge Management Practice. No. 2004-01. Copenhagen: Department of Industrial Economics and Strategy, Copenhagen Business School.
- Sandretto, S., Kane, R. & Heath, C. 2002. Making the Tacit Explicit: A Teaching Intervention Programme for Early Career Academics. *International Journal for Academic Development* **7** 2 135–145.

- Salokorpi, M. & Rytönen, J. 2010. Turvallisuus ja turvallisuusjohtamisjärjestelmät satamissa. Kymenlaakson ammattikorkeakoulun julkaisuja. Sarja B. Nro 64. s. 109. Jyväskylä: Kopijyvä Oy.
- Salvi, O., Merad, M. & Rodrigues, N. 2005. Toward an integrative approach of the industrial risk management process in France. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* **18** 4 414–422.
- SFS 3750 1986. Luotettavuussanasto. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. 56 s.
- SFS-IEC 60300-3-9 2000. Teknisten järjestelmien riskianalyysi. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- SFS-ISO 31000 2011. Riskienhallinta, periaatteet ja ohjeet. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- Shi, P., Xu, W., Ye, T., He, C., Wang, J. & Li, N. 2011. Developing Disaster Risk Science – Discussion on the Disaster Reduction Implementation Science. *Journal of Natural Disaster Science* **32** 2 79–88.
- Shove, E. & Walker, G. 2007. Caution! Transitions ahead: politics, practice, and sustainable transition management. *Environment and Planning A* **39** 4 763–770.
- Shove, E. & Walker, G. 2010. Governing transitions in the sustainability of everyday life. *Research Policy* **39** 4 471–476.
- Shu-Chen, Y. & Cheng-Kiang, F. 2009. Social capital, behavioural control, and tacit knowledge sharing – A multi-informant design. *International Journal of Information Management* **29** 3 210–218.
- Sisäministeriö 2012. Pelastustoimen toimintavalmiuden suunnitteluohje SM016:00/2010/16.4.2012. [viitattu 10.6.2014] Saatavilla: <http://www.intermin.fi/julkaisu/212012?docID=33309>.
- Skjong, R. 2005. Etymology of Risk: Classical Greek origin – Nautical Expression – Metaphor for “difficulty to avoid in the sea”. [viitattu 23.11.2014] Saatavilla: <http://research.dnv.com/skj/Papers/ETYMOLOGY-OF-RISK.pdf>.
- Smith, A. & Stirling, A. 2008. Transitions. Social-ecological resilience and socio-technical transitions: critical issues for sustainability governance. Working Paper 8. Brighton: STEPS Centre. 25 s. ISBN 9781858645425. [viitattu 20.3.2013] Saatavilla:

<http://mobile.opendocs.ids.ac.uk/opendocs/bitstream/handle/123456789/2438/Social-ecological%20resilience.....pdf?sequence=1>.

- Smith, A. & Stirling, A. 2010. The politics of social-ecological resilience and sustainable socio-technical transitions. *Ecology and Society* **15** 1 11.
- Smith, A., Stirling, A. & Berkhout, F. 2005. The governance of sustainable socio-technical transitions. *Research Policy* **34** 10 1491–1510.
- Späth, P. & Rohracher, H. 2010. 'Energy regions': The transformative power of regional discourses on socio-technical futures. *Research Policy* **39** 4 449–458.
- Späth, P. & Rohracher, H. 2012. Local demonstrations for global transitions – Dynamics across governance levels fostering socio-technical regime change towards sustainability. *European Planning Studies* **20** 3 461–479.
- Storulykkeforskriften 2005. Storulykkeforskriften 17. juni 2005. [viitattu 9.6.2013]  
Saataavilla: <http://www.lovddata.no/ltavd1/filer/sf-20050617-0672.html>.
- Suokas, J. 1985. On the Reliability and Validity of Safety Analysis. Akateeminen väitöskirja. VTT Publications 25. Espoo: VTT Technical Research Centre of Finland.
- Suominen, J. 1999. Näkökulmia tietotekniikan historiaan. *Tekniikan Waiheita* **17** 1999 3.
- Taitto, P. 2007. Tavoitteena hyvät käytännöt. Julkaisussa: Viranomaisyhteistyö – hyvät käytännöt. Pelastusopiston julkaisu D-sarja 1/2007. Kuopio: Pelastusopisto.
- Taleb, N.N. 2007. Musta Joutsen – Erittäin epätodennäköisen vaikutus. Pietiläinen K. (suom.). Terra Cognita -sarja. Helsinki: Terra Cognita. ISBN 978-952-5697-04-9. 424 s.
- Taleb, N.N. 2008. Satunnaisuuden hämäämä. Pietiläinen K. (suom.). Terra Cognita -sarja. Helsinki: Terra Cognita. ISBN 9525697207. 315 s.
- Taleb, N.N., Goldstein, D.G. & Spitznagel, M.W. 2012. The Six Mistakes Executives Make in Risk Management. *Managing Uncertainty*. Harvard Business Review On Point. Summer 2012. S. 82–86.

- Taylor, B. 2012. Developing an Integrated Assessment Tool for the Health and Social Care of Older People. *British Journal of Social Work* **42** 7 1293–1314.
- Technology Futures Analysis Methods Working Group 2004. Technology futures analysis: Toward integration of the field and new methods. *Technological Forecasting and Social Change* **71** 3 287–303.
- TEM 2013. Turvallisuustekniikan neuvottelukunta. [viitattu 15.2.2013] Saatavilla: [http://www.tem.fi/turvallisuustekniikan\\_neuvottelukunta](http://www.tem.fi/turvallisuustekniikan_neuvottelukunta)
- Tillander, K. & Kokki, E. 2006. Pelastustoimen alueiden ja tutkimuksen näkökulmia PRONTO:n kehittämiseen. Pelastusopiston julkaisu, B-sarja: tutkimusraportit 3/2006. Kuopio: Pelastusopisto. ISBN 952-5515-19-2.
- Toola, A. 1992. Safety analysis in conceptual design of process control. Akateeminen väitöskirja. VTT Publications 117. Espoo: VTT. ISBN 951-38-4235-5.
- TrVM 2013. Rakennusten kosteus- ja homeongelmat. Tarkastusvaliokunnan mietintö. 1/2013 vp. [viitattu 14.8.2013] Saatavilla: [http://web.eduskunta.fi/dman/Document.php/~public/Katsaukset/Tarkastusvaliokunta\\_mietinto?folderId=~public%2FKatsaukset&cmd=download](http://web.eduskunta.fi/dman/Document.php/~public/Katsaukset/Tarkastusvaliokunta_mietinto?folderId=~public%2FKatsaukset&cmd=download).
- Tukes 2012a. Kuolemaan johtaneet sähkötapaturmat 1980–2012. [viitattu 06.12.2013]. Saatavilla: <http://www.tukes.fi/fi/Rekisterit/sahko-ja-hissitrekisterit/sahkotapaturmat/#2007>.
- Tukes 2012b. Kemikaalilaitosten hyvät käytännöt. [viitattu 15.5.2013]. Saatavilla: [http://www.tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset\\_aineet/esitteet\\_ja\\_oppaat/kemikaalilaitosten\\_hyvät\\_kaytannot\\_2012.pdf](http://www.tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset_aineet/esitteet_ja_oppaat/kemikaalilaitosten_hyvät_kaytannot_2012.pdf).
- Tukes 2013a. Turvallisuus- ja kemikaaliviraston Internet-sivusto. [viitattu 15.04.2013] Saatavilla: <http://www.tukes.fi/>.
- Tukes 2013b. Turvallisuus- ja kemikaaliviraston Internet-sivusto, VARO-rekisteri. [viitattu 15.05.2013] Saatavilla: <http://tukes.fi/fi/Rekisterit/asia-tietoonnettomuustietoja/Lisatietoa-VARO-rekisterista/>.
- Tuomainen J., Retkin, R., Knuutila, J., Pennanen, J., Mäenpää, M. & Särkkä, E. 2013. Ympäristövahingot Suomessa vuosina 2006–2012. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 35. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.
- Turner, B.A. & Pigeon, N. 1997. *Man-Made Disasters*. Toinen painos. Oxford.

- Turunen, T. & Wähä, S. 2012. VAT vaikuttavammaksi. Suomen ympäristö 13/2012. Rakennettu ympäristö. 38 s. URN:ISBN:978-952-11-4003-7. ISBN 978-952-11-4003-7. [viitattu 27.5.2013] Saatavilla: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=136822&lan=fi>
- Tynjälä, P. 1991. Kvalitatiivisten tutkimusmenetelmien luotettavuudesta. Kasvatus **22** 5-6 387–398.
- Vahtio, E-L. 2004. Hiljainen tieto mukana rekrytinnissakin. Työvoimapolitiittinen aikakauskirja **1** 46–50.
- VAHTI 2013. VAHTI Valvonta- ja kuormitustietolomakkeet. [viitattu 5.6.2013] Saatavilla: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=61455>.
- Valtonen, V. 2007. Käsityksiä viranomaisyhteistyöstä. Julkaisussa Viranomaisyhteistyö – hyvät käytännöt. Pelastusopiston julkaisu D-sarja. 1/2007.
- VARO 2010. Turvallisuus- ja kemikaaliviraston VARO-rekisteri. [viitattu 20.11.2014] Saatavilla: <http://varo.tukes.fi/ExtranetHome/Incident/5578>.
- VARO 2012a. Turvallisuus- ja kemikaaliviraston VARO-rekisteri. [viitattu 20.11.2014] Saatavilla: <http://varo.tukes.fi/ExtranetHome/Incident/6123>.
- VARO 2012b. Turvallisuus- ja kemikaaliviraston VARO-rekisteri. [viitattu 20.11.2014] Saatavilla: <http://varo.tukes.fi/ExtranetHome/Incident/6182>.
- Veldman, J., Klingenberg, W. & Wortmann, H. 2011. *Managing condition-based maintenance technology: A multiple case study in the process industry*. Journal of Quality in Maintenance Engineering **17** 1 40–62.
- Villagrán de León, J.C. 2006. *Vulnerability – a conceptual and methodological review*. Studies Of the University: Research, Counsel. Education. Publication Series of UNU-EHS: 4 Germany. [viitattu 13.12.2011] Saatavilla: <http://www.ehs.unu.edu/file/get/3904>.
- Virtanen, I. 2014. How Tacit Is Tacit Knowledge? Polanyi's theory of knowledge and its application in the knowledge management theories. Akateeminen väitöskirja. Tampere: Tampereen yliopisto. [viitattu 16.10.2014] Saatavilla: <http://ceur-ws.org/Vol-597/paper-3-1.pdf>.
- Von Krogh, G., Ichijo, K. & Nonaka, I. 2000. *Enabling Knowledge Creation. How to Unlock the Mystery of Tacit Knowledge and Release the Power of Innovation*. Oxford University Press. ISBN 0195126165.

- Von Schomberg, R. 2012. Prospects for technology assessment in a framework of responsible research and innovation. Teoksessa: Technikfolgen abschätzen lehren. S. 39–61. VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- VTV 2010. *Tuottavuusohjelman valmistelu ja johtaminen*. Tulokellisuustarkastuskertomus 207/2010. [viitattu 15.4.2013] Saatavilla: <http://www.vtv.fi>
- Vygotsky, L.S. 1978. *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Välisalo, T., Jouttijärvi, T., Kallio, A., Kauppi, S., Kauppila, P., Komulainen, H., Laasonen, J., Laine-Ylijoki, J., Leppänen, M., Reinikainen, J. & Wahlström, M. 2014. *Kaivosten stressitestit 2014*. Ympäristöministeriön raportteja 2/2014. Helsinki: Ympäristöministeriö. 113 s. ISBN 978-952-11-4269-7.
- Walker, G., Deeming, H., Margottini, C. & Menoni, S. 2011. Introduction to Sustainable Risk Mitigation for a More Resilient Europe. Teoksessa: Menoni, S. & Margottini, C. (toim.) *Inside Risk: A Strategy for Sustainable Risk Mitigation*. 369 s. Springer-Verlag, Italy.
- Wessberg, N. 2007. Teollisuuden häiriöpäästöjen hallinnan kehittämishaasteet. Akateeminen väitöskirja. Tampereen yliopisto. VTT Publications 650. Espoo: VTT. 195 s.
- Wessberg, N., Kohl, J. & Dufva, M. 2014. Uusiutuvan energian ja energiatehokkuuden soveltamisen ajurit ja esteet asuinalueilla – systeeminen näkökulma. Policy Brief: Systeeminen muutos ja innovaatiot. 10. Helsinki: Tekes. [viitattu 10.10.2014] Saatavilla: [http://www.tekes.fi/Global/Ohjelmat%20ja%20palvelut/Kampanjat/Innovaatiotutkimus/PolicyBrief\\_10\\_2014.pdf](http://www.tekes.fi/Global/Ohjelmat%20ja%20palvelut/Kampanjat/Innovaatiotutkimus/PolicyBrief_10_2014.pdf)
- Westrum, R. 2014. The study of information flow: a personal journey. *Safety Science* **67** 58–63.
- Williams, R. 2006. Compressed foresight and narrative bias: pitfalls in assessing high technology futures. *Science as Culture* **15** 4 327–348.
- Wolbring, G. 2008. Why NBIC? Why human performance enhancement? *Innovation: The European journal of social science research* **21** 1 25–40.
- YM 2001. Dnro 3/501/2001 Ympäristöministeriön kirje ”Kemikaaleja käsittelevät ja varastoivat tuotantolaitokset – onnettomuusvaaran huomioon ottaminen



kaavoituksessa ja rakentamisessa. 26.9.2001. [viitattu 26.10.2014] Saatavilla: [http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Onnettomuusvaaran\\_huomioon\\_ottaminen\\_kaavoituksessa\\_ja\\_rakentamisessa](http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto_ja_rakentaminen/lainsaadanto_ja_ohjeet/Onnettomuusvaaran_huomioon_ottaminen_kaavoituksessa_ja_rakentamisessa).

Ympäristöministeriö 2007. Erityismenettely rakentamisen riskinhallintaan. Faktaa rakentamisesta. [viitattu 17.5.2012] Saatavilla: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=68998&lan=fi>.

Ympäristöministeriö 2013. Ympäristöministeriö. [viitattu 14.4.2013] Saatavilla: <http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto>.

Ympäristöministeriö 2014. Tarastin ryhmä sujuvoittamaan ympäristöhallinnon lupaprosesseja. [viitattu 15.2.2015] Saatavilla: [http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Tarastin\\_ryhma\\_sujuvoittamaan\\_ymparistoh\(31837\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Tarastin_ryhma_sujuvoittamaan_ymparistoh(31837)).

# Liite A: Riskien tunnistamiseen soveltuvia menetelmiä

Seuraavassa on esitelty eräitä riskien tutkimuksen ja tulevaisuudentutkimuksen menetelmiä, jotka soveltuvat tulevaisuuden riskien tunnistamiseen.

## *Aivoriihi (Brainstorming)*

Aivoriihi kehitettiin 1950-luvulla, ja se on yleisimmin käytetty menetelmä usean asiantuntijan osaamisen yhdistämiseen riskien tunnistamiseksi. Aivoriihessä riskejä tunnistetaan keskustelemalla, jolloin keskustelu itsessään tuo esiin uusia ajatuksia ja luo uusia näkökohtia ja oivalluksia (Osborn 1953; Lin 2011). Osbornin 1950-luvulla tekemä tutkimus osoitti, että aivoriiheen osallistujat tuottivat 44 % enemmän arvokkaita ideoita kuin yksin työskentelevät henkilöt (Osborn 1953). Myöhemmissä tutkimuksissa on todettu, että pelkkä menetelmä ei takaa hyvää lopputulosta, ja joissain tilanteissa yksintyöskentely antaa yhtä hyviä ja jopa parempia tuloksia (Bouchard ym. 1974; Paulus ym. 1993)

Omnistukseen aivoriihi vaatii avoimen ja luottamuksellisen ilmapiirin. Istunnoissa voidaan käyttää apumenetelminä erilaisia tarkistuslistatyyppejä työvälineitä ja erilaisia ryhmätyömuotoja.

## *Hiljainen aivoriihi/ Nimellisryhmäteknikka (Nominal group technique, NGT)*

Hiljainen aivoriihimenetelmä kehitettiin vuonna 1968. Menetelmä on ryhmätyömenetelmä, jossa ryhmän jäsenet kirjaavat aluksi itsenäisesti ylös tunnistamiaan havaintoja ja riskejä 5–10 minuutin ajan. Tämän jälkeen ideat puretaan yhteiselle taululle yksi kerrallaan. Keskustelua ei sallita ennen kuin kaikki ideat on esitetty, minkä jälkeen kaikista ideoista keskustellaan yksityiskohtaisesti. Lopulta jokainen luokittelee itsekseen riskit antaen niille lukuarvon, jonka jälkeen riskien lukuarvot lasketaan yhteen. (Delbecq ym. 1975; Deip ym. 1977; Lin 2011)

## *Potentiaalisten ongelmien analyysi (Potential problem analysis, POA)*

Potentiaalisten ongelmien analyysi käyttää hyväkseen sekä keskustelevaa että hiljasta aivoriihtä. Menetelmä jakautuu kolmeen erilliseen työpajaan, joista ensimmäisessä tunnistetaan ongelmat, toisessa arvioidaan ne ja kolmannessa etsitään hallintakeinoja. Ongelmien tunnistusvaiheessa pidetään ensin hiljainen aivoriihi, jonka avulla tuotetaan ideoita. Tämän jälkeen jatketaan toisella hiljaisella aivoriihellä, jossa kiinnitetään huomio merkityksellisimpiin tekijöihin ja käytetään avainsanalistaa apuna. Kolmannessa vaiheessa ideoita käsitellään normaalissa keskusteleavassa aivoriihessä. (Reunanen ja Rouhiainen 1987; Rouhiainen 1993)

## *Tarkistuslistat (Checking lists)*

Tarkistuslistat ovat kokemuksen mukanaan tuomia kokoelmia joko aiemmin tunnistetuista riskien syistä tai riskikohteista tai molemmista. Ne toimivat muistilistoina, joiden avulla työpajoissa voidaan tarkistaa, että ainakin yleisimmät ja useim-

min esiin nousseet riskitekijät on käyty järjestelmällisesti läpi kohdetta tarkasteltaessa.

#### *Case Based Reasoning (CBR)*

Case-based reasoning (CBR) kehittyi 1980-luvun alkupuolella tutkittaessa, miten ihmiset muistavat asioita, palauttavat niitä mieleen ja käyttävät tietoa uusien ongelmien ratkaisuun analogiaa hyväkseen käyttäen. Menetelmä etenee neljässä ns. re-vaiheessa: 1) Muistele vastaavia ongelmatilanteita (Retrieve) 2) Käytä samantyyppistä ratkaisua kuin aiemmin (Reuse) 3) Tarkasta ja muokkaa ratkaisu sopivammaksi ongelmaan (Revise) ja 4) Paina uusi ratkaisu mieleesi – säilytä se (Retain). Menetelmää voidaan hyödyntää työpajamenetelmänä. (Watson 1999)

#### *Hierarchical Holographic Modeling (HHM)*

HHM-menetelmä perustuu organisaatioiden ja teknisten järjestelmien hierarkisuuteen. Hierarkkisen järjestelmän riskit nousevat siitä itsestään. Ne ovat hyvin herkkiä järjestelmän rakenteessa oleville tekijöille ja siinä tapahtuville muutoksille. Kokonaisuuden riski määrittyy eri alijärjestelmien riskien kautta. HHM:n tavoitteena on ensin tuottaa tarkasteltavaan organisaatioon tai tekniseen järjestelmään pohjautuva tarkistuslista. Sen avulla voidaan tutkia jokaisen osa- ja alijärjestelmän riskien syitä erilaisten tarkastelutasojen kautta. Esimerkiksi vedenottojärjestelmien riskejä voidaan tarkastella poliittisten, maantieteellisten, hydrologisten, aikasidonnaisten tai toiminnallisten näkökulmien kautta. Valitsemalla sopivat tarkastelukulmat ja järjestämällä ne ajallisesti oikeaan järjestykseen, menetelmän avulla voidaan myös luoda skenaarioita. (Kaplan ym. 2001)

#### *Risk Breakdown Structure (RBS)*

Risk breakdown structure (RBS) on kehitetty alun perin erilaisten projektiriskien hallintaa varten. Se on rakenteeltaan hierarkkinen siten, että sen hierarkkarakenne on yhtenevä projektin rakenteen kanssa. Näin ollen se tuottaa hierarkkisen tarkistuslistan mahdollisista projektien riskilähteistä Projektiriskejä käsitellään kolmen päätason, hallinnon, ulkoisten riskien ja teknisten riskien, kautta. Hallinto jakaantuu puolestaan yrityksen omaan hallintoon ja asiakaspintojen hallintaan, ulkoiset tekijät ympäristöön, kulttuuriin ja talouteen sekä tekniikka vaatimuksiin, suorituskykyyn ja tuotteisiin. Listoja tarkentamalla päästään käsittelemään yhä yksityiskohtaisemmin projektin riskitekijöitä. (Hillson 2003)

#### *Pk-rh-riskianalyyssimenetelmä*

VTT:llä kehitettiin 1990-luvun lopulla ja 2000-luvun alussa hierarkkinen riskien tunnistamis- ja analysointimenetelmä pienen ja keskisuuren teollisuuden käyttöön nimeltään Pk-rh. Menetelmä sisältää riskikarttoja, joiden perusteella voidaan siirtyä karkeammalta tarkastelutasolta yhä yksityiskohtaisemmalle tasolle. Yksityiskohtaisimmalle tasolle on kehitetty kysymyssarjoja riskien tunnistamista varten. (Uusitalo ym. 2003) Menetelmän avulla voidaan käsitellä muun muassa liikeriskejä, henkiloriskejä, rikoriskejä, sopimus- ja vastuoriskejä, tuoteriskejä, tietoriskejä, paloriskejä ja ympäristöriskejä.

### *Vikapuuanalyysi (Fault Tree Analysis)*

Vikapuuanalyysin kehitettiin 1960-luvun alussa Yhdysvaltojen ilmavoimia varten Bell Telephone Laboratories -organisaatiossa. Menetelmällä etsitään vian toteutumisen mahdollistavia tekijöitä graafisen puun avulla järjestelmäviasta lähtien taaksepäin analysoiden. Menetelmä koostuu neljästä vaiheesta: järjestelmän määrittäminen, vikapuun rakentaminen, laadullinen arviointi ja määrällinen arviointi. Vikapuut sisältävät omat tunnusomaiset symbolinsa, jotka ilmaisevat tapahtumien merkitystä ja laatua. Vikapuut laajenevat nopeasti analyysin aikana, minkä vuoksi ne tarvitsevat tuekseen esimerkiksi Monte Carlo-simulointeja tai deterministisiä malleja. (Lee ym. 1985; Rouhiainen 1993)

### *Tapahtumapuuanalyysi (Event Tree Analysis)*

Tapahtumapuuanalyysi kehitettiin 1960-luvulla WASH-tutkimuksessa Yhdysvalloissa. Määrittelystä alkutapahtumasta lähtien etsitään graafisen puun avulla haitallisiin seurauksiin johtavia tapahtumaketjuja. Tapahtumaketjuille voidaan laskea todennäköisyyksiä, ja laskennan kompleksisuus riippuu eri tapahtumahaarojen keskinäisriippuvuuksista. Standardin IEC-62502 (2010) mukaan tapahtumapuu on graafinen ja matemaattinen malli, jonka avulla voidaan kuvata vaaraskenaarioita ja määrittää niiden todennäköisyyksiä. Menetelmää on käytetty muun muassa sääilmiöistä aiheutuvien tapahtumaketjujen mallintamiseen. (Rasmussen 1975; Rouhiainen 1993; Andrews ja Dunnet 2000; IEC-62502 2010; Rosqvist ym. 2013)

### *Vika-vaikutusanalyysi (Failure Mode and Effect Analysis, FMEA)*

Vika-vaikutusanalyysi kehitettiin 1940-luvun lopulla Yhdysvaltain armeijalle. Tällä suunnittelutoimintaa varten kehitetyllä tunnistamismenetelmällä voidaan tunnistaa erilaisia suunnitteluvirheiden vaikutuksia sekä alueita, joilla suunnittelua tulee parantaa.

Vika-vaikutusanalyysin avulla tunnistetaan ja eliminoidaan tunnetut tai mahdolliset vikaantumiset ja parannetaan näin kompleksisten systeemien turvallisuutta. Sen tukena käytetään yleensä lohkokaavioita. Menetelmää voidaan käyttää joko lähtien alhaalta ylöspäin tai ylhäältä alaspäin. Ideana on tunnistaa tietyn tason vikamahdollisuudet ja seurata niiden vaikutuksia seuraavalle tasolle. Menetelmän avulla tunnistettavat komponenttien väliset suhteet ovat joko syy-seuraussuhteita tai loogisia 'ja/'tai'-suhteita. (Price ja Taylor 2002; Xu ym. 2002; Scipioni ym. 2002; Rausand 1993)

Menetelmän tueksi on kehitetty myös esimerkiksi sumeaa logiikkaa ja sitä on käytetty myös prosessiriskien tunnistamisessa muun muassa HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) -analyysin tukena (Scipioni ym. 2002).

### *Vaikutuskaavio (Influence diagram)*

1970-luvulla kehitettyjen vaikutuskaavioiden avulla voidaan kuvata epävarmoja tilanteita yhdistäen tapahtumien ajallinen eteneminen ja siihen liittyvä päätösinformaatio. Menetelmä pyrkii tunnistamaan alkutapahtuman kaikki erilaiset seurausketjut, ja sitä käytetään kriittisissä päätöksentekotilanteissa.

Vaikutuskaavio koostuu solmuista ja niiden välisistä nuolista: solmuihin liittyy päätöksiä ja erilaisia muuttujia, ja nuolet kuvaavat toiminnallisia ja todennäköisiä riippuvuuksia sekä myös käytettävissä olevaa tietoa. Niin sanottu mahdollisuus-solmu voi sisältää joko jatkuvia tai erillisiä satunnaismuuttujia, jotka vaikuttavat tapahtumaketjuun. Mahdollisuus -solmuun johtava nuoli kuvaa tapahtuman jakautuman todennäköisyyttä. (Howard ja Matheson, 1984; Virtanen ym. 1999; Kim ja Platts 2003)

#### *Kalanruotodiagrammi (Fishbone / Ishikawa diagram)*

Kalanruotodiagrammi tunnistaa systemaattisesti ongelman alkusyytä jakamalla ne pieniksi osiksi ja kuvaa niiden vaikutusta johonkin tiettyyn tekijään. Diagrammi on yksinkertainen ja nopea rakentaa, ja se antaa visuaalisen kuvan ongelman alkusyistä. (Kim ja Platts 2003)

#### *Syy-seurauskaavio (cause-effect chain)*

Syy-seurauskaavio laajentaa kalanruotodiagrammien tuomaa kuvaa tapahtumasta kuvaamalla myös tapahtuman seurauksivaikutuksia. Syy-seurauskaaviot koostuvat monimutkaisista vikapuun ja tapahtumapuun yhdistelmistä, joilla voidaan kuvata samanaikaisesti monien eri tapahtumien useita eri seurauksia.

Kaavioiden tekeminen aloitetaan kriittisen tapahtuman tunnistamisesta ja kuvaamisesta. Se voi olla joko huipputapahtuma (vikapuu) tai alkutapahtuma (tapahtumapuu). Tämän jälkeen tunnistetaan tekijät, jotka johtavat onnettomuuden syntyyn tai seurauksiin luomalla joko tapahtumapuu tai vikapuu. Menetelmän erottaa vikapuusta siitä, että sen syy-seuraus-analyysissä käytetään erilaisia symboleita kuin vikapuussa. (Rouhiainen ja Suokas 1989; Rouhiainen 1993, Fehlman 2003)

#### *Delfoi-menetelmä (Delphi methodology)*

Delfoi-menetelmä kehitettiin RAND Corporation'ssa 1950-luvun alussa tekniikan ennakkointia varten, mutta se on laajentunut hyvin monille eri alueille. Delfoi on systemaattinen tapa koota ja lajitella asiantuntijätietoa anonyymeilta osallistujilta. Täsmällisesti muotoillut kysymykset annetaan asiantuntijoiden vastattaviksi, vastaukset kootaan ja analysoidaan ja tulokset annetaan uudelleen asiantuntijoiden kommentoitaviksi. Alun perin Delfoi-analyysi sisälsi neljä analysointikierrosta ja tavoitteena oli saada aikaan yhteinen näkemys asiasta. Sittemmin konsensus-tavoitteesta on luovuttu, ja usein analyysi voikin tuoda esille kaksi täysin vastakkaisista näkemystä. Delfoita voidaan pitää kontrolloituna väittelyä. (Bell 1997; Gordon 2009; Kuusi 2013)

#### *Skenaarioanalyysi (Scenario building)*

Skenaarioanalyysissä luodaan loogisesti etenevä tapahtumasarja, joka kertoo, miten mahdollinen ajateltu tulevaisuudentila kehittyä nykytilasta. Skenaarioita muodostetaan useimmiten vähintään kolme kuvaamaan keskeisiä mahdollisina pidettyjä kehityskulkuja. Skenaario siis muodostaa sekä lopputilanteen kuvauksen että kuvauksen polusta, jolla nykypäivästä siirrytään uuteen tilanteeseen. (Meristö 2013)

Skenaarioiden laatiminen aloitetaan tunnistamalla tekijöitä, jotka muuttavat tai voivat muuttaa tulevaisuutta, ajureita. Näihin kuuluvat muun muassa koko maailmanlaajuisesti vaikuttavat megatrendit, ja pienempimittakaavaiset trendit. Skenaariotyössä voidaan hyödyntää myös vilttejä kortteja (*wild card*). Ne ovat yllättäviä ja ennalta heikosti arvattavia ilmiöitä, joilla voi olla laajoja vaikutuksia, joita voidaan kuitenkin jollain tasolla tunnistaa esimerkiksi heikkojen signaalien avulla. (Hiltunen 2012; Kuosa 2012)

Skenaariota analysoimalla selvitetään siihen liittyviä epävarmuuksia ja mahdollisuuksia varautua sen esiin nostamiin uhkiin. Riskejä voidaan tarkastella luomalla skenaarion esittämästä tulevaisuuskuvausta malli, jonka avulla tarkastellaan eri vaiheita ja tekijöitä. Esimerkiksi erilaisista häiriön syntymalleista voidaan tarkastella, miten häiriöt syntyvät ja minkälaisia tapahtumapolkuja tilanne edellyttää. (Mannermaa 1999)

#### *Poikkeamatarkastelu (Hazop, Hazard and Operability Study)*

Poikkeamatarkastelun kehitti Imperial Chemical Industries (ICI) Englannissa 1960-luvulla. Sen tavoitteena on löytää toimintaprosessin häiriöitä aiheuttavat riskin aiheuttajat. Lähtökohtana on, että järjestelmä on turvallinen, kun kaikki sen osat toimivat suunnitellusti tai sallittujen poikkeamien puitteissa. Tarkastelua varten tulee tuntee prosessien normaali-tila, johon poikkeamia verrataan. Toimintaa tarkastellaan prosessina ja tunnistetaan sellaiset muutokset, jotka voivat aiheuttaa häiriöitä. Poikkeamia tunnistetaan avainsanojen avulla (ei/ei mitään/enemmän/vähemmän/lisäksi/osittain/päinvastoin). Lähestymistapa etenee alhaalta ylöspäin: häiriön tunnistamisesta edetään tarkastelemaan sen vaikutuksia kokonaisjärjestelmään. (Suokas 1993)

#### *Vaarallisten skenaarioiden analyysi, (Hazscan, SARA–satunnaispäästö-riskianalyysi ja YMPÄRI-ympäristöriskianalyysi)*

Vaarallisten skenaarioiden analyysi on kehitetty VTT:llä 1990-luvun lopulla kemian- ja prosessiteollisuuden riskianalyysiksi (Malmén ym. 1999; Heikkilä 1999) ja SARA 1990-luvulla (Wessberg ym. 2000) sekä YMPÄRI 2000-luvulla prosessiteollisuuden aiheuttamien päästö- ja ympäristöriskien tunnistamiseksi (Wessberg ym. 2006; Wessberg ym. 2007). Näiden analyysien avulla voidaan tunnistaa laitteista, prosesseista, inhimillisistä tekijöistä ja ympäristöstä aiheutuvia riskejä.

Analyysissä käsiteltävä laitos jaetaan toiminnallisiin osa-alueisiin ja jokaisesta kohteesta rakennetaan aluksi aktiviteetti- ja prosessimalli. Tämä malli toimii analyysin pohjana ja kuvaa toimintojen yhteyksiä toisiinsa. Riskien tunnistaminen perustuu ryhmätyöhön kehitetyn mallin pohjalta. Analyysit eroavat toisistaan riskien seurausten arvioinnin osalta.

#### *Tulevaisuustyöpaja (Future workshop)*

Tulevaisuustyöpaja on Robert Jungkin 1960-luvun alussa kehittämä menetelmä kokoamaan päätöksentekijöiden näkemyksiä ja ajatuksia tulevaisuudesta. Työpaja käsittelee yhtä aihepiiriä ja sen ympärille kootaan 15–25 osallistujaa, joilta kootaan tulevaisuuteen liittyviä ajatuksia seuraavasti: Ensin puretaan mielestä kriittiset ja

huolestuttavat asiat. Toiseksi siirrytään fantasia-vaiheeseen, jossa ideoidaan toiveita ja unelmia, joilla edellisen vaiheen pelot voidaan ottaa haltuun. Kolmas vaihe on implementointi, jolloin pohditaan miten edellisen vaiheen hyvät ideat saadaan toimiviksi arkipäivän ratkaisuksi. (Bell 1997)

#### *Tulevaisuuspyörä (Futures Wheel)*

Tulevaisuuspyörä on Jerome Glennin vuonna 1971 kehittämä ryhmätyömenetelmä, jonka avulla voidaan tarkastella tietyn ilmiön välittömiä ja välillisiä seurauksia. Menetelmä etenee kehämäisesti: ensin pohditaan kohteesta tulevaisuudessa aiheutuvia välittömiä seurauksia tai vaikutuksia, ja sitten edetään välillisiin vaikutuksiin. Jos asioilla on keskinäisriippuvuuksia, ne yhdistetään toisiinsa nuolilla. Glenn lisäsi menetelmään myöhemmin erillisiä tarkastelualueita, joiden avulla voidaan osallistujien ajatuksia suunnata halutuille ongelma-alueille. (Glenn 1972; Glenn 2009).

#### *MindMap*

MindMapping menetelmä voi olla joko yksilötyömenetelmä tai ryhmätyömenetelmä. Siinä käytetään pohjana avainsanoja tai kuvia rakentamaan näkökulmia ja yhteyksiä yksittäisen asian ympärille. Avainsanat toimivat muistin apuna ja luovat intuitiivisia assosiaatioita. (Buzan 1982; Kim ja Platts 2003)

MindMapping on yksinkertaistettu menetelmä Tulevaisuuspyörästä, jolloin se soveltuu kohteen ja sen yhteyksien tunnistamiseen, mutta siitä puuttuu tulevaisuusaspekti.

## Lähteet:

- Andrews, J. & Dunnett, S. 2000. Event-Tree Analysis Using Binary Decision Diagrams. IEEE Transactions on reliability **49** 2. [viitattu 24.5.2012] Saatavilla: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&number=877343>"
- Bell, W. 1997. Foundations of Futures Studies: Foundations of Futures Studies: Human Science for a New Era, vol. 1, 'History, purposes and knowledge' and vol. 2, 'Values, objectivity and the good society', Transaction Pubs, New Brunswick, NJ. Transaction Publishers, 1997. 1 s. 365, ISBN 1-56000-271-9. Volume 2: s. 371, ISBN 1-56000-281-6.
- Bouchard, T.J, Barsaloux, J. & Draudeu, G. 1974. Brainstorming procedure, group size and sex as determinants of the problemsolving effectiveness of groups and individuals. Journal of Applied Psychology **59** 135–138.
- Buzan, T. 1982. Use your head. London: BBC/Ariel Books.
- Delbecq, A., Van de Ven, A. & Gustafson, D. 1975. Group Techniques for Programme Planning, Glenview Scott Foresman.

- Deip, P., Thesen, A., Motiwalla, J. & Seshardi, N. 1977. Nominal Group Technique. Systems tools for project planning. Bloomington, Indiana: International Development Institute. [Viitattu 15.10.2012] Saatavilla: [http://www.aucd.org/docs/urc/Leadership\\_Institute/Subsequent%20Leadership%20Institute%20Materials/Nominal%20Group%20Technique.pdf](http://www.aucd.org/docs/urc/Leadership_Institute/Subsequent%20Leadership%20Institute%20Materials/Nominal%20Group%20Technique.pdf)
- Fehlmann, T. 2003. Strategic management by business metrics: An application of combinatory metrics. *International Journal of Quality & Reliability Management* **20** 1 134–145. [viitattu 17.10.2012] Saatavilla: <http://dx.doi.org/10.1108/02656710310453863>.
- Glenn, J, 1972. Futurizing Teaching vs Futures Courses. *Social Science Record*, Syracuse University **IX** 3.
- Glenn, J. 2009. The Futures Wheel. *Futures Research Methodology – version 3.0*. AC/UNU Millenium Project. Part 6. Glenn J. & Gordon T. (toim.) ISBN 978-0-9818941-1-9.
- Gordon, T. 2009. The Delphi Method. *Futures Research Methodology – version 3.0*. AC/UNU Millenium Project. Part 6. Glenn J. & Gordon T. (toim.) ISBN 978-0-9818941-1-9.
- Heikkilä, A-M. 1999. Inherent safety in process plant design – An index-based approach. Väitöskirja. VTT Publications: 384. [viitattu 17.10.2012] Saatavilla: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/publications/1999/P384.pdf>.
- Hillson, D. 2003. Using a Risk Breakdown Structure in project management. *Journal of Facilities Management* **2** 1 85–97. [viitattu 17.10.2012] Saatavilla: <http://dx.doi.org/10.1108/14725960410808131>.
- Hiltunen, E. 2012. *Matkaopas tulevaisuuteen*. Helsinki: Talentum.
- Howard, R. & Matheson, J. 1984. Influence Diagrams, The Principles and Applications of Decision Analysis, 2 Howard R & Matheson J (toim.) Strategic Decision Group, Palo Alto 719–762.
- IEC-62502 2010. Analysis techniques for dependability – Event tree analysis (ETA).
- Kaplan, S., Haimes Y., & Garrick B. 2001. Fitting Hierarchical Holographic Modeling into the Theory of Scenario Structuring and a Resulting Refinement to the Quantitative Definition of Risk. *Risk Analysis* **21** 5 807–819.



- Kim, H. & Platts, K. 2003. Linking Objectives to Actions: A Decision Support Approach Based on Cause-Effect Linkages. *Decision Sciences* **34** 3 569–593.
- Kuosa, T. 2012. *The evolution of strategic foresight. Navigating public policy making.* Farn-ham: Gower Publishing Limited.
- Kuusi, O. 2013. Delfoi-menetelmä. Teoksessa: Miten tutkimme tulevaisuuksia? 3. painos. Kuusi, O; Bergman T. & Salminen, H. (toim.). Tulevaisuuden tutkimuksen seura ry, *Acta Futura Fennica* 5, 2013.
- Lee W., Grosh D., Tillman F. & Lie C. 1985. Fault Tree Analysis, Methods, and Applications – A Review. *IEEE Transactions on Reliability* **R-34** 3 194–203. [Viitattu 15.10.2012] Saatavilla: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5222114>
- Lin, H. 2011. A review on the pragmatic approaches in educating and learning creativity. *International Journal of Research Studies in Educational Technology* **1** 1 13–24.
- Malmén, Y., Tiihonen, J. & Wessberg, N. 1999. Management of accidental releases in the forest industry. *Water Science and Technology* **40** 11–12 313–317. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0273-1223\(99\)00733-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0273-1223(99)00733-7).
- Meristö, T. 2013. Skenaariotyöskentely strategisessa johtamisessa. Teoksessa: Miten tutkimme tulevaisuuksia? 3. painos. Kuusi, O; Bergman T. & Salminen, H. (toim.). Tulevaisuuden tutkimuksen seura ry, *Acta Futura Fennica* 5, 2013.
- Mannermaa, M. 1999. *Tulevaisuuden Hallinta – Skenaariot strategiatyöskentelyssä.* Porvoo: WSOY
- Osborn, A. 1953. *Applied imagination.* New York: Scribner.
- Paulus, P., Dzindolet M., Poletes G. & Camacho L. 1993. Perception of performance in group brainstorming: the illusion of productivity. *Personality and Social Psychology Bulletin* **19** 78–89.
- Price, C. & Taylor N. 2002. Automated multiple failure FMEA. *Relianility Engineering and System Safety* **76** 1–10.
- Rasmussen, N. 1975. *Reactor safety study: An assessment of accident risks in US commercial nuclear power plants.* US Nuclear Regulatory Commission.

- Rausand, M. 1993. Failure mode and effects analysis. Teoksessa: Rouhiainen V & Suokas J (toim). Quality Management of Safety and Risk Analysis. VTT, Technical Research Centre of Finland. Elsevier ISBN 0-444-89864-6. Amsterdam. s 291.
- Reunanen, M. & Rouhiainen, V. 1987. Kotimaisten polttoaineiden turvallinen tuotanto ja käyttö. Osa 6. Turvelaitosten turvallisuusanalyysit. Espoo. VTT Technical Research Centre of Finland, Research Notes 780. s. 46.
- Rosqvist, T., Molarius, R., Virta, H. & Perrels, A. 2013. Event tree analysis for flood protection – An exploratory study in Finland. Reliability Engineering and System Safety **112** 1–7 doi: 10.1016/j.ress.2012.11.013.
- Rouhiainen, V. 1993. Modelling of accident sequences. Teoksessa: Rouhiainen V. & Suokas J. (toim.) Quality Management of Safety and Risk Analysis. VTT, Technical Research Centre of Finland. Elsevier ISBN 0-444-89864-6. Amsterdam. S. 291.
- Rouhiainen, V. & Suokas, J., 1989. Turvallisuusanalyysin laadun ohjaus. VTT Tutkimuksia. Valtion teknillinen tutkimuskeskus: 643. Espoo.
- Scipioni, A., Saccarola, G., Centazzo, A & Arena, F. 2002. FMEA methodology design, implementation and integration with HACCP system in a food company. Food Control **13** 495–501.
- Suokas, J. 1993. Hazard and Operability study (Hazop) Teoksessa: Rouhiainen V. & Suokas J. (toim.) Quality Management of Safety and Risk Analysis. VTT, Technical Research Centre of Finland. Elsevier ISBN 0-444-89864-6. Amsterdam. s 291.
- Uusitalo, T., Mikkonen, P. & Murtonen, M. 2003. Development of European Risk Management Internet Portal for SMEs. Safety Science. **1** 1–4. ISSN 1443-8844. Teoksessa: Rouhiainen V. & Suokas J. (toim.) Quality Management of Safety and Risk Analysis **7** 1–6.
- Virtanen, K., Raivio, T. & Hämäläinen, R.P. 1999. *Decision theoretical approach to pilot simulation*. Journal of Aircraft. **36** 4 632–641.
- Watson, I. 1999. *Case-based reasoning is a methodology not a technology*. Knowledge-Based Systems **12** 303–308.
- Wessberg N., Tiihonen J. & Malmén Y. 2000. *Satunnaispäästöriskien arviointi – opas yrityksille*. Helsinki, Kauppakaari Oyj.

- Wessberg, N., Seppälä J., Molarius R., Koskela S., Pennanen J., Silvo, K. & Kekoni, P. 2006. *Häiriöpäästöjen ympäristöriskianalyysi. YMPÄRI-hankkeen suosituksset*. Suomen Ympäristö 2/2006. Suomen Ympäristökeskuksen julkaisuja.
- Wessberg, N., Molarius, R., Seppälä, J., Koskela, S. & Pennanen, J. 2007. *Environmental risk analysis for accidental emissions*. Journal of Chemical Health and Safety **15** 1 24–31doi: 10.1016/j.jchas.2007.07.001
- Xu, K., Tang, L., Xie, M., Ho, S. & Zhu, M. 2002. *Fuzzy assessment of FMEA for engine systems*. Reliability Engineering and System Safety **75** 17–29.

## Liite B: Kertomus eräiden tekniikoiden kehityskaaresta Suomessa

Tämä selvitys liittyy väitöstyön tavoitteisiin kartoittaa niitä tekijöitä, joihin uuden tekniikan tulo markkinoille voi vaikuttaa joko positiivisesti tai negatiivisesti. Nämä ovat näin ollen myös kohteita, joiden yhteydessä riskit voivat nousta esiin.

### Savupiippu

Ensimmäiset muuratut savuhormit tehtiin ilmeisesti jo 1000-luvulla Välimeren alueella, jossa niitä rakennettiin avotakkojen päälle (Strandh 1976). Näin pystyttiin johtamaan savu pois rakennusten sisätiloista ruokaa valmistettaessa. Lämmitystarvetta alueella ei ollut, sillä tuolloin elettiin keskiajan lämmintä jaksoa. Pienen jääkauden alkaminen 1300-luvun alkupuolella (Burroughs 2007; Fagan 2008) nosti esiin rakennusten lämmittämisen tarpeen, sillä ilmasto viileni aina 1800-luvulle asti. Savupiippujen rakentamisen taito levisi nopeasti ympäri Eurooppaa ja muun muassa Ruotsissa rakennettiin jo 1400-luvulla yksityisiin kartanoihin savupiippuja (Strandh 1976). Suomeen tiilienpolttotaito levisi 1200-luvulla, jolloin rakennettiin Turun tuomiokirkko. Myös hormirakentaminen opittiin nopeasti, sillä Turunlinna sai muuratun keskuhlämmitysuunin, hypokaustin, jo 1370-luvulla (Strandh 1976).

Kaikesta kehityksestä huolimatta Suomessa pääosa niin maaseudun kuin kaupunkienkin rakennuksista oli hirsirakenteisia savupirttejä<sup>19</sup>, joita lämmitettiin hormittomalla kiukaalla, ja joista savu poistui joko ikkunoista, oviaukoista tai räppänöistä (Virrankoski 2009). Ruotsin kuninkaat yrittivät tehdä maan kaupungeista enemmän keskieuropalaisia kivistä kivirakennuksineen ja savuhormeineen jo 1500- ja 1600-luvulla antamalla muun muassa tiilitehtaille etuisuuksia ja kieltämällä puutalojen rakentaminen kaupungeissa (Dahlström 1929). Väestön varattomuuden vuoksi tämä ei kuitenkaan tuottanut tulosta, eikä tiilirakentaminen juuri edennyt. Savuhormeja rakennettiin enenevässä määrin 1500-luvun lopulla ja ensimmäisen kerran niiden rakentaminen tuli pakolliseksi Ruotsin kaupungeissa 1600-luvulla, mutta määräysten toteuttamista ei juuri noudatettu (Värmlands... 2012). Suomessa aluksi savupiipulla varustettuja avotakkoja ja hieman myöhemmin takkauuneja rakennettiin vain Länsi-Suomen linnoin ja kartanoihin (Talve 1979).

Tiilirakentaminen oli maan elintasoon nähden kallista. Tiiliä tehtiin aluksi eniten kirkkojen tarpeita varten, mutta kun kirkolta poistettiin verotusoikeus 1500-luvun puolivälissä, edes sillä ei ollut enää varaa rakentaa kivikirkkoja, vaan puukirkot valtasivat niiden paikan (Hiekkänen 2007). Tämän jälkeen merkittävimmät tiilirakennuskohteet olivat valtion linnoitustyömaat (Kuokkanen ja Leiponen, 1981).

---

<sup>19</sup> Tässä tutkimuksessa savupirtillä tarkoitetaan kaikkia asuinrakennuksia, joissa savu virtasi rakennuksen sisään, ja poistui ikkunoista tai katon yläosassa olevasta aukosta, räppänästä.

Seuraavalla vuosisadalla nekin vähenivät ja 1600-luvun lopulla tiilirakentamista ylläpidettiin pääosin vain vauraissa aateliskartanoissa, joista esimerkkinä ovat muun muassa Askaisten Louhisaaren ja Pernajan Suur-Sarvilahden kartanolinnat. Vasta 1700-luvun puolenvälin jälkeen tiiliruukit yleistyivät, kun kuningas määräsi tiiliruukkeja perustettaviksi kaupunkien viereen (Lindeqvist 1930). Tässä vaiheessa tiilirakentaminen lisääntyi myös julkisissa rakennuksissa, kuten raatihuoneissa ja kouluissa.

Savupiippujen rakentamista hidasti ilmeisesti lämmittävien takkojen ja uunien puute. Käytetyt ratkaisut olivat usein avotakkamalleja, jotka kuluttivat paljon puuta, mutta niiden lämmitysvaikutus talvipakkasella yön yli oli vähäinen. Todennäköisesti vain vuraat kartanot, joilla oli riittävästi palkollisia, saattoivat pitää rakennukset lämpiminä avotakoilla. Tähän nähden savupirtillä oli etunsa: savu lämmitti rakennuksen yläosaa myöten, kuuma kivikasa antoi lämpöä koko yön ja maapohjaisissa rakennuksissa saattoi pitää sisällä myös karjaa, jonka lämpövaikutus oli huomattava.

Aatelisten kartanoiden ja linnojen mallin mukaiset takat ja uunit savuhormiineen levisivät myös tiilenpolttoalueen (Salpausselän eteläpuoli ja länsirannikko) kaupunkien vauraampiin taloihin. Savupirttikulttuurista oli kuitenkin vaikea siirtyä savuhormikulttuuriin, sillä niiden toimintaperiaatetta ei välttämättä ymmärretty. Esimerkiksi Hämeenlinnassa kerrotaan olleen taloja, joiden savupiippu loppui kattorakenteen korkeuteen (Lindeqvist 1930) ja Helsingissä puolestaan käytettiin eräässä talossa hormina puutynnyriä (Härkääpää 1961).

Kaupunkikuvan vuoksi maistraatit halusivat savupirteistä eroon, sillä niiden koettiin alentavan kaupungin arvoa ja lisäksi vanhat savupirtit olivat paloalttiita. Savupirttien rakentaminen kiellettiin muun muassa Turussa vuonna 1723 ja Haminaassa ja Tammisaareissa 1725 (Suikkari 2007). Hämeenlinnassa määrättiin vuonna 1768, että kaikkien rikkinäisten uunien ja tulisijojen tilalle tulee rakentaa savupiipulliset uunit (Lindeqvist 1926), ja maaherra kielsi savupirtit vuonna 1784 (Jutikkala 1966), mutta mikään ei auttanut asiaa. Etenkin syksyisten, usein riihivaloista lähteneiden tulipalojen jälkeen, rakennukset tuli saada nopeasti valmiiksi ennen talven tuloa, joten ei ollut aikaa kivirakennuksen rakentamiseen (Ruuth 1958). Lisäksi kaupunkilaisille annettiin usein vapautuksia kivirakentamisesta varattomuuden vuoksi (Lindeqvist 1926).

Kun puuvarat vähenivät Euroopassa ja ilmasto yhä kylmeni, uusia lämmitysratkaisuja etsittiin voimakkaasti. Ruotsissa kehitettiin kaakeliuunien lämpöaloutta rakentamalla niihin ylös ja alas kulkevia kanavia. Vuosisadan lopulla kehitettiin Englannissa kamiina, jossa tulipesän ympärillä olevista ilmahormeista voitiin johtaa lämmintä ilmaa huoneisiin. Tässä vaiheessa myös savupelti yleisty ja seuraavalla vuosisadalla rautauunit ja kamiinat sekä kaakeliuunit ja rautaliedet yleistyivät. (Strandh 1976)

Vasta uusien tehokkaampien lämmitysratkaisujen kehittämisen jälkeen savuhormien rakentaminen laajeni vähitellen myös Suomessa tavallisen kansan asuntoihin. Silti vielä 1800-luvun puolivälissä savupirtti oli yleinen maan itäosassa, vaikka Hämeessä siitä oli vähitellen luovuttu (Virrankoski 2009).

Eräs vauhdittava tekijä savupiippujen yleistymiseen oli tiilisten kerrostalojen rakentamisen lisääntyminen kaupungeissa. Jokaiseen kerrostaloasuntoon rakennettiin oma lämmitysuuni aina 1920-luvulle saakka.

Savupiippujen yleistymisen vähensi rakennusten tulipaloja niin maaseudulla kuin kaupungeissakin siitä huolimatta, että kattopalot aluksi yleistyivät etenkin keväisin ja syksyisin kuumien kipinöiden sytyttäessä kuivia pärekattoja. Tehokkaampien uunien käyttö pienensi myös piipusta leviävien kipinöiden määrää.

### **Höyrylaiva- ja junaliikenne**

Höyrylaiva- ja junaliikenteen aikakausi alkoi Suomessa 1800-luvulla. Höyrykoneen kehitys alkoi Englannissa ja Manner-Euroopassa tarpeesta poistaa avolouhoksista vettä. Ensimmäinen, ilmanpaineella toimiva höyrykone ”Miners friend”, kehitettiin 1700-luvun alussa kaivospumppujen voimalähteeksi. James Watt kehitti keksintöä ja kehitti höyrynpaineella toimivan koneen ja hankki sille vuonna 1765 patentin, joka oli voimassa 35 vuotta. Wattin keksinnön olennainen osa oli lauhdutin, jossa höyry tiivistettiin vedeksi (Söderberg 1975). Ensimmäisiä höyrymoottorin avulla kulkevia laivoja kehitettiin Englannissa ja Yhdysvalloissa jo 1700-luvun lopulla.

Suomessa nähtiin ensimmäisen kerran höyrylaivoja vuonna 1810, jolloin Tukholmasta aloitettiin laivakuljetukset Turkuun (Keskisarja ja Varteva 1975). Suomen oma laivatuotanto alkoi vuonna 1833, kun Puhoksella valmistui ensimmäinen kotimainen höyrylaiva Ilmarinen (Keskisarja ja Varteva, 1975), ja pian sen jälkeen höyrylaivat valtasivat maan sisämaan järvet. Höyrylaivat ja -hinaajat mahdollistivat puutavaran uiton pitkien selkien yli. Maakannaksista selvittiin, kun järviolueita alettiin yhdistää toisiinsa kanavilla ja muun muassa Saimaan kanava valmistui vuosisadan puolivälissä. Kanavien rakentaminen saattoi aiheuttaa myös ympäristövahinkoja, kuten kävi Kaivannon kanavaa rakennettaessa Pälkäneellä vuonna 1830. Tällöin Längelmävesi purkautui Roineeseen kanavan padon murtumisen vuoksi (Pirkanmaan maisemarakenne 1986).

Vaikka tavaraa kulki kesällä järviä ja jokia pitkin, talvikuljetukset olivat ongelma: tavaraa ei siirtynyt sisämaasta pääkaupunkiseudulle tai satamiin. Tähän löytyi apu raideliikenteestä. Radat oli kehitetty jo ennen höyrykonetta kaivoksiin malmin poiskuljetusta varten. Aluksi vaunuja liikuttivat ihmiset tai hevoset, mutta höyrykoneen keksimisen jälkeen kehitettiin kaivosvaunujen vetämistä varten ensimmäinen höyryveturi vuonna 1814 (Werner ja Lönnroth 1932). Kesti vielä parikymmentä vuotta ennen kuin tekniikka siirtyi julkiseen liikenteeseen. Ensimmäiset sekä tavarat että matkustajaliikenteelle tarkoitetut radat avattiin vuonna 1830 sekä Englannissa että Yhdysvaltain Baltimoressa (Söderberg 1975). Suomessa rautateiden kehitys alkoi 1800-luvun puolivälissä, kun valistuneet teollisuuden edustajat pyysivät lupaa rautatien rakentamiseksi Tampereen ja Helsingin välille (Jutikkala 1969). Tähän senaatti ei suostunut, mutta se aloitti selvityksen sekä rautatieliikenteen että vesiliikenteen tarpeesta. Selvitysten valmistuttua keisari esitti vuonna 1856 senaatille, että maan liikenneoloja tulee parantaa sekä rautateiden että kanavien avulla. Ensimmäinen ratayhteys avattiin vuonna 1857 Helsingin ja Hämeenlinnan välille. (Jutikkala 1969.) Seuraavien 50 vuoden aikana rakennettiin koko maahan

kattava rautatieverkko. Osaamista radan rakentamiseen hankittiin ulkomailta (Juttikala 1969).

Pyrkimys höyrykoneen tehon parantamiseen nostamalla höyrynpainetta aiheutti 1800-luvun alkupuoliskolla toistuvia höyrykattiloiden räjähdyksiä. Vaikka höyryvetureiden lastentaudit oli jo korjattu ennen kuin tekniikka tuli Suomeen, vuosisadan alkupuolen lehtiartikkeleissa on yhä vielä kertomuksia höyryveturien räjähtämisistä (katso esimerkiksi Karjalainen 1934).

Ensimmäiset höyryveturit, matkustaja- ja tavaravaunut tuotiin maahan Englannista, mutta jo 1870-luvulla tehtiin VR:n konepajassa ensimmäiset omat veturit. Teollinen tuotanto alkoi Tampereella vuonna 1898. Höyryveturien tuotanto loppui vasta 1950-luvulla, jolloin diesel-veturit valtasivat liikenteen. (Keskisarja ja Varteva 1975)

Höyryveturien aiheuttama suurin riski oli tulipaloriski. Tästä saatiin muistutus vielä kesällä 2012 kun ”Ukko-Pekka” siirrettiin Helsingistä Kouvolaan. Irronneen kipinäverkon vuoksi veturi aiheutti useita maastopaloja matkallaan (HS 2012). Aikanaan kipinöiden aiheuttamaa riskiä vähennettiin kaupunkialueella rakentamalla kiviaitoja radan viereen ja asemien ympärille rakennettiin laajat puistoalueet ja aukiot kivettiin (Silén 2008). Tulipalon leviämisen vaaraa vähensivät höyryvetureita varten asemille rakennetut vesisäiliöt, josta voitiin ottaa vettä myös palonalkujen sammuttamiseen.

### **Tulitikut ja niiden valmistus**

Vielä 1800-luvun alussa tuli sytytettiin iskemään tuliraudalla piikivestä kipinää taulaan, joka oli taulakäävästä saatava herkästi syttyvä aine. Koska tulen sytyttäminen oli vaikeaa, määräyksistä huolimatta, tulta pyrittiin pitämään hengissä yön yli. Tulitikki löi helppokäyttöisyytensä vuoksi itsensä nopeasti läpi etenkin tupakoitsijoiden keskuudessa.

Ensimmäiset syttyvät tikut keksi ranskalainen Chancel vuonna 1805 (Peltonen 1907, 99), mutta varsinainen läpimurto tapahtui vuonna 1826 kun englantilainen kemisti John Walker keksi raapaisemalla syttyvän tikun (Strandh 1976, 429) lisättyään sytytysmassaan antimonisulfidia (Sihvonen 2009). Ensimmäisten raapaisutikkujen suosio oli suurta, mutta ne haisivat pahalle ja kipinöivät syttyessään. Seuraavassa kehitysvaiheessa tikun sytytysmassaan lisättiin valkoista fosforia, mikä paransi hajua, mutta teki tikusta erityisen syttymisherkän. Tikut syttyivät lähes mistä tahansa raapaisusta, minkä vuoksi niitä tuli säilyttää pehmustetussa, ilmatiiviissä rasiassa. Siitä huolimatta ne aiheuttivat tulipaloja tehtaissa, kodeissa ja kaikkialla, missä ihmiset kulkivat fosforitikut taskussa. Valkoisen fosforin syttymisherkkyden vuoksi tilalle kehitettiin Ruotsissa pian turvallisempi ns varmuustikki, jossa syttyvät aineet jaettiin erikseen tikun päähän ja raapaisupintaan. Tämä vähensi merkittävästi vahinkopaloja.

Suomen tulitikut olivat aluksi kotivalmisteisia, mutta ensimmäinen hieman suurompi tehdas aloitti toimintansa 1840 Kuopiossa. Tämän jälkeen pelkästään Helsingissä aloitti ainakin kolme tikkutehdasta kymmenen vuoden kuluessa, ja vähitellen tikkutehtaita oli lähes kaikissa kaupungeissa.

Valkoisen fosforin ikävimmät puolet tulivat esiin tulitikkutehtaissa. Jo vuonna 1843 julkaistiin ensimmäinen kirjoitus fosforitikkuteollisuuden leikaluuksioista mutta ensimmäiset tulitikkutyöntekijöiden myrkytykset oli havaittu jo vuonna 1839. (Fosforia ja ... 2012). Syynä olivat fosforihöyryt, jotka aiheuttivat jo muutamassa vuodessa työntekijöille kasvojen luiden kuolioita ja muita luusairauksia, joihin ei ollut muuta hoitoa kuin leikkaus. Jo vuonna 1847 valkoisen fosforin tilalla käytettiin ensimmäisen kerran turvallisempaa punaista fosforia, mutta todennäköisesti valkoisen fosforin edullisemmän hinnan vuoksi sen käyttöä yhä jatkettiin.

Vuonna 1865 tulitikkujen kotivalmistus kiellettiin ja määrättiin, että tulitikkujen tuotannon piti tapahtua tehtaissa, joissa oli riittävä tuuletus ja tulitikkujen kastamisen ja sytytyksen piti tapahtua vetokopan alla. Lopulta vuoden 1872 keisarillisella julistuksella<sup>20</sup> kiellettiin, että Suomessa ei saa tehdä eikä myydä tulitikkuja valkealla fosforilla. (Fosforia ja ... 2012).

Tulitikkujen valmistus ja myynti pysyivät luvanvaraisina myös maaliskuussa 1879 voimaan tulleessa elinkeinovapauslaissa ja saman vuoden terveydenhuolto-laissa määrättiin, että vaarallisia aineita käsittelevät ja palovaaralliset tehtaat tuli sijoittaa asutuksen ulkopuolelle. (Sveriges rikes lag 1902)

Tulitikkujen valmistus vaati paljon henkilökuntaa, ja työväkenä käytettiin usein lapsia ja henkilöitä jotka eivät kyenneet muuhun työhön. Esimerkiksi Porin tulitikkutehtaalla henkilöstön määrä oli 1850–1860-luvulla jopa yli 350, joista alaikäisiä lapsia oli yli 250 (Porin tulitikkutehdas 2012). Näin ollen työsuojelulliset riskitkin kohdistuivat lapsiin.

## **Sähkötuotanto**

Italialainen Volta kehitti ensimmäisen kemiallisesti sähköä tuottavan akun, Voltan patsaan, vuonna 1799. Tästä kehittyi sattuman kautta kaarivalolamppu, kun Englannissa havaittiin, että katkaistaessa virta Voltan patsaasta, syntyy valokaari ja jo vuonna 1813 esiteltiin ensimmäinen sähkökaarilamppu. Seuraavien vuosikymmenten aikana kehitettiin valokaarilamppuja eri tarkoituksiin, ja samalla rinnakkain myös hehkulankatyyppejä lamppeja, mutta vasta vuonna 1878 Edison patentoi ensimmäisen hehkulampun. Kemiallinen sähkötuotanto oli kallista, ja sille löydettiin vaihtoehto vuosisadan puolivälin jälkeen eri puolella maailmaa kehitetystä dynamosta/generaattorista. Tämän vauhdittamana ensimmäiset sähkölaitokset aloittivat toimintansa Yhdysvalloissa vuonna 1879. (Strandh 1976)

Suomeen sähkövalo tuli nopeasti ja jo vuonna 1882 sytytettiin hehkulamput Tampereen Finlaysonin tehtaan kutomossa, johon sähkö tuotettiin aluksi kahdella 110 voltin tasavirtadynamolla. Keksintö levisi juuri Tampereelle nopeasti, sillä Finlaysonin tehtaanomistajan poika työskenteli Edisonin palveluksessa 1870-luvun lopulla. Onnistuneen testauksen jälkeen päätettiin tehtaalle rakentaa myös oma sähkölaitos. (Sähkövalo Finlaysonille 2012)

---

<sup>20</sup> Suomen Suurruhtinanmaan Asetus-Kokous No 37/1872



Myös ensimmäinen kunnallinen sähkölaitos aloitti toimintansa Tampereella vuonna 1888 (Auer ja Teerimäki 1982). Vuosisadan loppuun mennessä useimmat maan kaupungit ja kauppalat hankkivat sähkövalon kunnallisilta tai yksityisten perustamilta yrityksiltä.

Sähkölaitosala oli aluksi täysin säätelemätöntä. Vapaan kilpailun vuoksi sähköntuottajia oli paljon, mutta ne kykenivät aluksi valaisemaan vain lähialueen taloja, koska vasta 1890-luvun alussa esiteltiin Saksassa ensimmäisen kerran sähkönsiirtojärjestelmä: voimajohto, jonka pituus oli 175 km ja käyttöjännite 30 kV. Tämä nopeutti koskivoiman hyödyntämistä, ja muun muassa Viipuriin vedettiin sähkö 33 kilometrin päästä Lavolan voimalaitokselta. (Auer ja Teerimäki 1982.)

Ensimmäinen sähkölaitoksia koskeva laki ja asetus annettiin vuonna 1901, kun senaatti alkoi ratkaista sähkölaitoksia koskevia hakemuksia. Aluksi sähkölaitokset palvelivat paikallisia tarpeita, mutta jo uuden vuosisadan alussa nousi esiin ajatus rautateiden sähköistämisestä myös Suomessa. (Auer ja Teerimäki 1982.)

Sähköllä oli monia etuja höyryyn nähden: Sen avulla voitiin vetää raskaampia kuormia, matkustajamukavuus (ei savua ja höyryä), tunnelien läpiajomukavuuden ja ilman paraneminen (ei savua, höyryä ja kuumuutta) sekä henkilökunnan tarpeen väheneminen (ei lämmittäjiä). Sähköä puolustettiin myös ympäristöasioilla: "Kivihillisavu lisäksi likaa ympäristön, syövyttää kaikkia metalliesineitä ja tunkeutuu vaunuihin." (Fertucci 1919). Suurin etu oli sähköjunien kyky vetää raskaampia kuormia etenkin vuorien yli ja seuraavan parin kymmenen vuoden aikana sähköjunat yleistyivät muun muassa Sveitsissä, Italiassa ja Ruotsissa (Fertucci 1919).

Suomessa esitettiin vuonna 1908 maan rataverkon jakamisesta neljään osaan, joihin sähkö tuotettaisiin Vuoksen, Kymijoen, Kokemäenjoen ja Oulujoen koskista. Samaan aikaan kuitenkin Suomen autonomialla ja Venäjällä oli ristiriitaisia näkemyksiä Vuoksen vesistön hyödyntämisestä sähköntuotantoon, mikä hidasti kehitystä. Lopulta Suomen itsenäistyttyä hallitus perusti koskivoimakomitean ja antoi sille tehtäväksi suunnitella vesivoiman käyttöä etusijalla edelleen rautateiden sähköistys. (Auer ja Teerimäki 1982)

Suomen suurin vesivoimalaitos, Imatra, rakennettiin vuosina 1922–1929. Tänä aikana sähkönsiirtotekniikka oli jo kehittynyt siten, että voimalaitokselta saatettiin siirtää sähköä 110 kV:n jännitteellä pääkaupunkiseudulle asti (Auer ja Teerimäki 1982). Samaan aikaan pienempiä yksityisiä sähkölaitoksia oli syntynyt eri puolille Suomea, niin maaseudulle kuin kaupunkiin. Sähkön hyöty nähtiin myös teollisuudessa ja esimerkiksi työstökoneissa käytettiin sähköä 1910-luvulta lähtien (Strandh 1976). Lukuun ottamatta Helsingin ja Turun raitiovaunuliikennettä, sähköä ei tässä vaiheessa riittänyt rautateiden sähköistämiseen.

Maaseudulla toimi lukuisia pieniä sähkölaitoksia, mutta sieltä puuttui aluksi niitä yhdistävä verkko. Aktiivisten puuhamiesten vaikutuksesta verkko rakennettiin ensimmäisenä Etelä-Karjalaan samaan aikaan kun Imatran voimalaitos valmistui (Auer ja Teerimäki 1982). Maaseudulla ensimmäinen sähköistysaalto oli 1910-luvulla, jolloin syntyivät ensimmäiset pienet sähköyhtiöt ja toinen 1920-luvulla, jolloin alettiin maakunnallisten verkkojen rakentaminen. Työ keskeytyi sotien ajaksi, mutta jatkui niiden jälkeen ja lopulta 1960-luvun lopussa suurin osa Suomesta

oli jo sähköistetty (Sähköverkko 2012). Sähköstä tuli nopeasti kotitalouksien perushyödyke. Se yleistyi 1920-luvulla ensin valaistuksessa, sitten kodinkoneissa ja sähkötyökaluissa (Strandh 1976).

Sähköntarve kasvoi voimakkaasti 1940- ja 1950-luvuilla muun muassa sotakorvaustoimitusten takia. Suomelta vaaditut tuotteet olivat hyvin erilaisia kuin teollisuus oli tuottanut ennen sotia sisältäen paljon muun muassa laiva- ja metalliteollisuuden tuotteita (Valtioneuvoston kanslia 2012). Tehokkaan tuotannon järjestäminen vaati sähkön tehokasta käyttöönottoa. Näiden vuosikymmenten aikana myös Ounasjoen valjastukset alkoivat (katso Auer ja Teerimäki 1982). Vuonna 1951 esiteltiin Ruotsissa ensimmäistä kertaa 400 kV:n voimansiirtojohto (Strandh 1976), joka mahdollisti sähkökaupan maiden välillä. Suomi aloittikin sähköenergian siirron Ruotsin kanssa 1959 ja Venäjän kanssa 1961 (Auer ja Teerimäki 1982).

Sähkönkäytön yhä lisääntyessä Suomen ensimmäinen ydinvoimala otettiin käyttöön vuonna 1977 Loviisassa lähes 20 vuotta sen jälkeen kun Englannissa oli otettu käyttöön maailman ensimmäinen ydinvoimalaitos. Nykyisin ydinvoiman tuottaa noin kolmasosan maamme sähköntuotannosta. Myös rataverkoston sähköistäminen on saatu vihdoin vauhtiin 2000-luvun alkupuolella lähes sadan vuoden kuluttua ensimmäisistä suunnitelmista.

Sähkö ei ollut turvallista, mutta sähköiskuja opittiin välttämään, valokaari-ilmiö opittiin hallitsemaan kehitettäessä kaupunkien katuvalaistusta (kaarivalolamput). Pienet sähkölaitokset mahdollistivat osaamisen ja tietotaidon leviämisen nopeasti ympäri maata. Matalajännitteisillä johdoilla sähkön siirto koskivoimasta tehtaisiin tai läheisiin asuinrakennuksiin oli hallittavaa. Agraariyhteiskunta näki voimalaitosten hyödyt suurina: sähkön tuoton lisäksi voimalaitoksella voitiin tasata jokitulvia, jotka muutoin haittasivat toistuvasti maanviljelyä.

Sähköstä aiheutuvat riskit nousivat esiin siirryttäessä yhä laajamittaisempaan sähkönjakeluun, -tuotantoon ja -käyttöön:

- Pitkien jokiuomien voimalapadot estivät vaelluskalojen nousun vesistöön ja myös poistivat koskiosuuksia ja muuttivat ekologiaa. Kalakanan ylläpitämiseksi jo vuonna 1955 valmistui Montan voimalaitoksen yhteyteen suuri kalanviljelylaitos (Auer ja Teerimäki 1982).
- Ukkosilman salamoiden purkautuminen asuin- tai piharakennusten pistorasioista aiheutti maaseudulla vielä 60-luvulla runsaasti tulipaloja, ennen kuin verkkoon rakennettiin riittävä ylijännitesuoja. Ylijännite on ongelma myös nykyisin rikkoessaan sähkölaitteita, mutta syynä ovat tällä kertaa uudet sähkölaitteet, joiden ylijännitteen sietokyky on vähäinen.
- Sähkön tuottaminen kivihiiivoimalaitoksissa lisää ilman hiilidioksidipitoisuutta.
- Sähkön tuottaminen ydinvoimalla on aiheuttanut vakavia onnettomuuksia joko laitoksen toimintahäiriön (esimerkiksi Three Mills Island, Tšernobyli) tai luonnonilmiön (Fukiyama) vuoksi.

Sähköstä on tullut niin jokapäiväinen asia, että sen aiheuttamasta riskistä ei enää juuri keskustella. Kuitenkin sähkön käyttöön tai asentamiseen liittyvissä onnetto-

muuksissa menehtyy yhä vuosittain 0–1 henkilöä ja loukkaantuu 20–30 henkilöä, jopa alan ammattilaisia (Tukes 2012).

### **Matkapuhelin**

Matkapuhelintekniikan kehittymisen taustalla on puhelintekniikan, tiedonsiirtotekniikan ja langattoman viestinnän kehittyminen. Ensimmäinen puhelinkeskustelu välitettiin maaliskuussa vuonna 1876 ja jo saman vuoden lopulla tieto uudesta keksinnöstä tuli Suomeen. Aluksi puhelinyhteydet olivat kahden puhelimen välisiä, mutta laitteiden yleistyessä kehitettiin ensin manuaaliset puhelunvälityskeskukset, ja lopulta keskustusten automatisointi aloitettiin 1920-luvulta alkaen. Keskustekniikat muutuivat digitaalisiksi 1980-luvulta alkaen. Puhelintekniikan kehityksen kärjessä kulki Helsingin Puhelinosuuskunta. (Veteläsuo ja Nordman 2005)

Puhelinjohtojen kautta kulkevaa tiedonsiirtotekniikkaa kehitettiin Yhdysvalloissa ensin armeijan tarpeisiin ja sitten siviilipuolelle. Suomessa ensimmäiset modeemiyhteydet otettiin käyttöön 1960-luvulla. (Veteläsuo ja Nordman 2005)

Langaton viestintä alkoi 1800-luvulla optisesta lennättimestä ja kehittyi nopeasti laivojen radioviestinnäksi ja 1900-luvun alkupuolella yleisiksi radiolähetyksiksi. Toisen maailmansodan aikana tekniikkaa kehitettiin tutkissa ja kannettavissa lähettimissä ja vastaanottimissa. Siviilipuolella ensimmäisiä käyttäjiä olivat merivartiolaitos, poliisi, palolaitos ja taksit. Aluksi kaikilla käyttäjillä oli omat radiotajuudet, mutta koska ne alkoivat loppua, alettiin suosia julkisia verkkoja. (Veteläsuo ja Nordman 2005)

Matkapuhelimien aikakausi koitti, kun pohjoismaiden telehallinnot päättivät vuonna 1973 luoda yhteiset määritteet NMT-verkolle (Nordic Mobile Telephone). NMT-verkot otettiin ensimmäisen kerran käyttöön vuonna 1983, ja niihin voitiin liittää aluksi autopuhelimia, mutta myöhemmin myös käsipuhelimia. Seuraava askel verkkojen rakentamisessa oli eurooppalainen yhteistyö, jossa kehitettiin GSM-verkkoa (Groupe Special Mobile), josta tuli ensimmäinen digitaalinen matkapuhelinjärjestelmä. (Veteläsuo ja Nordman 2005). Seuraava puhelinverkkoajakausi alkoi vuonna 2001, kun Japanissa otettiin käyttöön ensimmäinen 3G-verkko, joka mahdollisti nopean mobiilin Internet-yhteyden. Suomessa ensimmäinen 3G-verkko avattiin vuonna 2004 (Neuvo ja Pelkonen 2005).

Matkapuhelimet yleistyivät 1980-luvulla niiden koon pienennyttyä, mutta voimakkain markkinakasvu oli 1990-luvun puolivälissä niiden muututtua digitaalisiksi (Neuvo ja Pelkonen 2005). Yksi 1990-luvun suosituimmista matkapuhelimista Suomessa oli Nokian 2110, joka tuli markkinoille vuonna 1995. Siinä oli tekstiviestin lähetysominaisuus, joka kehitettiin vuosikymmenen alkupuoliskolla.

Matkapuhelimien saama suuri suosio johtui muun muassa siitä, että puhelimella voitiin pitää yhteyttä ihmisten välillä riippumatta heidän sijaintipaikastaan. Tämä mahdollisti muuttuvien tilannetietojen jakamisen keskellä päivää niin työnantajan ja työntekijän välillä kuin perheiden sisällä sekä ystävien kesken. Tekstiviestimuinaisuuden avulla muuttuvia tietoja voidaan lähettää häiritsemättä ihmisten sen hetkistä toimintaa. Lisäksi matkapuhelimet luovat turvallisuuden tunnetta ihmisille, jotka joutuvat uusiin, pelottaviin tilanteisiin päivän kuluessa. Vielä merkittävämpää on, että hätäkeskukset voivat paikallistaa matkapuhelimet, jos on perusteltua

olettaa soittajan olevan akuutissa hengen tai terveyden vaarassa. Matkapuhelimista tuli nopeasti myös lasten käyttöesine, mitä aikaisemmat puhelimet eivät olleet.

Matkapuhelimien myötä on ilmennyt uusia riskejä. Eniten tutkittu riski on itse matkapuhelimen ja erilaisten kasvaimien, etenkin aivokasvaimien, välinen yhteys (katso esim. Myung ym. 2009; Hardell ym. 2008; Hepworth ym. 2007; Lahkola ym. 2007; Schoemaker ym. 2005). Paljon on tutkittu myös matkapuhelimien tukiasemien lähettämää säteilyä ja sen mahdollisesti aiheuttamia vaikutuksia lähitöllä asuviin kansalaisiin. Khurana ym. (2010) selvitti aihepiiriä koskevia tutkimuksia, ja havaitsi, että kahdeksassa kymmenestä epidemiologisesta tutkimuksesta oli havaittu oireita kasvaneista hermosoluista tai syöpähavaintoja henkilöillä, jotka asuivat alle 500 metrin etäisyydellä. Yhdessäkään tutkimuksessa ei raportoitu altistumista ohjearvoja ylittävälle pitoisuuksille. Tutkimus arvioi, että nykyiset ohjeet eivät välttämättä riitä suojelemaan kansalaisten terveyttä.

### **Yhteenveto**

Tekniikoiden kehittymistä tutkittiin sosioteknisen muutoksen teorian kautta. Sen mukaan läpäistäkseen yhteiskunnan uuden tekniikan tulee olla hyväksytty yhteiskunnan hallintotasolla. Siellä vaikuttavat valtaa ja tietoa hallitsevat tekijät, kuten tiede, kulttuuri, tekniikka, politiikka, teollisuus ja markkinat. Sosioteknisen muutoksen teoria nostaa esiin niiden merkittävän roolin uusia tuotteita ja tekniikoita eteenpäin vievinä tai jarruttavina tekijöinä. Seuraavissa alaluvuissa on tarkasteltu edellä mainittujen tekijöiden vaikutusta tutkittujen tekniikoiden ajureina. Lisäksi on tarkasteltu tekniikoiden kehityksen vaikutusta ihmisten terveyteen, turvallisuuteen, rakennettuun ympäristöön ja ympäristöön.

#### ***Tiede***

Tarkasteltujen tekniikoiden esiin nousun yhteydessä tieteen kehittymisen merkitys on ollut suuri. Perustieteen kehittämisessä suurin merkitys on ollut yksittäisillä tutkijoilla ja tutkimusyhteisöillä. Usein tiedettä on kehitetty samanaikaisesti eri puolilla maailmaa (esimerkiksi sähkön kehittäminen Euroopassa ja Yhdysvalloissa). Näille keksinnöille on ollut myös yhteiskunnassa kova tarve. Kun uudet keksinnöt on sitten esitelty tiedeyhteisölle, ne ovat herättäneet suurta mielenkiintoa. Perustutkimuksen jälkeen myös yritystoiminta on kiinnostunut uudesta tekniikasta ja lähtenyt hyödyntämään sitä omissa toiminnassaan.

#### ***Teollisuus***

Tässä tutkimuksessa käsiteltävien tekniikoiden osalta teollisuuden rooli ei ole ollut merkittävä Suomessa tekniikoiden kehittymisen vauhdittajana. Itse asiassa Suomen teollisuus ei ollut vielä 1800-luvulla tai edes 1900-luvun alkupuolella tekniikan kehittäjä, vaan vasta matkapuhelinten kehitystyössä teollisuus oli aktiivinen alkuvaiheesta alkaen. Teollisuus kuitenkin suosi uusia tekniikoita ja oli kauaskatseinen niiden hyödyntämisen suhteen etenkin niiden käyttäjänä. Esimerkiksi Finlaysonin tehtaat toivat käyttöönsä sähkövalon ja Hämeen yrittäjät vaativat junaratoja omien tuotteidensa markkinoille saamiseksi. Uuden tekniikan teollistajana yksityiset yrittäjät perustivat useita satoja sähkölaitoksia 1900-luvun alussa. 1800-

luvulla tulitikkutehtaita nousi maahamme kymmenittäin, ja 1900-luvulla Nokia loi matkapuhelimista maailmanluokan liiketoiminnan. Yleensä uudet tekniikat on tuotu meille valmiina tuotteina. Vasta kun tuotteille on varmistunut riittävät markkinat, niitä on lähdetty myös itse Suomessa tuottamaan.

### ***Poliittinen päätöksenteko***

Yhteiskunnan poliittisen päätöksenteon merkitys on ollut merkittävin tekijä suurten, uutta rakennettua infrastruktuuria vaativien tekniikoiden maahan juurruttajana. Höyrylaiva- ja junaliikenne alkoivat, koska yhteiskunnalla oli suuri tarve saada sisämaan tuotteita Helsinkiin ja rannikon satamakaupunkeihin. Tarve oli niin suuri, että ensin aloitettiin kanavien ja pian sen jälkeen rautateiden rakentaminen. Laivaliikenteestä vastasivat yksityiset toimijat, mutta rautatien rakentaminen ja höyryvetureiden hankinta ei kiinnostanut yksityisiä yrittäjiä. Ratoja oli lähinnä tehtaiden omilla alueilla kapearaitaisina. Myös sähköä tuotettiin tehtaiden omiin käyttötarpeisiin, mutta laajempi merkitys oli valtion tarpeella sähköistää rautatiet, minkä vuoksi Imatran voimalaitosta alettiin rakentaa.

### ***Markkinat***

Markkinoiden merkitys tekniikan edistäjänä näkyy etenkin sähkömarkkinoiden laajenemisena nopeasti sen jälkeen, kun yhteiskunta oli ensin panostanut siirtoverkkojen rakentamiseen. Toisaalta markkinoiden puute esti savupiippujen rakentamisen maassamme 400 vuoden ajan. Markkinoiden voimakas vaikuttaja on kulttuuri ja kansan varallisuus suhteessa tuotettuun hyödykkeeseen. Esimerkiksi tulitikuista tuli nopeasti koko kansan hyödyke sopivan hinnan löydyttyä.

### ***Kulttuuri***

Kulttuuri nousi tämän tutkimuksen mukaan suureksi tekniikan kehityksen taustavaikuttajaksi. Se näkyy etenkin savupiipun ja matkapuhelinten kehityksessä. Savupiipun kotoutuminen Suomeen kesti vuosisatoja riippumatta valtiiovallan painostuksesta, koska kansa oli liian köyhää hankkiakseen niitä ja savukiuasta tehokkaammat lämmitysratkaisut puuttuivat. Todennäköisesti lämpimän savun työntäminen hormista pihalle on tuntunut kansasta lämmön ja puun haaskuulta. Höyrylaivat ja -junat puolestaan otettiin nopeasti käyttöön, koska ne nopeuttivat merkittävästi matkantekoa ja mahdollistivat kaukaiset sukulaisvierailut. Merkitystä lienee myös sillä, että uudet liikennevälineet eivät vaatineet matkustajilta fyysisiä ponnistuksia. Matkapuhelin puolestaan loi uuden "aina-tavoitettavissa"-toimintamallin.

### ***Rakennetun ympäristön infrastruktuuri***

Rakennetun ympäristön infrastruktuuri muuttui yhtä aikaa kehitettävien tekniikoiden kanssa, eikä sen puutteella ole ollut vaikutusta tekniikan kehitykseen 1800-luvulla. Valtio oli mukana rakentamassa niin vesiväyliä kuin rautateitäkin. Sama tilanne oli 1900-luvun alussa, kun rakennettiin sähkölaitoksia ja sähköverkkoa. Näyttääkin siltä, että ilman valtion vahvaa roolia tekniikat eivät olisi yleistyneet näin nopeasti.

### ***Terveys***

Uusien tekniikoiden terveysvaikutusten huomiointi näyttää olevan erityisen vaikeaa, ja kestää kauan ennen kuin saadaan riittävästi näyttöä riskistä. Vasta sen jälkeen riskien pienentämistoimiin ryhdytään. Esimerkiksi tulitikkujen paloriskit opittiin hallitsemaan nopeasti, mutta sen sijaan tulitikkutehtaan työntekijöihin kohdistuvien riskien pienentäminen oli hidasta. Lopulta se kuitenkin saatiin aikaan lainsäädännön avulla. Vastaavasti matkapuhelinverkostosta aiheutuvista terveysvaikutuksista kiistellään yhä, ja vasta tulevaisuus näyttää, miten suuret tai vähäiset ne ovat. Merkittävää on, että näiden terveysriskien hallinta on aina vaatinut lainsäädännöllisiä päätöksiä.

### ***Turvallisuus***

Tässä tarkasteluihin tekniikoihin liittyvät turvallisuustekijät on opittu hallitsemaan joko vähitellen tuotteiden jo ollessa markkinoilla tai osittain koulutuksella tuotteen maahantuonnin yhteydessä. Savupiiput toivat mukanaan kattopalot, joiden hallintaa varten kehitettiin palokalustoa ja palokuntia. Höyrykoneet tiedettiin vaarallisiksi, ja niiden käyttöönottoon oli koulutusta. Sen sijaan piipusta tulneiden kipinöiden aiheuttamiin paloihin varauduttiin aitaamalla rautatiet kaupunkialueilla ja kiveämällä asemien piharakennukset. Myöhemmin ratojen ja autoteiden risteyksistä aiheutui riskejä.

Sähkö tiedettiin tappavaksi ja sen riskit opittiin hallitsemaan vähin erin. On kuitenkin huomattava, että sähkötapaturmiin kuolee vielä tänäkin päivänä myös sähköalan ammattilaisia. Menneisyydessä turvallisuus ei kuitenkaan ole vaikuttanut merkittävästi tekniikan kehittymiseen.

### ***Ympäristö***

Tarkastellut tekniikat ovat kukin tavallaan muokanneet ympäristöä. Savupiippujen käyttöönotto vähensi puun tarvetta ja näin säästi metsien kulutusta. Höyryjunat ja rautatiet vaativat ympäristön muokkausta, samoin kuin vesivoimalaitoksetkin. Niiden kehittymisen aikoihin näitä ei kuitenkaan koettu ympäristöongelmaksi. Käsiteltyjen tekniikoiden yhteydessä ympäristöasiat eivät ole vaikuttaneet tekniikan kehitykseen.

## **Lähteet:**

- Auer, J. & Teerimäki, N. 1982. Puoli vuosisataa Imatran Voimaa. Imatran Voima Oy:n synty ja kehitys 1980-luvulle. Oy Kirjapaino F.G. Lönnberg. Helsinki s. 302.
- Burroughs, W. 2007. Climate change. A Multidisciplinary Approach. Cambridge University Press. United Kingdom. Cambridge. ISBN 978-0-521-69033-1. s. 358.

- Dahlström, S. 1929. XIV Åbo brand 1827. Studier om Åbo stads byggnadshistoria intill 1843. Bidrag till Åbo stads historia utgivna av styrelsen för Åbo stads historiska museum, andra serien. 405. Åbo tryckeri och tidnings aktiebolag.
- Fagan, B. 2008. Pitkä kesä, Ihmiskunnan historia ja ilmastonmuutos. Suom. Saarinen O. ISBN 978-951-20-7595-9. Ajatus Kirjat. s. 394. Gummerus Kirjapaino Oy. Jyväskylä.
- Fertucci, L. 1919. Höyryn ja sähkön kilpailu rautateillä. Teoksessa Inha K.I (toim. & suom.) Tiede ja Elämä. I osa. 121–129. Werner Söderström Osakeyhtiö. Porvoo.
- Fosforia ja... 2012. Fosforia ja vanhoja säädöksiä 2012. Työsuojeluhallinnon www-sivusto. Viitattu [12.11.2012] Saatavilla [<http://www.tyosuojelu.fi/fi/tyotohtori/1702>].
- Hardell, L., Carlberg, M., Söderqvist, F. & Hankssin, K. 2008. Meta-analysis of long-term mobile phone use and the association with brain tumours. International Journal of Oncology 32 1097–1103.
- Hepworth, S, Schoemaker, M., Muir, K., Swerdlow, A., van Tongeren, M. & McKinney, P. 2007. Mobile phone use and risk of glioma in adults: case-control study BMJ, doi:10.1136/bmj.38720.687975.55.
- Hiekkanen, M. 2007. Suomen keskiajan kivikirkot. SKS:n toimituksia 1117. ISBN 978.951.746-861-9. s. 650.
- HS 2012. Helsingin Sanomat 14.6.2012. Uutinen: Ukko-Pekka kylvi tuhoa jäähyväismatkallaan – vahingot korjattu. [viitattu 18.8.2012]. Saatavilla: [http://omakaupunki.hs.fi/paakaupunkiseutu/uutiset/ukko-pekka\\_kylvi\\_tuhoa\\_jaahyvaismatkallaan-vahingot\\_korjattu/](http://omakaupunki.hs.fi/paakaupunkiseutu/uutiset/ukko-pekka_kylvi_tuhoa_jaahyvaismatkallaan-vahingot_korjattu/).
- Härkäpää, N. 1961. Helsingin palotoimen historia. Helsingin kaupungin julkaisuja N:o 11.
- Jutikkala, E. 1966. Hämeen historia III. Arvi A. Karisto Oy:n Kirjapaino. Hämeenlinna.
- Jutikkala, E. 1969. Hämeen historia IV. Arvi A. Karisto Oy:n Kirjapaino. Hämeenlinna.
- Karjalainen 1934. Karjalainen lehden artikkeli 9.6.1934. [viitattu 18.10.2014] Saatavilla: <http://www.karjalainen.fi/uutiset/uutis->

alueet/maakunta/item/50863-80-vuotta-sitten-hirvea-rajahdys-vavisutti-joensuuta?tmpl=component&print=1.

- Keskisarja, V. & Varteva, R. 1975. Tietolaatikot. Teoksessa: Söderberg 1975 (toim.) Combi maailmanhistoria. Osa V. Keksintöjen historia I. s. 398. Kustannusosakeyhtiö Tammi. Helsinki.
- Khurana, V. G., Hardell, L., Everaert, J., Bortkiewicz, A., Carlberg, M. & Ahonen, M. 2010. Epidemiological evidence for a health risk from mobile phone base stations. *International journal of occupational and environmental health* 16 3 263–267.
- Kuokkanen, R. & Leiponen, K. 1981. Suomen Tiiliteollisuuden historia, Suomen tiiliteollisuusliitto r.y. & Tiilikeskus OY, Helsinki.
- Lahkola, A., Auvinen, A., Raitanen, J., Schoemaker, M., Christensen, H., Feychting, M., Johansen, C., Klæboe, L., Leonn, S., Swerdlow, A., Tynes, T. & Salminen, T. 2007. Mobile phone use and risk of glioma in 5 North European countries. *International Journal of Cancer* 120 1769–1775.
- Lindeqvist, K. O. 1926. Hämeenlinnan kaupungin historia: II osa: Kaupungin historia Ruotsin vallan aikana. Hämeenlinna., Arvi A. Karisto Oy:n kirjapaino. s. 784.
- Lindeqvist, K. O. 1930. Hämeenlinnan kaupungin historia: III osa: Hämeenlinnan kaupungin historia vuosina 1809–75. Arvi A. Kariston Oy:n kirjapaino s. 402.
- Myung, S-K., Ju, W., McDonnell, D., Lee, Y., Kazinets, G., Cheng, C-T. & Moskowitz J. 2009. Mobile Phone Use and Risk of Tumors: A Meta-Analysis, *Journal of Clinical Oncology* 27 33 2009. Saatavilla: <http://jco.ascopubs.org/content/27/33/5565.full.pdf+html>.
- Neuvo, Y. & Pelkonen, J. 2005. Matkapuhelimien teknologiasta. Teoksessa Nordman, K. (toim). Keihäänkärkiä- kolmetoista kertomusta suomalaisesta huipputekniikasta. s. 185–205. Svenska tekniska vetenskapsakademien i Finland. Raportti nro 49. Oy Nord Print Ab. Helsinki.
- Peltonen, W. 1907 Keksintöjen Kirja I osa. Peltonen, W. (toim.) Werner Söderström Osakeyhtiö. s. 686. Porvoo.
- Pirkanmaan maisemarakenne. 1986. Tampereen seutukaavaliiton julkaisu B 154. ISBN 951-9324-53-4. s. 113.



- Porin tulitikkutehdas 2012. Porin tulitikkutehdas. [Viitattu 12.11. 2012] Saatavilla: [\[http://www2.pori.fi/smu/sivut/index.php?p=549\]](http://www2.pori.fi/smu/sivut/index.php?p=549)
- Ruuth, J. W. 1958. Porin kaupungin historia II 1558–1809. Porin kaupunki, Pori. (ensim. painos 1898, muok. M. Jokipii 1958). [Viitattu 17.8.2011]. Saatavilla: <http://www.pori.fi/kirjasto/satakunta/porinkaupunginhistoria.html>.
- Schoemaker, M.J., Swerdlow, A.J., Ahlbom., Auvinen, A. & muut 2005. Mobile phone use and risk of acoustic neuroma: results of the Interphone case-control study in five North European countries British Journal of Cancer 93 s 842–848. doi:10.1038/sj.bjc.6602764.
- Sihvonen, J. 2009. Syttyy miten sattuu – Tulitikkuja etsimässä, Tekniikan maailma 18 124–130.
- Silén, S. 2008. Asemalla. Esiselvityshankkeen loppuraportti. Keski-Suomen ympäristökeskus. s. 140. [Viitattu 18.10.2012] Saatavilla: <http://www.environment.fi/download.asp?contentid=89767&lan=fi>.
- Strandh, S. 1976. Keksintöjen ja historian tärkeimmät vuosiluvut. Teoksessa Combi Maailman historia. Keksintöjen historia, osa 6. Varteva R. & Mönkkönen H. (suom.) Kustannusosakeyhtiö Tammi, Lidman Production. s. 464. ISBN 951-30-3143-8. KK:n laakapaino. Helsinki.
- Sveriges rikes lag 1902. Storfurstendömet Finland gällande delar av Sveriges rikes lag. Weiling & Göös aktiebolags förlag. Helsingfors 1902.
- Söderberg, S. 1975. Combi Maailman historia. Keksintöjen historia. 5 osa. Suom. Jotuni P. & Varteva R. Kustannusosakeyhtiö Tammi, Lidman Production. s. 398. ISBN 951-30-2100-9. KK:n laakapaino. Helsinki.
- Suikkari, R. 2007. Paloturvallisuus ja kaupunkipalot Suomen puukaupungeissa historiasta nykypäivään. Licensiaatintyö. Julkaisu A 42. Oulun yliopisto. Arkkitehtuurin osasto. ISBN 978-951-42-8699-5 (PDF).
- Sähkövalo Finlaysonille 2012. Tampereen historiaa koskeva www-sivusto. [Viitattu 14.11.2012]. Saatavilla: <http://www.uta.fi/ky/arkisto/koskivoimaa/valta/1870-00/sahkovalo.htm>.
- Sähköverkko 2012. Sähköverkko. energiateollisuus ry:n vwww-sivut. [Viitattu 14.11.2012]. Saatavilla: <http://energia.fi/sahkomarkkinat/sahkoverkko>.

- Talve, I. 1979. Suomen kansankulttuuri. Historiallisia päälinjoja. Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran toimituksia 355. s. 403. ISBN 951-717-194-3. Länsi-Savo Oy. Mikkeli.
- Tukes 2012. Kuolemaan johtaneet sähkötapaturmat 1980–2012. [viitattu 7.12.2012.] Saatavilla: <http://www.tukes.fi/fi/Rekisterit/sahko-ja-hissit-rekisterit/sahkotapaturmat/#2007>.
- Valtioneuvoston kanslia 2012. Sotakorvauksista 60 v. Valtioneuvoston kanslian tiedote 343/2012; 7.11.2012. [Viitattu 14.11.2012.] Saatavilla: <http://vnk.fi/ajankohtaista/tiedotteet/tiedote/fi.jsp?oid=368799>.
- Veteläsuo, J. & Nordman, K. 2005. Puheluista datasiirtoon. Teoksessa Nordman K. (toim). Keihäänkärkiä – kolmetoista kertomusta suomalaisesta huipputekniikasta. 267–287. Svenska tekniska vetenskapsakademien i Finland. Rapport nro 49. Oy Nord Print Ab. Helsinki.
- Virrankoski, P. 2009. Suomen historia 1&2. Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran Toimituksia s. 846. ISBN 978-952-222-160-5. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.
- Värmlands... 2012. VärmlandsBrandhistoriska Klubb. [Viitattu 14.5.2012] Saatavilla: <http://www.brandhistoriska.org/>.
- Werner, O. & Lönnroth, A. 1932. Rautatiet. Teoksessa Lönnroth A.J. (toim.) Keksintöjen kirja, Tiet ja maakulkuneuvot. Werner Söderström Osakeyhtiö. Porvoo. s. 800.

# Liite C: Teemahaastattelu ja haastateltavat

## Haastattelurunko

### I Nykyisen prosessin kuvaus

1. Minkälainen päätösprosessi organisaatiossa on?
2. Miten päätösprosessissa huomioidaan teknikoiden riskit?
3. Miten päätösprosessissa uusien teknikoiden riskit otetaan nykyään huomioon?
4. Miten monitieteellinen osaaminen yhdistetään prosessiin?

### II Uuden toimintatavan kuvaus

1. Minkälainen mielikuva uudesta toimintatavasta nousee
2. Voisiko uusi toimintatapa tehostaa prosessia
3. Voidaanko uusi toimintatapa liittää nykyiseen prosessiin
4. Onko kiinnostusta uuden toimintatavan testaamiseen.

### III Muita esiin nousevia asioita?

## Haastateltavat ja haastatteluajankohdat

Ahonen, Leena	Turvatekniikan keskus	30.11.2012
Blinnikka, Päivi	Uudenmaan ELY-keskus	22.11.2012
Haranne, Markku	Etelä-Suomen Aluehallintovirasto	02.11.2012
Hietämäki, Markku	Ympäristöministeriö	17.10.2014
Ketola, Johannes	Pelastusopisto	17.10.2014
Koivisto, Raija	VTT, TENK:n jaostojäsen 2005-2008	10.1.2013
Koivumäki, Tapani	TEM, TENKin puheenjohtaja	28.11.2012.
Mäkynen, Anne	Pirkanmaan liitto	11.4.2013
Nummijärvi, Arto	Virtain kaupunki	04.04.2013
Palmén, Mirja	Turvatekniikan keskus	30.11.2012
Reijonen, Riitta	Länsi-Suomen Aluehallintovirasto	21.11.2012
Säkkinen, Urho	Turvatekniikan keskus	23.10.2012

# Liite D: Strukturoidun haastattelun kysymykset ja haastatellut henkilöt

Haastattelukysymykset:

## Analyttiset kriteerit

- Vastaako VTT:n esiin nostama tieto polttokenno- ja vetytekniikasta parasta mahdollista tietämystä asiasta?
- Onko tieto tuotettu hyvien laatustandardien mukaisesti?
- Onko huomioitu myös valtavirtaa vastaan nousseet tutkimukset?
- Perustuvatko kaikki mahdolliset oletukset olemassa olevaan tietoon, lakeihin, sovittuihin menettelytapoihin tai standardeihin siten, että ne voidaan perustella tältä pohjalta?
- Nostettiin esiin myös kaikki olennaiset teknologian turvallisuuteen vaikuttavat näkökohdat mukaan lukien ihmisten aiheuttamat vaarat?
- Oliko käsitelty aikahorisontti ja esiin nostettu tieto yhtenevät keskenään?
- Missä laajuudessa teknologian tutkimuksessa oli otettu huomioon jo etukäteen sosiaalisia, taloudellisia ja ympäristöllisiä näkökulmia?

## Metodologiset kriteerit

- Oliko käytetty tutkimustieto soveltuvaa käsiteltäväksi työpajassa tiedon määrän, laadun, aikaperspektiivin ym. suhteen?
- Toimiko työpaja hyvien menettelytapojen mukaisesti antaen mahdollisuuden hedelmälliseen ajatustenvaihtoon?
- Oliko valittu menetelmä (tulevaisuuspyörä) asian käsittelyyn soveltuva?
- Tuottiko työpaja monitieteellistä analyysiä tarkastelun kohteesta?
- Oliko osallistujien tietotaito-taso soveltuva asian käsittelyyn?
- Miten epävarmuuksia käsiteltiin työpajassa?
- Miten erilaiset arvot otettiin huomioon toiminnassa?

## Käytettävyyuskriteerit

- Oliko ongelmankäsittely järkevää aluetason päätöstentekijöiden näkökulmasta?

- Olivatko osallistujien näkemykset relevantteja ja antoivatko ne lisätietoa päätöksentekijöiden toimintaa varten?
- Oliko yhdenntetty arvottamismenettely helppotajuinen käyttäjille ja olivatko lopputulokset konkreettisia ja hyödyllisiä?
- Oliko menettelytapa monitieteellinen?
- Missä määrin menettelytapa mahdollisti sosiaalisten, taloudellisten ja ympäristönäkökohtien huomioimisen?
- Tukiko menettelytapa jotain seuraavista päätöksentekoprosesseista: 1) käsiteltävän kohteen rajaamista, 2) skenaarion muodostusta, 3) vaihtoehtojen analyysiä, 4) seurausten arviointia tai 5) vaikutusten tunnistamista?
- Tukiko työpaja ajankohtaista keskustelua polttokenno- ja vetyteknologias- ta?
- Oliko asiankäsitteily ajallisesti oikeassa vaiheessa?

#### Haastateltavat ja haastatteluajankohdat

Blinnikka, Päivi	Uudenmaan ELY-keskus	22.11.2012
Ihonen, Jari	Teknologian tutkimuskeskus VTT	29.10.2012
Korpela, Kari	Pirkanmaan ELY-keskus	16.10.2012
Kuusamo, Toni	Helsingin pelastuslaitos	16.10.2012
Nissilä, Minna	Teknologian tutkimuskeskus VTT	26.10.2012
Schneider, Andreas	Helsingin pelastuslaitos	25.10.2012
Säkkinen, Urho	Turvatekniikan keskus	23.10.2012
Virolainen, Kimmo	Teknologian tutkimuskeskus VTT	23.10.2012

# Liite E: Yhteenvedo strukturoidusta haastattelusta toisen työpajan jälkeen

## Analyttiset kriteerit

Analyttisten kriteerien tavoitteena oli arvioida työpajassa käytössä olleen tieteellisen ja teknisen tiedon luotettavuutta. Käytännössä arvioissa tarkasteltiin polttokenno- ja vetyteknologiaan liittyvän teknisen tiedon ja turvallisuustiedon luotettavuutta.

Haastateltavien mukaan työpajassa oli esillä parasta käytettävissä olevaa tietoa tekniikasta. Nähtiin, että Teknologian tutkimuskeskus VTT on mukana monen eri tekniikan kehitystyössä ja edustaa sinällään parasta saatavilla olevaa tietämystä tekniikasta. Tämä ei välttämättä tarkoita sitä, että VTT:llä olisi käytössä tutkimustiedon kärki, sillä suuri osa tutkimuksesta tapahtuu yrityksissä, joista tietoa ei luovuteta ulkopuolisille.

Tietoa uusista tekniikoista on melko hyvin saatavilla, mutta työpajan haasteena on antaa osallistujille tietoa sellaisella tasolla, että he pystyvät hyödyntämään sen jatkotyössään. Haastateltavien mukaan tuotettavan teknisen tiedon laatua valvovat käytännössä työn tilaajat, esimerkiksi Euroopan Komissio EU-hankkeissa ja yritykset yritysyrityshankkeissa. Tiedon tuottaja puolestaan huolehtii itse siitä, että ajantasaiset standardit ovat käytössä ja että standardien sisältö ymmärretään.

Työpajassa jaetun tiedon koettiin olevan osallistujien kannalta sopivalla tasolla, sillä he pystyivät jatkojalostamaan sitä työpajan aikana, eikä täsmentäviä lisäky symyksiä juuri noussut esiin. Uuden tekniikan ja sen turvallisuustarkastelun osalta on olennaista, että uusi tieto voidaan suhteuttaa johonkin tuttuun asiaan, jotta tiedosta tulee kuulijoille käyttökelpoista. Haastattelujen perusteella myös tässä onnistuttiin ja riskit voitiin käsitteistää. Uuden tekniikan ollessa kyseessä kaikkia riskejä ei voi vielä tietää, mutta saatujen vastausten mukaan olennainen tieto tuli nostettua esiin.

Työpajan ajankohtaa pidettiin yleisesti hyvänä suhteessa uuden tekniikan nousuun. Epävarmuutta aiheuttaa se, että käsittelyssä olleen vety- ja polttokennotekniikan lopullista läpilyöntiaikaa ei kukaan osaa sanoa, mutta jo tällä hetkellä kehitetään uusia sovelluksia.

Vastaajien mukaan itse tekniikan tutkimuksessa on otettu huomioon ympäristönäkökulmia (saasteeton kulkuväline) ja taloudellisia näkökulmia (platinan saatavuuden markkinariski). Sen sijaan sosiaalisten vaikutusten tarkastelua ei noussut esiin.

## Metodologiset kriteerit

Haastateltavat henkilöt arvioivat metodologisina kriteereinä tämän nimenomaisen työpajan toteutusta ja toimivuutta oman kokemuksensa pohjalta.

Haastateltavien näkemyksen mukaan tilaisuudessa jaettu tutkimustieto oli hyvää ja suunniteltu siten, että eri alojen asiantuntijat kykenivät hyödyntämään sitä.

Kuitenkin korostettiin, että teollisuudessa kehitettävien tai käytössä olevien sovelusten esittely olisi antanut vielä konkreettisemmän kuvan tiedosta.

Moniammatillisen ryhmän kokoaminen perinteisen työtavan piiriin (manuaalinen tekeminen 4–5 hengen ryhmissä ison paperiarkin ympärillä) sai positiivista palautetta, ja sitä pidettiin parempana kuin tietokoneavusteista työskentelyä. Paperin avainsanat auttoivat keskustelun alkuun, ja koska tuotos oli koko ajan nähtävillä, koettiin, että siihen oli helppo ottaa kantaa. Työpajaa pidettiin onnistuneena myös koska mukana oli eri alan osaajia. Muutamat haastateltavat nostivat erityisesti esiin työpajan mahdollisuuden nostaa esiin piilossa olevaa tietoa. Työpajan osallistujien aktiivisuutta pidettiin poikkeuksellisen hyvänä.

Monialainen asiantuntemus toi runsaasti ajatusten vaihtoa, ja kaikki toivat esille omaan osaamiseensa liittyviä näkökulmia suhteessa käsiteltävään tekniikkaan. Menetelmän itsessään nähtiin tuovan hyvin esiin eri asioiden ristiinkytkenät.

Eräs vastaaja näki, että eduksi olisi ollut, jos mukana olisi ollut toinenkin poltto-kenno- ja vetytekniikan asiantuntija avustamassa toisen ryhmän pohdintoja. Toisaalta siinä ryhmässä, jossa tällainen edustaja oli, nostettiin esiin, että hänen läsnäolonsa olisi voinut pitemmässä tilaisuudessa jopa rajoittaa keskustelua ja estää näin tiedon koostamista.

Työpajaa ehdotettiin parannettavan siten, että se jaettaisiin kahdelle päivälle, joihin sisältyisi useampia tietopaketteja (10–15 min) käsiteltävistä aihepiireistä. Näin pääsisi pureutumaan syvemmälle kuhunkin käsiteltävään aihepiiriin.

Osallistujat kokivat, että työpaja tuotti monialaista ja monitieteellistä analyysiä. Osallistujat olivat omien alojensa asiantuntijoita, ja työn tulokset olivat jatkumolta tuotetuista ajatuksista, jolloin nähtiin, että täysin samaan lopputulokseen ei olisi päädytty erilaisella osallistujakoostumuksella. Näin ryhmän koostumuksen arveltiin määrittävän saatavia tuloksia.

Työryhmän tietotaito-tason koettiin olleen oikealla ja työhön sopivalla tasolla. Arvioiden mukaan esimerkiksi valtakunnantason edustajat tai oman organisaation esimiehet eivät olisi saaneet aikaan parempaa lopputuotosta, sillä asioita käsiteltiin käytännönläheiseltä tasolta, johon heillä ei ole näkemystä.

Erään näkemyksen mukaan työmenetelmä oli hyvä tässä vaiheessa, mutta jos ja kun keskitytään vain johonkin käsiteltävistä asioista, menetelmä voisi olla joku muukin.

Työpajan yhteenvedona tuotettiin tätä tutkimusta varten vain mindmap-kartta. Sitä ei pidetty riittävänä jatkotyöskentelyä varten, ja työpajan tulosten kirjausmenettelyihin tulisikin kiinnittää huomiota.

Uuteen tekniikkaan liittyviä epävarmuuksia ei käsitelty yhtenäisenä teemana. Haastattelun perusteella olisi tarvetta nostaa esiin tekniikkaan liittyviä epävarmuuksia ainakin jollain tasolla.

Erilaisia arvoja nostettiin esiin, mutta sosiaalinen puoli jäi vähälle huomiolle, samoin kuluttajanäkökulma puuttui. Valmiiksi esitetyt pohja suosi ympäristöarvon esiin nostamista.

### **Käytettävyysskriteerit**

Ongelmankäsittelyä alueellisen tason päätöksentekijöiden näkökulmasta pidettiin toteutetulla menetelmällä järkevänä. Erään vastaajan mielestä vastaavia työpajoja oli pidetty oman organisaation sisäisinä, ja ne ovat yleensä toimineet hyvin. Sen sijaan organisaatioiden väliset työpajat ovat olleet muodollisempia ja näin ollen myös tehottomampia. Näin ollen tämä menettely voisi auttaa tekemään organisaatioiden välisistä työpajoista tuloksellisempia. Menetelmän arveltiin olevan sovellettavissa myös organisaation sisäiseksi työmenettelyksi, jolloin sen avulla voidaan avartaa erilaisia näkemyksiä ja hakea yhteistä ratkaisua. Menettelytavan etuna pidettiin sitä, että itse ei tarvitse tietää kaikkea, eikä esimerkiksi ymmärtää numeroita ja lujuuslaskentoja, kun alan asiantuntija on avaamassa asiaa. Yleensäkin keskustelevala menettely koettiin rikkaana, ja sen nähtiin luovan pohjaa keskustelulle. Myös työpajan alussa pidetyt alustukset toimivat syöteinä keskustelulle.

Päätöksentekijöiden kannalta arvioituna osallistujien näkemyksiä pidettiin relevantteina ja niiden koettiin tuottavan lisätietoa päätöksentekoa varten.

Menettelytapaa itsessään pidettiin helppotajuisena. Lähtötilannetta olisi kuitenkin helpottanut, jos olisi ollut malli jonkin toisen tilaisuuden mindmapista.

Työpajan riskinä pidettiin sitä, että kun mukana on toisilleen vieraita ihmisiä, keskustelu ei lähde käyntiin. Keskustelun avoimuutta kuitenkin lisäsi se, että paperille kirjatut näkemykset eivät kiinnittyneet keneenkään henkilökohtaisesti vaan ne ovat ryhmän yhteisiä. Etenkin viranhaltijat toimivat virkamiesvastuulla, jolloin he ovat vastuussa puheistaan eivätkä välttämättä uskalla tuoda esiin epävarmoja asioita.

Työpajasta saa hyödyllisiä tuloksia, mutta alustuksen aihe ja kutsuttavat on mietittävä aina tarkkaan etukäteen. Tämä olisi työpajan kutsujan tehtävä.

Menetelmä mahdollistaa erilaisten sosiaalisten, taloudellisten ja ympäristönäkökohtien huomioimisen. Se ei kuitenkaan käy automaattisesti, vaan siitä on huolehdittava asiantuntijavalinnassa ja työkartan sisältöä luotaessa.

Työpajan hyöty päätöksentekotilanteessa tuntui olevan erilainen eri osallistujatahoille. Osa koki että työpaja toimi nimenomaan kohteen rajaamisessa ja seurausten arvioinnissa. Osa näki, että kohde tulee rajata etukäteen ja samoin päättää mahdolliset skenaariot ja suurin tuki tulee vaihtoehtojen analyysistä, seurausten arvioinnista ja vaikutusten tunnistamisesta.

Yleishyödyllisenä työpajan nähtiin antavan osallistujille valmiuksia osallistua ajankohtaiseen keskusteluun käsiteltävästä tekniikasta. Työpajaa pidettiin myös oikea-aikaisena, sillä juuri nyt pitää alkaa laajempi keskustelu esimerkiksi siitä, millä tavoin uusi tekniikka voidaan ottaa sisään nykyiseen infraan ja yhteiskuntaan.



## Liite F: Työpajojen osallistujat

TULEVAISUUSTYÖPAJA 17.4.2012 Suomen Pelastusalan keskusliitto, Helsinki	
Nimi	Organisaatio
Haranne, Markku	Etelä-Suomen aluehallintovirasto
Hatakka, Ilona	Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö
Helismaa, Ilpo	sisäministeriö, pelastusosasto
Helo, Henri	sisäministeriö, pelastusosasto
Janatuinen, Jorma	ympäristöministeriö
Junttila, Kari	Pelastusopisto
Kaukonen, Esko	Pelastusopisto
Kohvakka, Kimmo	Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö
Koskinen, Esko	sisäministeriö, pelastusosasto
Lokka, Seppo	Etelä-Savon pelastuslaitos
Mankkinen, Teija	Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö ry
Martikainen, Harri	sisäministeriö, talousyksikkö
Molarius, Riitta	Teknologian tutkimuskeskus VTT
Outinen, Jyri	Teräsrakenneyhdistys
Paakkolanvaara, Hanna	sisäministeriö, pelastusosasto
Peltonen, Karim	Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö
Rahikainen, Jussi	Suomen Kuntaliitto
Rajaniemi, Kirsi	sisäministeriö, pelastusosasto
Tarvainen, Simo	Keski-Suomen pelastuslaitos
Vainio, Taito	sisäministeriö, pelastusosasto
Väisänen, Elina	Pelastusopisto
Vänskä, Pekka	Keski-Uudenmaan pelastuslaitos

VETYTYÖPAJA 9.10.2012	
VTT, Espoo	
Autere, Tuomas	Uudenmaan ELY-keskus
Blinnikka, Päivi	Uudenmaan ELY-keskus
Korpela, Kari	Pirkanmaan ELY-keskus
Kuusamo, Tomi	Helsingin pelastuslaitos
Schneider, Andreas	Helsingin pelastuslaitos
Säkinen, Urho	Turvallisuus ja kemikaalivirasto Tukes
Hostikka, Simo	Teknologian tutkimuskeskus VTT
Ihonen, Jari	Teknologian tutkimuskeskus VTT
Molarius, Riitta	Teknologian tutkimuskeskus VTT
Nissilä, Minna	Teknologian tutkimuskeskus VTT
Virolainen, Kimmo	Teknologian tutkimuskeskus VTT

TULEVAISUUSTYÖPAJA 29.11.2012
Pelastusopisto, Kuopio
Holopainen, Ari
Horelli, Kai
Huuhka, Veli-Matti
Hänninen, Miika
Kallio, Sini
Mustapää, Jarmo
Mykkänen, Teemu
Nevanranta, Lari
Oinonen, Kari
Punnonen, Juuso
Röynä, Aija
Saarimaa, Jose
Soila, Antti
Soisalo, Jarno
Suokas, Kim
Torvinen, Mirva
Viinamäki, Noora

YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTI 22.5.2013

Uudenmaan ELY-keskus, Helsinki

Alenius, Pekka	Ilmatieteenlaitos
Blinnikka, Päivi	Uudenmaan ELY-keskus
Eensalu, Kylli	WSP Finalnd Oy
Jantunen, Jorma	Suomen ympäristökeskus
Koiranen, Jani	Liikennevirasto
Matikka, Maija	Museovirasto
Molarius, Riitta	Teknologian tutkimuskeskus VTT
Mäkelä, Pauli	Ulkoasiainministeriö
Mäkinen, Kari	Työ- ja elinkeinoministeriö
Poutanen, Eeva-Liisa	Ympäristöministeriö
Rautio, Kaarina	Uudenmaan liitto
Savo, Seija	Varsinais-Suomen ELY-keskus
Tiainen, Kimmo	Rajavartiolaitoksen esikunta
Vallius, Henry	Geologian tutkimuskeskus
Virtanen, Jarno	Riista- ja kalatalouden tutkimuskeskus
Ylitepsa, Johanna	Työ- ja elinkeinoministeriö

## Liite G: Työpajoihin liittyneet kyselyt

### Ensimmäiseen työpajaan liittynyt kysely:

Minkälaiset kokemukset jäivät työpajasta?

- mitä hyvää työpajajärjestelyissä ja toimintatavassa oli
- mitä korjattavaa työpajajärjestelyissä on?

### Toiseen työpajaan liittyneet kyselyt:

#### Alkukysely

<b>Toimialani</b>	Maankäyttö	
	Liikenne	
	Pelastustoiminta	
	Sähkötekniikka	
	Riskien ennakointi	
	Teknologian kehittäjä	
	Prosessiturvallisuus	
	Muu, mikä	

<b>Ymmärrykseni käsiteltävästä teknologiasta</b>	5	6	7	8	9	10
Teknologiasta itsessään						
Käytön turvallisuudesta						
Kaavoitusratkaisusta						
Liikennetarpeista						
Rakentamisen tarpeista						
Asetusten muutosten tarpeista						
Luvitustarpeista						
Pelastautumisesta onnettomuus-tilanteessa						

<b>Arvioni tiedontasostani kyseiseen teknologiseen ratkaisuun nähden</b>	5	6	7	8	9	10
Osaamiseni taso tällä hetkellä						

### Loppukysely

<b>Toimialani</b>	Maankäyttö	
	Liikenne	
	Pelastustoiminta	
	Sähkötekniikka	
	Riskien ennakointi	
	Teknologian kehittäjä	
	Prosessiturvallisuus	
	Muu, mikä	

<b>Ymmärrykseni käsiteltävästä teknologiasta</b>	5	6	7	8	9	10
Teknologiasta itsessään						
Käytön turvallisuudesta						
Kaavoitusratkaisuksista						
Liikennetarpeista						
Rakentamisen tarpeista						
Asetusten muutosten tarpeista						
Luvitustarpeista						
Pelastautumisesta onnettomuus-tilanteessa						

<b>Arvioni tiedontasostani kyseiseen teknologiaan nähden</b>	5	6	7	8	9	10
Osaamiseni taso päivän alussa tämän hetken tiedon perusteella						
Osaamiseni taso tällä hetkellä						

### Kolmanteen työpajaan liittynyt kysely:

Anna palautetta:

1. Ryhmädynamiikan toiminta yleisesti
  - Osallistumattomuusefekti
  - Poissulkemisefekti
2. Oman aikaansaannoksen arviointi
3. Kehittämisehdotukset

# Liite H: Esimerkki ensimmäisessä työpajassa käytetystä kuvauksesta tekniikan ja sen kehitystason esittämiseksi

<b>Teknologian nimi</b>	<b>Vihreät kulkuvälineet, ml. hybridi-, sähkö- ja polttokennoajoneuvot</b>
<b>Lyhyt kuvaus</b>	Vähäiset päästöt, uudet polttoaineet, kuten kaasu, etanoli ja biodiesel. Vaatii muutoksia infrastruktuuriin rakenteisiin.
<b>Kehitysennuste</b>	<p>Vihreiden kulkuneuvojen kehitystyö on ollut jo useita vuosia käynnissä (Toyota, Honda, Ford, BMW, Lexus yms.). Polttokennosovellukset ovat kehityksen alkuvaiheessa. Toyota suunnittelee markkinoivansa toimivan auton 2015.</p> <p>Sähköautoja markkinoilla 30 merkkiä (2010), odotettu lisääntyvän 40 merkillä/vuosi 2011–2012.</p> <p>Hybridejä malleja (Sähkö ja polttomoottori) on jo selvästi enemmän markkinoilla.</p> <p>Vuonna 2020 sähköautojen valmistus olisi tavoitteiden mukaan merkittävä vientiteollisuuden haara Suomessa. Se työllistäisi tuhansia ja viennin arvo olisi 1–2 mrd € vuodessa. Joka neljäs myytävä uusi auto olisi verkosta ladattava hybridi tai sähköauto.</p> <p>Ensto on kehittänyt yhteistyössä Fortumin kanssa uudenlaisen sähköautojen latauspisteen missä latauspylvääseen voidaan liittää GSM-maksuteknologiaa, ja se voidaan myös osaksi liittää pysäköintiautomaatin toimintaan</p> <p>Euroopan Green Car initiative sisältyy Euroopan talouden elvyttämissuunnitelmaan ja sen budjetti on 5 mrd euroa jonka tavoitteena on autoteollisuuden, kestävästi tieliikenteen ja erityisesti sähköisten ajoneuvojen kehittäminen</p> <p>On kuitenkin huomattava, että sähköisen ja hybridivoimansiirron teknologiat mahdollistavat monimutkaisista, tilaa vievistä ja painavista mekaanisista voimansiirtolaitteistoista luopumisen ja niiden korvaamisen pyörän keskiöön sijoitetuilla sähkömoottoreilla. Tällaiset ajoneuvot ovat nykyisiä kevyempiä, pienempiä, maastoliikkuvampia ja luotettavampia. Toisaalta miniatyrisoituminen ja kaupallisen teknologian tehokas soveltaminen mahdollistavat suhteellisen edullisten mini- ja mikrolennokeiden kehittämisen ja hankkimisen.</p>

# Liite I: Kuvaus asetusehdotuksen valmistelusta

## TYÖ- JA ELINKEINOMINISTERIÖ Muistio Liite 1

Neuvotteleva virkamies

Tapani Koivumäki 8.10.2012

### VALTIONEUVOSTON ASETUS RÄJÄHDEASETUKSEN MUUTTAMISESTA

#### 4 Asetusehdotuksen valmistelu

Asetusehdotuksen säännöksiä on valmisteltu työ- ja elinkeinoministeriön yhteydessä toimivan Turvallisuustekniikan neuvottelukunnan pyrotekniikka- jaostossa. Asetusehdotuksen jatkovalmistelu on tehty työ- ja elinkeinoministeriössä yhteistyössä Turvallisuus- ja kemikaaliviraston kanssa.

Työ- ja elinkeinoministeriö lähetti 7.6.2012 asetusehdotuksen lausunnon ilotulitealaaan liittyville ministeriöille, virastoille, valvontaviranomaisille, elinkeinoelämän ja muille asiaan liittyville järjestöille sekä ilotulitealan yrityksille. Lausunnonantajat pitivät hyvänä laadunvalvontasäännösten lisäämistä räjähdasetukseen. Ilotulitealan yrittäjät pitivät laadunvalvontasäännöstä vanhanaikaisena, joka sopii huonosti Euroopan

talousalueajatteluun. Lausunnonantajat ottivat kantaa myös konttivarastoinnin varastointiaikaan, koska asetusehdotuksessa oli tarkennettu aikaisemmin asetussamainittua lyhytaikaista tarvetta enintään neljäksi viikoksi. Osa lausunnonantajista esitti varastointiajan palauttamista nykyisen käytännön mukaiseksi kolmeksi viikoksi ja osa lausunnonantajista esitti varastointiajan pidentämistä 45 vuorokautteen. Lausunnoissa esitettiin runsaasti muutoksia myös asetusehdotuksessa esitettyihin kontin sijoitusvaatimuksiin. Valvontaviranomaiset ja pelastusalan järjestöt esittivät etäisyyksien pidentämistä. Kaupan järjestöt sekä ilotulitealan yrittäjät esittivät yleisesti etäisyyksien lyhentämistä. Erityisesti lausunnoissa kiinnitettiin huomiota kontin ja myymälärakennuksen väliseen etäisyyteen. Lisäksi lausunnoissa esitettiin asetuksen voimaantulon siirtämistä vuoden 2013 alkuun, jolloin asetuksen säännöksiä ei sovellettaisi vielä ensi vuodenvaihteen aikana. Oikeusministeriö käsitteli launnossaan asetuksenantovaltuutta tämän asetusmuutoksen antamiseen. Lausunnoissa esitettiin myös yleisiä epäilyksiä siitä, että lausunnonolla ollut asetusehdotus ei lisää ilotulitealan turvallisuutta, vaan päinvastoin heikentää sitä. Tämä näkökohta ja lausunnoissa esitetyt muutosehdotukset on pyritty mahdollisuuksien mukaan ottamaan huomioon asetusvalmistelun jatkotyössä.

**Työ- ja elinkeinoministeriö järjesti 6.9.2012 keskustelutilaisuuden räjähdasetuksen muutoksesta.** Tällaisen tilaisuuden järjestäminen katsottiin tarpeelliseksi, koska asetusluonnoksesta esitetyissä lausunnoissa keskeisistä muutosehdotuksista esitettiin hyvin erilaisia mielipiteitä. Keskustelutilaisuuteen osallistui työ- ja elinkeinoministeriön edustajien lisäksi 14 henkilöä, jotka edustivat ilotulitealan kannalta keskeisiä organisaatioita. Keskustelutilaisuudessa tuli esille samat näkökohdat kuin jo aikaisemmin annetuissa lausunnoissa. Kontin sijoitusvaatimukset oli edelleen keskeisin asia.

Yleisesti todettiin, että konttivarastointi on turvallisin tapa hoitaa ilotulitteiden lyhytaikainen varastointi myyntipisteen läheisyydessä. Valvontaviranomaiset korostivat edelleen kontin riittäviä suojaetäisyyksiä, erityisesti myymälärakennukseen. Ilotulitealan yritykset totesivat, että suojaetäisyyksien pidentäminen vaarantaa turvalliseksi koetun konttivarastoinnin, koska myymälärakennuksen pihamaalla ei useassa

tapauksessa ole riittävästi tilaa konttien säännösten mukaiseen sijoitukseen. Keskustelutilaisuuden perusteella tehtiin asetusehdotukseen eräitä tarkennuksia. Keskustelutilaisuuden jälkeen lähinnä ilotulitealan **yrittäjät ovat lähettäneet työ- ja elinkeinoministeriölle asetusehdotukseen liittyviä lisälausuntoja**, joissa on korostettu pääosin samoja asioita kuin aikaisemmissakin lausunnoissa.

Lähde:

[http://tukes.fi/Tiedostot/ilotuliteturvallisuus/VNAr%C3%A4j%C3%A4hdeasetusMui-stio08102012k\\_2.pdf](http://tukes.fi/Tiedostot/ilotuliteturvallisuus/VNAr%C3%A4j%C3%A4hdeasetusMui-stio08102012k_2.pdf)



Nimeke	<b>Uusien tekniikoiden riskien ennakointi</b> Viranomaisyhteistyö rakennetun ympäristön riskien tunnistamiseksi
Tekijä(t)	Riitta Molarius
Tiivistelmä	<p>Lukuisat rakennetussa ympäristössä esiin nousseet riskit ovat johtuneet uusista tai olemassa olevista tekniikoista, joita on muutettu uuteen toimintaan tai ympäristöön soveltuviksi. Nokian vesikriisi vuonna 2004, lukuisat liikuntahallien katto-rakenteiden sortumiset vuonna 2010 ja Talvivaaran kaivoksen uusi biologinen malminerotusmenetelmä sisälsivät riskejä, joita ei tunnistettu ja jotka muun muassa aiheuttivat ihmishenkien menetyksiä ja merkittäviä kustannuksia yhteiskunnalle.</p> <p>Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli vähentää teknisten riskien esiintymistä yhteiskunnassa kehittämällä viranomaisten yhteistoimintaa teknisten riskien tunnistamiseksi. Tutkimuksen kohteena olivat seuraavat viranomaisprosessit ja viranomaiset: kemikaalilain mukainen lupa (Tukes), ympäristölupa (AVI), kaavoitusprosessi (kunta), ympäristövaikutusten arviointiprosessi (ELY-keskus), pelastuslaitosten riskianalyysi ja kunnan rakennuslupa. Tutkimus sisälsi viranomaisten haastatteluita, kirjallisuustutkimuksen sekä lakien ja ohjeiden analysointia. Työssä kehitettiin uusi menettelytapa, Viranomaisten RIsKien Ennakointi – VIRIKE, joka perustuu yhdenmisen arvioinnin menettelyyn. Se on yhteistyömenetelmä, joka huomioi kaikkien osallistujien oman erityisosaamisen. Menettelyä testattiin tapaustutkimuksen menetelmin neljässä työpajassa. Viranomaisyhteistyö tutkitussa yhteydessä tarkoittaa pääosin virallisten lausuntojen antamista toiselle viranomaiselle lupaprosessissa määritellyssä vaiheessa. Aiemmin käytössä olleista yhteisistä tarkastusmenettelyistä on usein luovuttu organisaatiomuutosten tai resurssien niukkuuden vuoksi. Viranomaisneuvottelutkin ovat suuressa määrin kuulemistilaisuuksia, joissa asiaa hoitava viranomainen esittelee asian muille viranomaisille. Suomen viranomaisilla on kuitenkin vahva ammatillinen tausta ja osaaminen, ja heillä on käytössään tutkittua tietoa oman alansa ajankohtaisesta tietotarpeesta, mutta tieto on toistaiseksi jäänyt suurimmaksi osaksi osajien omaan käyttöön.</p> <p>Tutkimus osoitti, että kehitetyn uuden VIRIKE-prosessin avulla on mahdollista hyödyntää viranomaisten omaamaa tutkittua tietoa laajemmin ja siten tehostaa uusista tekniikoista nousevien riskien tunnistamista viranomaisten yhteistoimintana.</p>
ISBN, ISSN, URN	ISBN 978-951-38-8380-5 (nid.) ISBN 978-951-38-8381-2 (URL: <a href="http://www.vtt.fi/julkaisut">http://www.vtt.fi/julkaisut</a> ) ISSN-L 2242-119X ISSN 2242-119X (Painettu) ISSN 2242-1203 (Verkkojulkaisu) <a href="http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-38-8381-2">http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-38-8381-2</a>
Julkaisu-aika	Helmikuu 2016
Kieli	Suomi, englanninkielinen tiivistelmä
Sivumäärä	169 s. + liitt. 39 s.
Projektin nimi	
Rahoittajat	
Avainsanat	Uusi tekniikka, Riski, Viranomaiset, Sosiotekninen muutos, Yhdessä tekeminen, Yhteisöllinen oppiminen, Yhdennetty arvottaminen, VIRIKE
Julkaisija	Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy PL 1000, 02044 VTT, puh. 020 722 111

Title	<p><b>Foreseeing risks associated with new technologies</b></p> <p>Co-operation of the authorities to prevent technical risks due to new technologies</p>
Author(s)	Riitta Molarius
Abstract	<p>A number of risks associated with new technologies, as well as risks due to new configurations of old technologies, have been linked with recurring major accidents in societies. For example, one change in the configuration of the wastewater purification plant in Nokia, the collapse of roofs of a number sports halls due to inadequate construction and the use of the new biological ore separation process resulted in fatalities and illnesses and cost to society and the environment. These situations highlight the importance of comprehensive risk management.</p> <p>This study was designed to reduce the technical risk in society by developing cooperation between authorities in order to identify technical risks. The study targeted the following official procedures and authorities: the Chemical Act licence (Tukes), the Environmental Act licence (AVI), the Land Use process (municipality), the Environmental Impact Assessment process (ELY Centre), risk analyses performed by the rescue services, and the municipal building licence. The study consisted of interviews of the authorities, a literature survey, and the analysis of existing laws and guidelines. The thesis developed a new approach to the proactive risk identification process for authorities. It is a collaborative method based on integrated assessment, which was tested in four stakeholder workshops.</p> <p>The cooperation between the investigated authorities refers mainly to official statements in the permitting process, while previously utilised shared inspection procedures have been abandoned due to organisational changes or due to scarce resources. Cooperation nowadays seems to mean the hearings, where the appropriate authority presents the discussed case to the other authorities. Finnish authorities have a strong professional background and expertise they also have access to current research data and knowledge of their own field. However up until now this has mostly been utilised for their own internal purposes. This study showed that by implementing the new risk identification process it is possible to utilise the new research based information in a more efficient way for identifying the emerging technological risks by the authorities' joint activity.</p>
ISBN, ISSN, URN	<p>ISBN 978-951-38-8380-5 (Soft back ed.)</p> <p>ISBN 978-951-38-8381-2 (URL: <a href="http://www.vttresearch.com/impact/publications">http://www.vttresearch.com/impact/publications</a>)</p> <p>ISSN-L 2242-119X</p> <p>ISSN 2242-119X (Print)</p> <p>ISSN 2242-1203 (Online)</p> <p><a href="http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-38-8381-2">http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-38-8381-2</a></p>
Date	February 2016
Language	Finnish, English abstract
Pages	169 p. + app. 39 p.
Name of the project	
Commissioned by	
Keywords	<p>New technology, Risk, Co-operation with authorities, Sosio-technical change, Collaborative grading, Integrated Assessment</p>
Publisher	<p>VTT Technical Research Centre of Finland Ltd</p> <p>P.O. Box 1000, FI-02044 VTT, Finland, Tel. 020 722 111</p>

## Uusien tekniikoiden riskien ennakointi

### Viranomaisyhteistyö rakennetun ympäristön riskien tunnistamiseksi

Tämä väitöskirja käsittelee teknisten riskien esiintymistä yhteiskunnassa ja viranomaisten roolia ja mahdollisuuksia niiden ennakoimiseksi. Työssä käsitellään seuraavia lupaprosesseja ja viranomaisia: kemikaalilain mukainen lupa (Tukes), ympäristölupa (AVI), kaavoitusprosessi (kunta), ympäristövaikutusten arviointiprosessi (ELY-keskus), pelastuslaitosten riskianalyysi ja kunnan rakennuslupa. Tavoitteena on vähentää teknisten riskien esiintymistä yhteiskunnassa kehittämällä viranomaisten yhteistoimintaa teknisten riskien tunnistamiseksi. Työssä kehitettiin uusi menettelytapa, Viranomaisten Riskien Ennakointi – VIRIKE, joka perustuu yhdenmukaisen arvioinnin menettelyyn.

Suomen viranomaisilla on vahva ammatillinen tausta ja osaaminen, ja heillä on käytössään tutkittua tietoa oman alansa ajankohtaisesta tietotarpeesta, jolloin yhteisesti omistetun tiedon jakaminen mahdollistaa paremman riskien hallinnan. Tutkimus osoitti, että kehitetyn uuden VIRIKE-prosessin avulla on mahdollista hyödyntää viranomaisilla olevaa tutkittua tietoa laajemmin ja siten tehostaa uusista tekniikoista nousevien riskien tunnistamista viranomaisten yhteistoimintana.

ISBN 978-951-38-8380-5 (nid.)  
ISBN 978-951-38-8381-2 (URL: <http://www.vtt.fi/julkaisut>)  
ISSN-L 2242-119X  
ISSN 2242-119X (Painettu)  
ISSN 2242-1203 (Verkkojulkaisu)  
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-38-8381-2>

