



SUOMALAINEN TIEDEAKATEMIA
FINNISH ACADEMY OF SCIENCE AND LETTERS
ACADEMIA SCIENTIARUM FENNICA

Kansallisen riskiarvion tietopohja ja metodiikka: Havaintoja Tiedesparrauksen keskusteluista

Tämä yhteenveto on tuotettu osana Tiedesparrausta, jonka tavoitteena on sisäministeriön määrittelemän tietotarpeen mukaisesti ollut tarkastella kansallisen riskiarvion laatimisen tietopohjaa ja metodiikkaa tutkitun tiedon näkökulmasta.

Suomalainen Tiedeakatemia fasilitoi [Tiedesparrauksen](#) alkuvuodesta 2026. Sparrauksen ensimmäinen työpaja järjestettiin Tiedeakatemian tiloissa 25. helmikuuta.

Tämä yhteenveto kokoaa Tiedesparrauksen aikana käytyjen keskustelujen havaintoja. Yhteenveto on Suomalaisen Tiedeakatemian koostama. Tiedesparraus on toteutettu osana Jane ja Aatos Erkon säätiön rahoittamaa Ilmiökartta-hanketta.

Tiedesparrauksen työpajaan 25.2.2026 osallistuneet tutkijat:

Anna-Mari Heikkilä, VTT (prosessiturvallisuus)
Yrjö Myllylä, Turun yliopisto (aluekehitys ja alueellinen ennakointi)
Ville-Pekka Niskanen, Vaasan yliopisto (sosiaali- ja terveyshallintotiede)
Ahti Salo, Aalto-yliopisto (päätös- ja riskianalyysi)
Sirpa Virta, Tampereen yliopisto (kokonaisturvallisuus)

Työpajassa sparrattavina olivat:

Ville Autero, sisäministeriö
Anni Kurunsaari, sisäministeriö

Sisällys

1. Jaettu tilannekuva	3
2. Tietoaukot	3
2.1. Trendien ja keikahduspisteiden tunnistaminen	3
2.2. Uhkien keskinäisriippuvuuksien tarkastelu	3
2.3. Olosuhdetekijät	3
2.4. Kansainvälisten aineistojen hyödyntäminen	4
2.5. Riskien seuraaminen ja niistä viestintä	4
3. Oletukset tutkitun tiedon näkökulmasta	5
3.1. Täysin objektiivista menetelmää ei ole mahdollista valita	5
3.2. Aiempien dokumenttien periytyvät oletukset	5
3.3. Tiedonlajien tunnistaminen, painotus ja läpinäkyvyys	6
3.4. Sanallisen ja määrällisen arvioinnin suhteen tarkentaminen	6
3.5. Asiantuntijoiden osaamisen riittävyyden varmistaminen	7
3.6. Asiantuntijoiden ajattelun vinoumat	7
4. Tulevaisuuden muutokset	8
4.1. Menetelmien kehittäminen uusien ilmiöiden tunnistamiseen	8
4.2. Riskiarvion ohjausvaikutuksen ei-toivotut seuraukset	8
Tiivistys ehdotetuista täydentävistä lähestymistavoista	9
Lähdeluettelo	10
Täydentävä tutkimuskirjallisuus	12



Symbolilla osoitetut teemat nousivat keskustelussa esiin erityisen usein.

1. Jaettu tilannekuva

Työpajassa tarkasteltiin kansallisen riskiarvion laatimisen keskeisiä metodisia valintoja ja prosessin piirteitä. Yleisesti todettiin, että metodiikan perusrakenne ja lähestymistapa ovat pääpiirteissään toimivia ja tarkoituksenmukaisia. Esitetyt kommentit ja huomiot kohdistuivat yksittäisten osa-alueiden tarkentamiseen, täydentämiseen sekä käytännön soveltamisen selkeyttämiseen.

2. Tietoaukot

Jaetusta tilannekuvasta keskustelu eteni tietoaukkojen tunnistamiseen. Tietoaukolla tarkoitetaan tässä yhteydessä aluetta, josta riskiarvioprosessi ei nykyisellään tuota tietoa tai tietoa, jota prosessi ei nykyisellään hyödynnä.



2.1. Trendien ja keikahduspisteiden tunnistaminen

Riskiarviossa hyödynnettävä bow-tie-menetelmä jäsentää tapahtuman syitä sekä seurauksia ja keskustelussa se todettiin toimivaksi metodiseksi pohjaksi. Menetelmä on luonteeltaan tapahtumalähtöinen, minkä vuoksi hitaat kehityskulut saattavat jäädä menetelmää hyödynnettäessä kuitenkin heikosti käsitellyiksi.

Keskustelussa korostettiin, että erityisesti trendien tarkastelu voisi olla olennaista. Pitkään jatkunut trendi voi johtaa keikahduspisteeseen, jossa kehitys muuttuu laadullisesti tai kiihtyy äkillisesti. Tällainen kehitys ilmenee lopulta tapahtumana, jota bow-tie-menetelmä on suunniteltu jäsentämään. Bow-tie-menetelmä kattaa siten lähinnä tämän ketjun loppupään. Sen rinnalle tarvittaisiin menetelmiä, joilla voidaan tarkastella trendien kehitystä ja niiden suhdetta yksittäisiin tapahtumiin. Keskustelussa ehdotettiin tähän tarkoitukseen esimerkiksi **systeemidynamiikkamallinnusta**^{1,2} tai **osallistavaa systeemikartoitusta**³.

2.2. Uhkien keskinäisriippuvuuksien tarkastelu

Bow-tie-menetelmä käsittelee uhkia ja häiriötilanteita yksittäisinä tapahtumina. Tämän vuoksi prosessista puuttuu vaihe, jossa uhkien sekä häiriötilanteiden syiden ja seurausten keskinäisiä kytkentöjä tarkasteltaisiin systemaattisesti. Ilman tällaista tarkastelua uhkien kasautuminen ja ketjuuntuminen jäävät näkymättömiin. Keskustelussa täydentäväksi menetelmäksi ehdotettiin **ristivaikutusanalyysin menetelmiä** (eng. *cross impact analysis*)^{4,5} joita on sovellettu esimerkiksi trendien keskinäisvaikutusten tunnistamiseen.⁶

2.3. Olosuhdetekijät

Keskustelussa tunnistettiin, ettei vaikutusarvioinnissa systemaattisesti huomioida olosuhdetekijöitä, jotka ratkaisevat, **realisoituuko tunnistettu uhka vakavana vai**

lievänä. Uhan toteutuminen ei yksin johda vakaviin seurauksiin, ellei konteksti ole epäsuotuisa. Esimerkiksi sähköpörssiin kohdistuva häiriö viikonloppuna on seurauksiltaan erilainen kuin arkipäivänä. Olosuhteiden merkitys konkretisoituu erityisesti riskien samanaikaisessa toteutumisessa.

Olosuhdetekijöiden huomioiminen edellyttää uhkien riittävän konkreettista kuvausta: pelkkä ilmiön nimeäminen ei riitä, vaan kuvauksesta tulee käydä ilmi, mikä tapahtuu, missä ja miksi. Täydentäväksi työkaluksi keskustelussa ehdotettiin **riskianalyysin yhteisvian** käsitettä (eng. *common cause failure*)⁷, joka kuvaa tilannetta, jossa yksi taustatekijä heikentää useiden järjestelmien toimintakykyä samanaikaisesti. Olosuhteiden merkitys korostuu erityisesti alueellisella tasolla, jossa ne ovat lähtökohtaisesti vaihtelevampia ja konkreettisempia. Alueellisen tason mahdolliset aukot riskien arvioinnissa ja niihin varautumisessa vääristävät pahimmillaan kansallista riskiarviota.

2.4. Kansainvälisten aineistojen hyödyntäminen



Toimialojen kansainvälisten lähteiden hyödyntämistä ei prosessissa suoraan seurata tai varmisteta, jolloin merkittävä osa saatavilla olevasta tietopohjasta voi jäädä käyttämättä.

Relevantteja kansainvälisiä lähteitä ovat esimerkiksi WEF:n vuosittain julkaistavat riskiraportit⁸ sekä OECD:n julkaisut.⁹ Lisäksi esimerkiksi IIASA käsittelee riskejä systeemisestä näkökulmasta.¹⁰ **Kansainvälinen vertailu** näitä lähteitä hyödyntämällä (eng. *benchmarking*) voi rikastuttaa riskiarvioinnin tietopohjaa. Keskustelijoiden mukaan menetelmäohjetta voisi täydentää siten, että käytetyt tietolähteet raportoidaan osana prosessia ja niiden käyttöön ohjeistetaan.

2.5. Riskien seuraaminen ja niistä viestintä



Keskustelussa todettiin, että nykyinen riskiarviointiprosessi on syklinen, ei jatkuva. Tutkimuskirjallisuudesta on kuitenkin nostettavissa esimerkkejä **jatkuvasta riskiseurannasta** (eng. *continuous risk monitoring, risk barometers*), jotka voisivat täydentää menetelmää. Esimerkiksi moniuhka- ja moniriskiseurannan indikaattoreita¹¹ voisi soveltaa jatkuvampaan riskien arviointiin ja WEF:n riskiaineistoa voisi käyttää ajallisena vertailukohtana nimellisesti samoina säilyvien, mutta painoarvoiltaan muuttuvien, riskien seurannassa.

Seurannan tulisi kattaa myös **kyvykkyyksien kehittyminen**, ei ainoastaan yksittäisten uhkien muutokset. Jos johonkin uhkaan on varauduttu hyvin, siihen liittyvä riski ei enää välttämättä ole yhtä suuri kuin varautumattomaan uhkaan liittyvä riski. Seuranta kytkeytyy siten riskiarvion ja varautumisen väliseen

vuorovaikutukseen: kun kyvykkyydet kehittyvät, myös riskien suhteellinen merkitys muuttuu.

Seurannasta viestiminen tunnistettiin keskustelussa tärkeäksi. Viestinnän kannalta **visualisointi** nähtiin olennaisena. Visuaalinen esitystapa tekee riskien muutoksista helpommin viestittäviä niin asiantuntijoille kuin laajemmalle yleisölle. Visualisoinnissa voisi kuvata esimerkiksi, millaisia muutoksia riskiarvion päivityskierros on tuonut toimintaympäristöön ja uhkiin.

3. Oletukset tutkitun tiedon näkökulmasta

Seuraavaksi keskustelussa syvennyttiin valmistelun taustalla oleviin oletuksiin ja siihen, missä määrin ne ovat linjassa tutkitun tiedon kanssa.

3.1. Täysin objektiivista menetelmää ei ole mahdollista valita

Jokainen menetelmävalinta rajaa sitä kuvaa, joka ilmiöistä saadaan. Keskustelussa tunnistettiin, että nämä suodatinvaikutukset ovat kumulatiivisia: kun menetelmävalintojen aiheuttamat rajaukset kasautuvat, niiden yhteisvaikutus voi muodostaa systemaattisen katvealueen, joka jättää tiettyjä ilmiöitä prosessin havaintokyvyn ulkopuolelle. Liiallinen sitoutuminen tiettyyn metodologiaan voi myös korvata substanssiymmärryksen ilmiöistä.

Keskustelussa ehdotettiin **menetelmän ajoittaista vaihtelua tai täydentämistä muilla menetelmillä**, jotta prosessi ei lukittuisi yhden lähestymistavan tuottamiin rajauksiin. **Triangulaatioperiaatteen** mukaisesti ilmiötä tulisi tarkastella erilaisin aineistoin, menetelmin, teorioin ja tutkijoin.¹²

3.2. Aiempien dokumenttien periytyvät oletukset

Riskiarvion laatiminen nojaa osittain jo olemassa oleviin dokumentteihin, kuten ulko- ja turvallisuuspoliittiseen selontekoon. Tämä altistaa prosessin olemassa olevien vinoumien toisintamiselle. Keskustelussa tunnistettiin, että aiempiin dokumentteihin nojaaminen altistaa prosessin esimerkiksi kognitiiviselle vinoumalle, jossa painotetaan liiallisesti viimeaikaisia tapahtumia (eng. *recency bias*). Ongelma voi kertautua alueellisella tasolla: kun alueelliset riskiarviot laaditaan kansallisen arvion pohjalta, kansallisten dokumenttien vanhentunut tietopohja voi välittyä myös niihin.

Yhdeksi ratkaisuksi keskustelussa ehdotettiin **systemaattisen tarkasteluvaiheen** lisäämistä kansallisen riskiarvion prosessiin. Tässä vaiheessa aiempien dokumenttien sisältöä ja taustaoletuksia arvioitaisiin tuoreen tutkimustiedon

valossa ennen, kuin niitä hyödynnetään seuraavan kierroksen pohjana. Tarkasteluvaihe tukisi riskiarvion kannalta relevanttien tieteellisten teorioiden ja aiemman tutkimustiedon tunnistamista sekä laajentaisi ymmärrystä käsiteltävistä ilmiöistä.¹³

3.3. Tiedonlajien tunnistaminen, painotus ja läpinäkyvyys

Keskustelussa tunnistettiin, että prosessissa ei tarkenneta, miten ja milloin erilaiset tiedonlajit painottuvat. Tutkitun tiedon rinnalla tarvitaan esimerkiksi **näkemystietoa, kokemuksellista tietoa, historiatietoa** sekä tulevaisuutta valottavaa **spekulatiivista tietoa**. Keskustelussa tunnistettiin, että erityisesti spekulatiivinen tieto on vaikeasti kategorisoitavissa, mutta riskiarvion näkökulmasta äärimmäisen tärkeää. Käytettyjen tiedonlajien keskinäinen suhde tulisi tehdä prosessikuvauksessa läpinäkyväksi.

Eri tavoin haavoittuvien ryhmien tunnistamiseen ja näkemystiedon keräämiseen tulisi kiinnittää nykyistä enemmän huomioita. Keskustelussa huomautettiin, että kaikenlaista näkemys- ja kokemustietoa olisi mahdollista kerätä esimerkiksi **Delfoi-menetelmää**¹⁴ mukailevalla moninäkökulmaisella asiantuntijapaneelilla, jossa olennaista on erilaisten intressiryhmien edustus sekä luottamuksen rakentaminen rehellisten mielipiteiden varmistamiseksi.¹⁵ Delfoi-metodia on sovellettu Suomessa esimerkiksi strategisen analyysin viitekehykseen.¹⁶

3.4. Sanallisen ja määrällisen arvioinnin suhteen tarkentaminen

Keskustelussa tunnistettiin, että uhkien sanallinen kuvaus jättää tulkinnanvaraa. Esimerkiksi yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen kuvaamisessa on olennaista, etteivät kuvaukset mahdollista toisistaan merkittävästi poikkeavia tulkintoja. Tulkinnanvaraisuutta voisi vähentää lisäämällä sanallisen kuvauksen yhteyteen konkreettisia esimerkkejä.

Toisaalta elintärkeitä toimintoja tulisi pystyä tarkastelemaan mahdollisimman yhteismitallisesti, vaikka ne eivät lähtökohtaisesti sitä ole. Pelkkä sanallinen kuvaus ei kuitenkaan riitä tähän yhteismitallisuuden pyrkimykseen, ja keskustelussa ehdotettiin monimenetelmäisiä (eng. *mixed methods*) lähestymistapoja, jotka yhdistävät sanallisen kuvauksen ja kvantitatiivisen erottelun. **Triangulaatioperiaatteen** näkökulmasta laadullisia ja määrällisiä menetelmiä tulisi tarkastella toisiaan täydentävinä lähestymistapoina.^{12, 17} Tällaisia hybridimenetelmiä on sovellettu suomalaisessa ennakointityössä.^{18, 19, 20, 21}

Toisaalta keskustelussa havaittiin, että kaikista muuttujista ei ole mahdollista muodostaa tarkkaa numeerista kuvausta. Arvioinnin tueksi ehdotettiin myös

esimerkiksi **systemiajattelua** tai **klusteriajattelua**²², joissa yhteiskunnan toimintoja tarkastellaan toisiinsa liittyvinä kokonaisuuksina.



3.5. Asiantuntijoiden osaamisen riittävyyden varmistaminen

Riskiarvioprosessissa oletetaan implisiittisesti, että siihen osallistuvien asiantuntijoiden osaaminen on riittävää ja kattavaa. Prosessissa ei kuitenkaan systemaattisesti arvioida osallistujapohjan kattavuutta, siitä mahdollisesti aiheutuvia osaamisen aukkoja tai prosessin johtamiseen käytettävien resurssien riittävyyttä.

Toimivaltaisen viranomaisen periaatteen mukaisesti kukin hallinnonala ja toimija vastaa itse oman osaamisen kehittämisestä. Parhaimmillaan tämä tekee prosessista myös oppimista tukevan mekanismin. Käytännössä jää kuitenkin epäselväksi, **kuka huolehtii osaamisen riittävyydestä erityisesti alueellisella tasolla ja henkilöstön vaihtuessa**. Lisäksi nykyinen malli luottaa siihen, että riskejä tunnistavat asiantuntijat tuovat esiin kaikki mahdolliset heikkoudet, vaikka tosiasiallisesti intressit ja resurssit voivat rajoittaa tätä.

Joissakin maissa, kuten Hollannissa ja Irlannissa, tiedeyhteisö on institutionaalisesti kytketty riskiarvioprosessiin. Tämä on esimerkki mallista, joka voisi tarjota Suomelle keinon vahvistaa prosessin osaamispohjaa.

3.6. Asiantuntijoiden ajattelun vinoumat

Keskustelussa tunnistettiin, että riskiarviota laativien asiantuntijoiden kognitiiviset vinoumat²³ on otettava huomioon. Erityisen kriittiseksi tämä tunnistettiin **sisäisen turvallisuuden** näkökulmasta, jonka tulisi korostua yhteiskunnan kokonaisturvallisuuden näkökulmasta uhkien tunnistamisessa nykyistä enemmän.

Ulkoisten uhkien arviointi nojaa suhteellisen yhtenäiseen uhkakäsitykseen ja selkeisiin viranomaisrooleihin. Sisäiset uhat sen sijaan ovat monitulkintaisia, hajautuneet usealle hallinnonalalle ja usein poliittisesti arkaluonteisia. Näin ollen kynnys nostaa niitä riskiarvioon on korkeampi, minkä seurauksena ne jäävät helposti aliedustetuiksi suhteessa mahdolliseen todelliseen merkitykseensä.

Keskustelussa tunnistettiin vinoumien hallintakeinoja. Esimerkiksi arvioita on mahdollista kerätä käyttämällä näkemyserojen havainnollistamiseen tarkoitettuja visualisointityökaluja (eng. *scatter plot*).²⁴

4. Tulevaisuuden muutokset

Lopuksi keskustelussa tarkasteltiin sellaisia toimintaympäristön muutoksia ja prosessin rakenteellisia piirteitä, jotka voivat haastaa riskiarvion metodiikan tehokkuuden tulevaisuudessa.

4.1. Menetelmien kehittäminen uusien ilmiöiden tunnistamiseen

Muutosnopeudeltaan suuret uudet ilmiöt, kuten hybrdivaikuttaminen, eivät välttämättä asetu riskiarvion olemassa oleviin kategorioihin. Tällöin niiden tunnistaminen vaikeutuu ja samalla vastuu ilmiöiden tarkastelusta jää jakamatta. Ongelma korostuu **nopeasti muuttuvassa toimintaympäristössä**, jossa nykyinen menetelmä ei välttämättä pysy kehityksen mukana.

Keskustelussa ehdotettiin, että prosessiin tulisi sisällyttää erillinen vaihe, jossa tarkastellaan olemassa olevien kategorioiden ulkopuolisia ilmiöitä. Tutkimuskirjallisuudesta löytyy tähän työkaluja: OECD on tuottanut viitekehyksen nousevien uhkien tunnistamiseen²⁵ ja toimintaympäristön muutosten jäsentämisessä voidaan käyttää esimerkiksi **horisontin skannausta** (eng. *horizon scanning*).²⁶ Myös Delfoi-menetelmä sopii uusien ilmiöiden, heikkojen signaalien ja villien korttien kartoittamiseen. Esimerkkinä menetelmän sovelluksesta on EU:n komission rahoittama iKNOW-hanke.²¹

4.2. Riskiarvion ohjausvaikutuksen ei-toivotut seuraukset

Keskustelussa huomautettiin, että riskiarvio ei ole neutraali, vaan se ohjaa sitä, mihin vastataan. Se voi siten **välillisesti tuottaa uusia riskejä** esimerkiksi sulkemalla pois sellaisia riskejä, joita riskiarviossa ei ole käsitelty.

Lisäksi keskustelussa havaittiin, että riskiarvioon valikoitunut sisältö ja valittuihin riskeihin kohdistetut vasteet voivat itsessään tuottaa riskejä.²⁷ Vaikka vasteet on rajattu kansallisen riskiarvion ulkopuolelle, keskustelussa nousi esiin kysymys siitä, tulisiko niiden mahdolliset sivuvaikutukset silti tunnistaa osana arviota. Esimerkiksi hallituksen toimenpiteet voivat heikentää kansalaisten luottamusta tai ruokkia polarisaatiota. Näin ollen riskiarvion ohjaama vaste voi vahvistaa juuri niitä riskejä, joita sillä pyritään torjumaan. Tätä pidettiin keskustelussa poliittisesti herkkänä kysymyksenä.

Nykyisessä prosessissa tätä ohjausvaikutusta ei tarkastella. Se muodostaa siten yhden riskiarvioinnin sokeista pisteistä, jonka tunnistaminen olisi tärkeää erityisesti yhteiskunnallisten ja poliittisten riskien arvioinnissa.

Tiivistys ehdotetuista täydentävistä lähestymistavoista

Riskien keskinäisriippuvuudet:

- ristivaikutusanalyysi (*cross-impact analysis*)
- systeemidynamiikkamallinnus
- klusteriajattelu
- riskien keskinäisriippuvuuksien mallintaminen yhteisvika-analyysillä (*common cause failure*)

Ajallinen seuranta:

- jatkuvan riskiseurannan mallit (*continuous risk monitoring, risk barometers*)
- moniuhka- ja moniriskiseurannan indikaattorit
- WEF:n riskiaineiston hyödyntäminen ajallisena vertailukohtana
- ajalliseen ulottuvuuteen laajennettu visualisointi

Uhkien kuvaus:

- monimenetelmäiset lähestymistavat (*mixed methods*)

Tietopohjan laadun ja monipuolisuuden varmistaminen:

- systemaattinen vaihe aiempien dokumenttien oletusten tarkasteluun
- eri tiedonlajien painotuserojen tekeminen läpinäkyväksi prosessikuvauksessa
- kansainvälinen vertailu (esim. WEF, OECD & IIASA) ja käytetyistä lähteistä raportointi
- päätöksenteon tietotarpeesta lähtevä ohje toimialueiden tiedonkeruuseen

Toimintaympäristön systemaattinen jäsentäminen:

- PESTEL-viitekehys (poliittiset, taloudelliset, sosiaaliset, teknologiset, ympäristö- ja lainsäädäntötekijät)

Kognitiivisten vinoumien tarkastelu:

- Delfoi-menetelmä
- anonymisoitu hajontakuvio (*scatter plot*) näkemyserojen visualisoinniksi

Osallistujapohjan laajentaminen ja osaamisen varmistaminen:

- haavoittuvien ryhmien tunnistaminen ja näkemystiedon kerääminen
- osallistujien osaamisen aukkojen systemaattinen arviointi
- osallistujapohjasta raportointi

Uusien ilmiöiden tunnistaminen:

- horisontin skannaus (*horizon scanning*)
- Delfoi-menetelmä

Menetelmän valintaan liittyvän suodatinvaikutuksen ehkäiseminen:

- menetelmätriangulaatio (menetelmän, aineistojen, teorioiden ja osallistujien ajoittainen vaihtelu)

Lähdeluettelo

- ¹ Morecroft, J. D. W., & Sterman, J. D. (toim.) (2000). *Modelling for learning organizations*. Productivity Press.
- ² Barbrook-Johnson, P., & Penn, A. S. (2022). *Systems mapping: How to build and use causal models of systems*. Palgrave Macmillan. doi: 10.1007/9783031019197
- ³ Barbrook-Johnson, P., & Penn, A. (2021). Participatory systems mapping for complex energy policy evaluation. *Evaluation*, 27(1), 57–79. doi: [10.1177/1356389020976153](https://doi.org/10.1177/1356389020976153)
- ⁴ Glenn, J. C., & Gordon, T. J. (2009). *Futures research methodology*. The Millennium Project.
- ⁵ Roponen, J., & Salo, A. (2024). Probabilistic cross-impact methodology for explorative scenario analysis. *Futures & Foresight Science*, 6(1), e165. doi: [10.1002/ffo2.165](https://doi.org/10.1002/ffo2.165)
- ⁶ Myllylä, Y., Kaivo-oja, J., & Juga, J. (2016). Strong prospective trends in the Arctic and future opportunities in logistics. *Polar Geography*, 39(3), 145–164. doi: [10.1080/1088937X.2016.1184723](https://doi.org/10.1080/1088937X.2016.1184723)
- ⁷ Parry, G. (1991). Common Cause Failure Analysis: A Critique and Some Suggestions. *Reliability Engineering & System Safety*, 34(3), 309–326. doi: [10.1016/0951-8320\(91\)90106-H](https://doi.org/10.1016/0951-8320(91)90106-H)
- ⁸ World Economic Forum [WEF]. (2026). *The global risks report* [weforum.org/publications/global-risks-report-2026/](https://www.weforum.org/publications/global-risks-report-2026/)
- ⁹ Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2025). *Managing emerging critical risks: Case studies and cross-country synthesis report*. doi: [10.1787/1f9858ea-en](https://doi.org/10.1787/1f9858ea-en)
- ¹⁰ Schellnhuber, H. J. (2025). Foreword to the special issue on polycrisis and systemic risks. *International Journal of Disaster Risk Science*, 16, 524–525. doi: [10.1007/s13753-025-00660-3](https://doi.org/10.1007/s13753-025-00660-3)
- ¹¹ White, C. J., Adnan, M. S. G., Arosio, M., Buller, S., Cha, Y., Ciurean, R., Crummy, J. M., Duncan, M., Gill, J., Kennedy, C., Nobile, E., Smale, L., & Ward, P. J. (2025). Towards Multi-hazard and Multi-risk Indicators – A Review and Recommendations for Development and Implementation. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 25, 4263–4281. doi: 10.5194/nhess-25-4263-2025
- ¹² Denzin, N. (2009). *The research act: A theoretical introduction to sociological methods*. McGraw-Hill. doi: [10.4324/9781315134543](https://doi.org/10.4324/9781315134543)
- ¹³ Walshe, K. (2019). Public inquiry methods, processes and outputs: An epistemological critique. *The Political Quarterly*, 90(2), 210–215. doi: [10.1111/1467-923X.12691](https://doi.org/10.1111/1467-923X.12691)
- ¹⁴ Linstone, H. A., & Turoff, M. (toim.) (1975). *The Delphi method: Techniques and applications*. Addison-Wesley. doi: [10.2307/3150755](https://doi.org/10.2307/3150755)
- ¹⁵ Glenn, J. C., & Gordon, T. J. (2009). *Futures research methodology*. The Millennium Project.

- ¹⁶ Myllylä, Y., & Kaivo-oja, J. (2015). Integrating Delphi methodology to some classical concepts of the Boston Consulting Group framework: Arctic maritime technology BCG Delphi foresight – A pilot study from Finland. *European Journal of Futures Research*, 3, 2. doi: [10.1007/s40309-014-0060-7](https://doi.org/10.1007/s40309-014-0060-7)
- ¹⁷ Kaivo-oja, J., & Lauraeus, T. (2017). Knowledge management and triangulation logic in the foresight research and analyses in business process management. Teoksessa *Knowledge management in organizations – 12th International Conference, KMO 2017, proceedings*, 731, 228–238. Springer. doi: [10.1007/978-3-319-62698-7_20](https://doi.org/10.1007/978-3-319-62698-7_20)
- ¹⁸ Myllylä, Y., & Kaivo-oja, J. (2024). A hybrid foresight study of the environmental reference laboratory system in Finland: A foresight study for the government of Finland. *European Journal of Futures Research*, 12(2). doi: [10.1186/s40309-023-00223-z](https://doi.org/10.1186/s40309-023-00223-z)
- ¹⁹ Myllylä, Y., Kaivo-oja, J., & Inkeröinen, J. (2018). Ympäristöalan vertailulaboratoriotoiminnan ennakointi – tutkimusraportti. *Valtioneuvoston kanslian julkaisuja 61/2018*. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta. julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161155
- ²⁰ Myllylä, Y. (2013). Arktisen meriteknologian ennakointi – Uudenmaan pk-yritysten näkökulmasta. *Uudenmaan ELY-keskuksen julkaisuja 13/2013*. Uudenmaan ELY-keskus. doria.fi/handle/10024/90791
- ²¹ Myllylä, Y., Sajeva, M., Kaivo-oja, J., & Aho, S. (2011). *iKnow Delphi 2.0 country report Finland*. Finland Futures Research Centre. utupub.fi/handle/10024/147566
- ²² Porter, M. E. (1990). *The competitive advantage of nations*. Free Press.
- ²³ Azzopardi, L. (2021). Cognitive biases in search: A review and reflection of cognitive biases in information retrieval. Teoksessa *Proceedings of the 2021 ACM SIGIR Conference on Human Information Interaction and Retrieval (CHIIR '21)*. ACM. doi: [10.1145/3406522.344602](https://doi.org/10.1145/3406522.344602)
- ²⁴ Eberhard, K. (2023). The Effects of Visualization on Judgment and Decision-Making: A Systematic Literature Review. *Management Review Quarterly*, 73, 167–214. doi: [10.1007/s11301-021-00235-8](https://doi.org/10.1007/s11301-021-00235-8)
- ²⁵ Polchar, J., & Santamaria, N. A. (2024). Mapping emerging critical risks. *OECD Working Papers on Public Governance*. oecd.org/en/publications/mapping-emerging-critical-risks_eb642ada-en.html
- ²⁶ Könnölä, T., Salo, A., Cagnin, C., Carabias, V., & Vilkkumaa, E. (2012). Facing the future: Scanning, synthesizing and sense-making in horizon scanning. *Science and Public Policy*, 39(2), 222–231. doi: [10.1093/scipol/scs021](https://doi.org/10.1093/scipol/scs021)
- ²⁷ Olsen, O. E., Juhl, K., Lindøe, P., & Engen, O. (2019). *Standardization and risk governance: A multi-disciplinary approach*. Routledge. doi: [10.4324/9780429290817](https://doi.org/10.4324/9780429290817)

Täydentävä tutkimuskirjallisuus

Systemidynamiikan teoreettinen tausta

- Meadows, D. H. (2009). *Thinking in systems: A primer*. Earthscan.

Riskianalyysin teoreettinen tausta

- Aven, T. (2018). An Emerging New Risk Analysis Science: Foundations and Implications. *Risk Analysis*, 38(5), 876–888. doi: [10.1111/risa.12899](https://doi.org/10.1111/risa.12899)

Uhkatyyppien yhdistäminen samaan riskiarviointiin

- Chockalingam, S., Hadžiosmanović, D., Pieters, W., Teixeira, A., & van Gelder, P. (2017). *Integrated Safety and Security Risk Assessment Methods: A Survey of Key Characteristics and Applications*, Proceedings of the International Conference on Critical Information Infrastructures Security (CRITIS), Lecture Notes in Computer Science vol. 10242, Springer. doi: [10.48550/arXiv.1707.02140](https://doi.org/10.48550/arXiv.1707.02140)

Monimenetelmäisistä lähestymistavoista

- Creswell, J. W. (2009). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Sage. doi: [10.1002/nha3.20258](https://doi.org/10.1002/nha3.20258)