

Gregow H, Carter T, Groundstroem F, Haavisto R, Haanpää S, Halonen M, Harjanne A, Hildén M, Jakkila J, Juhola S, Jurgilevich A, Kokko A, Kollanus V, Lanki T, Luhtala S, Miettinen I, Mäkelä A, Nurmi V, Oljemark K, Parjanne A, Peltonen-Sainio P, Perrels A, Pilli-Sihvola K, Punkka A-J, Raivio T, Räsänen A, Säntti K, Tuomenvirta H, Veijalainen N, Zacheus O

## **Keinot edistää sää- ja ilmatoriskien hallintaa**

**Joulukuu 2016**

Valtioneuvoston selvitys-  
ja tutkimustoiminnan  
julkaisusarja 47/2016

# KUVAILULEHTI

<b>Julkaisija ja julkaisuaika</b>	Valtioneuvoston kanslia, 2.12.2016		
<b>Tekijät</b>	Gregow H, Carter T, Groundstroem F, Haavisto R, Haanpää S, Halonen M, Harjanne A, Hildén M, Jakkila J, Juhola S, Jurgilevich A, Kokko A, Kollanus V, Lanki T, Luhtala S, Miettinen I, Mäkelä A, Nurmi V, Oljemark K, Parjanne A, Peltonen-Sainio P, Perrels A, Pilli-Sihvola K, Punkka A-J, Raivio T, Räsänen A, Sántti K, Tuomenvirta H, Veijalainen N, Zacheus O		
<b>Julkaisun nimi</b>	Keinot edistää sää- ja ilmatoriskien hallintaa		
<b>Julkaisusarjan nimi ja numero</b>	Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 47/2016		
<b>Asiasanat</b>	Sää, ilmasto, ilmastonmuutokset, riskienhallinta, sopeutuminen		
<b>Julkaisun osat/ muut tuotetut versiot</b>	45/2016; Taloudellisesti tehokkaampaa sää- ja ilmatoriskien hallintaa Suomessa 46/2016; Ilmastonmuutoksen heijastevaikutukset Suomeen		
<b>Julkaisuaika</b>	Joulukuu, 2016	<b>Sivuja</b> 36	<b>Kieli</b> Suomi

## Tiivistelmä

ELASTINEN-tutkimushankkeessa selvitettiin sää- ja ilmatoriskien hallinnan tilaa Suomessa ja arvioitiin riskienhallintakeinoja sekä eri toimijoiden roolia. Lisäksi tarkasteltiin, miten riskienhallinnan kustannuksia ja hyötyjä arvioidaan sekä miten riskienhallinta voidaan kääntää liiketoiminnaksi.

Yhteiskunnan toimivuuden ja turvallisuuden ylläpitäminen edellyttää aktiivista varautumista sään ääri-ilmiöihin. Hankkeen tulosten mukaan suomalaiset organisaatiot eivät usein arvioi sää- ja ilmatoriskejä systemaattisesti. Varautumisessa tulee ottaa huomioon, että ilmastonmuutos voi muuttaa sään ääri-ilmiöitä, niiden esiintymistiheyttä ja voimakkuutta. Näin varautuminen sään ääri-ilmiöihin on myös osa sopeutumista ilmastonmuutokseen.

ELASTINEN-hanke esittää kolme suositusta, joilla sää- ja ilmatoriskien hallintaa voitaisiin parantaa ja sopeutumistyötä tukea: 1) monipuolistetaan tiedon tuottoa ja käyttöä, 2) vahvistetaan yhteistyötä ja kehitetään toimintatapoja sekä 3) kehitetään palveluita ja liiketoimintamahdollisuuksia. Suositusten toteuttamiseksi esitetään toimenpide-ehdotuksia, minkä lisäksi on tunnistettu toimien toteuttajatahoja. Nykyistä monipuolisempi ja helpommin saatavilla oleva tieto parantaisi mahdollisuuksia arvioida ja hallita sää- ja ilmatoriskejä sekä kykyä sopeutua ilmastonmuutoksen vaikutuksiin. Suomessa tulisi myös arvioida säännöllisesti Suomen ulkopuolella tapahtuvia ilmastonmuutoksen vaikutuksia, jotka voivat heijastua Suomeen. Sää- ja ilmatoriskien hallintatoimia tulisi valita ja arvioida myös taloudellisen tehokkuuden näkökulmasta.

**Liite 1** ELASTINEN-hankkeen muut kirjalliset tuotokset ja verkkotyökalut

Tämä julkaisu on toteutettu osana valtioneuvoston vuoden 2015 selvitys- ja tutkimussuunnitelman toimeenpanoa (tietokayttoon.fi).

Julkaisun sisällöstä vastaavat tiedon tuottajat, eikä tekstisisältö välttämättä edusta valtioneuvoston näkemystä.

# PRESENTATIONSBLAD

<b>Utgivare &amp; utgivningsdatum</b>	Statsrådets kansli, 2.12.2016		
<b>Författare</b>	Gregow H, Carter T, Groundstroem F, Haavisto R, Haanpää S, Halonen M, Harjanne A, Hildén M, Jakkila J, Juhola S, Jurgilevich A, Kokko A, Kollanus V, Lanki T, Luhtala S, Miettinen I, Mäkelä A, Nurmi V, Oljemark K, Parjanne A, Peltonen-Sainio P, Perrels A, Pilli-Sihvola K, Punkka A-J, Raivio T, Räsänen A, Sântti K, Tuomenvirta H, Veijalainen N, Zacheus O		
<b>Publikationens namn</b>	Metoder för att hantera väder- och klimatrelaterade risker		
<b>Publikationsseriens namn och nummer</b>	Publikationsserie för statsrådets utrednings- och forskningsverksamhet 47/2016		
<b>Nyckelord</b>	Väderlek, klimat, klimatförändringar, riskhantering, anpassning		
<b>Publikationens delar /andra producerade versioner</b>	45/2016; Effektiv hantering av väder- och klimatrisker i Finland 46/2016; Klimatförändringens gränsöverskridande effekter i Finland		
<b>Utgivningsdatum</b>	December, 2016	<b>Sidantal</b> 36	<b>Språk</b> Finska

## Sammandrag

I projektet ELASTINEN utredde man hur väder- och klimatrelaterade risker hanteras i Finland. Metoder för riskhantering och olika aktörers roll analyserades. Därtill utreddes hur riskhanteringskostnader och ekonomiska nytta utvärderas samt hur riskhanteringen kan möjliggöra ny affärsverksamhet.

Upprätthållandet av ett väl fungerande och tryggt samhälle kräver att man aktivt förbereder sig också för extrema väderfenomen. Projektets resultat visade att företag och organisationer i Finland inte analyserar kritiska väder- och klimatrelaterade risker särskilt systematiskt. I anpassningen till klimatförändringen bör man dock förstå att de nuvarande klimatrelaterade riskerna är på väg att ändras och det syns i framtiden som förändringar i de extrema väderfenomens intensitet och frekvens. En viktig del av anpassningen till klimatförändringen är därför förberedelse för ny variation i väderrelaterade risker.

ELASTINEN-projektet kom fram med tre generella rekommendationer som kan förbättra hanteringen av väder- och klimatrelaterade risker samt stödja anpassningsarbetet: 1) produktion och användning av information bör ökas, 2) samarbete och praktisk riskhantering bör förbättras, 3) klimatservice och affärsverksamhet bör utvecklas. För att förverkliga rekommendationerna föreslås konkreta åtgärder för olika aktörer. Mångsidigare och mer lättillgänglig information skulle förbättra möjligheterna att hantera klimat- och väderrisker samt stärka anpassningen till klimatförändringens följder. Det gäller även att beakta de klimatrelaterade risker som kan nå Finland från områden utanför landets gränser. Hanteringen av väder- och klimatrelaterade risker bör genomföras så att den ekonomiska effektiviteten beaktas.

**Bilaga 1** Andra skriftliga resultat och webbverktyg som produceras i projektet ELASTINEN

Den här publikationen är en del i genomförandet av statsrådets utrednings- och forskningsplan för 2015 ([tietokayttoon.fi/sv](http://tietokayttoon.fi/sv)).

De som producerar informationen ansvarar för innehållet i publikationen. Textinnehållet återspeglar inte nödvändigtvis statsrådets ståndpunkt

## DESCRIPTION

<b>Publisher and release date</b>	Prime Minister's Office, 2.12.2016		
<b>Authors</b>	Gregow H, Carter T, Groundstroem F, Haavisto R, Haanpää S, Halonen M, Harjanne A, Hildén M, Jakkila J, Juhola S, Jurgilevich A, Kokko A, Kollanus V, Lanki T, Luhtala S, Miettinen I, Mäkelä A, Nurmi V, Oljemark K, Parjanne A, Peltonen-Sainio P, Perrels A, Pilli-Sihvola K, Punkka A-J, Raivio T, Räsänen A, Sääntti K, Tuomenvirta H, Veijalainen N, Zacheus O		
<b>Title of publication</b>	Measures to promote the management of weather and climate related risks		
<b>Name of series and number of publication</b>	Publications of the Government's analysis, assessment and research activities 47/2016		
<b>Keywords</b>	Weather, climate, climate changes, risk management, adaptation		
<b>Other parts of publication/ other produced versions</b>	45/2016; Efficient weather and climate risk management in Finland 46/2016; Crossborder effects of climate change in Finland		
<b>Release date</b>	December, 2016	<b>Pages</b> 36	<b>Language</b> Finnish

### Abstract

The ELASTINEN project examined the present state of the management of weather and climate related risks in Finland. It also analysed risk management measures and the roles of different actors. In addition, it examined how the costs and benefits of risk management measures are assessed and how risk management can enable new business.

Maintaining a well-functioning and safe society requires active preparedness for extreme weather events. According to the results of the project, Finnish organizations do not often systematically assess weather and climate related risks. The extreme weather events, their frequency and severity may be affected by climate change which should be taken into account in preparing for them. Therefore, preparedness for the extreme weather events is also a part of adaptation to climate change.

The report includes three recommendations to improve the management of weather and climate related risks and to support adaptation work: 1) the production and use of information should be diversified, 2) cooperation should be strengthened and procedures improved, 3) services and business opportunities should be developed. The ELASTINEN project also proposes measures and identifies actors to implement the recommendations. The assessment and management of weather and climate risks and adaptation to the impacts of climate change could be improved by more diverse and easily accessible information. Transboundary impacts of climate change should also be assessed regularly. When choosing and assessing risk management and adaptation measures, their cost efficiency should be considered.

### Appendix 1 Other written outputs and web tools produced in the ELASTINEN project

This publication is part of the implementation of the Government Plan for Analysis, Assessment and Research for 2015 (tietokaytoon.fi/en).

The content is the responsibility of the producers of the information and does not necessarily represent the view of the Government.



# SISÄLLYS

<b>TÄRKEIMMÄT KÄSITTEET .....</b>	<b>1</b>
<b>1. JOHDANTO JA TAUSTA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. LÄHESTYMISTAVAT JA MENETELMÄT .....</b>	<b>4</b>
<b>3. SUOSITUKSET JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSET .....</b>	<b>6</b>
<b>4. MITÄ RISKEJÄ TULISI HALLITA JA MIHIN SOPEUTUA? .....</b>	<b>10</b>
4.1 Ilmastonmuutoksen ja sää- ja ilmatoriskien vaikutukset Suomessa.....	10
4.1.1 Kaupungit.....	10
4.1.2 Energiasektori.....	11
4.1.3 Vesisektori .....	12
4.1.4 Maataloussektori.....	14
4.2 Sää- ja ilmatoriskien taloudelliset vaikutukset Suomessa .....	16
4.3 Sää- ja ilmatoriskien heijastevaikutukset .....	18
<b>5. RISKIEN HALLINNAN KEHITTÄMINEN .....</b>	<b>19</b>
5.1 Ilmatoriskien hallinnan tila Suomessa.....	19
5.2 Eri toimijoiden rooli riskienhallinnan kehittämisessä .....	21
5.2.1 Julkisen sektorin toimet .....	24
5.2.2 Yksityisen sektorin toimet .....	26
5.2.3 Kolmannen sektorin toimet .....	26
5.3 Riskienhallinta- ja sopeutumistoimien arviointi .....	27
5.4 Mahdollisuudet kehittää liiketoimintaa .....	30
<b>LÄHTEITÄ JA TAUSTA-AINEISTOJA .....</b>	<b>33</b>
<b>LIITE 1. ELASTINEN-HANKKEEN MUUT KIRJALLISET TUOTOKSET JA VERKKOTYÖKALUT .....</b>	<b>36</b>

# TÄRKEIMMÄT KÄSITTEET

Säästä, ilmastosta, riskeistä ja ilmastonmuutokseen sopeutumisesta puhuttaessa on vaikea täysin välttää teknistä ammattisanastoa. Lisäksi eri termien määritelmät voivat vaihdella alojen ja asiayhteyksien välillä. Alle on koottu lista raportin keskeisistä käsitteistä määrittelyineen.

## Sää- ja ilmastoriskeihin ja ilmastonmuutokseen sopeutumiseen liittyviä käsitteitä

Termi	Määrittely
Altistuminen ( <i>exposure</i> )	Ihmisten, elinkeinojen, ekosysteemien ja luonnonvarojen, infrastruktuurin tai taloudellisen, yhteiskunnallisen tai kulttuurisen pääoman sijoittuminen sellaiseen paikkaan, jossa niille mahdollisesti aiheutuu vahinkoa tai vaaraa
Haavoittuvuus ( <i>vulnerability</i> )	Herkkyys potentiaalisesti vahinkoa tai vaaraa aiheuttavalle ilmiölle
Heijastevaikutus ( <i>transboundary effect</i> )	Ilmaston vaihtelevuuden tai muutoksen seuraus, joka ilmenee Suomessa, mutta jonka varsinainen alkuperä on Suomen rajojen ulkopuolella
Ilmastonmuutos ( <i>climate change</i> )	Luonnollisista tekijöistä johtuva sekä ihmiskunnan aiheuttama ilmaston ajallinen muuttuminen
Resilienssi ( <i>resilience</i> )	Tietoinen ja ennakoiva kyky sopeutua ja toimia joustavasti häiriötilanteissa sekä toipua ja kehittyä niiden jälkeen (käytetään paitsi häiriötilanteisiin, niin myös laajemmin muutoksiin)
Riski ( <i>risk</i> )	Tapahtuman todennäköisyyden ja seurauksen yhdistelmä
Sopeutuminen ( <i>adaptation</i> )	Ihmisen ja luonnon järjestelmien kyky toimia nykyisessä ilmastossa ja varautua tulevaan ilmastonmuutokseen ja sen seurausvaikutuksiin. Sopeutumisella pyritään ehkäisemään tai lieventämään ilmaston vaihtelevuudesta ja muutoksesta aiheutuvia kielteisiä vaikutuksia ja hyötymään myönteisistä vaikutuksista. Sopeutuminen voi olla reagoimista tilanteisiin ja niitä ennakoivaa.
Sää- ja ilmasto-riskit ( <i>weather and climate risks</i> )	Sään ja ilmaston ilmiöiden ja niiden kehityksen aiheuttamat mahdolliset haitat ihmistoiminnalle ja luonnolle. Niihin voi liittyä sekä suoria (esimerkiksi vahingot omaan omaisuuteen) että epäsuoria (esimerkiksi hankintaketjujen kautta aiheutuvat seisokit) vaikutuksia.
Vaaratekijä ( <i>hazard</i> )	Mahdollisesti vahinkoa tai vaaraa tuottava luonnon tai ihmistoiminnan aiheuttama fyysinen ilmiö ja sen kehitys
Vaikutusennuste ( <i>impact-based forecast</i> )	Ennuste, joka arvioi haittaa tai vaaraa aiheuttavan sääilmiön tai ilmastotapahtuman vaikutuksia joko kokonaisuudessaan tai sektorikohtaisesti
Vaikutusvaroitus ( <i>impact-based warnings</i> )	Varoitus sääilmiöstä tai ilmastotapahtumasta, jonka vaikutukset ylittävät ennalta määritetyn raja-arvon ennalta määritetyllä todennäköisyydellä

# 1. JOHDANTO JA TAUSTA

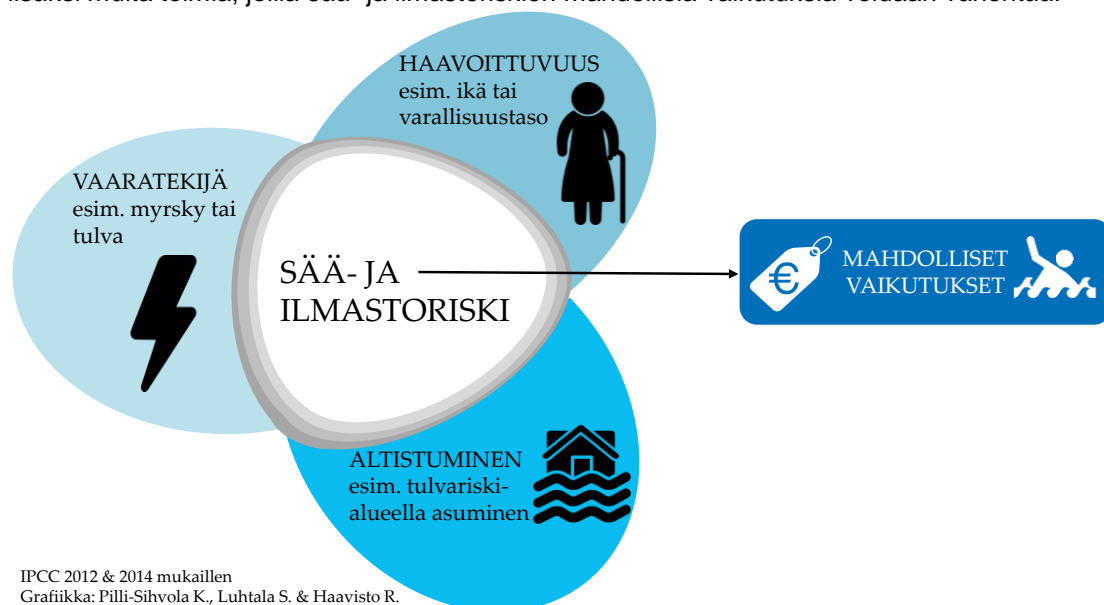
Vuosina 2015–2016 toteutetussa ELASTINEN-hankkeessa<sup>1</sup> tuotettiin kokonaiskuva sää- ja ilmatoriskien hallinnasta Suomessa. Lisäksi arvioitiin keinoja edistää toimialojen sää- ja ilmatoriskien hallintaa. Hankkeen aikajänne ulottuu tuntitasoon operatiivisesta sääriskien hallinnasta aina vuosikymmenten päähän ulottuvaan ilmastonmuutoksen sopeutumistoimien suunnitteluun ja toteutukseen.

Hanke vastasi neljään kysymykseen:

1. Miten ilmatoriskien arviointia ja hallinnan välineitä voidaan ajantasaistaa ja kehittää?
2. Mitkä ovat alueelliset ilmastosuureiden muutokset nykytiedon mukaan?
3. Ovatko taloudelliset arviot riittäviä ja mitkä ovat niiden kehittämistarpeet Suomessa?
4. Mitkä ovat ilmastonmuutoksen kansainväliset heijastevaikutukset Suomelle?

Hanke tukee kansallisen sopeutumispolitiikan toteuttamista. Valtioneuvoston periaatepäätöksellä hyväksytyn kansallisen ilmastonmuutoksen sopeutussuunnitelman 2022<sup>2</sup> tarkoituksena on tukea riskeihin ja sopeutumiseen liittyvää tutkimusta ja sen käytäntöön vientiä. Hanke voidaan nähdä myös osana Suomen kokonaisturvallisuuden kehittämistä<sup>3</sup>. Kansallisessa riskiarviossa 2015<sup>4</sup> on tunnistettu useita mahdollisia vakavia alueellisia tapahtumia, jotka liittyvät suoraan tai välillisesti ilmastonmuutokseen tai joiden todennäköisyyteen ilmastonmuutos voi vaikuttaa.

Hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin (IPCC:n)<sup>5</sup> mukaan sää- ja ilmatoriski ja sen vaikutukset muodostuvat vaaratekijästä, haavoittuvuudesta ja altistumisesta (kuvio 1), jotka vaihtelevat ja muuttuvat ajan myötä. Määritelmä pätee yksilön, toimialojen ja yhteiskunnan tasolla. Haavoittuvuuden ja altistumisen vähentäminen ovat keskeisiä toimia, joilla sää- ja ilmatoriskiä voidaan vähentää. ELASTINEN-hankkeessa on tutkittu kaikkia näitä tekijöitä ja lisäksi muita toimia, joilla sää- ja ilmatoriskien mahdollisia vaikutuksia voidaan vähentää.



IPCC 2012 & 2014 mukaillen  
Grafiikka: Pilli-Sihvola K., Luhtala S. & Haavisto R.  
Ikonit: Freepik/Flaticon.com & Pixabay.com.

**Kuvio 1. Sää- ja ilmatoriskiin vaikuttavat tekijät.**<sup>5 6</sup>

<sup>1</sup> Ennakoiva lyhyen aikavälin sää-, talous- ja ilmatoriskien hallitseminen (ELASTINEN)  
<http://ilmatiiteenlaitos.fi/elastic>

<sup>2</sup> Maa- ja metsätalousministeriö 2014

<sup>3</sup> Turvallisuuskomitea: Kokonaisuusturvallisuus <http://www.turvallisuuskomitea.fi/index.php/fi/kokonaisturvallisuus>  
[viitattu 20.9.2016]

<sup>4</sup> Sisäministeriö 2016

<sup>5</sup> IPCC 2014

<sup>6</sup> Pilli-Sihvola ym. 2016

Raportti on jäsennetty johdannon lisäksi neljään lukuun. Luvussa 2 esitellään hankkeen lähestymistavat ja menetelmät, luvussa 3 esitetään hankkeen pohjalta muodostetut politiikkasuositukset ja toimenpide-ehdotukset, luvussa 4 kuvataan Suomen sää- ja ilmastoriskejä ja sopeutumisen tarvetta, ja lopuksi luvussa 5 käsitellään sitä, miten riskienhallintaa voi kehittää. ELASTINEN-hankkeen muut kirjalliset tuotokset ja tuotetut verkkosisällöt on lueteltu raportin liitteessä 1.

ELASTINEN-hanke kiittää kaikkia sen kyselyihin vastanneita, työpajaan ja loppuseminaariin osallistuneita sekä haastatteluja antaneita. Hanke kiittää myös ohjausryhmänä toiminutta maa- ja metsätalousministeriön koordinoimaa Ilmastomuutoksen sopeutumisen seurantar ryhmää ohjauksesta ja kommenteista sekä valtioneuvoston kanslian selvitys- ja tutkimustoimintaa rahoituksesta. Hanke on myös tukeutunut muihin ilmastomuutoksen vaikutuksia ja niihin sopeutumista selvittäviin hankkeisiin, kuten PLUMES<sup>7</sup>, EU-hanke Impressions<sup>8</sup> ja ympäristöministeriön rahoittama Indifin<sup>9</sup>.

ELASTINEN-hankkeen toteuttivat Ilmatieteen laitos (koordinaattori), Helsingin yliopisto, Suomen ympäristökeskus, Luonnonvarakeskus, Terveysten ja hyvinvoinnin laitos sekä Gaia Consulting Oy.

---

<sup>7</sup> Pathways linking uncertainties in model projections of climate and its effects (PLUMES) <http://www.syke.fi/projects/plumes>

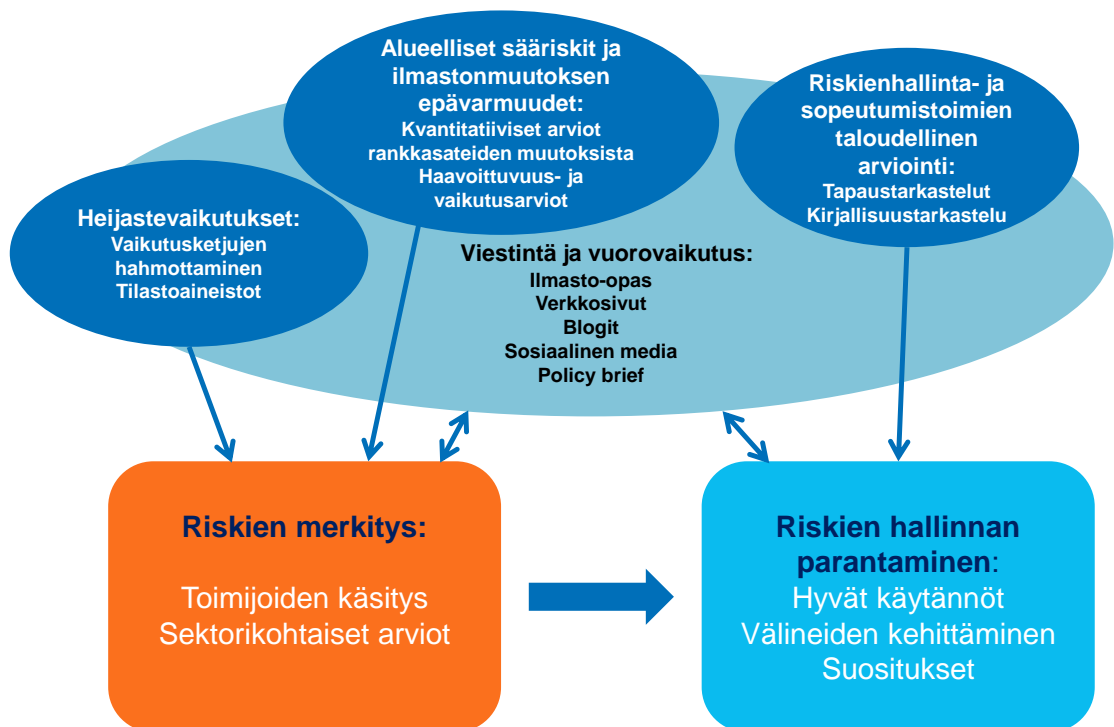
<sup>8</sup> Impacts and risks from high-end scenarios: Strategies for innovative solutions (IMPRESSIONS) <http://impressions-project.eu/>

<sup>9</sup> Ilmastomuutoksen epäsuorien vaikutusten merkitys Suomelle (SYKE, YM176/481/2014)



## 2. LÄHESTYMISTAVAT JA MENETELMÄT

ELASTINEN-hanke lähestyi tutkimuskysymyksiä yhdistämällä hankkeen tekijöiden tutkimuksissa ja selvityksissä tehtyjä havaintoja, kirjallisuus- ja dokumenttitarkasteluja sekä hanketta varten kerättyjä uusia havaintoja. Havaintoja kerättiin vuorovaikutuksessa eri alojen toimijoiden kanssa, mm. tekemällä kyselyjä ja haastatteluja eri alojen toimijoille. Hankkeen eri osatehtävät liittyivät riskien merkityksen selvittämiseen sekä riskien hallinnan parantamiseen, ja niissä käytettiin toisiaan täydentäviä lähestymistapoja ja menetelmiä. Tuloksena syntyi hankkeen avainkysymyksiä valottavia raportteja, uutta aineistoa Ilmasto-opas.fi-sivustolle sekä muita viestintäaineistoja. Laajalla viestinnällä ja vuorovaikutuksella osia yhdistettiin ja suunnattiin riskienhallinnan parantamiseen (kuvio 2). Seuraavassa keskeiset lähestymistavat ja menetelmät on esitetty osa-alueittain.



Kuvio 2. ELASTINEN-hankkeen tarkastelualueet ja lähestymistavat

### Ilmatoriskien arviointi ja hallinta

Hankkeen alussa toteutettiin selvitys sää- ja ilmatoriskeistä ja niiden hallintaa tukevan tiedon tuotannosta, käytöstä ja tietotarpeista. Selvityksen ensimmäisessä vaiheessa kartoitettiin sää- ja ilmatoriskien hallintaa Suomessa kahdella verkkokyselyllä, joista toinen oli kohdennettu kunnille ja toinen muille kotimaisille organisaatioille. Toisessa työvaiheessa järjestettiin tammikuussa 2016 sidosryhmätyöpaja sää- ja ilmatoriskien tietolähteistä, niiden käytöstä ja tietopalveluiden kehittämisestä. Kolmannessa vaiheessa muodostettiin erilliset toimialakatsaukset kirjallisuuden, kysely- ja työpajatulosten ja muun selvitystyön pohjalta. Näiden kolmen työvaiheen tulokset yhdistettiin omaksi osaraporttikseen<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> Harjanne A, Haavisto R, Tuomenvirta H, Luhtala S, Mäkelä A, Gregow H, Halonen M, Raivio T, Hildén M, Parjanne A, Jakkila J, Juhola S, Räsänen A, Haanpää S, Jurgilevich A, Peltonen-Sainio P, Lanki T, Miettinen I, Zacheus O & Kollanus V. 2016. Sää- ja ilmatoriskien hallinta ja tietolähteet Suomessa. Ilmatieteen laitoksen julkaisusarja 2016:6. 111 s. <http://hdl.handle.net/10138/168693>

## Alueelliset sääriskit ja ilmastomuutoksen epävarmuudet

Hankkeessa tuotettiin uutta ja helposti saatavilla olevaa alueellista ilmastotietoa. Muun muassa Ilmasto-opas.fi-sivuston Mennyt ja tuleva ilmasto -karttatyökaluun tuotettiin uusimmat kuntakohtaiset ilmastoskenaariot, jotka sisältävät sekä havaitun että arvioidun tulevaisuuden ilmaston (ml. tietojen latausmahdollisuus). Lisäksi Ilmasto-oppaaseen tuotettiin uusimman tiedon mukaiset selvitykset Suomen vesivarojen sekä rankkasateiden<sup>11</sup> muutoksista ilmastomuutoksen seurauksena. Keskeinen osa työtä oli lisäksi kartoittaa ja arvioida sitä, miten sääilmiöihin liittyviä vaikutus- ja haavoittuvuustietoja voitaisiin hyödyntää entistä paremmin yhteiskunnan varautumisen ja turvallisuuden parantamiseksi. Käytännön esimerkkinä tarkasteltiin paikallisilta energiayhtiöiltä saatavia vika- ja vaikutustietoja.

## Riskienhallinta- ja sopeutumistoimien taloudellinen arviointi

Taloudellisia arviointimenetelmiä ja niiden hyödyntämistä Suomessa tarkasteltiin kirjallisuuskatsauksen, dokumenttianalyysin ja asiantuntijahaastattelujen perusteella. Kansainvälisen kirjallisuuden perusteella käytiin läpi kuusi menetelmää, joilla riskienhallinta- ja sopeutumistoimien soveltuvuutta voidaan arvioida. Lisäksi dokumenttianalyysin ja asiantuntijahaastattelujen avulla tarkasteltiin, mitä menetelmiä on Suomessa käytetty erityisesti tulvariskien hallinnassa, vesihuoltosektorilla ja kaupunkisuunnittelussa. Lisäksi toteutettiin kustannus-hyötyanalyysi vuonna 2013 voimaan tulleen sähkömarkkinalain jakeluverkon toiminnan laatuvaatimuksista, joilla tavoitellaan säätelijöiden, erityisesti voimakkaiden tuulien ja lumikuorman, aiheuttamien sähkökatkojen vähenemistä.<sup>12</sup>

## Heijastevaikutukset

Ilmaston vaihtelevuuden ja muutoksen heijastevaikutuksia<sup>13</sup> Suomeen tarkasteltiin kehittämällä kirjallisuustarkastelun perusteella kuvaukset ”vaikutusketjuista”, joiden välityksellä Suomen rajojen ulkopuolella ilmenevä ilmastomuutoksen vaikutus heijastuu myös Suomeen. Vaikutusketjujen todentamiseksi tarkasteltiin, mitä tiedetään ilmastomuutoksen vaikutusten ilmentymisestä eri puolilla maailmaa, koottiin tilastoja Suomen suhteista muuhun maailmaan sekä haastateltiin asiantuntijoita heijastevaikutusten merkityksestä yhteiskunnan eri sektoreilla. Tarkastelun kohteena olivat sekä heijastevaikutuksiin liittyvät riskit että mahdollisuudet.<sup>14</sup>

## Viestintä ja vuorovaikutus sidosryhmiin

Hanke toteutettiin vuorovaikutuksessa keskeisten sidosryhmien kanssa. Sidoryhmiä olivat mm. politiikan valmistelijat ja toimeenpanijat eri tasoilla, asiantuntijat, järjestöt, yritykset ja kiinnostuneet kansalaiset. Erillinen viestintään keskittynyt työpaketti tuki hankkeen muita osia vuorovaikutteisessa sidoryhmätyössä, johon sisältyi työpaja, toimijahaastatteluja, esitelmiä, loppuseminaari, tiedotteita, verkkoviestintää (hankesivu, sosiaalinen media, Ilmasto-opas.fi-sivuston sisältöjä), blogikirjoituksia ja politiikkasuositus (*policy brief*), osaraportteja ja loppuraportti. Hankkeen teemoja oli esillä myös Ilmatieteen laitoksen järjestämässä toimittajakoulutuksessa 2016. Lisäksi hanketta ja sen tuloksia esiteltiin kansainvälisissä konferensseissa ja työpajoissa, kuten pohjoismaisessa ilmastomuutokseen sopeutumiskonferenssissa sekä Euroopan meteorologisen seuran konferenssissa, EU PLACARD Foresight -työpajassa haavoittuvuuden ja ilmastoon liittyvien vaaratekijöiden pienentämisestä sekä Euroopan ympäristökeskuksen ympäristö- ja seurantaverkoston työpajassa ilmastomuutoksen vaikutuksista, haavoittuvuudesta ja sopeutumisesta.

<sup>11</sup> Saku S, Mäkelä A, Jylhä K & Niinimäki N. 2016. Lyhytkestoisten sateiden rankkuus ja toistuvuus Suomessa. Ilmatieteen laitos. 15 s. <http://bit.ly/2evTziZ>

<sup>12</sup> Pälli-Sihvola K, Haavisto R, Nurmi V, Oljemark K, Tuomenvirta H, Grundstroem F, Juhola S, Miettinen I & Gregow H. 2016. Taloudellisesti tehokkaampaa sää- ja ilmastoriskien hallintaa Suomessa. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 45/2016. 68 s.

<sup>13</sup> Eri yhteyksissä heijastevaikutuksista on myös käytetty muita nimityksiä, kuten epäsuorat vaikutukset tai rajoja ylittävät vaikutukset.

<sup>14</sup> Hildén M, Grundstroem F, Carter T R, Halonen M, Perrels A & Gregow H. 2016. Ilmastomuutoksen heijastevaikutukset Suomeen. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 46/2016. 62 s.

### 3. SUOSITUKSET JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

ELASTINEN-hanke esittää kolme suositusta, joilla sää- ja ilmatoriskien hallintaa voitaisiin parantaa ja sopeutumistyötä tukea: 1) monipuolistetaan tiedon tuottoa ja käyttöä, 2) vahvistetaan yhteistyötä ja kehitetään toimintatapoja sekä 3) kehitetään palveluita ja liiketoimintamahdollisuuksia.

Tässä luvussa esitetään suositukset, niitä toteuttavat toimenpide-ehdotukset sekä lyhyesti suosituksilla tavoiteltavat hyödyt. Toimenpide-ehdotukset suositellaan toteutettavaksi osana kansallisen ilmastonmuutoksen sopeutumis suunnitelman 2022<sup>15</sup> toimeenpanoa. Luvuissa 4 ja 5 käsitellään laajemmin toimenpide-ehdotuksiin liittyviä kysymyksiä: miksi, miten ja milloin toimenpiteitä tulisi toteuttaa. Kaikki suositukset koskevat maa- ja metsätalousministeriön koordinoimaa ilmastonmuutokseen sopeutumisen seurantar ryhmää<sup>16</sup>, joka seuraa kansallisen ilmastonmuutoksen sopeutusohjelman toimeenpanoa. Lisäksi hankeryhmä on tunnistanut tahoja, joilta edellytetään toimintaa toimenpide-ehdotusten toteuttamiseksi.

#### Suositus 1: Monipuolistetaan tiedon tuottoa ja käyttöä.

**Tavoiteltavat hyödyt:** Sää- ja ilmatoriskien hallintaa tukemaan tarvitaan uudenlaisia tiedon keruun, jakamisen ja tuottamisen tapoja. Nykyistä monipuolisempi ja helpommin saatavilla oleva tieto parantaa mahdollisuuksia arvioida ja hallita sää- ja ilmatoriskejä sekä kykyä sopeutua ilmastonmuutoksen vaikutuksiin. Tiedon käyttöönottoa edistää, jos useat eri tahot – julkinen ja yksityinen sektori sekä kansalaisyhteiskunta – osallistuvat tiedontuotantoon. Ilmaston vaihtelevuus ja muutos saattavat laukaista kansainvälisiä kriisejä (esim. ankaran kuivuusjakson tai laajojen tulvien aiheuttamat vaikutukset ruoan tai muiden hyödykkeiden hintaan ja saatavuuteen), jotka voivat aiheuttaa heijastevaikutuksia myös Suomeen. Arvioimalla ja seuraamalla säännöllisesti näitä heijastevaikutuksia niihin voidaan reagoida tarvittaessa nopeastikin.

#### **Toimenpide-ehdotukset:**

##### 1a. Kerätään ja jaetaan sää- ja ilmatoriskitietoa nykyistä kattavammin ja avoimemmin.

**Edellyttää toimia seuraavilta tahoilta:** Tutkimuslaitokset, yliopistot, yksityisen sektorin toimijat (ml. finanssiala ja energia-ala), eri sektoreiden ja tasojen julkishallinto sekä kansalaisjärjestöt

- Velvoitetaan ja resursoidaan tutkimusorganisaatioita tuottamaan nykyistä kohdenne- tummin päätöksentekoa tukevaa vaikutustietoa.
- Tutkimus-, kehitys- ja innovaatiopolitiikassa (T&K&I) kannustetaan myös yksityisiä toimijoita osallistumaan avoimen tiedon tuottamiseen sää- ja ilmatoriskeistä ja niiden vaikutuksista, erityisesti vakuutus- ja energiasektoreilla.
- Kerätään järjestelmällisesti tietoa sää- ja ilmatoriskien (esim. myrsky, tulva ja kuivuus) vaikutuksista, esimerkiksi yhteiseen tietokantaan.
- Tuotetaan ilmatoriski- ja haavoittuvuuskartoitus, jolla saadaan tietoa eri toimialojen ja ihmisryhmien haavoittuvuudesta sekä riskien alueellisista vaihteluista helpotta- maan sopeutumistoimenpiteiden kohdentamista.
- Selvitetään ilmastonmuutoksen aiheuttamat kansanterveydelliset vaikutukset ja arvi- oidaan niiden kustannukset yhteiskunnalle.

<sup>15</sup> Maa- ja metsätalousministeriö 2014

<sup>16</sup> Ilmastonmuutokseen sopeutumisen seurantar ryhmä <http://mmm.fi/hanke?selectedProjectId=8302> [viitattu 20.9.2016]

## 1b. Seurataan Suomeen kohdistuvia ilmastonmuutoksen heijastevaikutuksia.

**Edellyttää toimia seuraavilta tahoilta:** Valtioneuvosto ja valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta

- Päivitetään arviota heijastevaikutuksista säännöllisesti, vähintään neljän-viiden vuoden välein.
- Kohdistetaan arviossa erityistä huomiota sektoreihin, jotka ovat vahvasti kytköksissä kansainväliseen tai lähialueen kehitykseen (esimerkiksi energia- ja ruokahuolto, tuontihyödykkeisiin perustuva teollisuus, logistiikka ja turvallisuus).
- Arvioon sisällytetään tarkastelu Suomeen kohdistuneista heijastevaikutuksista 2016–2020 ja toteutettujen toimenpiteiden riittävydestä ja toimivuudesta.

## Suositus 2. Vahvistetaan yhteistyötä ja kehitetään toimintatapoja.

**Tavoiteltavat hyödyt:** Yhteistyötä vahvistamalla saadaan riskienhallinnan ja ilmastonmuutokseen sopeutumisen osaamispotentialiaali ja resurssit nykyistä tehokkaammin laajaan käyttöön. Erityisesti riskienhallinnan mahdollisuuksia ja osaamispotentialiaalia on finanssialalla, kuten Pariisin ilmastopöytäkirja<sup>17</sup> nosti esiin. Toimintatapoja vahvistetaan lisäämällä riskienhallinta- ja sopeutumistoimien taloudellisia arvioita päätöksenteon tueksi, jolloin päästään kustannustehokkaampiin ratkaisuihin. Suomen aktiivinen osallistuminen ilmastonmuutoksen sopeutumistyöhön tekee meistä myös uskottavan kansainvälisen toimijan.

### Toimenpide-ehdotukset:

#### 2a. Perustetaan ja ylläpidetään verkostoa, jonka puitteissa sää- ja ilmatoriskien hallintaa vahvistetaan.

**Edellyttää toimia seuraavilta tahoilta:** Valtioneuvosto, pelastustoimi, terveydenhuolto, merkittäviä sää- ja ilmatoriskejä kokevat julkiset ja yksityiset toimijat, yhteiskunnan kriisiajan turvallisuudesta vastaavat tahot, tutkimus- ja palvelulaitokset sekä kansalaisjärjestöt

- Perustetaan ja ylläpidetään hallinnon, tutkimuksen, elinkeinoelämän ja järjestöjen verkostoa, jossa jaetaan uusinta tietoa, kokemuksia ja hyviä käytäntöjä sekä edistetään osallistumista kansainväliseen riskienhallinnan ja sopeutumisen kehittämiseen. Verkosto voi myös tukeutua olemassa oleviin toimialakohtaisiin verkostoihin.
- Varmistetaan, että verkostoa ylläpitävällä taholla on intressejä ja voimavaroja kehittää sen toimintaa.
- Pidetään verkosto avoimena kaikille toimijoille.
- Järjestetään säännöllisiä tilaisuuksia/tapaamisia sopeutumista koskevien kansallisten ja kansainvälisten liiketoimintamahdollisuuksien tunnistamiseksi sekä ratkaisuja tarjoavien toimijoiden verkottamiseksi.

<sup>17</sup> Pariisin ilmastopöytäkirja (The Paris Agreement) hyväksyttiin YK:n ilmastokokouksessa Pariisissa joulukuussa 2015 [http://unfccc.int/paris\\_agreement/items/9485.php](http://unfccc.int/paris_agreement/items/9485.php) [viitattu 12.9.2016]

## 2b. Edistetään taloudellisten arvioiden hyödyntämistä päätöksenteossa.

**Edellyttää toimia seuraavilta tahoilta:** Julkisen sektorin sää- ja ilmatoriskien sekä ilmastomuutokseen sopeutumistoimien suunnittelusta ja toteutuksesta vastaavat julkiset ja yksityiset tahot

- Tehdään huolellinen taloudellinen tarkastelu sää- ja ilmatoriskien hallintakeinoista erityisesti, mikäli riskienhallinta johtaa mittaviin investointeihin.
- Kehitetään työkaluja toimien kustannusten ja hyötyjen sekä riskien vaikutusten arviointiin.
- Luodaan ohjeet sää- ja ilmatoriskien hallintakeinojen ja ilmastomuutoksen sopeutumiskeinojen taloudellisten arviointien tekoon ja arviointien tarkkuuden parantamiseen (ks. *Toimenpide-ehdotus 3a*).

## 2c. Vahvistetaan finanssitoimialan tietoisuutta ilmastomuutoksen merkityksestä sää- ja ilmatoriskien hallinnan parantamisessa.

**Edellyttää toimia seuraavilta tahoilta:** Finanssialan toimijat, kuten pankki-, vakuutus-, ja varallisuushoidon sektorit sekä finanssialan valvonnasta vastaavat viranomaiset

- Lisätään tietoisuutta finanssialan roolista sää- ja ilmatoriskien hallinnassa hyödyntämällä olemassa olevia verkostoja (mm. Finsif<sup>18</sup>, FIBS<sup>19</sup>) käsitteiden selkeyttämiseksi sekä yhteiskunnallisen ilmastomuutosta koskevan keskustelun laajentamiseksi.
- Kartoitetaan kansainvälisten edelläkävijämaiden finanssialaan kohdistetut toimet (mm. tietoisuuden lisääminen, sääntely), joilla on pyritty edistämään finanssialan osallistumista sää- ja ilmatoriskien hallinnan kehittämiseen.

## 2d. Osallistutaan aktiivisesti kansainväliseen ilmastomuutoksen sopeutumistyöhön.

**Edellyttää toimia seuraavilta tahoilta:** Ulkoministeriö, ympäristöministeriö, sisäministeriö

- Kohdennetaan voimavaroja sään ja ilmaston ääri-ilmiöitä käsitteleviin kansainvälisiin prosesseihin. Varmistetaan, että niistä saatava tieto otetaan laajasti käyttöön aktiivisen verkostotyön avulla (ks. *Suositus 2a*).
- Laaditaan arvio Suomen toimista Sendain puitesopimuksen<sup>20</sup> edistämiseksi ja toteuttamisessa sää- ja ilmatoriskien hallinnan kehittämiseksi ennen sopeutumissuunnitelman uusimista (2021–2022).
- Huomioiden ilmastomuutoksen heijastevaikutukset laaditaan tavoitteet Suomen kehitysyhteistyön merkityksestä sää- ja ilmatoriskien vähentämisessä kohdemaissa.

<sup>18</sup> Finsif - Finland's Sustainable Investment Forum <http://www.finsif.fi> [viitattu 12.9.2016]

<sup>19</sup> Yritysvastuuverkosto FIBS <http://www.fibsry.fi/fi/> [viitattu 12.9.2016]

<sup>20</sup> Sendain puitesopimus luonnonkatastrofien aiheuttamien riskien pienentämiseksi (The Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030) hyväksyttiin YK:n maailmankonferenssissa Japanin Sendaissa, 18.3.2015. <http://www.unisdr.org/we/inform/publications/43291> [viitattu 8.8.2016]

## Suositus 3: Kehitetään palveluita ja liiketoimintamahdollisuuksia.

**Tavoiteltavat hyödyt:** Räätelöidyt ja toimijoiden kanssa yhdessä kehitetyt sää- ja ilmasto-palvelut auttavat valitsemaan tarvittavia ja oikein ajoitettuja toimia sää- ja ilmatoriskien hallitsemiseksi. Sopeutumiseen liittyvien liiketoimintamahdollisuuksien parantamisella voidaan edistää työllisyyden kasvua ja monipuolistaa vientiä.

### **Toimenpide-ehdotukset:**

#### **3a. Kehitetään uusia räätälöityjä sää- ja ilmastopalveluita.**

**Edellyttää toimia seuraavilta tahoilta:** Tutkimus- ja palveluorganisaatiot, yksityiset toimijat, tutkimus- ja kehitystoimintaa rahoittavat tahot (esim. Tekes, Sitra), toimialajärjestöt ja pelastustoimi

- Kehitetään sääilmiöihin liittyvien vaikutusten ennustepalveluita (ml. vaikutusvaroituksia), jotka huomioivat ajallisesti ja alueellisesti vaihtelevaa haavoittuvuutta ja altistumista. Palvelukokeilu toteutetaan yhteistyössä pelastustoimen kanssa.
- Kehitetään toimialakohtaisia 10–30 vuorokauden olosuhde-ennusteita toiminnan ja suunnittelun tueksi.
- Kehitetään ilmastonmuutokseen sopeutumista tukevia interaktiivisia työkaluja, kuten sää- ja ilmatoriskien haavoittuvuus- ja vaikutustietokanta sekä riskienhallinta- ja sopeutumistoimien kustannusten ja hyötyjen tietopankki. (ks. myös *Toimenpide-ehdotus 2b.*)

#### **3b. Tuetaan sopeutumiseen liittyvien liiketoimintamahdollisuuksien syntymistä.**

**Edellyttää toimia seuraavilta tahoilta:** Team Finland, Finnfund, Finnpartnership, TEKES, Cleantech Finland ja yhteistyökumppanit

- Kartoitetaan suomalaisen sopeutumisosaamisen potentiaali ja vahvuudet kansainvälisillä "sopeutumismarkkinoilla".
- Integroidaan suomalaisen sää- ja ilmatoriskien hallinnan osaaminen läpileikkaavasti kansallisiin innovaatio-, tutkimus- ja kehitysaloitteisiin sekä ilmatoriskien hallinnan tuotteet ja palvelut kansallisiin vientiponnisteluihin.

## 4. MITÄ RISKEJÄ TULISI HALLITA JA MIHIN SOPEUTUA?

Ilmastonmuutos on ilmiönä toistaiseksi verrattain hitaasti etenevä prosessi, kun tarkastellaan keskimääräisiä olosuhteita. Ilmastonmuutos voi vaikuttaa kuitenkin myös sään ääri-ilmiöihin, niiden esiintymistiheyteen ja voimakkuuteen, joihin on sopeuduttava jo nykyilmastossa. Näin ilmastonmuutokseen liittyviä riskejä (ja mahdollisuuksia) tulee ajatella kolmella eri tasolla:

1. Äkillisesti ilmenevät ääriolosuhteet, jotka vaikuttavat jo nyt mutta joiden esiintymistajuus tai voimakkuus voi muuttua. Esimerkkejä näistä ovat myrskyt sekä rankkasade- ja merivesitulvat.
2. Pitkän aikavälin seuraukset siitä, että keskimääräiset olosuhteet muuttuvat. Näihin kuuluvat esimerkiksi viljelyolosuhteiden muutokset tai metsätalouden yleisten edellytysten muutokset.
3. Edellisten yhdistelmä, jonka seurauksena ääriolosuhteiden koettu voimakkuus muuttuu, kun ”normaalitaso” on muuttunut. Esimerkiksi keskimääräistä korkeamman talvilämpötilan seurauksena talvinen lämpöjakso johtaa lumen laajamittaiseen sulamiseen, kun se nykyilmastossa aiheuttaa lyhytkestoisen suojasään.

Eri tasojen merkitys ja seuraukset sekä sopeutumisen aikajänne vaihtelevat sektoreittain. Seuraavassa tarkastellaan niiden ilmenemistä eri sektoreilla ja niiden taloudellisia vaikutuksia. Lisäksi tarkastellaan heijastevaikutuksia.

### 4.1 Ilmastonmuutoksen ja sää- ja ilmatoriskien vaikutukset Suomessa

ELASTINEN-hankkeessa keskityttiin tarkastelemaan ilmastonmuutoksen vaikutuksia sekä sää- ja ilmatoriskejä erityyppisissä tilanteissa: kaupungeissa sekä energia-, vesi- ja maataloussektoreilla. Suomen nopea kaupungistuminen muuttaa sää- ja ilmatoriskiä, sillä kaupungit ovat muita alueita alttiimpia sää- ja ilmatoriskeille. Energia- ja vesisektorilla on tärkeä yhteiskunnan toimintoja tukeva merkitys. Maatalous on sääherkkä toimiala, jolla on myös merkittävä rooli Suomen huoltovarmuuden ylläpitäjänä. Tarkastelu ulottuu lyhyelle (alle 10 vuoden), keskipitkälle (10–30 vuoden) ja pitkälle aikavälille (yli 30 vuoden).

#### 4.1.1 Kaupungit

Kaupungeissa ilmastonmuutoksen ja sään ääri-ilmiöiden vaikutukset läpileikkaavat kaikkia sektoreita ja niihin sopeutuminen tulisi ottaa huomioon kokonaisvaltaisesti<sup>21</sup>. **Kaupungit ovat muita alueita alttiimpia sää- ja ilmatoriskeille, sillä niissä on korkea väestötiheys ja siten sään ääri-ilmiöiden aiheuttamat vaikutukset voivat olla suuria.** Yksittäisen kaupungin kokemaa sää- ja ilmatoriskiä on riippuvainen muun muassa siitä, mitkä vaaratekijät kaupungin alueella toteutuvat, missä kaupunki sijaitsee, minkälainen väestö kaupungissa asuu ja miten korkea sopeutumiskyky väestöllä on (*Toimenpide-ehdotus 1a*).

**Ääri-ilmiöt ovat aiheuttaneet kaupungeissa mittavia tuhoja. Suomessa muun muassa Porin hulevesitulva vuonna 2007 aiheutti mittavat vahingot** (ks. tietolaatikko 1). Monet kaupungit ovat laatineet erillisiä hulevesisuunnitelmia. Hulevesitulviin voidaan vaikuttaa rakennusmääräyksillä ja pidemmällä aikavälillä erityisesti kaupunkisuunnittelulla ja kaavoituksella pitämällä huoli siitä, että kaupunkialueella on esimerkiksi riittävästi viivytys- ja imeytys-alueita.

**Hellejaksot ovat vakava ääri-ilmiö kaupungeissa, ja ne ovat Euroopassa aiheuttaneet mittavia terveysvaikutuksia.** Ne vaikuttavat haavoittuviin yksilöihin tiiviisti rakennetuilla

<sup>21</sup> Carter 2011

kaupunkialueilla, jos kotitalouksilla ei ole mahdollisuutta viilentää asuintiloja. Ilmastoinnin lisäksi on kehitetty uusia sopeutumiskeinoja, kuten esim. Helsingissä kaukoviennystä.

**Kuivuusjaksot voivat vaikuttaa kaupunkien viherrakentamiseen ja kaupunkiviljelyyn sekä aiheuttaa lisäkustannuksia.** Tähän liittyviä sopeutumistoimia voidaan tehdä pitkällä aikavälillä paremmalla vihersuunnittelulla. **Myrskyisyys voi aiheuttaa ongelmia ja lisäkustannuksia kaupunkien infrastruktuuriin, liikenteeseen ja huoltovarmuuteen.**

**Sään ääri-ilmiöt kehittyvät ilmastonmuutoksen seurauksena eri tavalla, mikä pitäisi ottaa kaupunkisuunnittelussa huomioon jo nyt. Lisäksi kaupunkisuunnittelussa on sopeuduttava myös pitkällä aikavälillä tapahtuviin muutoksiin.** Esimerkiksi rannikkokaupungit voivat sopeutua merenpinnan nousuun hyödyntämällä tulvariskikarttoja suunnittelussaan eli jättämällä riskialueita kaavoittamatta. **Pitkän aikavälin vaikutukset tulisi huomioida kaupunkisuunnittelussa jo nyt, sillä kaupunkia suunnitellaan pitkällä aikavälillä ja tehtyjä päätöksiä on vaikea muuttaa.** (*Toimenpide-ehdotukset 1a, 2b*)

#### Tietolaatikko 1: Kaupunkitulva Porissa 2007

Porin tulva elokuussa 2007 aiheutui laaja-alaisesta ukkosia ja rankkasadetta aiheuttaneesta säästä. Valtaosa tällaisista säätilanteista kehittyy helteen yhteydessä, kun tuulee etelästä tai kaakosta. Porissa tulva aiheutui kolmen tunnin sateesta, jonka aikana satoi paikoin jopa 130 mm. Tämä vastaa Porissa noin 20 prosenttia vuotuisesta sadannasta. Rankkasade katkaisi liikenteen useissa keskustan alikuluissa, Satakunnan keskussairaala jäi osittain saarroksiin, ja hätäkeskuksen linjat tukkeutuivat vesivahingoista kärsivien ihmisten puheluista. Taloudellinen vahinko oli noin 22 miljoonaa euroa. Vahingot olivat ensisijassa välittömiä eli korjausta vaativia töitä.<sup>22</sup>

#### 4.1.2 Energiasektori

**Suomessa vaaraa aiheuttavat sääilmiöt (myrskyt, rajuilmat salamoineen, tulvat) ovat merkittävin sää- ja ilmatorien aiheuttaja yhteiskunnan toiminnan kannalta keskeiselle energiatoimialalle (sähkön ja lämmön tuotanto ja jakelu).** Ongelmaksi koetaan lisäksi pitkäkestoiset poikkeukselliset kausiolot, kuten pitkät pakkasjaksot ja poikkeuksellinen jäätilanne sekä pitkäkestoiset lumisateet ja lumikuormat (jään ja lumen kertyminen ilmajohdoille), pitkät lämpimät jaksot (päämuuntajien jäähdytys), roudan viivästyminen (syysmyrskytuhojen kasvu puiden kaatuessa herkemmin). Pitkä kuivuus vähentää vesivoiman tuotantokapasiteettia (tämä on tärkeää Suomessa, koska vesivoimalla on oma keskeinen roolinsa säätövoimana ja laajemmin koska Pohjois-Skandinavian sateisuus määrittelee pohjoismaisessa sähköpörssissä pitkälle sähkön hinnan). Infrastruktuuri uusiutuu hitaasti investointien pitkäikäisyydestä johtuen, joten myrskyjen aiheuttamia keskeytyksiä sähkönjakelussa tullaan kokemaan vielä pitkään.

**Ilmastonmuutos saattaa tuoda uudenlaisia uhkia energiatoimialalle, kuten nykyistä useammin esiintyviä jäätäviä sateita ja entistä voimakkaampia sään ääri-ilmiöitä (esim. äärimmäiset rankkasateet, merivesitulvat) sekä pysyviä muutoksia keskimääräisessä ilmastossa Suomessa.**

**Energiasektorin keskeiset säänriskit realisoituvat sähkönjakeluverkoston laajamittaisen vaurioitumisen kautta, jolloin vaikutukset voivat olla mittavia.** Lämmönjakelu, tietoliikenne, puhelinliikenne ja logistiikka ovat käytännössä riippuvaisia sähkönsaannista. Mikäli lämmitettäviä kohteita ei ole varustettu vaihtoehtoisilla lämmitysmuodoilla, pitkät, useita vuorokautia kestävä sähkökatko pakkaskaudella voi laskea asuntojen sekä tuotanto- ja toimittajien lämpötilan ihmiselle vaaralliselle tasolle. Langattomien puhe- ja dataliikennejärjestelmien (mobiili-infran) varavoima-akustot kestävät tyypillisesti joitakin tunteja. Koska varavoimakoneita on vain joillakin tukiasemilla, kommunikaatio ja tiedonvälitys vaikeutuvat oleellisesti pitkien sähkökatkojen aikana. Kuljetukset jatkuvat, mutta niiden ohjaaminen muuttuu vaikeaksi. Sähkökatkojen haitat ja kustannukset kohdistuvat loppujen lopuksi asiakkaille. **Riskit ja**

<sup>22</sup> Porin kaupunkitulva 12.8.2007 loppuraportti 2009



niiden yhteiskunnallinen merkitys on energiasektorilla kuitenkin tunnistettu hyvin.  
(Toimenpide-ehdotus 3a)

## Tietolaatikko 2: Talvimyrskyt Tapani ja Hannu vuonna 2011

Loppuvuodesta 2011 Suomeen iskeytyi kaksi hyvin voimakasta matalapainetta. Ensimmäinen myrsky riepotteli Tapaninpäivänä 26.12. ja toinen heti perään Hannun päivänä 27.12. Tapani-myrsky aiheutti tuhoja Länsi-Suomessa, kun taas Hannun vaikutukset koskivat Itä-Suomea. Tapani-myrsky liikkui Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun yli itään. Tuulet ylsivät myrskylukemiin lähes kaikilla Suomen merialueilla. Myrskystä aiheutui yksi raivaustöissä sattunut kuolemantapaus. Sisämaassa voimakkaat puuskatuulet saivat aikaan merkittäviä tuulituhoja: metsää kaatui yhteensä 3,5 milj. m<sup>3</sup>, jonka arvo oli noin 120 miljoonaa euroa. Myrskyt katkoivat sähköt lähes 600 000 kotitaloudelta, ja korvaukset asiakkaille nousivat 40 miljoonaa euroon. Myrskyjen kokonaiskustannukset sähköyhtiöille olivat yli 70 miljoonaa euroa. Häiriöt sähköjakaussuunnitelmien haastivat matkapuhelinverkkoja ja aiheuttivat vakavia ongelmia viranomaisverkolle. Vakuutusyhtiöt korvasivat Tapani- ja Hannu-myrskyjen vahinkoja yhteensä 102,5 miljoonalla eurolla.

### 4.1.3 Vesisektori

**Ilmastonmuutoksen suurimmat vaikutukset vesivarojen käyttöön ja vesihuoltoon johtuvat ääri-ilmiöiden (tulvat, kuivuus) muuttumisesta sekä ilmiöiden vuodenaikaisvaihtelun muutoksista** (kuvio 3). Vaikutukset näkyvät jo nyt talvivirtaamien kasvuna ja kevättulvien aikaistumisena Etelä- ja Keski-Suomessa, ja ne lisääntyvät 2000-luvun aikana. **Vuodenaikaisvaihtelussa tapahtuvat muutokset vaativat monin paikoin sopeutumista, mm. säännöstelylupien ja -käytäntöjen muuttamista jo lähivuosien aikana.** Tulvien ja kuivuuden luonnollinen vaihtelu on suurta, joten ilmastonmuutoksen vaikutus niihin näkyy selvemmin vasta keskipitkällä ja pitkällä aikavälillä. Tulvien ajoituksen muutokset eli kevättulvien pieneneminen Etelä- ja Keski-Suomessa sekä syys- ja talvitulvien lisääntyminen aiheuttavat sen sijaan uusia haasteita jo lähivuosisikymmeninä.

**Tulvien lyhyen aikavälin muutoksista näkyvimpiä on hyydetulvariskin lisääntyminen talvivirtaamien kasvaessa. Riski pienenee taas pitkällä aikavälillä pakkasjaksojen harvinaistuuksa.** Tuulten ja ilmanpaineen vaihteluiden aiheuttamat merivesitulvat ovat jo kasvanut merkittävästi. Pitkällä aikavälillä Itämeren keskivedenkorkeuden ennakoitaan nousevan hieman valtameriä enemmän, mutta maankohoaminen hillitsee muutosta erityisesti Pohjanlahden rannikolla. Merenpinnan arvioitu nousu Suomenlahdella on 30 cm vuoteen 2100 mennessä<sup>23</sup>. Keskipitkällä aikavälillä vesistötulvat pienenevät suurella osalla maata lumen määrän vähenemisen myötä, mutta Lapissa kuitenkin vasta pitkällä aikavälillä. Sen sijaan suurten vesistöjen tulvat sekä rankkasateista aiheutuvat tulvat todennäköisesti kasvavat pienissä vesistöissä ja kaupungeissa<sup>24</sup>. Vuosivalunnan kasvu luo mahdollisuuksia vesivoiman tuotannon lisäämiseen mutta aiheuttaa toisaalta haasteita muun muassa kaivosalueiden vesienhallintaan.

**Kesän kuivuuden ennakoitaan lisääntyvän Etelä- ja Keski-Suomessa jo lähivuosisikymmeninä aikaisemmasta ja vähälumisesta keväästä sekä korkeammasta lämpötilasta johtuvan suuremman haihdunnan vuoksi<sup>25</sup>.** Maaperän kuivuminen ja kesän minimivirtaamien pieneneminen aiheuttavat paikallisia riskejä maataloudelle ja teollisuudelle sekä voivat heikentää veden laatua johtaen esim. kalakuolemiin.

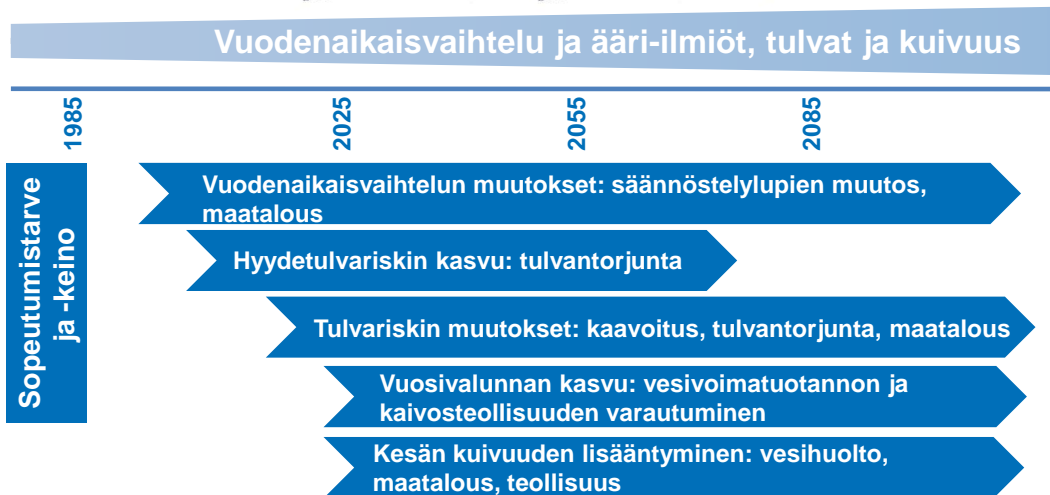
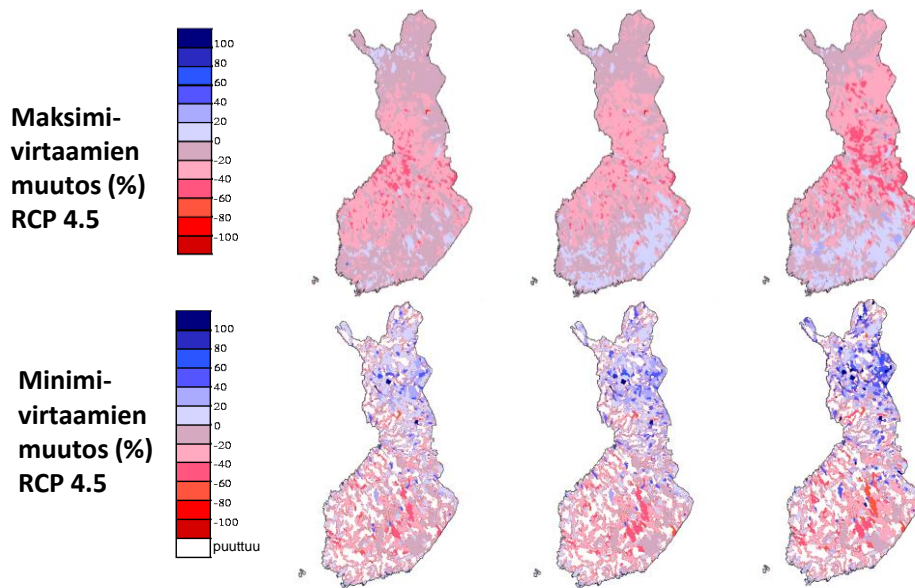
<sup>23</sup> Kahma ym. 2014

<sup>24</sup> Veijalainen ym. 2010

<sup>25</sup> Veijalainen ym. 2012

**Vesihuollon kannalta merkittävimmät sää- ja ilmatoriskit liittyvät käytettävissä olevien vesivarojen määrään ja laatuun ja riskit kasvavat ilmastonmuutoksen edetessä vuosisadan aikana.** Lisääntyvät tulvat ja kasvava sadanta huuhtovat veteen ravinteita, taudinaiheuttajia ja muita haitallisia aineita, jotka voivat heikentää erityisesti vesihuollon raakavetenä käytettävien pohjavesien laatua. Pitkittyneet kuivuustilanteet voivat johtaa pohjavesikaivojen kuivumiseen tai pohjaveden laadun muutoksiin erityisesti haja-asutusalueilla. Pohjaveden laadun muutokset voivat aiheuttaa riskejä terveydelle.

Veteen liittyvät vaikutukset (tulvat, kuivuus) ja niiden kohdentuminen eri sektoreille (mm. maatalous, vesihuolto) ovat hyvin paikallisia johtuen vesistöjen ja maaperän eroista. **Riskien ja haavoittuvuuden tarkempi alueellinen kartoitus olisikin tarpeen.** (Toimenpide-ehdotus 1a) Ennustepalveluiden kehittäminen esimerkiksi hyhyderiskialueista sekä vaikutusten tarkempi alueellinen kohdentaminen tulvakarttojen avulla parantaisi ennustepalveluiden käytettävyyttä. (Toimenpide-ehdotus 3a)



**Kuvio 3. Ilmastonmuutokseen sopeutumisen toimenpiteitä ja niiden ajoittumisen vesisektorilla.** Kartoissa esitetään keskimääräisen ilmastoskenaariota (RCP4.5, NorESM1-M) mukaiset vuotuisten maksimi- ja minimivirtaamien muutokset 2025, 2055 ja 2085 verrattuna vuoteen 1985 (30 vuoden keskiarvo).

### Tietolaatikko 3: Kuivuus 2002–2003

Vuodet 2002–2003 olivat selvästi tavanomaista kuivempia Suomessa. Elokuun 2002 ja huhtikuun 2003 välisenä aikana sadanta oli Etelä-Suomessa vain alle puolet keskimääräisestä. Kun vesivoiman tuotanto väheni 6 TWh ja kun kuivuudesta kärsittiin samaan aikaan myös paljon vesivoimaa tuottavissa Ruotsissa ja Norjassa, nousi energian hinta huomattavasti. Veden niukkuus aiheutti ongelmia vedenhankinnalle, sisävesiliikenteelle ja maataloudelle. Savikolle rakennettujen talojen painumat ja kallistumat lisääntyivät. Vahinkoja arvioitiin aiheutuneen vedenhankinnalle 8 miljoonaa euroa, vesivoimatuotannolle 50, maataloudelle 15, metsätaloudelle 2 ja rakennuskannalle 25 miljoonaa euroa. Kokonaisvahingot nousivat arviolta 102 miljoonaan euroon.<sup>26</sup>

#### 4.1.4 Maataloussektori

Maatalous on elinkeino, joka altistuu suoraan säävaihtelun ja ääri-ilmiöiden aiheuttamille riskeille, joilla on suuri merkitys ruokahuollolle ja -turvalle. Suomalainen maatalous voi myös hyötyä ilmastonmuutoksesta, mikäli sopeutumistoimiin ryhdytään riittävän kattavasti ja ennakoivasti<sup>27</sup>. Suomessa on jouduttu jo vuosisatojen kuluessa sopeuttamaan viljelyä varsin poikkeuksellisiin ja vaihteleviin sääoloihin<sup>28</sup>. Tämä tarkoittaa pitkän ajan kuluessa tapahtunutta viljelyn alueellista muovautumista erityisesti ilmatoriskien aiheuttamat rajoitteet huomioiden. Verrattuna muihin Euroopan maihin suomalaisten viljelijöiden on todennettu muuttavan poikkeuksellisen nopeastikin viljelykasveja ja lajikkeita koettujen myönteisten tai haitallisten sääilmiöiden seurauksena<sup>29</sup>.

**Säävaihtelu on merkittävä taloudellinen riski viljelijälle nakertaen mahdollisuuksia tuotantoa kehittäviin investointeihin, ml. laajamittaisten sopeutumistoimien käyttöönotto.** Toisaalta, vaikka viljelijät ovat yleensä riskiä karttavia, markkinat ja hinnat saattavat houkuttaa viljelijää tietoiseen riskinottoon. Varauduttaessa ilmastonmuutokseen maanviljelijä on avaintoimija, joka ratkaisee miten, milloin ja mihin sopeutumistoimiin maataloudessa ryhdytään. Koska Suomen on osa EU:ta, maatalouspolitiikkamme perustuu EU:n yhteisen maatalouspolitiikan (CAP) tukimuodoille, jotka eivät nykyisellään riittävästi tue sopeutumistoimenpiteisiin ryhtymistä.

Tutkimus on tuottanut kattavan tiedon tarvittavista sopeutumistoimista sekä niiden ajoittumisesta (kuvio 4). **Sopeutumistoimien ajoittuminen määräytyy sen mukaan, milloin ilmastonmuutoksen vahvistaman haitan voi katsoa ankaroituvan siinä määrin, että sopeutuminen on taloudellisesti perusteltua.** Kasvintuhojariskien lisääntyminen on jo nyt viljelijältä lisätorjuntatoimia edellyttävä, vahvistunut muutos<sup>30</sup>. Nykylajikkeisto ei pärjää kohonneissa lämpötiloissa<sup>31 32</sup>, mikä vaatii, että ennakoivia kasvinjalostustoimia käynnistetään jo nyt, jotta lähes 15 vuotta vievän jalostustyön tuloksena syntyvät uudet lajikkeet ovat viljelijöiden käyttöön otettavissa ensi vuosikymmenellä. Toisaalta pellon vesitalouden hallintajärjestelmien tarve korostuu vuosisadan puoliväliin mennessä<sup>33</sup>, mutta kehitystyöhön ryhtymisen aika on jo käsillä, sillä Suomessa ei ole perinteitä eikä laitteistoja peltoviljelyn vesitalouden laajamittaiseen hallintaan<sup>34</sup>. **Koska toimenpiteiden kirjo ja investointien tarve ovat suuria, tulee luoda kannustimet ja käytännöt riittävän kattavien, oikea-aikaisten ja rationaalisesti kohdennettujen sopeutumistoimien toteuttamiseksi. (Toimenpide-ehdotus 2b)**

<sup>26</sup> Silander & Järvinen 2004

<sup>27</sup> Peltonen-Sainio ym. 2009

<sup>28</sup> Peltonen-Sainio ym. 2016a

<sup>29</sup> Peltonen-Sainio ym. 2013

<sup>30</sup> Hakala ym. 11

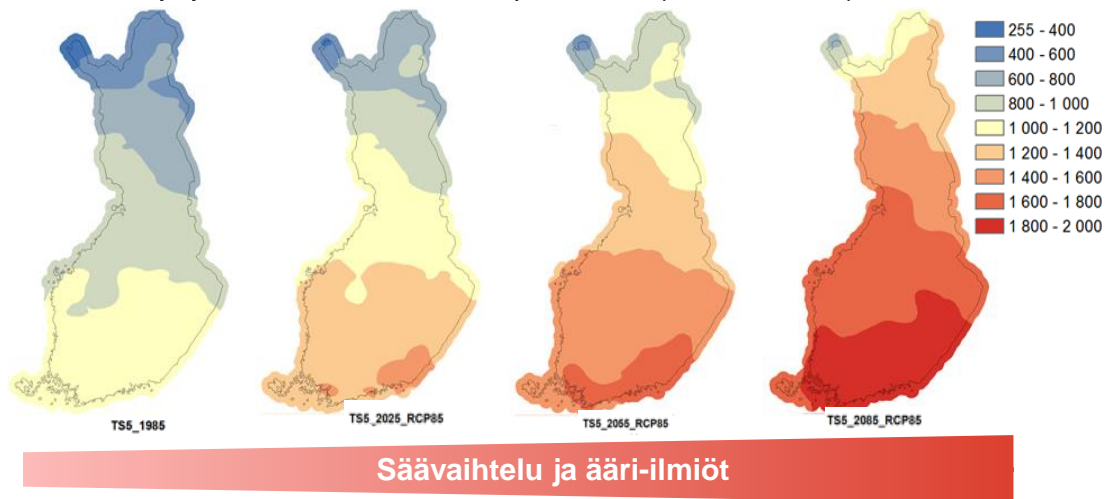
<sup>31</sup> Peltonen-Sainio ym. 2011

<sup>32</sup> Rötter ym. 2011

<sup>33</sup> Peltonen-Sainio ym. 2016b

<sup>34</sup> Peltonen-Sainio ym. 2015

Maatalouden hyödynnettävissä oleva kasvukauden lämpösusma °Cvrk (30 vuoden keskiarvo) verrattuna vuoteen 1985



**Kuvio 4. Maatalouden ilmastonmuutokseen sopeutumisen avaintoimenpiteiden ajoittuminen.** Kartoissa esitetään hyvin suuria päästöjä kuvaavan RCP8.5-skenaarion mukainen, maataloudessa hyödynnettävissä olevan kasvukauden lämpösusma 2025, 2055 ja 2085 verrattuna vuoteen 1985 (30 vuoden keskiarvo).

**Tietolaatikko 4: Kohonneet lämpötilat ja ankarat kuivuusjaksot**

2000-luvun kasvukausia ovat usein leimanneet eri kasvuvaiheisiin ajoittuneet hellejaksot, joiden aiheuttamien toistuvien satotappioiden myötä on havahduttu tarpeeseen jalostaa siemensatokasvien lajikkeet sietämään kohonneita lämpötiloja. Kasvukauden alkuun ajoittuva kuivuus verottaa viljojen satoa niiden päätuotantoalueella keskimäärin 17 %. Ankarat kuivuusjaksot vuosina 2002–2003 ja 2010 aiheuttivat taloudellisia menetyksiä, kun esimerkiksi syysviljoja jouduttiin kylvämään uudelleen keväällä, satotappiot muodostuivat paikoin mittaviksi ja kotieläintilat kärsivät akuutista vesipulasta, jonka helpottamiseksi järjestettiin veden poikkeusjakelua. Vuonna 2010 Venäjällä koetun suurkuivuuden kaltaista, laajamittaista ja täydellistä kasvustojen tuhoutumista ei Suomessa ole vielä koettu.

## 4.2 Sää- ja ilmastoriskien taloudelliset vaikutukset Suomessa

Suomessa myrskyjen aiheuttamat laajamittaiset vahingot ja kustannukset monella eri sektorilla tunnetaan kohtuullisen hyvin. Kova ja etenkin puuskissa etenevä tuuli kaataa puita, vaurioittaa rakennusten kattoja sekä hankaloittaa lento- ja laivaliikennettä. Kaatuneet puut aiheuttavat tappiota metsänomistajille ja vaurioittavat rakennuksia, häiritsevät liikennettä sekä aiheuttavat sähkökatkoja. Suomessa tapahtuneissa myrskyissä henkilövahingot ovat olleet vähäisiä, mutta muutamia kuolemia ja loukkaantumisia on tapahtunut. Taulukkoon 1 on listattu esimerkinomaisesti neljän viime vuosina tapahtuneen vaikutuksiltaan merkittävän myrskyn aiheuttamia vahinkoja ja niiden kustannuksia. Taulukko perustuu kesällä 2016 Ilmatieteen laitoksessa käynnistettyyn kehittämishankkeeseen, jonka tarkoituksena on muodostaa sää- ja ilmastovahinkojen tietokanta.<sup>35</sup> Toisen tyyppisen, vaikutuksiltaan merkittävän äärimmäisen ilmiön, vuosien 2002–2003 kuivuuden, taloudellisia vaikutuksia on esitetty taulukossa 2.

Taloudellisten vaikutusten järjestelmällinen tilastointi Suomessa on tällä hetkellä vielä alkutekijöissään, eikä monista taloudellisista vaikutuksista ole tietoja. Erityisesti terveyteen kohdistuvia vaikutuksia ja sen aiheuttamia taloudellisia seurauksia ei ole seurattu käytännössä lainkaan. Esimerkiksi erittäin kylmien ja lämpimien jaksojen aiheuttamista taloudellisista vaikutuksista ei ole tehty laajaa arviointia, vaikka ne aiheuttavat mittavia terveysvaikutuksia. Lisäksi on monia pienen mittakaavan ilmiöitä, kuten hulevesitulvat tai raekuurot, joiden taloudellisista vaikutuksista on vain satunnaisesti tietoja. (*Toimenpide-ehdotus 1a*)

**Taulukko 1. Neljän myrskyn tai rajuilman aiheuttamat vahingot ja niiden kustannukset**

Myrsky/Rajuilma	Tapani-myrsky	Rajuilmat Asta, Veera, Lahja ja Sylvi	Eino-myrsky	Valio-myrsky
Aika	26.–28.12.2011	29.7–8.8.2010	17.11.2013	2.-3.10.2015
Loukkaantuneet (hlö)	-	40–50 <sup>6</sup>	2 <sup>7</sup>	1 <sup>10</sup>
Puiden kaadot (m <sup>3</sup> )	3,5 milj. <sup>1</sup>	8,1 milj.	1,5 milj. <sup>8</sup>	0,5–1,5 milj. <sup>11</sup>
Kaatuneiden puiden arvo (€)	120 milj. <sup>2</sup>	ei tietoa	60 milj.	20–50 milj. <sup>11</sup>
Tappiot metsänomistajille (€)	25–30 milj.	ei tietoa	30 milj.	ei tietoa
Vaikutukset sähkönjakeiluun (kotitaloutta ilman sähköä)	570 000 <sup>3</sup>	481 000 <sup>3</sup>	200 000 <sup>9</sup>	232 000 <sup>12</sup>
Sähköverkkoyhtiöiden maksamat korvaukset (€)	40 milj.	10,3 milj.	ei tietoa	9 milj. <sup>12</sup>
Sähköverkkojen korjauskustannukset (€)	30 milj.	22 milj.	ei tietoa	8 milj. <sup>12</sup>
Vaurioituneiden rakennusten lkm	665 <sup>4</sup>	ei tietoa	99 <sup>4</sup>	91 <sup>4</sup>
Vakuutusyhtiöiden maksamat korvaukset (€)	100 milj. <sup>5</sup>	82 milj.	30 milj. <sup>5</sup>	ei tietoa

<sup>35</sup> Pili-Sihvola ym. 2016

**Taulukko 2. Vuosien 2002–2003 kuivuuden aiheuttamien vahinkojen kustannukset**

Kuivuus	Vahingot vedenhankinnalle (€)	Vahingot vesivoimatuotannolle (€)	Vahingot maataloudelle (€)	Vahingot metsätaloudelle (€)	Vahingot rakennuskannalle (€)
Kuivuus 2002–2003: elokuun 2002 ja välisen huhtikuun 2003 sadanta oli Etelä-Suomessa vain alle puolet keskimääräisestä.	8 milj.	50 milj.	15 milj.	2 milj.	25 milj.

<sup>[1]</sup> Metsätalostollinen vuosikirja 2012 <http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2012/>

<sup>[2]</sup> Maanmittauslaitos. Vuoden 2011 Tapaninpäivän myrskyn metsätuhojen ilmakuvaus.

<http://www.maanmittauslaitos.fi/ammattilaisille/maastotiedot/kaukokartoitus/ilmakuvat/tuho-tulvailmakuvaus/vuoden-2011-tapaninpaivan-myrskyn-metsatuhojen>

<sup>[3]</sup> Energiategollisuus. <http://energia.fi/ajankohtaista/lehdistotiedotteet/loppuvuoden-sahkokatkoista-karsi-570-000-asiakasta>

<sup>[4]</sup> Pelastustoimen resurssi- ja onnettomuustilasto PRONTO

<sup>[5]</sup> Yle. Eino-myrskyn jälkimainingit tuntuvat vakuutusyhtiöissä. [http://yle.fi/uutiset/eino-myrskyn\\_jalkimainingit\\_tuntuvat\\_vakuutusyhtiöissa/6951747](http://yle.fi/uutiset/eino-myrskyn_jalkimainingit_tuntuvat_vakuutusyhtiöissa/6951747)

<sup>[6]</sup> Heinä-elokuun 2010 rajuilmat. Tutkintaselostus. Onnettomuustutkintakeskus.

[http://www.turvallisuustutkinta.fi/material/attachments/otkes/tutkintaselostukset/fi/muutonnettomuudet/2010/s22010y\\_tutkintaselostus/s22010y\\_tutkintaselostus.pdf](http://www.turvallisuustutkinta.fi/material/attachments/otkes/tutkintaselostukset/fi/muutonnettomuudet/2010/s22010y_tutkintaselostus/s22010y_tutkintaselostus.pdf)

<sup>[7]</sup> Yle. Kaksi loukkaantui Eino-myrskyssä Etelä-Savossa. [http://yle.fi/uutiset/kaksi\\_loukkaantui\\_eino-myrskyssa\\_etela-savossa/6940689](http://yle.fi/uutiset/kaksi_loukkaantui_eino-myrskyssa_etela-savossa/6940689)

<sup>[8]</sup> Etelä-Savon Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Eino-myrskyn tuhot Etelä-Savossa.

<https://www.ely-keskus.fi/documents/10191/276041/Eino+myrsky+ESAELYN+vastaus+Mavin+selvityspyynt%C3%B6%C3%B6n/a8858297-4502-4ecc-b6c0-8e4b4b44fe19>

[kus.fi/documents/10191/276041/Eino+myrsky+ESAELYN+vastaus+Mavin+selvityspyynt%C3%B6%C3%B6n/a8858297-4502-4ecc-b6c0-8e4b4b44fe19](https://www.ely-keskus.fi/documents/10191/276041/Eino+myrsky+ESAELYN+vastaus+Mavin+selvityspyynt%C3%B6%C3%B6n/a8858297-4502-4ecc-b6c0-8e4b4b44fe19)

<sup>[9]</sup> Yle. Eino-myrsky iski rajusti Keski-Suomeen – suurvahingoilta on välttytty. [http://yle.fi/uutiset/eino-myrsky\\_isk\\_i\\_rajusti\\_keski-suomeen\\_-\\_suurvahingoilta\\_on\\_valt\\_etty/6938336](http://yle.fi/uutiset/eino-myrsky_isk_i_rajusti_keski-suomeen_-_suurvahingoilta_on_valt_etty/6938336)

<sup>[10]</sup> Pohjois-Karjalan pelastuslaitos. <http://www.pkpelastuslaitos.fi/onnettomuustiedote?pkplot=325>

<sup>[11]</sup> Ilmatieteen Laitos. Valion päivän myrsky varsin pitkäkestoinen. <http://ilmatieteenlaitos.fi/tiedote/106723657>

<sup>[12]</sup> Energiategollisuus. Valio-myrsky vaikeutti sähkönjakelua vähemmän kuin syksyn 2013 myrskyt.

<http://energia.fi/ajankohtaista/lehdistotiedotteet/valio-myrsky-vaikeutti-sahkonjakelua-vahemman-kuin-syksyn-2013-myrskyt>

### 4.3 Sää- ja ilmatoriskien heijastevaikutukset

Heijastevaikutukset tuovat Suomeen sellaisia ilmastonmuutoksen vaikutuksia, joita ei havaitaisi, jos Suomi olisi erillinen saareke. Tästä syystä heijastevaikutuksia on kansainvälisessä kirjallisuudessa tarkasteltu myös riskien ”tuontina” tai ”vientinä” tai ilmastonmuutoksen ”epä-suorina” tai ”rajoja ylittävänä” vaikutuksina. ELASTINEN-hankkeessa on käytetty käsitettä heijastevaikutus kuvaamaan laajasti sellaisia Suomeen kohdistuvia ilmastonmuutoksen vaikutuksia, jotka eivät johdu pelkästään ilmasto-olosuhteiden muutoksista Suomen rajojen sisällä<sup>36</sup>.

**Lyhyellä aikavälillä taloudellisesti merkittävimmät ovat ne heijastevaikutukset, joiden alkuperä on lähialueilla tai muissa merkittävässä vienti- tai tuontimaissa.** Toimenpiteet, joilla Suomi kytketään entistä tiiviimmin muihin maihin, lisäävät heijastevaikutusten mahdollisuuksia mutta luovat samalla edellytyksiä joustavaan toimintaan. Esimerkiksi sähköyhteyksien vahvistaminen muihin Pohjoismaihin ja laajemmin Eurooppaan on merkinnyt, että Suomen sähkömarkkinat ovat integroituneet laajempaan markkina-alueeseen. Myös sähköntuotannon häiriöstä selvittää paremmin laajemmalla markkina-alueella: mikäli siirtokapasiteetti on riittävä, esimerkiksi uusiutuvien energialähteiden tuotantovaihtelu voidaan korvata tuonnilla. Samalla laajempi markkina- ja tuotantoalue auttaa tasaamaan huippuja kulutuksessa ja tuotannossa. (*Toimenpide-ehdotus 1b*)

**Kansainväliset rahoitus-, osake- ja vakuutusmarkkinat voivat myös reagoida ääri-ilmiöiden aiheuttamiin vaikutuksiin ja riskeihin.** Finanssialan globaalin luonteen takia nämä heijastuvat myös toimijoihin Suomessa, mutta sää- ja ilmastonmuuttajien heijastevaikutuksia voi olla vaikea erottaa useista muista finanssitoimialan kautta heijastuvista (taloudellisista, poliittisista ja/tai ilmastollisista) muuttujista. (*Toimenpide-ehdotus 2c*)

**Myös muut kuin taloudelliset vaikutukset voivat osoittautua merkittäviksi.** Ilmastonmuutoksen vaikutukset voivat osaltaan esimerkiksi vahvistaa muuttoliikkeitä ja konflikteja, jotka viime kädessä voivat ilmetä pakolaisten tulona Suomeen. Sään ääri-ilmiöt, jotka vaikuttavat ruokaturvaan ja/tai aiheuttavat muita humanitaarisia katastrofeja kohdistavat Suomeen odotuksia avun tarjoajana. Nämä odotukset voivat kasvaa selvästi nykytilaan verrattuna ja edellyttävät voimavarojen kohdentamista mm. katastrofiapuun. Vähintään yhtä tärkeää on kuitenkin vahvistaa yhteiskuntien sopeutumiskykyä ja kykyä palautua ääri-ilmiöiden aiheuttamista katastrofeista tukemalla koulutusta, osaamista ja hyvää hallintoa kehittyvissä, erittäin haavoittuvissa maissa.

---

<sup>36</sup> Hildén ym. 2016

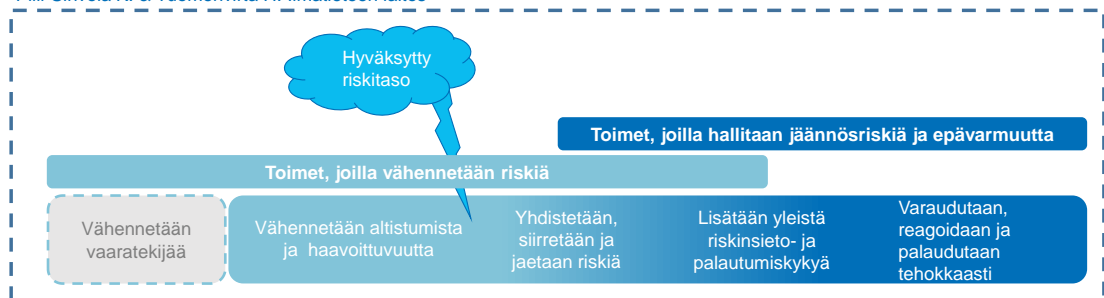
## 5. RISKIEN HALLINNAN KEHITTÄMINEN

Tässä luvussa käsitellään keinoja, joilla sää- ja ilmatoriskien hallintaa voidaan parantaa nykyisestä, arvioidaan eri ratkaisuja sekä hankkeessa tunnistettuja mahdollisuuksia kääntää riskien hallinta myös liiketoiminnaksi. Lisäksi tarkastellaan, miten hallinnan kehittämisen kustannuksia ja hyötyjä tulisi arvioida.

Sää- ja ilmatoriskien hallintaa ja sopeutumista toteutetaan monin keinoin (kuvio 5). Erityisesti ilmastonmuutoksen hillinnällä mutta myös ekosysteemien ennallistamisella ja ylläpidolla vaikutetaan vaaratekijän muuttumiseen. Tämän lisäksi riskiä vähennetään keinoilla, jotka vaikuttavat altistumiseen (esim. maankäytön suunnittelulla) ja haavoittuvuuteen. Altistumista ja haavoittuvuutta pienentämällä pyritään vähentämään potentiaalisesti vahinkoa tai vaaraa aiheuttavan luonnonilmiön (vaaratekijän) vaikutuksia, ennen kuin vaaratekijä on toteutunut, ja näiden toimien toteuttamisella pyritään saavuttamaan niin kutsuttu *hyväksytty riskitaso*. Hyväksytyn riskitason saavuttamisen jälkeen riskienhallinnan toimenpiteiden luonne muuttuu. Riski on edelleen olemassa, sillä riskiä ei pystytä tai sitä ei kannata täydellisesti poistaa taloudellisen tehottomuuden tai yhteiskunnallisen hyväksyttävyyden vuoksi. Eri keinoin hallitaan jäljelle jäänyttä, niin sanottua jäännösriskiä, ja esimerkiksi ilmastonmuutoksen vuoksi lisääntyvää epävarmuutta. Jäännösriskejä hallitaan mm. vakuutuksilla ja pelastustoiminnalla.<sup>37 38</sup>

### Sää- ja ilmatoriskien vähentämiseen ja hallintaan tähtävien toimien jaottelu

Pilli-Sihvola K. & Tuomenvirta H. Ilmatieteen laitos



**Kuvio 5. Sää- ja ilmatoriskien vähentämiseen ja hallintaan tähtävien toimien jaottelu.** Riskien yhdistäminen (*pooling*), siirtäminen (*transferring*) ja jakaminen (*sharing*) ovat pääasiassa erilaisia vakuutussektorin mahdollistamia riskienhallintatoimia. Vahinkoja aiheuttavaan ilmiöön varaudutaan (*prepare*) esimerkiksi ennakkovaroitusjärjestelmillä ja pelastusharjoituksilla, siihen reagoidaan (*response*) muun muassa pelastustoimen avulla ja palautuminen (*recover*) käynnistetään, kun varsinainen tilanne on ohi ja pyritään saavuttamaan normaali toimintataso. Lisäksi yhteiskunnallista riskinsieto- ja palautumiskykyä voidaan lisätä esimerkiksi joustavalla päätöksenteolla tai tiedon ja taitojen lisäämisellä.

### 5.1 Ilmatoriskien hallinnan tila Suomessa

Hankkeessa toteutettiin selvitys sää- ja ilmatoriskeistä ja niiden hallintaa tukevan tiedon tuotannosta, käytöstä ja tietotarpeista. Kuntien ja muiden organisaatioiden sää- ja ilmatoriskien hallintaa sekä tietolähteitä selvitettiin kahden verkkokyselyn avulla.<sup>39</sup>

<sup>37</sup> Pilli-Sihvola ym. 2016

<sup>38</sup> IPCC 2012

<sup>39</sup> Kunnille suunnattuun kyselyyn saatiin 33 vastausta (27 % ilmastotyötä tehneistä kunnista) ja muille organisaatioille suunnattuun 118 vastausta, joista 54 % oli julkisilta organisaatioilta ja 46 % yksityisiltä organisaatioilta (yritykset tai järjestöt). Kyselyt toteutettiin 30.11.–13.12.2015.



Kyselyjen tuloksia tarkennettiin sidosryhmien kanssa järjestetyssä työpajassa, joka jakaantui kahteen osioon: 1) alueelliseen riskitarkasteluun lähinnä kuntien näkökulmasta sekä muiden julkisten ja yksityisten toimijoiden riskienhallintaan ja 2) nykyisten sää- ja ilmastotiedon työkalujen kehittämiseen<sup>40</sup>. Yleisiä selvityksiä tarkennettiin toimialakohtaisilla katsauksilla, joiden tarkoituksena oli selvittää, millaisia vaikutuksia sää- ja ilmastoriskeillä on eri toimialojen toimintaan ja kuinka näitä riskejä hallitaan Suomessa ja maailmalla.<sup>41 42</sup>

**Organisaatiot eivät useinkaan arvioi tai hallitse sää- ja ilmastoriskejä systemaattisesti.** Sää- ja ilmastoriskeiden arviointi ja hallinta on vain harvassa kunnassa systemaattista, minkä lisäksi vain harvoin on käytetty jotain nimettyä riskinarviointimenetelmää. Suurimmassa osassa muita julkisia ja yksityisiä organisaatioita nykyisiä ja tulevia sää- ja ilmastoriskejä on arvioitu satunnaisesti ja yksittäin. Yli kolmasosa vastaajista arvioi kuitenkin riskejä säännöllisesti.

**Yksityisten organisaatioiden riskienhallintaa ajaa voimakkaimmin taloudellisten menetysten välttäminen** (kuvio 6). Kunnissa tärkeimpiä ajureita ovat toimintakyvyn ylläpito, infrastruktuurin kunto ja asukkaiden hyvinvointi. Kunnissa sää- ja ilmastoriskeiden hallintaa rajoittaa eniten taloudellisten ja henkilöstöressurssien vähyys, kun taas muissa julkisissa ja yksityisissä organisaatioissa resurssien vähäisyyttäkin rajoittavammiksi koetaan ilmastotietoon liittyvät epävarmuudet. Kunnissa koetaan, että ilmastotietoa ja -työtä saattaa olla vaikea sovittaa kunnan päätöksentekoon.



**Kuvio 6. Tärkeimmät sää- ja ilmastoriskeiden hallinnan ajurit organisaatiokyselyn mukaan.** Vastaajia pyydettiin nimeämään kaksi tärkeintä ajuriaan (n=117). Ajurit on pisteytetty: ensisijainen ajuri = 1, toissijainen ajuri = 0,5. Kategoriassa "Jokin muu" mainittiin mm. jatkuva asiakaspalvelukyky, yhteiskunnan kokonaisturvallisuus ja kokonaisuunpuolustuksellinen näkemys.

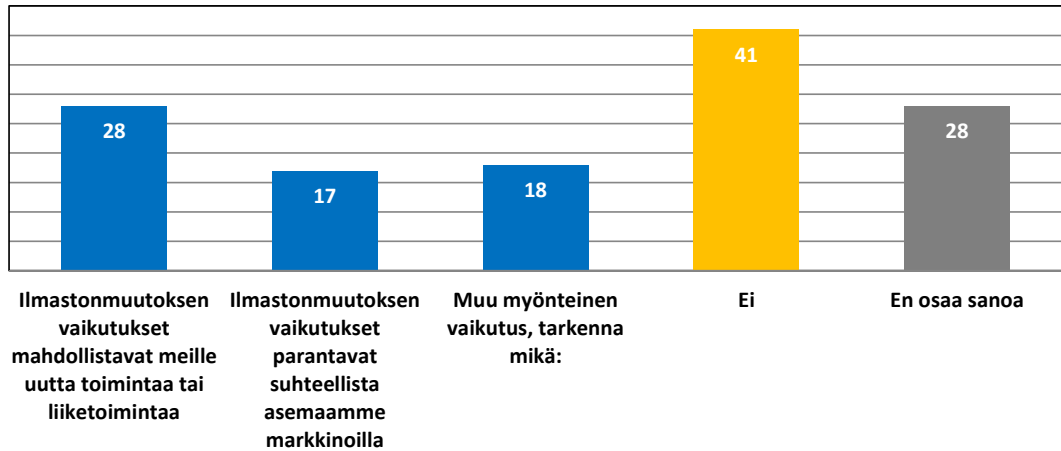
**Yksityiset toimijat tunnistavat julkisia useammin sääriskien hallinnan mahdollisuudet ja ilmastomuutoksen myönteiset vaikutukset** (kuvio 7). Sää- ja ilmastoriskeiden hallintaan liittyvien palveluiden ja tuotteiden kehittäminen nähdään liiketoimintamahdollisuutena, johon tulisi tarttua, sillä alan tuotteiden ja palvelujen markkinat eivät rajoitu vain Suomeen. Myös ilmastomuutoksen myönteisiä vaikutuksia nähdään enemmän yksityisellä kuin julkisella sektorilla. Sää- ja ilmastoriskeiden on nähty luovan liiketoimintaa yksityiselle sektorille, mutta julkisella sektorilla on oma roolinsa liiketoiminnan edellytysten luomisessa.

<sup>40</sup> Tammikuussa 2016 järjestettyyn sidosryhmätyöpajaan osallistujia oli 42, joista 20 edusti hankkeessa mukana olevia organisaatioita ja loput 22 erilaisia yksityisen sektorin ja julkishallinnon toimijoita.

<sup>41</sup> Pääasiallisena lähteenä käytettiin kirjallisuutta, mutta katsauksissa on hyödynnetty myös hankkeessa toteutettuja organisaatio- ja kuntakyselyitä sekä sidosryhmätyöpajaa. Erityisesti kirjallisuudesta pyrittiin selvittämään sää- ja ilmastoriskeiden hallinnan puutteita ja hyviä käytäntöjä. Tarkastelu tehtiin kahdeksalla toimialalla: vesivarojen hallinta, vesihuolto, energia, maatalous, liikenne, matkailu, kuntasektori ja finanssiala.

<sup>42</sup> Harjanne ym. 2016

### Ilmastonmuutoksen luomat myönteiset vaikutukset (mahdollisuus valita useita), n=117



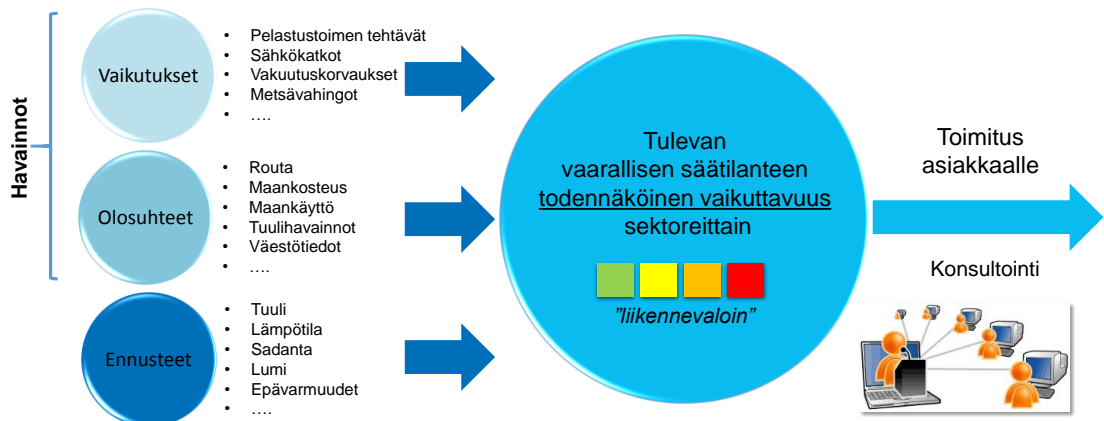
**Kuvio 7. Organisaatioiden arviot siitä seuraako ilmastonmuutoksesta “myönteisiä vaikutuksia” (n=113).** Kohdassa "Muu myönteinen vaikutus" listattiin ilmastonmuutoksen myönteisiä vaikutuksia, kuten kasvukauden pidentyminen, lämmitystarpeen väheneminen ja lumipeiteajan lyheneminen. Lisäksi mainittiin alan tutkimuksen ja investointien hyöty uudelle liiketoiminnalle.

**Riskienhallintaa edistävät verkostot, tiedonvaihto, vaikutustiedon avoimuus ja räätälöity ilmastotieto.** Hyödyllisimpänä tietolähteenä sää- ja ilmatoriskien hallinnassa vastaajat pitivät oman organisaationsa ulkopuolisia asiantuntijakontakteja. Verkostoilla ja vertaistiedolla on suuri merkitys sää- ja ilmastotiedon omaksumisessa. Pysyvää tiedonvaihtoa tutkimuslaitosten, yritysten ja viranomaisten välillä tulisi tehostaa. Tarvetta on sekä eri aloja yhdistäville että toimialojen sisäisille verkostoille. Sää- ja ilmatoriskien hallinta ja tarkat tiedon tarpeet ovat usein hyvin toimialakohtaisia. Eri aloilla tarvitaan erityyppistä tietoa ja työkaluja. Sää- ja ilmastoennusteista toivotaan ajallisesti ja paikallisesti tarkempia, jotta loppukäyttäjä voi helpommin tulkita niiden merkityksen omalle toiminnalleen. Valitettavan harva toimija kerää sää- ilmiöiden vaikutuksista tietoa, tai tieto ei ole avointa. Vaikutustiedon avoimuus ja kokoavat tietojärjestelmät edesauttaisivat yhteiskunnan laaja-alaista sopeutumista.

## 5.2 Eri toimijoiden rooli riskienhallinnan kehittämisessä

**Sää- ja ilmatoriskien hallintaa tukemaan tarvitaan uudenlaisia tiedon keruun, jakamisen ja tuottamisen tapoja.** Hankkeen sidosryhmien työpajassa sekä kyselyissä loppukäyttäjät kertoivat tarvitsevänsä toimialakohtaisia tai vieläkin tarkemmin räätälöityjä ennusteita ja palveluja voidakseen tulkita riskitiedon merkityksen omalle toiminnalleen. Räätälöityjen ennustus- ja varoituspalveluiden kehittäminen vaatii kuitenkin systemaattisesti kerättyjen meteorologisten ja hydrologisten ilmiöiden havaintojen, paikkatietoaineistojen ja ilmiöiden vaikutusten yhdistämistä. Hankkeen selvityksessä ilmeni, että harva toimija kerää tietoa säähän liittyvien ilmiöiden vaikutuksista, tai jos kerääkin, niin tieto ei ole välttämättä avointa. **Eräs perusedellytyksistä räätälöityjen vaikutusennusteiden ja palveluiden kehittämiselle on siis monipuolisten tietojen systemaattinen kerääminen meteorologisten ja hydrologisten ilmiöiden vaikutuksista** (kuviot 8). Esimerkiksi metsäalalta, sähköverkkojen häiriöistä ja pelastustoimesta kerätään jo tietoa sään vaikutuksista. Liikenteessä ja terveydenhuollossa tietovarantojen kokoaminen on jatkuvaa toimintaa, mutta säätekijöiden osuudesta tarvitaan tarkempaa erittelyä. Avoimia paikkatietojärjestelmiä tarvitaan mm. vaikutusten kohdentumisen tunnistamisessa. Kun tietovarantojen kerääminen on järjestetty, seuraava askel kohti loppukäyttäjien toivomia palveluja on erilaisten tietovarantojen yhdistäminen tutkimus- ja kehitystoiminnan tarpeisiin. (Toimenpide-ehdotukset 1a, 2a, 3a)

# Vaikutusennusteet



**Kuvio 8. Vaikutusennusteita ja -varoituksia voidaan laatia yhdistämällä historiallista havaintotietoa vaaraa tai haittaa aiheuttaneista luonnonolosuhteista tuoreimpaan ennustetietoon.** Loppukäyttäjälle ennusteet voidaan esittää halutuin kynnsarvoin liikennevalojen periaatteella vihreästä punaiseen. Loppukäyttäjällä on mahdollisuus myös konsultoida ennusteen tekijöitä.

**Sää- ja ilmatoriskien hallintaa edistävä verkosto laajentaa hallinnon ja tutkimuksen edustajista koostuvan sopeutumisen seurantaryhmän laaja-alaisemmaksi tiedon, osaamisen ja liiketoiminnan foorumiksi lisäämättä merkittävästi hallinnollisia kustannuksia.** Osalla yksityisistä ja julkisista organisaatioista, jotka vastasivat sää- ja ilmatoriskien olevan merkittäviä tai jokseenkin merkittäviä, oli kyselyn mukaan kuitenkin puutteita riskien arvioinnissa ja hallinnan vastuunjaossa. Syynä tähän on usein aika-, henkilö- tai osaamisresurssien puute, joka saattaa ilmetä viivästyneenä ja/tai ei-optimaalisena reagoitina esimerkiksi haitallisiin sääilmiöihin tai tulvatilanteisiin. Jo nykyiselläänkin tietoa, palveluja ja kokemukseen perustuvaa osaamista on olemassa, ja ELASTINEN-hanke suosittaa toimintaa, jolla osaamista, kokemuksia ja hyvä käytäntöjä voidaan jakaa. Verkosto on toimiva ja helposti toteuttava tapa kehittää riskienhallintaa. (Toimenpide-ehdotus 2a)

Hankkeen kyselyjen, työpajan ja kirjallisuuskatsauksien mukaan ilmastotiedon käyttäjät eivät välttämättä tarvitse lisää teknistä tietoa ilmastomuutoksesta. Sen sijaan **tarvetta on ennen kaikkea käyttäjäkohtaisesti räätälöidylle tiedolle, sopeutumistyötä tukeville helpottajuisille oppaille ja verkostoille, jotka yhdistävät tiedontuottajat ja -käyttäjät.** Siten pelkän ilmastosta kertovan tiedon lisäksi tarvitaan myös tietoa ja palveluita, jotka tukevat sääriskien hallintaa ilmastomuutokseen sopeutumistyötä laajemmin. Esimerkkeinä toimivat haavoittuvuuden ja altistumisen arviointia tukevat tietolähteet ja ohjeet sekä toimijat, jotka opastavat, miten sopeutumistyötä ja riskienarviointia kannattaa tehdä. (Toimenpide-ehdotus 3a)

**Erilaiset toimijat tarvitsevat erityyppistä apua sopeutumistyössään, joten käyttäjien tarpeiden huomiointi on ensisijaisen tärkeää.** Esimerkiksi suomalaisissa kunnissa ilmatoriskityö on ollut vähäistä, mutta kuntien välillä on suuria eroja työn laajuudessa ja avun tarpeissa. Kunnista ne, jotka eivät ole olleet aktiivisia ilmastotyössä, tarvitsevat erityisesti apua oman asiantuntijuuden rakentamisessa. Sen sijaan aktiivisemmat kunnat pystyvät hyödyntämään myös teknisempää ilmastotietoa. Eniten kunnissa on kuitenkin tarvetta sekä ajallisille että taloudellisille resursseille. Monet kunnat ovat pieniä eivätkä niiden omat rahkeet riitä riittävään ilmatoriskien arviointiin ja hallintaan. Eräs keino resurssien lisäämiseen onkin alueellinen yhteistyö. Tätä tukisi koko maan kattava ilmatoriskikartoitus, jonka perusteella samankaltaisia riskejä kokevat seutukunnat voisivat hakeutua yhteistyöhön. Vastaavasti kunnallinen ilmatoriskien hallintatyö tulisi integroida kunnallisessa päätöksenteossa yleiseen riskienhallintatyöhön. Nämä haasteet lisäävät kysyntää uudentilaisille toimijoille ja toimintatavoille. (Toimenpide-ehdotukset 1a, 2a, 2b, 3a)

Eri sektoreilla ja toimijoilla on omat keinonsa hallita sää- ja ilmatoriskejä. Hankkeessa on tunnistettu joukko keinoja, joita edelleen kehittämällä voidaan parantaa Suomen valmiuksia hallita sään ja ilmaston ääri-ilmiöitä ja niihin liittyviä riskejä (taulukko 3).

### Taulukko 3. Esimerkkejä keinoista parantaa sää- ja ilmatoriskien hallintaa Suomessa yhteiskunnan eri toimialoilla

Toimiala	Julkisen vallan keinot	Yksityisen ja kolmannen sektorin keinot
Energia	Huoltovarmuuden tarkastelu sää- ja ilmatoriskien valossa heijastevaikutukset mukaan lukien, sähkön toimitusvarmuuden vaatimukset, sähkön jakelutoiminnan sääntelyn kehittäminen, räätälöidyt palvelut erilaisille energiatuotannoille	Varautumisen tason nostaminen, ilmastoherkkyyden vähentäminen mm. jakeluverkoston suunnittelussa
Koulutus	Koulutussuunnitelmien kehittäminen tavoitteena tietoisuuden ja ymmärryksen lisääminen haitallisista säähän liittyvistä ilmiöistä ja niiden vaikutuksista sekä hallintakeinoista, tutkimus- ja oppilaitosten yhteishankkeet suunnitelmien testaamiseen	Koulutusmateriaalien laatiminen ja koulutuksen järjestäminen
Liikenne	Säätiedon käytön tehostaminen nykyisissä ohjausjärjestelmissä ja väylien kunnossapidossa yleisesti ja osana uutta älyliikennettä, säänkestävän infrastruktuurin kehittäminen	Kulkuneuvojen tietotekniset ratkaisut, esineiden internet sekä sosiaalisen median hyväksikäyttö varoitussuunnitelmien tukena
Maankäyttö, rakentaminen ja kiinteistöt	Sääntelyn ja ohjeistuksen ajantasaistaminen huomioiden uudet energiaratkaisut sekä standardit erityisryhmien asumismukavuudelle	Suunnittelussa sää- ja ilmatoriskien hallinnan ja asumismukavuuden yhdistäminen, kiinteistöhuollon ennuste- ja varoitussuunnitelmien kehitys, hulevesien hallinta
Maatalous	Neuvonnan kehittäminen, "räätälöidyt" ennakointi- ja varoitussuunnitelmät, sopeutumistoimien kustannustehokas (ml. viljelijän ja yhteiskunnallisen taloudellisuuden arviointi) ajallinen, alueellinen ja tilakohtainen toteuttaminen	Tilakohtaiset riskiarvioinnit, sosiaalisen median hyödyntäminen varautumisessa, vakuutuslaitosten kehittäminen, työkalujen kehittäminen sopeutumistoimien kohdentamiseen ja ajoittamiseen
Matkailu	Sää- ja ilmastotiedon sisällön parempi räätälöinti strategisten matkailualueiden sekä matkailukauden tärkeimpien ajankohtien ja toimintojen mukaan	Ilmastokestävyyden huomiointi hankinnassa ja toimintojen suunnittelussa integroiden ilmatoriskien hallinta matkailualan turvallisuuden kehittämiseen sekä matkailusesongin turvaamiseen ja pidentämiseen
Metsä	Neuvonnan kehittäminen, metsänhoitosuosituksien kehittäminen, metsäpalo-, ja tuulituhovaroitusjärjestelmien ylläpito ja kehittäminen ja vahinkotietojen kerääminen systemaattisesti, hakkuuosuhteiden (routa, maan kosteus) ennakoitijärjestelmien kehittäminen, metsien tilaa kuvaavien tarkkojen paikkatietoaineistojen tuottaminen (esim. laserkeilaus, satelliitit) ja hyödyntäminen	Riskiarvioinnit osana metsäsuunnittelua, vakuutuslaitosten kehittäminen
Pelastustoimi	Operatiivisen toiminnan tietopalveluiden jatko-kehitys, vaarallisten sääilmiöiden huomioiminen nykyistä paremmin pelastussuunnitelmissa ja sosiaalisen median edellytysten luominen	Modernien mittausjärjestelmien ja sosiaalisen median aktiivinen hyödyntäminen vaaratilanteiden tiedonkeruussa ja hallinnassa
Sosiaali- ja terveystoimi	Varoitussuunnitelmien kehittäminen (myrskyt, sateet, helle-aallot, liukkaus) erityisesti sosiaalista mediaa hyödyntäen, heijastevaikutusten tarkastelu ja varautussuunnitelmien laatiminen, tartuntatautiin levinneisyyksien seuranta ja epidemiauuhkiin varautuminen (ml. vesihuolto)	Varautumisstrategiat ja -suunnitelmat, kytkeytyminen virallisiin varoitussuunnitelmiin ja sosiaalisen median hyödyntäminen, hoito- ja palvelutilojen suunnittelu myös ääri-ilmiöitä silmällä pitäen

Toimiala	Julkisen vallan keinot	Yksityisen ja kolmannen sektorin keinot
Tietoliikenne	Ennakkovaroitusjärjestelmän kehittäminen, varajärjestelmä- ja ylläpitovarmuusvaatimusten laatiminen sään ääri-ilmiöt huomioiden	Varajärjestelmien laajentaminen ja säännöllinen testaaminen
Vakuutus	Sää- ja ilmatorisriskiä koskevien vakuutusten sääntelyn kehittäminen ja seuranta	Uudet vakuutus tuotteet eri kohderyhmille, jälleenvakuutuksen heijastevaikutusten riskien arviointi
Vesi	Tulvariskien hallinnan kehittäminen, maankäytön ohjaus sekä tulvia kestävien infrastruktuurien kehittäminen, vesihuoltolaitosten vara- ja suojausjärjestelmävaatimukset, ennakointi- ja varoitusjärjestelmien kehittäminen (Tulvakeskus), sääntelyä vesihuollon turvaamiseksi ääriolosuhteissa ja vesihuollon riskien vähentämiseksi, monitavoite/taloudelliset arvioinnit päätöksenteon tueksi	Vesivoiman ja säännöstelyn joustavuuden kehittäminen, kohdekohtaiset varautumissuunnitelmat ja suojaukset, vesihuollon riskitekijöiden kartoittaminen, ennakointi- ja varoitusjärjestelmien täysimääräinen hyväksikäyttö ja palautejärjestelmien kehittäminen

**Riskienhallinnan kehittäminen on tehokkainta, kun se toteutuu julkisen vallan, yksityisen sektorin ja kolmannen sektorin yhteistyönä.** Tämä on myös Sendain puitesopimuksen lähtökohdana<sup>43</sup>. (Toimenpide-ehdotus 2a)

### 5.2.1 Julkisen sektorin toimet

Julkisen sektorin toimet keskittyvät sääntelyn kehittämiseen ja toimeenpanoon sekä tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnan edistämiseen rahoituksen ja viestinnän keinoin. Julkisella sektorilla on myös laaja toiminta- ja järjestelyvastuu joillakin osa-alueilla, esimerkiksi koulutuksessa, terveydenhuollossa ja pelastustoimessa sekä vesi- ja jätehuollossa. Jos julkisella sektorilla on välitön vastuu toiminnasta tai sen järjestämisestä, niin sopeutuminen ilmastonmuutokseen ja varautuminen ääri-ilmiöihin integroituu toiminnan yleiseen kehittämiseen.

**Sääntelyyn kuuluu oikeudellisia hallinnollisia vaatimuksia, ohjeita ja menettelyitä, taloudellista ohjausta ja viestintää.** Tulee myös huomioida, että sääntelyllä voidaan luoda tai rajoittaa sopeutumiseen liittyviä liiketoimintamahdollisuuksia. Julkisen sektorin viestinnän tehtävänä on ennen kaikkea lisätä tietoisuutta varautumisesta ääri-ilmiöihin ja ohjeistaa toimintaa.

**Eri politiikkakeinoilla voidaan luoda kannustimia kehittää sopeutumista ja varautumista, esimerkiksi EU:n rakennerahaston hankkeiden puitteissa, tai markkinoita uusille palveluille, kuten tulva- tai myrskyvakuutuksille.** Esimerkiksi sääntely varmuusvarastoista tai sähkön- tai vedenjakelun varmistamisesta toimii ohjauksena, joka saa yksityistä tai kunnallista sektoria tarkastelemaan keinoja häiriöttömän jakelun mahdollistamiseksi. (Toimenpide-ehdotukset 3a ja 3b)

**Julkisella sektorilla on merkittävä rooli varautumista vahvistavan tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnan (T&K&I-toiminnan), seurannan ja koulutuksen edistämisessä.**

T&K&I-toiminnassa on mahdollista korostaa sopeutumisen merkitystä ja ääri-ilmiöihin sopeutumista edistävien työvälineiden ja uusien ratkaisujen kehittämistä. Suomessa on kansainvälisesti tarkasteltuna käytettävissä laajat paikkatietoaineistot. Esimerkiksi uusi tarkka maanpinnan korkeusmalli<sup>44</sup> ja laskentamenetelmien jatkuva kehittyminen mahdollistavat entistä tarkemman tulvariskien vaikutusten arvioinnin, johon on tarvetta erityisesti hulevesitulvien osalta. Myös kuivuusriskien arvioinnissa paikkatietojen ja välillisten vaikutusmekanismien hyödyntäminen voisi tarjota uusia käytäntöjä. (Toimenpide-ehdotukset 1a, 2a, 3a, 3b)

<sup>43</sup> Sendain puitesopimus luonnonkatastrofien aiheuttamien riskien pienentämiseksi (The Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030) hyväksyttiin YK:n maailmankonferenssissa Sendaissa Japanissa, 18.3.2015. <http://www.unisdr.org/we/inform/publications/43291> [viitattu 8.8.2016]

<sup>44</sup> Korkeusmalli kattaa tällä hetkellä noin 80–90% Suomen pinta-alasta. MML aloitti työn 2008 ja suunnitelman mukaan koko Suomesta on saatavilla laserkeilausaineistoja (= tarkka korkeusmalli KM2) vuoteen 2019 mennessä. Lisätietoa: <http://www.maanmittauslaitos.fi/digituotteet/korkeusmalli-2-m>

## Tietolaatikko 5: Vesihuolto esimerkkinä julkisen hallinnon toimista

Talousveden laadun turvallisuutta on pyritty edistämään sisällyttämällä lainsäädäntöön vaatimus desinfiointiin varautumisesta ja erityistilannesuunnittelusta, joka on osa kunnan valmius- ja varotoimenpiteitä<sup>45</sup>. Vesihuoltolaitosten on oltava selvillä käytetyn raakaveden määrään ja laatuun liittyvistä riskeistä ja tarkkailtava niitä<sup>46</sup>. Lainsäädäntöön tullaan todennäköisesti sisällyttämään vaatimus, että talousveden valvonta ja myös vesihuoltolaitoksen omavalvonta perustuisivat veden terveydelliseen laatuun vaikuttavien riskien arviointiin ja hallintaan. Vesihuoltolaitosten on jo tällä hetkellä mahdollista hyödyntää kansallisesti laadittua web-pohjaista WSP-työkalua (*Water Safety Planning*) talousveden tuotantoketjun riskien arviointiin ja hallintaan<sup>47</sup>. Tämän lisäksi Suomessa on valmisteltu jätevesihuollon riskinarviointia. Esimerkin viestinnästä tarjoaa kansallisten vesihuollon asiantuntijoiden laatima ohje ilmastomuutoksen vaikutuksista ja sopeutumistarpeista vesihuollossa<sup>48</sup>. Vesihuollon varautumiseen voi kuulua myös mm. vesihuollon teknisten rakenteiden ylläpitäminen ja uusiminen, veden laadun tehostettu tarkkailu, ennakkovarointijärjestelmät, henkilöstön osaamisen ylläpitäminen ja koulutus sekä sähkösaannin turvaaminen.

**Säähän ja ilmastoon liittyvien havaintojen keruun monipuolistaminen on olennaista palveluiden ja seurannan kehittämisen tueksi (esimerkiksi ilmastomuutoksen vaikutukset ja sopeutumistoimien vaikuttavuus).** Havaintojen ajallisen ja alueellisen kattavuuden varmistaminen mahdollistaa pitkällä aikavälillä tapahtuvien muutoksien tunnistamisen sekä yksityiskohtaiset ennusteet palvelemaan luonnonriskeihin varautumista sekä ilmastomuutokseen sopeutumista. Valtakunnallisesti ylläpidetyn havaintoverkon lisäksi tietojen keräämistä tulisi edistää esimerkiksi kansalaishavaintojen avulla. Teknologian kehittyminen mahdollistaa jo nyt erilaisten joukkoistamismenetelmien hyödyntämisen. (*Toimenpide-ehdotukset 1a, 3a*)

**Koulutuksessa sopeutumista ilmastomuutokseen voidaan käsitellä läpileikkaavana yleistä tietoisuutta lisäävänä aiheena, mutta lisäksi eri koulutusaloilla on syytä panostaa räätälöityihin oppimismoduuleihin, joissa tarkastellaan eri aihealueiden erityiskysymyksiä.**

**Suomi pyrkii olemaan kansainvälisen yhteisön aktiivinen jäsen<sup>49</sup>. Ollakseen vakavasti otettava toimija kansainvälisessä ilmastopolitiikassa Suomen ja suomalaisten toimijoiden tulee paneutua kansainvälisen tilanteen kehitykseen ja tehdä aktiivista työtä myös sää- ja ilmastoriskien vähentämiseksi osana Pariisin ilmastopöytäkirjan<sup>50</sup> sekä Sendain puitesopimuksen<sup>51</sup> toimeenpanoa.** Suomesta ei kuitenkaan ole mukana ainuttakaan kaupunkia esimerkiksi UNISDR:n Making Cities Resilient -kampanjassa, kun taas mm. muista Pohjoismaista on osallistujia<sup>52</sup>. Kansainvälinen yhteistyö on tärkeä haavoittuvien maiden ja alueiden tunnistamisessa vaikuttavien toimenpiteiden suunnittelussa ja toteuttamisessa. (*Toimenpide-ehdotus 2d*)

<sup>45</sup> Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 1352/2015

<sup>46</sup> Vesihuoltolaki 119/2001

<sup>47</sup> Härkki 2015

<sup>48</sup> Vienonen ym. 2012

<sup>49</sup> Toimiminen aktiivisesti ilmastopolitiikassa on osa Suomen ulkopolitiikkaa: "Foreign and security policy aims to strengthen Finland's international position, to secure Finland's independence and regional integrity as well as to improve the security and welfare of people in Finland. Taking note of global interdependencies, Finland promotes international stability, peace, democracy, human rights, the rule of law and equality. (Ministry for Foreign Affairs of Finland: The strategic priorities of the Foreign Service <http://forin.finland.fi/public/default.aspx?nodeid=49221&contentlan=2&culture=en-US> [viitattu 18.10.2016])

<sup>50</sup> Pariisin ilmastopöytäkirja (The Paris Agreement) hyväksyttiin YK:n ilmastokokouksessa Pariisissa joulukuussa 2015 [http://unfccc.int/paris\\_agreement/items/9485.php](http://unfccc.int/paris_agreement/items/9485.php) [viitattu 12.9.2016]

<sup>51</sup> Sendain puitesopimus luonnonkatastrofien aiheuttamien riskien pienentämiseksi (The Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030) hyväksyttiin YK:n maailmankonferenssissa Sendaisissa Japanissa, 18.3.2015. <http://www.unisdr.org/we/inform/publications/43291> [viitattu 8.8.2016]

<sup>52</sup> The United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR): Making Cities Resilient: My City is Getting Ready - Participating Local Government <http://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/home/cities> [viitattu 31.8.2016]

**Sopeutumistoimien kohdentamista voidaan parantaa tekemällä sää- ja ilmatoriskien haavoittuvuustarkasteluja eri toimialojen ja ihmisryhmien haavoittuvuudesta ja sen alueellisista eroista.** Sää- ja ilmatoriskeillä ja ilmastonmuutoksella on erilaisia vaikutuksia eri ihmisryhmiin ja toimialoille. Tärkeää olisi ymmärtää, mitkä riskit ovat alueellisesti merkittävimpiä ja toisaalta mitkä toimialat tai ihmisryhmät ovat tietyille riskeille haavoittuvimpia. *(Toimenpide-ehdotus 1a)*

Sosiaalisen haavoittuvuuden arvioinnissa kartoitetaan ihmisryhmäkohtaisia eroja. Sosiaalinen haavoittuvuus voidaan yhdistää erilaisiin sää- ja ilmatoriskikarttoihin, kuten tulva- tai helleaaltoriskikarttoihin. Maailmalla tällaisista kartoituksista on lukuisia esimerkkejä, mutta Suomessa kartoitusta on tehty vähän, vain pääkaupunkiseudulla<sup>53 54</sup>. Myös toimialakohtaiset (maatalous, vesihuolto, energiantuotanto jne.) tarkastelut olisivat tarpeen. Haavoittuvuus-kartoitukset voitaisiin tehdä eri tutkimuslaitosten yhteistyönä esimerkiksi Tilastokeskuksen Ruututietokannan tai postinumeroaluetietojen avulla keskitetysti koko Suomeen ja esittää yhtenä kokonaisuutena esimerkiksi Ilmasto-opas.fi-sivustolla. Eri sidosryhmien osallistaminen kartoituksen eri vaiheissa parantaisi luotettavuutta ja loisi synergiaetuja. *(Toimenpide-ehdotukset 1a ja 3a)*

## 5.2.2 Yksityisen sektorin toimet

**Sekä yksityisen että julkisen sektorin kannattaa ennakoida ilmastonmuutoksen vaikutuksia ja varautua asianmukaisesti niihin ottaen huomioon myös muut mahdolliset riskit ja kehityskulut** (liiketoiminnan mahdollisuuksia käsitellään luvussa 5.4). Käytännön toiminnassa painottuu lyhyen aikavälin riskitarkastelu, mutta myös pitkän aikajänteen investointeja tehdään esim. energia-alalla. Toimijoilla, joilla sääriskit ovat erittäin merkittäviä (esim. lentoliikenteen turvallisuus), sääriskien hallinta sisältyy osana operatiiviseen toimintaan. Tällöin tiedon, päätösten ja toiminnan yhdistävä ketju (sää tietojen tuotanto, informaation muoto ja viestintä sekä loppukäyttäjän tulkinta ja reagointi) on yleensä pitkälle kehittyntä. Riskienhallinnan edelleen kehittämiseksi tällöin nousevat tärkeiksi tieteen, tekniikan ja yhteiskunnallisen kehityksen tuottamat uudet ratkaisut ja palvelut, joita voidaan tukea T&K&I-toiminnalla. *(Toimenpide-ehdotus 3b)*

Pienten ja keskisuurten (PK) yritysten resurssit kehittää omien toimien sääriskien hallintaa ovat vähäisemmät kuin suurilla yrityksillä. Toimialoja, joilla toimii lähinnä vain PK-yrityksiä, tulisi julkisen tahon puolelta tukea kustannustehokkaiden riskienhallintamenetelmien kehityksessä ja käyttöönotossa. PK-yritysten puolesta toimialan etujärjestöt voivat osallistua sääriskien hallinnan kehittämiseen. **PK-yritysten tiedon, päätösten ja toiminnan yhdistävän ketjun (sää tietojen tuotanto, informaation muoto ja viestintä sekä loppukäyttäjän tulkinta ja reagointi) kehittäminen voi tuoda taloudellisten ja muiden resurssien säästöjä verrattain pienillä panostuksilla.** *(Toimenpide-ehdotukset 2a, 2b, 3a)*

## 5.2.3 Kolmannen sektorin toimet

Kolmannella sektorilla tarkoitetaan tässä toimijoita, joiden tunnuspiirteitä ovat voittoa tavoittelematon talous ja organisaatioiden tai ryhmien sosiaaliset tavoitteet. Niiden toiminta perustuu usein vahvasti vapaaehtoistoimintaan, ja monet toimijoista ovat aktiivisia sosiaalisessa mediassa.

**Kolmannen sektorin toimijoilla on tärkeä rooli tietoisuuden lisäämisessä koulutuksen, ohjeistuksen ja tiedotuksen avulla sekä erityisesti paikallisten innovatiivisten sää- ja ilmatoriskien vähentämistoimien tunnistamisessa ja toteuttamisessa.** Ne voivat osallistua esimerkiksi kohdennettujen ennakkoarvoitusten kehittämiseen ja kansalaishavaintojen keräämiseen. *(Toimenpide-ehdotukset 1a, 2a ja 3a)*

<sup>53</sup> Kazmierczak 2015

<sup>54</sup> Kazmierczak & Kankaanpää 2016

Suomen kolmas sektori tekee aktiivista sää- ja ilmatoriskien hallintaa. Esimerkiksi Suomen Punainen Risti toimii koti- ja ulkomailla luonnonkatastrofeissa ja kouluttaa asiantuntijoita, minkä lisäksi kansainvälinen emojärjestö on aktiivinen myös ilmastonmuutokseen sopeutumistyössä kehitysmaissa. (*Toimenpide-ehdotus 2d*)

Erilaiset kattojärjestöt ja yhdistykset toimivat aktiivisesti riskien arvioinnin ja hallinnan alalla. Esimerkiksi Suomen Pelastusalan Keskusjärjestöllä on laaja jäsenjärjestöjen verkosto. Se kouluttaa, laatii alan oppaita ja toimii aktiivisesti yhteiskunnallisen turvallisuuden puolesta.

Haavoittuvien ja altistuvien väestöryhmien, ammattien tai vapaa-ajan järjestöjen kautta on mahdollista kohdentaa viestintää. Esimerkiksi Sydänliitto tavoittaa sekä sydän- ja verisuonitauteihin sairastuneita, jotka ovat helleaalloille haavoittuvia, että terveys- ja sosiaalialan ammattilaisia.

### 5.3 Riskienhallinta- ja sopeutumistoimien arviointi

**Sää- ja ilmatoriskien hallintatoimien ja ilmastonmuutokseen sopeutumistoimien arviointi eri näkökulmista on tärkeää. Monitavoitearviointi<sup>55</sup> mahdollistaa moniin eri tekijöihin kohdistuvien, eri suuntaan vaikuttavien ja erimittallisten vaikutusten vertailun.** Monitavoitearviointi on suositeltavaa toteuttaa sidosryhmätyönä, jolloin erilaiset intressit ja niiden väliset ristiriidat saadaan keskusteltua auki. Monitavoitearvioinnilla hallinta- ja sopeutumistoimet on mahdollista järjestää erilaisten rahallisten, fyysisten ja laadullisten tekijöiden mukaisesti. Myös erilaiset epävarmuudet ja sopeutuvuus muuttuvaan ilmastoon voidaan käsitellä yhtenä monitavoitearvioinnin tekijänä.

**Monitavoitearvioinnin mahdollisuudet on tunnistettu sopeutumistoimiin liittyvässä päätöksenteossa Suomessa, ja menetelmää on käytetty erityisesti tulvariskien hallintasuunnitelmien teossa.**

#### Tietolaatikko 6: Monitavoitearviointi tulvariskien hallinnan suunnittelussa

Tulvariskien hallinnan suunnittelun ensimmäisellä kierroksella 2010–2015 hyödynnettiin monitavoitearviointia tukemaan tulvaryhmissä tehtyä toimenpiteiden vaikutusten arviointia. Menetelmä paransi tulvaryhmän ymmärrystä eri vaihtoehdoista, näkemyksistä sekä vaikutusten suuruusluokista ja kestosta. Sen **hyviä puolia** ovat erilaisten vaikutusten vertailu keskenään, sidosryhmätyön integroituminen osaksi prosessia ja siten keskustelun ja ymmärryksen parantuminen, vaikutusten arvioinnin dokumentointi ja prosessin parempi kytkeytyminen suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutusten arviointiin. Saadun palautteen mukaan **enemmän huomiota täytyy kiinnittää** arviointimenetelmien läpinäkyvyyteen, osallistujien tasapuoliseen kohteluun ja riittävän laajan eri alojen asiantuntijajoukon osallistumiseen. On tärkeää, että eri osapuolet hyväksyvät valitun menettelytavan. Vaikka yhden lukuarvon tarjoava kustannus-hyötyanalyysi voisi olla päätöksentekijöille yksinkertaisempi, arvioinnin pohjana ei tarvitse olla konkreettisia lukuja, vaan toimenpidevaihtoehtojen vertailu voi olla tärkeämpää.<sup>56</sup>

**Tärkeä kriteeri toimien valinnassa ja arvioinnissa tulisi olla taloudellinen tehokkuus, sillä kaikista toimista aiheutuu aineellisia ja aineettomia kustannuksia ja hyötyjä** (kuvio 9). Taloudelliset analyysit tuottavat tietoa toimien yhteiskunnallisista hyödyistä ja kustannuksista, mikä tukee toimien asettamista tärkeysjärjestykseen ja joustavien (robustien) toimien tunnistamista. **Riskienhallinta- ja sopeutumistoimien tarpeen kasvaessa on tärkeää kiinnittää huomiota yhä enemmän toimien kustannuksiin ja vaikuttavuuteen.** Ennen toimien toimeenpanoa tehdyillä huolellisilla taloudellisilla arvioilla voidaan tukea toimenpiteiden vertailua ja priorisointia. Toimeenpanon jälkeen voidaan arvioida toimenpiteiden toteutu-

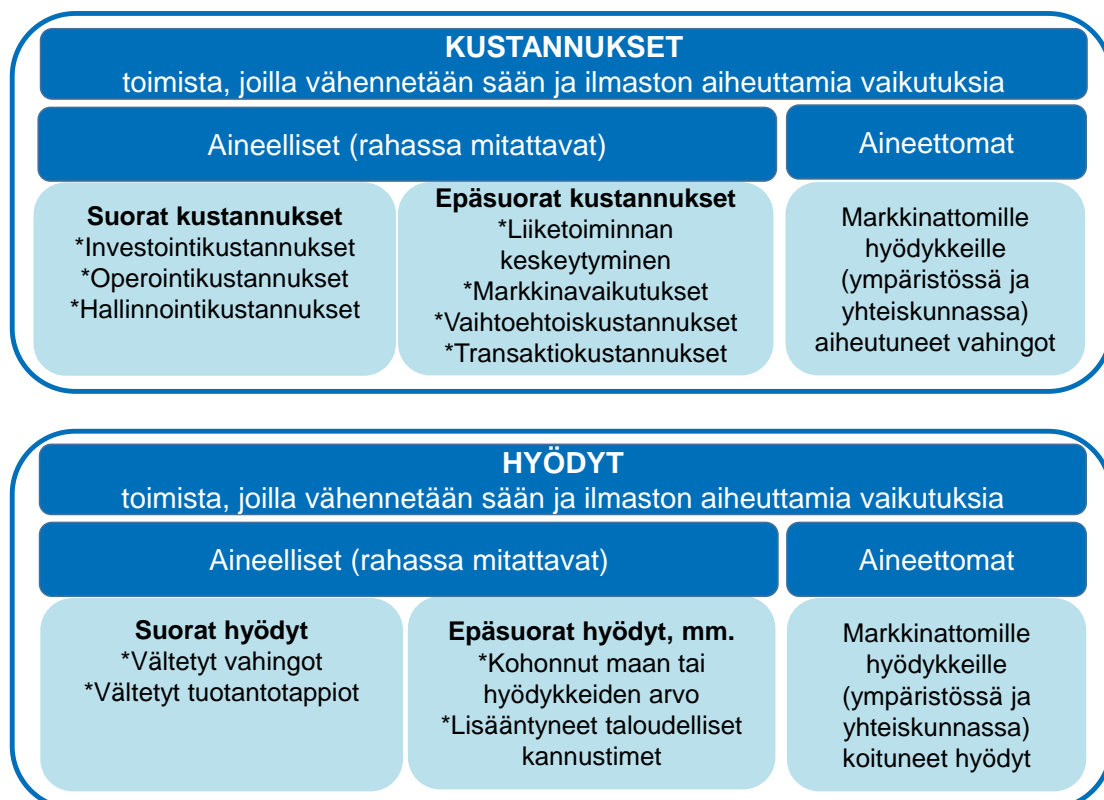
<sup>55</sup> Monitavoitearviointi on menetelmä, jota käytetään tilanteissa, joissa eri toimenpiteillä on erimittaisia vaikutuksia (esim. osa vaikutuksista on rahassa mitattavia ja osa ei). Sen avulla riskienhallinta- ja sopeutumistoimet on mahdollista laittaa järjestykseen erilaisten rahallisten, fyysisten tai laadullisten kriteerien perusteella. Tämä tapahtuu usein yhteistyössä sidosryhmien kanssa, jolloin sidosryhmien näkemykset toimien tavoitteista saadaan huomioitua.

<sup>56</sup> Tulvariskien hallinnan valtakunnallinen koordinoitiryhmä 2016



neita vaikutuksia ja opitaan kokemuksista. Näin parannetaan tulevaisuuden päätöksenteon joustavuutta (robustisuutta).<sup>57</sup> (Toimenpide-ehdotus 2b)

Suomessa tunnetuin taloudellinen analyysimenetelmä on kustannus-hyötyanalyysi, ja näitä analyysejä on tehty erityisesti osana tulvariskien hallintasuunnitelmia. **Seikkaperäisesti toteutetut ja huolellisesti dokumentoidut taloudelliset analyysit nimenomaan sää- ja ilmastoriskien hallintatoimista ja ilmastomuutokseen sopeutumistoimista ovat kuitenkin hyvin harvassa.** Taloudellisia analyysejä on jonkin verran sovellettu myös kaupunkisuunnittelussa ilmastomuutokseen sopeutumiseen liittyen. **Perusteellisten taloudellisten arviointien ja analyysien teko keskeytyy yleensä vaikeuksiin arvottaa markkinattomia, kuten luontoon ja ympäristöön kohdistuvia, hyötyjä.** (Toimenpide-ehdotus 2b)



Kuvio 9. Sää- ja ilmastoriskien vähentämiseen ja hallintaan tähtäävistä toimista aiheutuvat kustannukset ja hyödyt

**Kirjallisuus ja vesihuoltoalan toimijahaastattelut osoittivat, että vesihuollon ilmastomuutokseen sopeutumisen taloudellisia vaikutuksia on Suomessa arvioitu vähän tai arviointi on tehty yleisellä tasolla.** Syynä voi olla se, että ilmastomuutokseen sopeutumisen ennakointi erityisesti pitkällä aikajänteellä, muutoksen ajallinen ja paikallinen vaihtelevuus huomioon ottaen, on epävarmaa ja saattaa vaatia usean eri toteutumavaihtoehdon tarkastelua. Jo toteutuneiden talousveden laadun saastumis- ja häiriötilanteiden taloudelliset vaikutukset voidaan ainakin osittain arvioida. Esimerkiksi vesiepidemian selvitystyö ja korjaavien toimenpiteiden toteuttaminen aiheuttavat vesihuollolle suoria kustannuksia, joiden suuruus riippuu epidemian laajuudesta ja vakavuudesta. Vaikeammin arvioitavissa ovat ne kustannukset, jotka koituvat veden käyttäjille, kuten kotitalouksille tai teollisuudelle. Nämä kulut voivat olla suuremmat kuin välittömät epidemian pysäyttämiseen tarvittavien toimenpiteiden kustannukset<sup>58</sup>. **Myös maataloudessa kohdennettua ja oikea-aikaista sopeutumista, huomioiden alueelliset erot, voidaan tehostaa tekemällä kustannus-hyötyanalyysijä aiemmissa tutkimuksissa tunnistetuista sopeutumistoimista ja arvottamalla sopeutusvaihtoehtojen hyötyjä.** (Toimenpide-ehdotus 2b)

<sup>57</sup> Pilli-Sihvola ym. 2016

<sup>58</sup> Laine 2014

Huolella toteutetuille taloudellisille arvioille on kuitenkin tarvetta erityisesti suurissa investoinneissa. Tästä hyvänä esimerkkinä on ELASTINEN-hankkeessa toteutettu kustannus-hyötyanalyysi vuoden 2013 sähkömarkkinalain muutoksesta, jonka mukaan haja-asutusalueilla (vapaa-ajan asunnot pois lukien) ei saa siirtymäajan jälkeen esiintyä yli 36 tunnin eikä taajamissa yli 6 tunnin sähkökatkoksia. Lakimuutos on johtanut mittaviin maakaapelointi-investointeihin joissain sähkönjakeluyrityksissä. **Kustannus-hyötyanalyysi osoittaa, että lakimuutoksen kustannustehokkuus riippuu analyysissä käytetyistä oletuksista, erityisesti ihmisten arvioidusta haitasta ja diskonttokijästä.** Kun kustannus-hyötylaskelmassa käytetään 3 %:n diskonttokorkoa, saadaan positiivinen nettohyöty lakimuutoksen vaatimille maakaapelointi-investoinneille, eli maakaapeloinnin hyödyt ovat suuremmat kuin siitä aiheutuvat kustannukset. Toisaalta jos käytetään 5 %:n diskonttokorkoa, saadaan negatiivinen nettohyöty, eli investointien kustannukset ovat suuremmat kuin toimitusvarmuuden parantumisesta kuluttajille tulevat hyödyt.<sup>59</sup> (Toimenpide-ehdotus 2b)

**Toimien kustannusten ja niiden vaikuttavuuden arviointi helpottuu sitä mukaa kun sää- ja ilmatoriskien vaikutusten tilastointi kehittyy, toimenpiteitä toteutetaan ja niiden vaikutuksista kerätään tietoja.** (Toimenpide-ehdotukset 1a, 2b)

Kustannus-hyötyanalyysi ei ole ainoa riskienhallinta- ja sopeutumistoimien taloudellinen arviointimenetelmä. Erilaiset menetelmät käsittelevät epävarmuutta ja toimien ajallista toteuttamista eri tavalla. Monitavoitearvioinnissa sekä kustannus-hyöty- ja kustannus-vaikuttavuus-analyysissä epävarmuudelle pyritään antamaan jokin mitta tai vaihteluväli. Reaaliopio- ja portfolioanalyysit sekä robusti päätöksenteko puolestaan huomioivat päätöksentekoon liittyviä epävarmuuksia kokonaisvaltaisemmin todennäköisyyksillä ja vaiheittain. Tarkemmat kuvaukset eri menetelmistä löytyvät ELASTINEN-hankkeen erillisestä raportista<sup>59</sup>.

Taloudelliset arviot eri sektoreilla Suomessa ovat niin alkutekijöissään, että työläämpien menetelmien käyttö ei tässä vaiheessa ole välttämättä perusteltua. **Päätöksenteon tukena olisi hyvä käyttää vähintään arvioita riskienhallinta- ja sopeutumistoimien kustannuksista ja hyödyistä. Isojen, monimutkaisten investointien kohdalla olisi hyvä harkita muita taloudellisia arviointimenetelmiä.** Esimerkiksi kaupunkisuunnittelussa, jossa eri toimet on jo tunnistettu, kannattaisi harkita portfolioanalyysin käyttöä. Tämä pitäisi varmastikin toteuttaa tutkimus- ja koulutuslaitosten välisenä yhteistyönä, sillä portfolioanalyysi vaatii eri alojen osaamista. **Resurssien ohjaaminen taloudelliseen arviointiin on tärkeää, mutta ilman helposti omaksuttavia tuloksia ja helposti käytettäviä työkaluja tulokset eivät välttämättä päädy varsinaiseen päätöksentekoon.** (Toimenpide-ehdotus 2b)

Julkinen sektori voi myös toimia mahdollistajana yksityisen sektorin riskienhallinta- ja sopeutumistoimille tehden paremmin näkyväksi sopeutumistoimien avulla vältetyt kustannukset ja yhteiskunnan eri toimijoiden saamat hyödyt sopeutumistoimista.

---

<sup>59</sup> Pilli-Sihvola ym. 2016

## 5.4 Mahdollisuudet kehittää liiketoimintaa

ELASTINEN-hankkeessa toteutettujen kyselyjen ja yrityshaastattelujen mukaan useat kotimaiset yritykset ja toimijat tunnistavat ilmastomuutokseen ja siihen sopeutumiseen liittyvän liiketoimintamahdollisuuksia, mutta **toistaiseksi ei ole juurikaan syntynyt merkittävää liiketoimintaa, joka korostaisi sopeutumista ilmastomuutokseen tuotteen tai palvelun yhtenä keskeisenä ominaisuutena.**<sup>60</sup>

Kansainvälisesti on kartoitettu yksityisen sektorin mahdollisuuksia ilmastomuutoksen sopeutumisessa (esimerkiksi PWC 2010). **Liiketoiminnan kehittämisen mahdollisuudet sää- ja ilmatoriskien hallinnassa liittyvät mm.**

- a) ennakkoarvointi- ja seuranta järjestelmiin, joiden avulla voidaan parantaa varautumista ääritilanteisiin ja nopeuttaa varotoimien käynnistämistä (esimerkiksi mittaustekniikka, esineiden internet)
- b) sektorikohtaisiin ratkaisuihin, joilla parannetaan sietokykyä (esimerkiksi suojauskeino, ääri-ilmiötä kestävä rakenteet ja materiaalit, suunnittelupalvelut, joustavat hallintaratkaisut, sosiaalisen median alustat, vakuutuspalvelut)
- c) sektorikohtaisiin ratkaisuihin, jotka nopeuttavat palautumista ääritilanteiden seurauksista (esimerkiksi katastrofiavun välineet, varajärjestelmät, vakuutuspalvelut)
- d) opetus- ja tukiaineistojen tuottamiseen.

### **Megatrendi "digitalisaatio" tuo riskien hallintaan uusia mahdollisuuksia ja ratkaisuja.**

Tarvittavat palvelut syntyvät suurelta osin yksityisellä sektorilla. Tietoa voidaan kerätä ja jakaa uusilla tavoin mahdollistaen esim. lähes reaaliaikaiset kansalaishavainnot jääpato- ja hyydetulvista tai säätekijöiden vaikutuksista. Samoin älykkäät sähköverkot ja turva-automaatiot liikenteessä tulevat tarvitsemaan uudenlaisia säähavainto-, ennuste- ja varoituspalveluita. (*Toimenpide-ehdotukset 1a, 3b*)

**Liiketoiminnan kehittämisen edellytyksenä on, että tarpeet ja asiakkaat tunnistetaan riittävän yksityiskohtaisesti.** Tätä on Suomessa tehty vähän, todennäköisesti osittain siksi, että yhteiskuntamme on kohtuullisen hyvin varautunut ja pystyy yleensä rajaamaan sää- ja ilmastotekijöiden haitalliset vaikutukset ja palautumaan häiriöistä. Kotimaan markkinat ovat useasti liian pienet kannustaakseen uusien palveluiden ja -tuotteiden kehittämiseen. Niillä on kuitenkin tärkeä rooli referenssimarkkinana, eli kotimaan markkinoita ja niillä saatuja kokemuksia voidaan käyttää viitteenä ulkomaille laajennuttaessa. (*Toimenpide-ehdotus 2d*)

**Liiketoiminnan voimakkaampi kehittäminen edellyttää perehtymistä kansainväliseen kehitykseen, yhteyksien luomista ja kansainvälisiin verkostoihin osallistumista.** Liiketoimintaa edistävät yhteisöt kuten Finnish Water Forum<sup>61</sup> ja Cleantech Finland<sup>62</sup> voivat tässä olla avainasemassa. Esimerkiksi Suomessa tapahtuva vesihuollon sopeutuminen ilmastomuutokseen voi avata liiketoimintamahdollisuuksia riskienhallintaa koskevan asiantuntemuksen vientiin. Yhtenä "tuotteena" voisi toimia vesihuollon kokonaisvaltaisen riskinarvioinnin ja hallinnan konsepti (ns. *Water Safety Planning, WSP*). (*Toimenpide-ehdotukset 2d, 3b*)

**Läheisempi yhteistyö ilmastomuutokseen sopeutumisesta vastaavan hallinnon sekä sopeutumis- ja varautumiskysymyksiin paneutuvien kansalaisjärjestöjen kanssa voi tuoda uusia näkökulmia myös liiketoiminnan kehittämiseen,** sillä merkittävä osa asiakkaista saattaa suoraan tai välillisesti olla hallinnossa ja kansalaisjärjestöissä. Monilla kansalaisjärjestöillä on lisäksi vahvaa osaamista käytännön ruohonjuuritason ongelmista katastrofi-alueilla, ja tällä tiedolla voi olla ratkaiseva merkitys, kun kehitetään ratkaisuja ääri-ilmiöiden hallinnan parantamiseksi. Kansalaisjärjestöt voivat myös toimia koekäyttäjinä, kun arvioidaan uusien tuotteiden ja palveluiden käyttökelpoisuutta ja kehittämistarpeita. (*Toimenpide-ehdotus 2a*)

<sup>60</sup> Hyväniä poikkeuksena toimii esimerkiksi Vaisala Oy, joka korostaa ääritilanteiden hallintaa tuotteidensa esittelyssä.

<sup>61</sup> Finnish Water Forum <http://www.finnishwaterforum.fi/fi/>

<sup>62</sup> Cleantech Finland <http://www.cleantechfinland.com/>

On kansainvälisiä yrityksiä, joiden liiketoiminta-ajatukseen sisältyy ilmastonmuutokseen sopeutuminen ja sopeutumisen tai sopeutumiskyvyn edistäminen. Tällaisia ovat esimerkiksi suuret vakuutus- ja standardointiyritykset, kuten DNV-GL, sekä erikoistuneet konsulttiyritykset, kuten Acclimatise. **Suomalaisyritykset voivat tunnistaa mahdollisia markkinoita verkostoitumalla kansainvälisesti.** Tämä edellyttää esimerkiksi suomalaisyritysten nykyistä aktiivisempaa osallistumista kansainvälisiin ilmastonmuutosta ja ääri-ilmiöitä käsitteleviin kokouksiin, kuten Eurooppalaiseen ilmastonmuutoksen sopeutumiskokoukseen 2017<sup>63</sup> tai kansainvälisiin katastrofiriskejä käsitteleviin kokouksiin, esimerkiksi ICDEM 2017:19th International Conference on Disaster and Emergency Management<sup>64</sup>. (Toimenpide-ehdotus 2d)

Finanssiala on tunnistettu maailmanlaajuisesti tärkeäksi toimijaksi pyrittäessä hallitsemaan sää- ja ilmatoriskeitä ja ilmastonmuutokseen sopeutumista, mutta ala on vahinkovakuutus-alaa lukuun ottamatta keskittynyt riskitarkasteluissaan ensisijaisesti ilmastonmuutoksen hillintään (esimerkiksi vähentämällä hiili-, öljy- ja kaasuyhtiöiden osuutta portfolioissaan). **Finanssialalla on merkittävää riskienhallinnan osaamista, joka voisi hyödyttää yhteiskuntaa myös sää- ja ilmatorisken hallinnan parantamisessa.** Pariisin ilmastokokous nosti voimakkaasti esiin finanssialan vastuun ja mahdollisuudet sopeutumisen ajurina. Suomessa ala omaa potentiaalia mutta on vasta alkutaipaleella, erityisesti sopeutumisessa. (Toimenpide-ehdotus 2c)

**Julkishallinto voi edistää liiketoimintaa nostamalla tietoisuutta, luomalla yhteyksiä sekä tukemalla tutkimus- ja kehitystoimintaa<sup>65</sup>.** Ockwell ym. (2015)<sup>66</sup> korostavat erityisesti yhteistutkimuksen merkitystä teknologiaviennin yhteydessä, ja siihen voi liittyä aktiivinen yhteistyö myös kansalaisjärjestöjen kanssa. Liiketoimintamahdollisuuksia voidaan tunnistaa kaikissa niissä keinoissa, joiden avulla voidaan edistää varautumista sään ja ilmaston riskeihin ja parantaa riskienhallintaa (taulukko 4). Valmistava teollisuus, rahoitus ja vakuutus, rakentaminen, palvelut voivat yhdessä tai erikseen tarjota mahdollisuuksia liiketoiminnan kehittämiseksi. Norjassa on käynnissä laajapohjainen rakennetun ympäristön sopeutumisen ratkaisujen T&K&I-hanke<sup>67</sup>. Iso-Britanniassa laaditun tuoreen arvion<sup>65</sup> mukaan suurimmat kasvumahdollisuudet ilmastonmuutokseen sopeutumisen alueella ovat rakentamisessa, energiantuotannossa, rahoituksessa ja vakuutus-alalla, valmistavassa teollisuudessa, asiantuntija- ja suunnittelupalveluissa sekä vesihuollossa. Samat alueet ovat tämän selvityksen perusteella todennäköisesti vahvimpia myös sää- ja ilmatoriskeihin liittyvän liiketoiminnan perustana (taulukko 4).

<sup>63</sup> 3rd European Climate Change Adaptation Conference <http://eccca2017.eu/conference/>

<sup>64</sup> 19th International Conference on Disaster and Emergency Management <https://www.waset.org/conference/2017/01/zurich/ICDEM>

<sup>65</sup> Acclimatise 2016

<sup>66</sup> Ockwell ym. 2015

<sup>67</sup> Klima 2050 <http://www.klima2050.no/>

**Taulukko 4. Esimerkkejä sää- ja ilmatoriskien hallinnan liiketoimintamahdollisuuksista.** Mukautettu Acclimatise 2016 pohjalta.

Ala	Esimerkkejä tuotteista ja palveluista	Liiketoimintamahdollisuuksien laajuus
Energiantuotanto ja -käyttö	Kaukokylmäratkaisut	Laajat kotimaassa ja myös kansainvälisesti
Hallinta- ja tukipalvelut	Ääri-ilmiöiden hallintaa palvelevat ICT-ratkaisut ja varoitusjärjestelmät	Laajat kansainväliset markkinat
Jätehuolto	Sään ääritilanteita (kuumuus, hulevesitulvat) kestävätkä ratkaisut	Laajat kotimaassa ja kansainvälisesti
Kiinteistöt ja asumispalvelut	Kiinteistöjen riskien arviointi Haitallisten säähän liittyvien ilmiöiden turva- ja varautumISRatkaisut	Kohtalaiset kotimaassa, kansainvälistä toimintaa rajoittaa paikka- ja olosuhdesidonaisuus
Koulutus	Koulutuspalveluita sää- ja ilmatoriskien hallinnan parantamiseksi eri sektoreilla	Kohtalaiset kotimaassa, kansainvälistä toimintaa rajoittaa paikka- ja olosuhdesidonaisuus
Kuljetus ja varastointi	Sää- ja ilmatoriskien vähentävät ratkaisut	Kohtalaiset kotimaassa, kansainvälistä toimintaa rajoittaa paikka- ja olosuhdesidonaisuus
Maa-, metsä- ja kalatalous	Kohdennetut varoitusjärjestelmät Varautumis-, sopeutumis- ja palautumiskykyä parantavat tuotteet Neuvonta	Suppea kotimaassa, kansainvälistä toimintaa rajoittaa paikka- ja olosuhdesidonaisuus
Majoitus- ja ravitsemuspalvelut	Turistikohteiden "ilmatoriskien" varmistaminen Varoitusjärjestelmät matkakohteissa	Kotimaassa pieni, kansainvälisesti kohtalainen
Rahoitus ja vakuutus	Rahoitusmallit varautumisen ja riskienhallinnan parantamiseksi Vakuutus- ja arviointipalvelut	Laajat erityisesti kansainvälisesti
Rakentaminen	Varautumis-, sopeutumis- ja palautumiskykyä parantavat tuotteet: esimerkiksi kosteutta sietävät rakenteet	Laajat kotimaassa ja kansainvälisesti
Suunnittelu- ja asiantuntijapalvelut	Riskien arvioinnit ja riskien hallintaratkaisut	Kohtalaiset kotimaassa, kansainvälistä toimintaa rajoittaa paikka- ja olosuhdesidonaisuus
Tietotekniikka ja viestintä	Tiedonhallintaratkaisut, tiedon käsittelyratkaisut	Laajat kotimaassa ja kansainvälisesti
Valmistava teollisuus	Mittaus-, seuranta- ja varoitusjärjestelmät Vedensäästöratkaisut	Laajat kotimaassa ja kansainvälisesti
Vesihuolto	Veden puhdistus ja raakaveden laatu- vaihteluiden sekä ääritilanteiden hallinta	Laajat kotimaassa ja kansainvälisesti
Vesivarojen käyttö	Sääntelyratkaisut	Rajalliset kotimaassa, laajat kansainvälisesti

# LÄHTEITÄ JA TAUSTA-AINEISTOJA

Acclimatise 2016. Business Opportunities in a Changing Climate. Managing Impacts and Market Opportunities. <http://acclimatise.uk.com/resources?resource=261> [viitattu 15.7.2016]

Carter J. G. 2011. Climate change adaptation in European cities. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 3(3): 193–198. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cosust.2010.12.015>

Hakala K, Hannukkala A, Huusela-Veistola E, Jalli M & Peltonen-Sainio P. 2011. Pests and diseases in a changing climate: a major challenge for Finnish crop production. *Agricultural and Food Science* 20: 3–14. <http://ojs.tsv.fi/index.php/AFS/article/view/6001>

Harjanne A, Haavisto R, Tuomenvirta H, Luhtala S, Mäkelä A, Gregow H, Halonen M, Raivio T, Hildén M, Parjanne A, Jakkila J, Juhola S, Räsänen A, Haanpää S, Jurgilevich A, Peltonen-Sainio P, Lanki T, Miettinen I, Zacheus O & Kollanus V. 2016. Sää- ja ilmatoriskien hallinta ja tietolähteet Suomessa. *Ilmatieteen laitoksen julkaisusarja* 2016:6. 111 s. <http://hdl.handle.net/10138/168693>

Hildén M, Groundstroem F, Carter T R, Halonen M, Perrels A & Gregow H. 2016. Ilmastonmuutoksen heijastevaikutukset Suomeen. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 46/2016. 62 s.

Härkki H, Lehtola M, Martikainen H, Rapala J & Lindström, R. 2015. Water Safety Plan – työkalu talousveden laadun turvallisuutta uhkaavien tekijöiden hallintaan. *Vesitalous* 1: 17–21. <http://bit.ly/2ePWHEq>

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2012. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation: A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA. <http://www.ipcc.ch/report/srex/>

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2014. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>

Kahma K, Pellikka H, Leinonen K, Leijala U & Johansson M. 2014. Pitkän aikavälin tulvariskit ja alimmat suositeltavat rakentamiskorkeudet Suomen rannikolla. *Ilmatieteenlaitos raporteja* 2014:6, Helsinki. 48 s. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/135226>

Kazmierczak A. 2015. Analysis of social vulnerability to climate change in the Helsinki Metropolitan Area. Final report. Helsinki Region Environmental Services Authority (HSY). 51 p. [https://www.hsy.fi/sites/Esitteet/EsitteetKatalogi/Raportit/Social-vulnerability-to-climate-change-Helsinki-metropolitan-area\\_2.pdf](https://www.hsy.fi/sites/Esitteet/EsitteetKatalogi/Raportit/Social-vulnerability-to-climate-change-Helsinki-metropolitan-area_2.pdf)

Kazmierczak A & Kankaanpää S. 2016. Ilmastonmuutoslähtöinen sosiaalinen haavoittuvuus pääkaupunkiseudulla. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä (HSY). 28 s. <https://www.hsy.fi/sites/Esitteet/EsitteetKatalogi/Raportit/HSY-Ilmastolahtoinen-sosiaalinen-haavoittuvuus.pdf>

Laine J. 2014. Large waterborne epidemic in Pirkanmaa, Finland 2007. Study on disease burden, health consequences and health-economic costs. National Health Institute for Health and Welfare, Academic dissertation 128, Tampere. 120 p. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-302-198-3>

Maa- ja metsätalousministeriö. 2014. Kansallinen ilmastonmuutokseen sopeutumissuunnitelma 2022. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 5/2014. 39 s. <http://bit.ly/2dqyoUk>

Ministry for Foreign Affairs of Finland: The strategic priorities of the Foreign Service. <http://formin.finland.fi/public/default.aspx?nodeid=49221&contentlan=2&culture=en-US> [viitattu 18.10.2016]

Ockwell D, Sagar A & de Coninck, H. 2015. Collaborative Research and Development (R&D) for Climate Technology Transfer and Uptake in Developing Countries: Towards a Needs Driven Approach. *Climatic Change* 131(3): 401–15. <http://dx.doi.org/10.1007/s10584-014-1123-2>

Pariisin ilmastopöytäkirja (The Paris Agreement). [http://unfccc.int/paris\\_agreement/items/9485.php](http://unfccc.int/paris_agreement/items/9485.php) [viitattu 12.9.2016]

Parry M, Arnell N, Berry P, Dodman D, Fankhauser S, Hope C, Kovats S, Nicholls R, Satterthwaite D, Tiffin R & Wheeler, T. 2009. Assessing the costs of adaptation to climate change. A review of the UNFCCC and other recent estimates. Report of Imperial College. London. UK. <http://pubs.iied.org/11501IIED/>

Peltonen-Sainio P, Jauhiainen L & Hakala K. 2009 Climate change and prolongation of growing season: changes in regional potential for field crop production in Finland. *Agricultural and Food Science* 18(3-4): 171–190. <http://ojs.tsv.fi/index.php/AFS/article/view/5948>

Peltonen-Sainio P, Jauhiainen L & Hakala, K. 2011. Crop responses to temperature and precipitation according to long-term multi-location trials at high-latitude conditions. *Journal of Agricultural Science* 149(1): 49–62. <http://dx.doi.org/doi:10.1017/S0021859610000791>

Peltonen-Sainio P, Jauhiainen L, Niemi J K, Hakala K & Sipiläinen T. 2013. Do farmers rapidly adapt to past growing conditions by sowing different proportions of early and late maturing cereals and cultivars? *Agricultural and Food Science* 22(3): 331–341. <http://ojs.tsv.fi/index.php/AFS/article/view/8153>

Peltonen-Sainio P, Jauhiainen L. & Alakukku L. 2015. Stakeholder perspectives for switching from rainfed to irrigated cropping systems at high latitudes. *Land Use Policy* 42: 585–593. <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.landusepol.2014.09.019>

Peltonen-Sainio P, Venäläinen A, Mäkelä H M, Pirinen P, Laapas M, Jauhiainen L, Kaseva J, Ojanen H, Korhonen P, Huusela-Veistola E, Jalli M, Hakala K, Kaukoranta T & Virkajärvi P. 2016a. Harmfulness of weather events and the adaptive capacity of farmers at high latitudes of Europe. *Climate Research* 67(3): 221–240. <http://dx.doi.org/10.3354/cr01378>

Peltonen-Sainio P, Jauhiainen L, Palosuo T, Hakala K & Ruosteenoja K. 2016b. Rainfed crop production challenges under European high latitude conditions. *Regional Environmental Change* 16(5): 1521–1533. <http://dx.doi.org/10.1007/s10113-015-0875-1>

Pilli-Sihvola K, Haavisto R, Nurmi V, Oljemark K, Tuomenvirta H, Grundstroem F, Juhola S, Miettinen I & Gregow H. 2016. Taloudellisesti tehokkaampaa sää- ja ilmastoriskien hallintaa Suomessa. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 45/2016. 68 s.

Pilli-Sihvola K, van Oort B, Hanssen-Bauer I, Ollikainen M, Rummukainen M, Tuomenvirta H. 2015. Communication and use of climate scenarios for climate change adaptation in Finland, Sweden and Norway. *Local Environment* 20(4): 1–15. <http://dx.doi.org/10.1080/13549839.2014.967757>

PWC. 2010. Business leadership on climate change adaptation Encouraging engagement and action. <http://pwc.to/2fcRXfc> [viitattu 5.7.2016]

Porin kaupunkitulva 12.8.2007 loppuraportti 2009. 95 s. <http://bit.ly/2dBpByW>

Ruuhela R (toim.) 2012. Miten väistämättömään ilmastonmuutokseen voidaan varautua? Yhteenveto suomalaisesta sopeutumistutkimuksesta eri toimialoilla. MMM:n julkaisuja 6/2011. Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki. 176 s. <http://bit.ly/2efvCzg>

Rötter R P, Palosuo T, Pirttioja N K, Dubrovsky M, Salo T, Ristolainen A, Fronzek S, Aikasalo R, Trnka M & Carter T R., 2011. What would happen to barley production in Finland if global warming exceeded 4°C ? A model-based assessment. *European Journal of Agronomy* 35(4): 205–214. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2011.06.003>

Saku S, Mäkelä A, Jylhä K & Niinimäki N. 2016. Lyhytkestoisten sateiden rankkuus ja toistuvuus aika Suomessa. Ilmatieteen laitos. 15 s. <http://bit.ly/2eyTzjZ>

Sendain puitesopimus luonnonkatastrofien aiheuttamien riskien pienentämiseksi (The Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030) <http://www.unisdr.org/we/inform/publications/43291> [viitattu 8.8.2016]

Silander J & Järvinen E A. 2004. Vuosien 2002–2003 poikkeuksellisen kuivuuden vaikutukset. Suomen ympäristö 731. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 79 s. <http://hdl.handle.net/10138/40479>

Sisäministeriö. 2016. Suomen kansallinen riskinarvio 2015. Sisäministeriön julkaisu 3/2016. 95 s.  
<http://www.intermin.fi/julkaisu/032016>

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus (1352/2015) talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20151352>

Turvallisuuskomitea: Kokonaisuusturvallisuus.  
<http://www.turvallisuuskomitea.fi/index.php/fi/kokonaisturvallisuus> [viitattu 20.9.2016]

The United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR): Making Cities Resilient: My City is Getting Ready - Participating Local Government.  
<http://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/home/cities> [viitattu 31.8.2016]

Veijalainen N, Lotsari E, Alho P, Vehviläinen B & Käyhkö J. 2010. National scale assessment of climate change impacts on flooding in Finland. Journal of Hydrology 391(3–4): 333–350.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.07.035>

Veijalainen N, Jakkila J, Nurmi T, Vehviläinen B, Marttunen M. & Aaltonen J. 2012. Suomen vesivarat ja ilmastonmuutos-vaikutukset ja muutoksiin sopeutuminen. WaterAdapt-projektin loppuraportti. Suomen ympäristö 16/2012. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 138 s. <http://hdl.handle.net/10138/38789>

Vesihuoltolaki 119/2001. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119>

Vienonen S, Rintala J, Orvomaa M, Santala E & Maunula M. 2012 Ilmastonmuutoksen vaikutukset ja sopeutumistarpeet vesihuollossa. Suomen ympäristö 24/2012. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 86 s. <http://hdl.handle.net/10138/38739>

Virta H, Rosqvist T, Simola T, Perrels A, Molarius R, Luomaranta A & J Honkatukia. 2011. Ilmastonmuutoksen ääri-ilmiöihin liittyvän riskienhallinnan kustannus-hyötyanalyysi osana julkista päätöksentekoa IRTORISKI-hankkeen loppuraportti. Ilmatieteenlaitoksen raportteja No. 2011:3, Helsinki. 97 s.  
<http://hdl.handle.net/10138/26744>



## LIITE 1. ELASTINEN-HANKKEEN MUUT KIRJALLISET TUOTOKSET JA VERKKOTYÖKALUT

Harjanne A, Haavisto R, Tuomenvirta H, Luhtala S, Mäkelä A, Gregow H, Halonen M, Raivio T, Hildén M, Parjanne A, Jakkila J, Juhola S, Räsänen A, Haanpää S, Jurgilevich A, Peltinen-Sainio P, Lanki T, Miettinen I, Zacheus O & Kollanus V. 2016. Sää- ja ilmatoriskien hallinta ja tietolähteet Suomessa. Ilmatieteen laitoksen julkaisusarja 2016:6. 111 s.

<http://hdl.handle.net/10138/168693>

Pilli-Sihvola K, Haavisto R, Nurmi V, Oljemark K, Tuomenvirta H, Groundstroem F, Juhola S, Miettinen I & Gregow H. 2016. Taloudellisesti tehokkaampaa sää- ja ilmatoriskien hallintaa Suomessa. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 45/2016. 68 s.

Hildén M, Groundstroem F, Carter T R, Halonen M, Perrels A & Gregow H. 2016. Ilmastonmuutoksen heijastevaikutukset Suomeen. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 46/2016. 62 s.

Saku S, Mäkelä A, Jylhä K & Niinimäki N. 2016. Lyhytkestoisten sateiden rankkuus ja toistuvuus aika Suomessa. Ilmatieteen laitos. 15 s. <http://bit.ly/2eyTzjZ>

Ilmastonmuutos sekoittaa Suomen vesipalettia -verkkootartikkelin päivitys (Ilmasto-opas.fi-sivusto) <http://bit.ly/2a380Pd>

Uusimmat kuntakohtaiset ilmastoskenaariot Ilmasto-opas.fi-sivuston Mennyt ja tuleva ilmasto-karttatyökaluun (tulossa vuoden 2016 aikana) <http://ilmasto-opas.fi/fi/datat/mennyt-ja-tuleva-ilmasto>

Ilmastonmuutoksen hydrologiset vaikutukset uusimpien RCP-skenaarioiden mukaan Ilmasto-opas.fi-sivuston Skenaarioita ilmastonmuutoksen vaikutuksista -karttatyökaluun (tulossa vuoden 2016 aikana) <http://ilmasto-opas.fi/fi/datat/vaiikutukset>

Ilmasto-opas.fi-sivustolle tuotetaan myös muita sisältöjä ELASTINEN-hankkeen aihepiireistä (tulossa vuoden 2016 aikana).

Vuoden 2016 aikana hankkeen keskeisistä tuloksista ja suosituksista tehdään policy brief.

Lisätietoja ELASTINEN-hankkeen sivuilta: <http://ilmatieteenlaitos.fi/elastinen>



ILMATIETEEN LAITOS



HELSINGIN YLIOPISTO



SYKE



gaia



LUONNONVARAKESKUS



TERVEYDEN JA  
HYVINVOINNIN LAITOS

VALTIONEUVOSTON  
SELVITYS- JA TUTKIMUSTOIMINTA

[tietokayttoon.fi](http://tietokayttoon.fi)

ISSN 2342-6799 (pdf)  
ISBN 978-952-287-303-3 (pdf)