

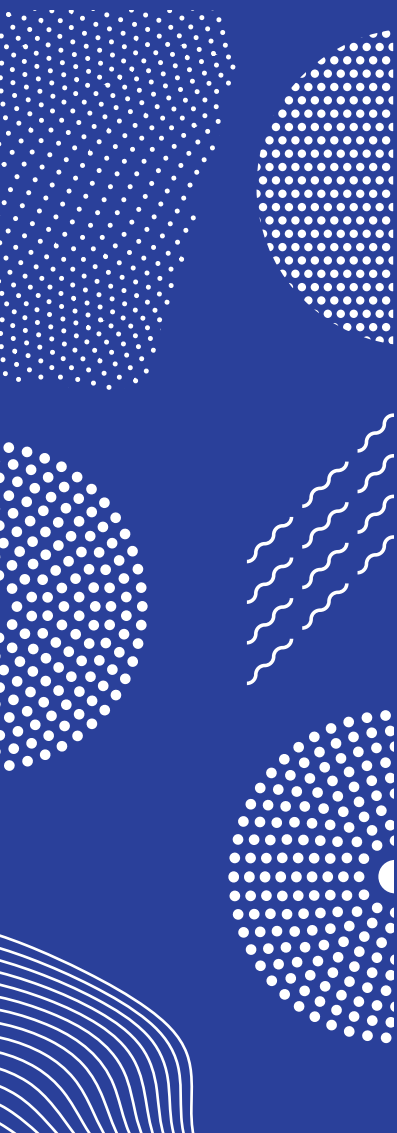


ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

RAPORTEJA
RAPPORTER
REPORTS
2021:4

ILMASTOTURVALLISUUS JA SUOMI - KATSAUS ILMASTONMUUTOKSEN TURVALLISUUSRISKEIHIN SUOMESSA

SANNA ERKAMO
KAROLIINA PILLI-SIHVOLA
ATTE HARJANNE
HEIKKI TUOMENVIRTA



RAPORTTEJA
RAPPORTER
REPORTS

No. 2021:4

ILMASTOTURVALLISUUS JA SUOMI –
Katsaus ilmastonmuutoksen turvallisuusriskeihin Suomessa

Sanna Erkamo, Karoliina Pilli-Sihvola, Atte Harjanne, Heikki Tuomenvirta

Ilmatieteen laitos
Meteorologiska institutet
Finnish Meteorological Institute

Helsinki 2021



Julkaisija **Ilmatieteen laitos** Raportteja – rapporter – reports 2021:4
(Erik Palménin aukio 1)
PL 503, 00101 Helsinki Kesäkuu 2021

Tekijä(t) Sanna Erkamo, Karoliina Pilli-Sihvola, Atte Harjanne, Heikki Tuomenvirta

Nimeke **ILMASTOTURVALLISUUS JA SUOMI – Katsaus ilmastonmuutoksen turvallisuusriskeihin Suomen näkökulmasta**

Tiivistelmä

Raportissa kuvataan ja jäsennellään ilmastonmuutokseen vaikutuksia laajan turvallisuuskäsityksen mukaisesti Suomen näkökulmasta. Työssä hyödynnetään aikaisempaa tutkimusta sekä asiantuntijahaastatteluita. Työssä huomioidaan ilmastonmuutoksen aiheuttamat suorat ja epäsuorat turvallisuusriskit sekä ilmastonmuutoksen hillintään liittyvät siirtymäriskit.

Suorat turvallisuusriskit tarkoittavat ilmastonmuutokseen ja muuttuviin sään ääri-ilmiöihin liittyviä välittömiä riskejä. Nämä kattavat ilmastonmuutoksen riskit kriittiselle infrastruktuurille ja energijärjestelmille, logistiselle järjestelmälle, terveydelle ja ruokaturvalle.

Epäsuorat turvallisuusriskit liittyvät siihen, miten ilmastonmuutos vaikuttaa talouteen sekä poliittisiin ja geopoliittisiin suhteisiin. Ilmastonmuutos voi lisätä siirtolaisuutta ja kasvattaa konfliktien riskiä. Se voi lisätä myös yhteiskunnallista eriarvoisuutta ja vastakkainasetteluja.

Siirtymäriskit voivat liittyä I) energiamurroksen taloudellisiin ja teknologisiin muutoksiin, II) ilmastopoliitiikan ja hillintätoimien synnyttämiin sosiaalisiin ongelmiin sekä III) poliittisiin ja geopoliittisiin jännitteisiin. Fossiilisten polttoaineiden käytön vähentäminen aiheuttaa taloudellisia paineita sekä sisä- ja ulkopoliittisia jännitteitä etenkin valtioille, joilla on paljon taloudellisia intressejä niihin liittyen. Erilaiset jännitteet voivat lisätä myös hybridi- ja informaatiovaikuttamisen kaltaisia riskejä.

Ilmastonmuutoksen turvallisuusvaikutukset koskettavat käytännössä kaikkia yhteiskunnan toimialoja ja niihin varautuminen edellyttää kokonaisturvallisuuden toimintamallin hyödyntämistä.

Lyhyellä aikavälillä merkittävimmät ilmastonmuutokseen liittyvät uudet turvallisuusriskit Suomessa ilmenevät todennäköisesti epäsuorien tai siirtymäriskien kautta sillä Suomella on lähtökohtaisesti muiden vauraiden maiden tavoin paremmat teknologiset, taloudelliset ja institutionaaliset edellytykset ilmastonmuutoksen aiheuttamien ongelmien ja uhkien hoitamiseksi. Tämä kuitenkin vaatii poliittista tahtoa ja resurssien ohjaamista riskien vähentämiseen ja -hallintaan.

Julkaisijaysikkö Ilmatieteen laitos | Sään ja ilmastonmuutoksen vaikutustutkimus

Luokitus (UDK) 551.583, 159.922.25, 504.4, 614.8
Asiasanat ilmastonmuutos, ilmastoturvallisuus, varautuminen, kokonaisturvallisuus

ISSN ja avainnimeke 0782-6079 Raportteja
ISBN 978-952-336-136-2

DOI [10.35614/isbn.9789523361362](https://doi.org/10.35614/isbn.9789523361362)
Kieli Suomi Sivumäärä 40



Published by **Finnish Meteorological Institute** Raportteja – rapporter – reports 2021:4
(Erik Palménin aukio 1), P.O. Box 503
FIN-00101 Helsinki, Finland June 2021

Author Sanna Erkamo, Karoliina Pilli-Sihvola, Atte Harjanne, Heikki Tuomenvirta

Title Climate Security and Finland– A Review on Security Implications of Climate Change from the Finnish Perspective

Abstract

This report describes the effects of climate change for Finland from the view of comprehensive security. The report examines both direct and indirect climate security risks as well as transition risks related to climate change mitigation. The report is based on previous research and expert interviews.

Direct security risks refer to the immediate risks caused by the changing nature of natural hazards. These include the risks to critical infrastructure and energy systems, the logistics system, health and food security.

Indirect security risks relate to the potential economic, political and geopolitical impacts of climate change. Climate change can affect global migration, increase conflict risk, and cause social tensions and inequality.

Transition risks are related to economic and technological changes in energy transition, as well as political and geopolitical tensions and social problems caused by climate change mitigation policies. Reducing the use of fossil fuels can result in domestic and foreign policy tensions and economic pressure especially in locations dependent on fossil fuels. Political tension can also increase the risks associated with hybrid and information warfare.

The security effects of climate change affect all sectors of society and the Finnish comprehensive security model should be utilized in preparing for them.

In the short run, the most substantial arising climate change related security risks in Finland are likely to occur through indirect or transition risks. Finland, similar to other wealthy countries, has better technological, economic and institutional conditions to deal with the problems and risks posed by climate change than many other countries. However, this requires political will and focus on risk reduction and management.

| | | |
|---|---|-------|
| Publishing unit | Finnish Meteorological Institute Weather and Climate Change Impact Research | |
| Classification (UDC) | Keywords | |
| 551.583, 159.922.25, 504.4, 614.8 | climate change, climate security, preparedness, comprehensive security | |
| ISSN and series title | ISBN | |
| 0782-6079 Reports | 978-952-336-136-2 | |
| DOI | Language | Pages |
| 10.35614/isbn.9789523361362 | Finnish | 40 |

ESIPUHE

Yhteiskuntamme kokonaisturvallisuus on nyt pandemian keskellä ajankohtaisempaa kuin koskaan toisen maailmansodan jälkeen. Vuonna 2020 alkanut pandemia on kovalla kädellä testannut suomalaisen yhteiskunnan kriisivalmiuksia. Julkisuudessa on keskusteltu paljon muun muassa kriisijohtamisesta ja siitä, miten eri sektorit ovat onnistuneet varautumisessaan. Mutta jotain hyvää koronastakin: olemme nyt saaneet, ja saamme edelleen, paljon konkreettista oppia, jotta olisimme yhteiskuntana ja yksilöinä entistä valmiimpia kohtamaan seuraavan turvallisuuttamme haastavan ilmiön.

Tämän vakavan ja maailmanlaajuisen pandemian keskellä on tärkeää muistaa se, että korona on vain yksi häiriötekijä monien muiden joukossa. Myös ilmastonmuutos on turvallisuuskysymys. Se haastaa monet perinteiset ihmisille tärkeät asiat, jotka luovat arjen turvallisuutta. Se saattaa pakottaa meitä luopumaan joistain tämän päivän itsestäänselvyksistä. Kaikki tämä altistaa yhteiskuntia muutoksille, joka jo itsessään aiheuttaa turvattomuutta.

Ilmastonmuutokseen kyetään vaikuttamaan yhteiskunnallisesti tekemällä kestäviä päätöksiä kaikilla sektoreilla. Päätöksenteko tarvitsee tuekseen tutkittua tietoa, mutta haasteena on usein ollut tutkitun tiedon paljous ja laajuus. Nykyinen selontekotasoinen yleisilmaisu ei yksistään riitä, vaan seurauksista tulisi pystyä puhumaan suoremmin. Nyt käsillä oleva raportti on tärkeä lisä tähän keskusteluun ja tukee osaltaan myös päätöksentekoa.

Ilmastonmuutos tulee osaltaan haastamaan Suomen ja suomalaisten turvallisuutta. Suomen pitkät perinteet kokonaisturvallisuudessa auttavat meitä kohtaamaan tämänkin haasteen. Verkottuneessa maailmassa eri viranomaisten ja muiden toimijoiden yhteistyö turvallisuuden rakentamiseksi on kriittistä. Yhteistyön tueksi tarvitaan yhteinen käsitteistö ja ymmärrys. Tämän raportin myötä yhteiskuntamme on taas hieman kokonaisturvallisempi.

9. lokakuuta 2020

Eversti Sami Nurmi

Maanpuolustuskurssien johtaja, Maanpuolustuskurssit

YHTEENVETO PÄÄVIESTEISTÄ

GLOBAALISTI ETENEVÄLLÄ ILMASTONMUUTOKSELLA ON TURVALLISUUSVAIKUTUKSIA SUOMEEN, MUTTA NE TUNNETAAN PUUTTEELLISESTI

- Raportissa tarkastellaan turvallisuusriskejä jotka aiheutuvat 1) fysikaalisista ilmastojärjestelmän muutoksista (fysikaaliset riskit) ja 2) ilmastonmuutoksen ja sen vaikutusten rajoittamiseksi vaadittavasta yhteiskunnallisen siirtymästä kohti hiilineutraalia yhteiskuntaa (siirtymäriskit).
- Ilmastonmuutoksen vuoksi Suomeen kohdistuvat turvallisuusriskit muodostuvat sekä paikallisista että erilaisten vaikutusketjujen kautta maailmalta heijastuvista ilmastoriskeistä.
- Paikalliset riskit tunnetaan jo varsin hyvin, vaikutusketjujen kautta tulevat riskit tunnetaan huonommin
- Ilmastonmuutos voimistaa useilla alueilla mm. helleaaltoja, kuivuutta, tulvia sekä vähentää vesivaroja ja ruoan tuotantoa johtaen elinympäristön pysyviin muutoksiin.
- Haavoittuvissa yhteisöissä ja valtioissa ilmastonmuutos vaurioittaa infrastruktuureja sekä heikentää terveyttä ja elinkeinoja. Nämä saattavat voimistaa muuttoliikkeitä ja ruokkia yhteiskunnallisia häiriöitä kuten levottomuuksia.
- Turvallisuusriskejä voivat synnyttää valtioiden kilpailu kutistuvista resursseista, kuten vesivarojen tai merialueiden hyödyntämisestä. Ilmastonmuutos saattaa lisätä geopoliittisia jännitteitä ja konflikteja, joiden turvallisuusvaikutukset ulottuvat Suomeen.
- Suomen huoltovarmuuden kannalta tärkeät toimitusketjut esimerkiksi energiahuollossa ja teollisuudessa saattavat häiriintyä maailmalla tapahtuvista tuhoisista sää- ja ilmastoilmiöistä.

SUOMEN MUUTTUVA ILMASTO AIHEUTTAA TURVALLISUUSRISKEJÄ IHMISILLE JA INFRASTRUKTUUREILLE

- Ilmastonmuutokseen liittyvien vaaratekijöiden lisäksi turvallisuusriskit riippuvat myös altistumisesta ja haavoittuvuudesta sekä riskien hallinnan voimavaroista.
- Riskit terveydelle ja infrastruktuurille sekä luonnonvaroillemme ovat muutoksessa, mutta varautumis- ja sopeutumistoimilla haitallisia vaikutuksia turvallisuudelle voidaan rajoittaa.

ILMASTONMUUTOKSEN LAAJOJEN JA NOPEIDEN HILLINTÄTOIMIEN TURVALLISUUSRISKIT TULISI TUNNISTAA

- Ilmastonmuutoksen hillintään liittyy taloudellisia ja teknologisia sekä energiaturvallisuuden riskejä.
- Ilmastopolitiikka voi lisätä yhteiskunnallista tyytymättömyyttä ja epävakautta. Energiamurros luo myös geopoliittisia jännitteitä, jotka voivat ulottua suurvaltapolitiikkaan.
- Ilmastonmuokkauksen menetelmiin liittyy turvallisuusriskejä.
- Yhteiskunnan toiminnan järjestelmätason turvallisuusriskejä saattaa seurata sekä merkittävästi epäonnistuneesta fysikaalisten että siirtymäriskien hallinnasta. Nopea kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen vähentää fysikaalisten riskien vakavuutta, mutta voi lisätä siirtymäriskien toteutumisen mahdollisuutta.
- Pelko siirtymäriskien toteutumisesta taas voi johtaa riittämättömään globaaliin ilmastonmuutoksen hillintään, jolloin todennäköisyys vakaville ilmastonmuutoksen fysikaalisille turvallisuusriskeille kasvaa.

SISÄLLYSLUETTELO

| | |
|--|----|
| Esipuhe | iv |
| 1 Johdanto | 1 |
| 2 Käsitteet | 3 |
| 3 Ilmastonmuutoksen aiheuttamien turvallisuushkien luokittelu..... | 7 |
| 4 Ilmastonmuutokseen liittyvät turvallisuusriskit Suomen näkökulmasta | 9 |
| 4.1 Suorat fysikaaliset turvallisuusriskit | 9 |
| 4.1.1 Riskit kriittiselle infrastruktuurille | 10 |
| 4.1.2 Terveysriskit..... | 11 |
| 4.1.3 Riskit ruokaturvalle | 12 |
| 4.2 Epäsuorat fysikaaliset turvallisuusriskit | 13 |
| 4.2.1 Taloudelliset riskit voivat lisätä eriarvoisuutta | 13 |
| 4.2.2 Ilmastonmuutos lisää siirtolaisuutta..... | 14 |
| 4.2.3 Lämpeneminen muuttaa geopoliittisia asetelmia..... | 16 |
| 4.2.4 Riskit poliittiselle vakaudelle ja henkiselle kriisinkestävyydelle | 17 |
| 4.2.5 Ilmastonmuutos konfliktien ajurina | 17 |
| 4.3 Siirtymäriskien aiheuttamat turvallisuusuhat | 18 |
| 4.3.1 Energiantuotannon muutos voi heikentää energiaturvallisuutta ja taloutta | 20 |
| 4.3.2 Ilmastonmuokkaus | 21 |
| 4.3.3 Ilmastopolitiikka voi lisätä yhteiskunnallista tyytymättömyyttä ja epävakautta | 21 |
| 4.3.4 Energiamurros lisää geopoliittisia jännitteitä..... | 23 |
| 4.4 Järjestelmätason turvallisuusriskit..... | 25 |
| 5 Ilmastonmuutoksen turvallisuusriskeihin varautuminen ja niiden tutkiminen . | 26 |
| 6 Johtopäätökset | 28 |
| Lähteet..... | 30 |
| Liite I Haastattelut | 40 |

1 JOHDANTO

Ilmastonmuutoksella on nyt ja tulevaisuudessa monenlaisia vaikutuksia ihmisten ja yhteiskuntien turvallisuuteen. Tämän raportin tarkoituksena on kuvata ja jäsenellä näitä Suomen näkökulmasta. Raportissa huomioidaan laajan turvallisuuskäsityksen mukaisesti sellaiset ilmastonmuutokseen liittyvät vaikutukset, *”joihin liittyvät uhkat voivat aiheuttaa merkittävää haittaa tai vaaraa väestölle tai yhteiskunnalle”* (TSK 2017 s. 16).

Suomessa erilaisiin turvallisuusuhkiin varautuminen tapahtuu kokonaisturvallisuuden periaatteen mukaisesti (VNpp 2017). Tutkijoiden toimesta ilmastonmuutokseen liittyviä turvallisuusriskejä on aiemmin tarkasteltu mm. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisuissa ”Kansallinen arvio sää- ja ilmastoriskeistä Suomessa” (Tuomenvirta ym. 2018) ja ”Ilmastonmuutoksen heijastevaikutukset Suomeen” (Hildén ym. 2016) sekä Gaia Consulting Oy:n tuottamassa ”Ilmastonmuutoksen aiheuttamat riskit ja kustannukset Suomelle” -raportissa (Laine ym. 2018). Valtionhallinnon tasolla riskejä on käsitelty jonkin verran kansallisessa riskiarviossa (Sisäministeriö 2019), Valtioneuvoston ulko- ja turvallisuuspoliittisessa selonteossa (Valtioneuvosto 2020) ja Yhteiskunnan turvallisuusstrategiassa (VNpp 2017) sekä Kansallisessa ilmastonmuutokseen sopeutumissuunnitelmassa 2022 (MMM 2014).

Alueellisella tasolla aihetta on käsitelty alueellisissa riskiarvioissa (esim. Lapin pelastuslaitos 2018; Uudenmaan alueellisen riskiarvion työryhmä 2018), joita käytetään valmiussuunnittelun pohjana. Tämä raportti koostaa yhteen tämän olemassa olevan tiedon ilmastonmuutoksen ja turvallisuuden välisistä yhteyksistä Suomen näkökulmasta. Näiden lisäksi raportissa hyödynnetään kymmentä asiantuntijahaastattelua (haastatteluista lisää liitteessä 1.)

Raportissa huomioidaan ilmastonmuutokseen liittyvät suorat ja epäsuorat turvallisuusriskit, sekä ilmastonmuutoksen hillintään liittyvät siirtymäriskit. Jaottelu perustuu Financial Stability Boarding (FSB) Climate-related Financial Disclosures (TCFD) -työryhmän vuonna 2017 julkaisemaan raporttiin, jossa ilmastonmuutoksen aiheuttamat taloudelliset riskit yksityiselle sektorille on luokiteltu joko siirtymäriskeihin (transition risks) tai fysikaalisiin riskeihin (physical risks) (TCFD 2017 s. 5).

Tarkastelun painopiste on ilmastonmuutoksen epäsuorien riskien sekä siirtymäriskien käsittelyssä, koska näitä tunnetaan huonommin kuin suoria turvallisuusriskejä. Ilmastonmuutoksen hillinnän lisäksi myös ilmastonmuutokseen sopeutumiseksi tehtävät toimet voivat huonosti suunniteltuina vaikuttaa turvallisuuteen (maladaptaatio). Ilmastonmuutokseen sopeutumiseen liittyviä turvallisuusriskejä ei kuitenkaan pääsääntöisesti käsitellä tässä raportissa, sillä niiden merkityksen ei Suomessa arvioida olevan suuri. Sopeutumisenäkökulmaa on lisäksi käsitelty jo esimerkiksi Kansallisessa ilmastonmuutokseen sopeutumissuunnitelmassa (MMM 2014), jonka päämääränä on parantaa

suomalaisen yhteiskunnan kykyä hallita ilmastonmuutokseen liittyviä riskejä ja sopeutua ilmastossa tapahtuviin muutoksiin.

Osa tarkasteltavista riskeistä on sellaisia, jotka näkyvät jo nyt, ja niiden todennäköisyys voi kasvaa entisestään lähivuosina. Joidenkin riskien realisoitumisesta ei sen sijaan ole vielä lainkaan empiiristä näyttöä, ja riittävällä varautumisella riskiä on mahdollista vähentää. Tämä edellyttää kuitenkin erilaisten skenaarioiden ja vaara- ja uhkatekijöiden tunnistamista (Petersen 2016). Teoreettisten ja vielä toteutumattomien riskien tunnistaminen ja kategorisoiminen on tärkeää myös varovaisuusperiaatteen mukaisesti.

Erilaisten epävarmuuksien vuoksi tässä esiteltävien riskien toteutumiselle ei ole mahdollista tai mielekästä määritellä todennäköisyyttä jollain tarkasti määritellyllä aikavälillä. Tämän vuoksi raportissa ei oteta kantaa siihen, mikä eri riskien todennäköisyys on. Tässä raportissa tunnistetaan ja kuvataan erityisesti sellaisia uusia ja vielä teoreettisia turvallisuusriskejä, joiden toteutuminen riippuu erilaisista kehityskuluista, mutta jotka ovat mahdollisia jo lähivuosisikymmeninä. Pidemmällä aikavälillä erityisesti yhteiskunnalliseen kehitykseen liittyvät epävarmuudet kasvavat siinä määrin suuriksi, ettei riskien kokoava käsittely ole tämän raportin näkökulmasta enää mielekästä.

Raportissa ei myöskään juuri käsitellä keinoja eri vaaratekijöihin ja turvallisuusuhkiin liittyvien riskien vähentämiseen tai niihin varautumiseen. Lisäksi yhteisöjen ja yhteiskunnan toipuminen ilmastonmuutoksen aiheuttamista turvallisuusvaikutuksista on tärkeää, mutta sitä ei käsitellä tässä raportissa. Riskeille altistavia ja niille haavoittuvaksi tekeviä tekijöitä käsitellään vain pintapuolisesti. On myös huomioitava, että turvallisuusriskeillä tarkoitetaan nimenomaan ilmastonmuutoksen mahdollisia kielteisiä vaikutuksia turvallisuuden näkökulmasta. Ilmastonmuutoksella voi olla myös myönteisiä vaikutuksia Suomelle, esimerkiksi kasvukauden pidentymisen myötä. Tämä ja muiden hyötyjen toteutuminen vaatii kuitenkin aktiivisia toimia, kuten kasvinjalostus- ja viljelyteknologian kehittämistä ja käyttöönottoa sekä lisääntyvien tuholaisten ja kasvitautien hallintaa (Tuomenvirta ym., 2018). Toisaalta kaikki elämänlaatua tai elintasoja heikentävät ilmastonmuutoksen tai ilmastopolitiikan seuraukset eivät ole turvallisuuskysymyksiä (Gasper 2013 s. 51).

Johdannon jälkeen raportin toisessa luvussa kuvataan ilmastonmuutokseen ja turvallisuuteen liittyviä keskeisiä käsitteitä. Kolmannessa luvussa esitellään raportissa käytettävä ilmastonmuutoksen turvallisuusriskien luokittelu, jossa erilaisia riskejä on luokiteltu sen mukaan, mikä on niiden suhde ilmastonmuutokseen. Tämän jälkeen neljännessä luvussa syvennyttään erilaisiin turvallisuusriskeihin Suomen näkökulmasta. Viidennessä luvussa tarkastellaan ilmastonmuutoksen turvallisuusvaikutuksiin varautumista ja huomioita aiheen tutkimusmenetelmien monimutkaisuutta, ja lopuksi viimeisessä luvussa esitellään johtopäätöksiä sekä ehdotuksia jatkotutkimuksen suhteen.

2 KÄSITTEET

Laatikko 1: Turvallisuuteen liittyviä peruskäsitteitä

Henkinen kriisinkestävyys: kansakunnan kyky kestää kriisitilanteiden aiheuttamat henkiset paineet ja selviytyä niiden vaikutuksista. Kriisinkestävydessä keskeistä on kansalaisten luottamus yhteiskuntaan sekä ihmisten keskinäinen luottamus. (Mölsa 2018 s. 118)

Huoltovarmuus: väestön toimeentulon, maan talouselämän ja maanpuolustuksen kannalta välttämättömän kriittisen tuotannon, palvelujen ja infrastruktuurin turvaaminen. (Fjäder 2018 s. 89)

Kokonaisturvallisuus: Suomessa käytetty yhteistoimintamalli, jonka avulla pyritään turvaamaan yhteiskunnan kannalta elintärkeiden toimintojen jatkuvuus kaikissa tilanteissa, ja joka kattaa toimijat kansalaisista viranomaisiin. (VNpp 2017 s. 5)

Laaja turvallisuuskäsitys: kaikki sellaiset turvallisuuteen liittyvät kysymykset, joihin liittyvät uhkat voivat aiheuttaa merkittävää haittaa tai vaaraa väestölle tai yhteiskunnalle (TSK 2017 s. 16).

Resilienssi: yksilöiden ja yhteisöjen kyky ylläpitää toimintakykyä muuttuvissa olosuhteissa sekä valmius kohdata häiriöitä ja kriisejä ja palautua niistä. (TSK 2017 s. 17)

Riski: kielteisen seikan tai tapahtuman todennäköisyyden ja vaikutusten yhdistelmä (TSK 2017 s. 41)

Turvallisuus: *tila, jossa uhkat ja riskit ovat hallittavissa.* Kattaa sekä kovan (security) että pehmeän (safety) turvallisuuden. Kova turvallisuus tarkoittaa suojaa tarkoitukselliselta vahingoittavalta toiminnalta (kuten aseellisen voiman käytöltä, väkivallalta, rikolliselta toiminnalta tai toisen valtion hyökkämiseltä). Pehmeä turvallisuus taas tarkoittaa suojaa ei-tarkoituksellisilta vaaroilta kuten tapaturmilta, onnettomuuksilta ja virheiltä¹. (TSK 2017 s. 16)

Uhka: mahdollisesti toteutuva haitallinen tapahtuma tai kehityskulku (TSK 2017 s. 40)

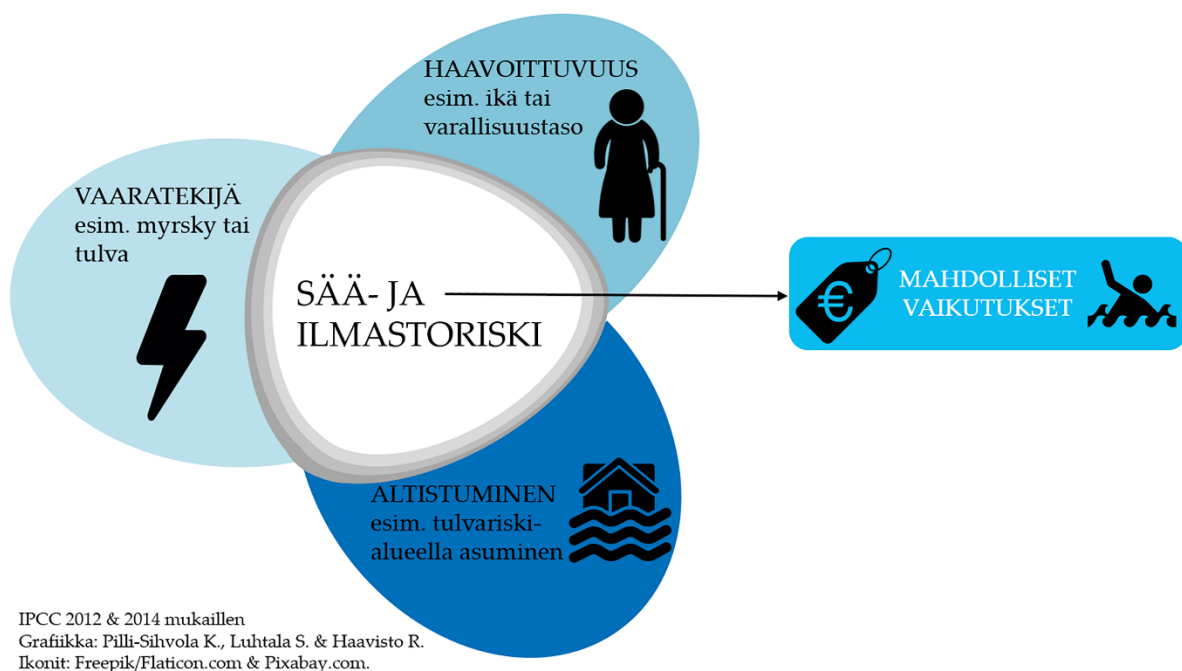
Vaaratekijä: mahdollisesti vahinkoa tai vaaraa aiheuttava luonnon tai ihmistoiminnan voimistama fysikaalinen ilmiö ja sen kehitys (muokattu Gregow ym., 2016).

Varautuminen: toiminta, jolla varmistetaan tehtävien mahdollisimman häiriötön hoitaminen ja mahdollisesti tarvittavat tavanomaisesta poikkeavat toimenpiteet häiriötilanteissa ja poikkeusoloissa. Varautumistoimenpiteitä ovat muun muassa valmiussuunnittelu, jatkuvuudenhallinta, etukäteisvalmistelut, koulutus sekä valmiusharjoitukset. (TSK 2017 s. 37)

Yhteiskunnan elintärkeät toiminnot: Yhteiskunnan toimivuuden kannalta välttämättömät toiminnot: väestön toimintakyky ja palvelut, talous, infrastruktuuri ja huoltovarmuus, sisäinen turvallisuus, puolustuskyky, johtaminen, kansainvälinen ja EU-toiminta sekä henkinen kriisinkestävyys. (VNpp 2017; TSK 2017 s. 17)

¹ Ilmastonmuutoksen seurausten kohdalla on kiistelty siitä, voiko ilmastonmuutoksen vuoksi muuttuvia sään ääri-ilmiöitä pitää luonnollisina turvallisuushkina safety -sanana merkityksessä vai pikemminkin ihmisen aiheuttamina kovan turvallisuuden uhkina. (Vanderheiden 2013)

Hallitustenvälisen ilmastopaneelin raporteissa sää- ja ilmatoriskien muodostumiseen vaikuttavat tekijät jaetaan kuvan x mukaisesti tyypillisesti vaaratekijöihin (hazard), altistumiseen (exposure) ja haavoittuvuuteen (vulnerability) (IPCC 2014). Määritelmään lisätään joissain yhteyksissä myös voimavarat, jolla määritellään toimijoiden kykyä varautua ja reagoida eri uhkatekijöihin (Wisner ym. 2003). Yhteiskunnan turvallisuusstrategiaan (VNpp 2017) liittyvässä sanastossa käytetään vaaratekijän sijaan melko vastaavalla tavalla termiä uhka. Tässä raportissa näitä termejä käytetään siten, että vaaratekijä on säähän ja ilmastoon liittyvä, riskiä aiheuttava tekijä, ja uhka on ihmisen toimintaan liittyvä turvallisuusriskiä lisäävä tekijä. Ilmastonmuutoksen turvallisuusriskejä arvioitaessa näitä kahta on syytä käsitellä yhdessä.



Kuva 1. Sää- ja ilmatoriskiin vaikuttavat tekijät (Gregow ym. 2016)

Ilmastonmuutos aiheuttaa sekä äkillisiä että kroonisia, pitkäkestoisia vaaratekijöitä. Äkilliset vaaratekijät syntyvät jo nykyisin tunnettujen, vahinkoa ja/tai vaaraa aiheuttavien sään ääri-ilmiöiden esiintymistiheyden, voimakkuuden, keston tai esiintymisajankohdan muuttumisesta. Krooniset vaaratekijät taas syntyvät ilmaston pitkäaikaisista, mutta hitaista ja mahdollisesti peruuttamattomista muutoksista, kuten merenpinnan noususta, ekosysteemien ja luonnon monimuotoisuuden muutoksista ja alueellisten elinolojen heikentymisestä. (Tuomenvirta ym. 2018.)

Laatikko 2: Ilmastonmuutoksen hillintä ja sopeutuminen (Ilmasto-opas 2019)

Ilmastonmuutoksen hillintä tarkoittaa kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä ja hiilinielujen ylläpitämistä ja vahvistamista erilaisin toimenpitein. Hiilinieluja ovat esimerkiksi metsät silloin, kun niiden hiilivarasto kasvaa eli kun ne sitovat ilmakehästä enemmän hiilidioksidia kuin hakkuut ja lahoaminen sinne vapauttavat. Päästöjen rajoittamisen tarkoituksena on hidastaa ja lopulta pysäyttää etenkin hiilidioksidipitoisuuden kasvu ilmakehässä.

Ilmastonmuutokseen sopeutuminen tarkoittaa ihmisen ja luonnonjärjestelmien kykyä toimia vallitsevassa ilmastossa ja kykyä varautua ilmastossa tapahtuviin muutoksiin. Ihmisten toimet voivat edesauttaa myös luonnonjärjestelmien sopeutumista tulevaan ilmastoon. Sopeutumisen tarkoituksena on vähentää altistumista ja haavoittuvuutta (herkkyyttä) ilmastonmuutoksen vaikutuksille. Sopeutumisen avulla pyritään ehkäisemään tai lieventämään muutoksesta aiheutuvia kielteisiä vaikutuksia mutta myös hyötymään myönteisistä seurauksista. Hillintätoimiin verrattuna sopeutumistoimien vaikutukset näkyvät usein lyhyemmällä aikavälillä ja paikallisemmin.

Vaaratekijät itsessään eivät kuitenkaan määritä erilaisten turvallisuusriskien tasoa. Niihin vaikuttavat myös muut tekijät, jotka vaihtelevat eri maissa ja alueilla sekä muuttuvat ajan myötä (Gregow ym. 2016; Tuomenvirta ym. 2018 s. 4; IPCC 2014 s. 3). Yhteiskuntien turvallisuusriskiin vaikuttavat maantieteellinen sijainti (altistuminen) sekä monet haavoittuvuustekijät kuten riskeihin varautumisen taso, yhteiskunnallisen ja taloudellisen kehityksen taso, väestörakenne sekä paikalliset instituutiot ja organisaatiot (IPCC 2014 s. 5).

Yksittäisten ihmisten turvallisuusriskiin sen sijaan vaikuttavat yksilöiden olosuhteet ja valinnat, kuten asuin- tai olinpaikka, sosiaalinen asema, ikä, sukupuoli, varallisuus, sosiaaliset verkostot, terveydentila ja henkilökohtaiset kyvyt. Myös yksittäisten ihmisten käyttäytyminen ja suojautuminen sää- ja ilmastoriskeiltä vaikuttavat riskiin merkittävästi. (Gasper 2013 s.43; IPCC 2014 s. 5-6.) Ilmastonmuutoksen aiheuttamat turvallisuusriskit eivät siis kohdistu tasapuolisesti jokaiseen ihmiseen kansainvälisesti tai maiden sisällä, eikä ilmastonmuutoksen aiheuttamista turvallisuusuhista ole siksi mahdollista tehdä kaiken kattavaa listaa (Gasper 2013 s. 55).

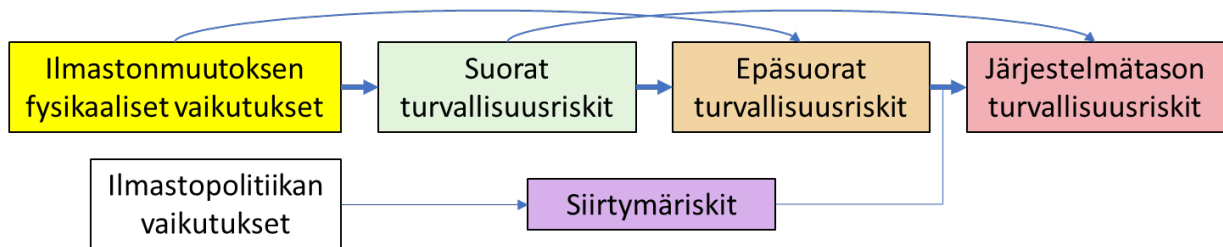
Laatikko 3: Ilmastonmuutoksen aiheuttamien turvallisuusuhkien riskitasoon vaikuttaa:

- 1) Ilmastonmuutoksen etenemisen nopeus ja voimakkuus
- 2) Ilmastonmuutoksen hillinnän onnistuminen ja toteuttamiskeinot
- 3) Kyky ja mahdollisuudet ilmastonmuutoksen vaikutuksiin sopeutumiseksi
- 4) Ilmastonmuutoksen aiheuttamiin uhkiin ja katastrofiriskeihin varautuminen
- 5) Muu yhteiskunnallinen, teknologinen, ekologinen ja taloudellinen kehitys

Myös muualla kuin Suomessa tapahtuvat äkilliset ja krooniset ilmastossa tapahtuvat muutokset voivat aiheuttaa turvallisuusriskejä Suomessa. Näillä niin sanotuilla heijastevaikutuksilla (*transboundary effects*) voi olla monimutkaisten vaikutus-seuraus-ketjujen kautta merkittäviäkin turvallisuusriskejä Suomelle (Hildén ym. 2016 s.6). Ilmastonmuutoksen aiheuttamat muutokset sekä ilmastopolitiikan vaikutukset sekoittuvat muihin yhteiskunnallisiin ongelmiin. Vuoden 2018 kansallisessa riskiarviossa onkin huomautettu, että erilaiset yhteiskunnan kehityskulut, kuten väestökehitys, kaupungistuminen, valtioiden väliset ja valtioiden sisällä tapahtuvat muuttoliikkeet, eriarvoisuuden kasvu, nuorisotyöttömyys, ruokaturva, luonnonvarojen niukkuus, konfliktien luonteen muutos ja ilmastonmuutos, sekä niiden aiheuttamat turvallisuusuhkat ovat monimutkaisesti kietoutuneet toisiinsa (Sisäministeriö 2019 s.14). Ilmastonmuutoksen aiheuttamien epäsuorien turvallisuusuhkien ymmärtämiseksi onkin tärkeää ymmärtää myös sosiaalisia ja psykologisia mekanismeja, väestöllisiä tekijöitä, kansainvälisiä suhteita sekä sisäpoliittisia asetelmia sekä sitä, miten nämä vaikuttavat erilaisiin ihmisen toiminnasta aiheutuviin uhkiin. Monet tässä raportissa esitellyistä epäsuorista uhkista eivät aiheudu ainoastaan ilmastonmuutoksesta, mutta ilmastonmuutos voi voimistaa niitä. Ilmastonmuutos voi myös heikentää muista yhteiskunnallisista kriiseistä palautumista ja elpymistä.

3 ILMASTONMUUTOKSEN AIHEUTTAMIEN TURVALLISUUSUHKIEN LUOKITTELU

Ilmastonmuutoksen mahdollisesti aiheuttamat turvallisuusriskit voidaan ajatella aiheutuvan kahdesta toisiinsa liittyvästä riskiajuriasta: 1) **Fysikaaliset riskit** johtuvat ilmastojärjestelmän fyysisestä muutoksesta ja 2) **Siirtymäriskit** aiheutuvat siirtymisestä vähähiiliseen yhteiskuntaan eli pyrkimyksistä hillitä ilmastonmuutosta (Kuvio 2).



Kuvio 2. Ilmastonmuutoksen aiheuttamien turvallisuusriskien luokittelu

Fysikaaliset riskit johtuvat ilmastonmuutoksen aiheuttamista vaaratekijöistä, ja ne ovat jaettavissa edelleen suoriin ja epäsuoriin turvallisuusriskeihin. **Suorat turvallisuusriskit** tarkoittavat ilmastonmuutoksen aiheuttamista vaaratekijöistä kuten sääilmiöistä ja merenpinnan noususta aiheutuvia välittömiä riskejä, jotka uhkaavat ihmisten terveyttä, henkeä tai perustarpeita ja yhteiskunnan kriittisiä toimintoja.

Epäsuorat turvallisuusriskit taas syntyvät sosiaalisten ja poliittisten prosessien kautta, kun ilmastonmuutoksen seuraukset vaikuttavat yhteiskuntien taloudellisiin ja sosiaalisiin rakenteisiin sekä instituutioihin. Ilmastonmuutos siis lisää mahdollisia uhkatekijöitä, ja epäsuorat riskit liittyvät siihen, miten ilmastonmuutoksen seuraukset laukaisevat, vahvistavat ja/tai ketjuttavat erilaisia ihmisten ja yhteiskuntien turvallisuusriskejä.

Siirtymäriskit, joita kutsutaan myös transitioriskeiksi, tarkoittavat ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi tehtävistä toimista ja ilmastopoliitikasta seuraavia turvallisuusvaikutuksia. Siirtymäriskit voivat liittyä i) energiamurroksen taloudellisiin ja teknologisiin muutoksiin, ii) ilmastopoliitikan ja hillintätoimien synnyttämiin sosiaalisiin ongelmiin tai iii) poliittisiin ja geopoliittisiin jännitteisiin ja niiden seurauksena lisääntyviin uhkiin.

Ilmastonmuutoksen aiheuttamat fysikaaliset riskit ja siirtymäriskit liittyvät luonnollisesti toisiinsa. Nopea kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen vähentää fysikaalisten riskien vakavuutta, mutta voi lisätä siirtymäriskien toteutumisen mahdollisuutta. Samalla pelko siirtymäriskien toteutumisesta voi johtaa heikompaan ilmastonmuutoksen hillitsemiseen, jonka seurauksena ilmastonmuutoksen

fysikaaliset turvallisuusriskit tulevat todennäköisemmiksi. Toisaalta siirtymäriskit ja fysikaaliset riskit eivät sulje toisiaan pois. Todennäköisesti sekä ilmastonmuutoksen fysikaalisia että siirtymäriskejä voi tapahtua rinnakkain ja erilaiset riskit voivat toteutua samaan aikaan.

Sekä fysikaaliset että siirtymäriskit voivat vaikuttaa Suomessa paikallisina riskeinä tai heijastevaikutuksina, eli vaikutuksina, jotka heijastuvat Suomeen muualla maailmassa tapahtuvan ilmaston muuttumisen ja sääilmiöiden seurauksena.

Viimeisenä riskien luokkana ovat **järjestelmätason turvallisuusriskit** yhteiskunnille. Ne tarkoittavat laajoja yhteiskunnan toiminnan ja turvallisuusympäristön heikentymisiä. Niitä voidaan pitää myös viimeisen vaiheen riskeinä, jotka uhkaavat, jos ilmastonmuutoksen aiheuttamia fysikaalisia tai siirtymäriskejä ei vähennetä tai niihin ei varauduta tai reagoida riittävästi. (Lähde: Raporttiin tehdyt asiantuntijahaastattelut.) Järjestelmätason turvallisuusriskit voivat siis olla seurausta sekä fysikaalisista että siirtymäriskeistä ja myös ne voivat vaikuttaa Suomeen sekä paikallisesti että heijastevaikutusten kautta.

4 ILMASTONMUUTOKSEEN LIITTYVÄT TURVALLISUUSRISKIT SUOMEN NÄKÖKULMASTA

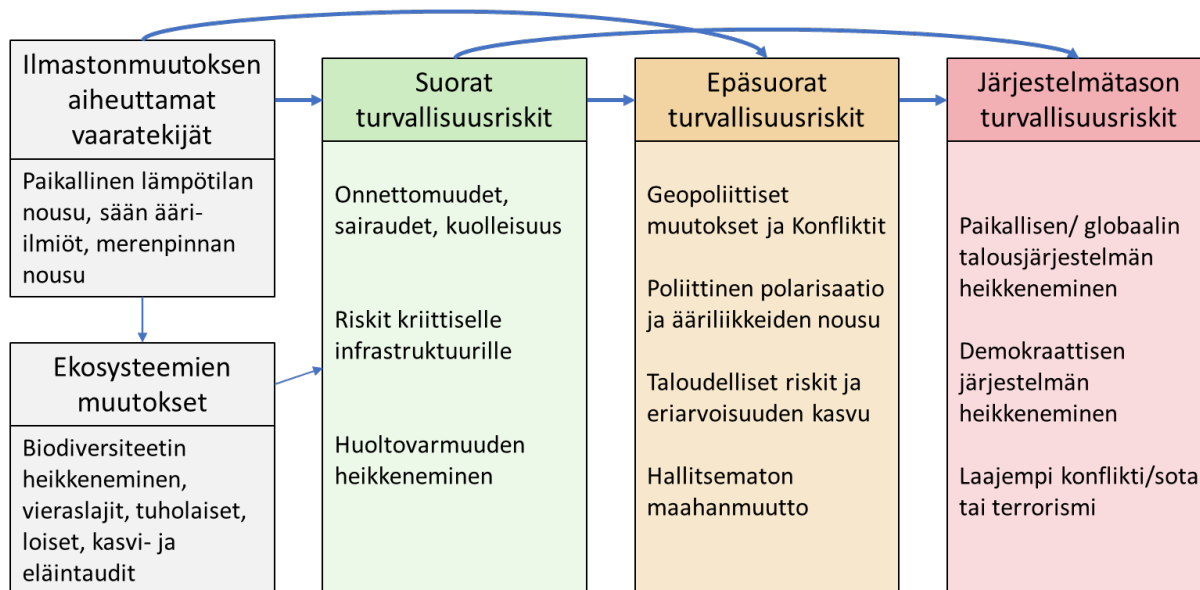
4.1 Suorat fysikaaliset turvallisuusriskit

Suorat fysikaaliset turvallisuusriskit johtuvat suoraan ilmastonmuutokseen liittyvistä äkillisistä tai hitaasti kehittyvistä, kroonisista vaaratekijöistä. Suoria Suomeen kohdistuvia turvallisuusriskejä arvioitaessa on muistettava, että ilmastonmuutoksen vaikutuksesta yksittäisiin äärimmäisiin, vahinkoa tai mahdollisesti vaaraa aiheuttavien sääilmiöiden muutosarvioihin liittyy edelleen epävarmuutta ja aihe on jatkuvan tutkimuksen alla (Ruosteenoja ym. 2013; Ruosteenoja ym. 2016). Globaalilla tasolla äärevien sääilmiöiden muutoksien arviointi on luotettavampaa, lähinnä koska luontainen vaihtelu tasaantuu laajoja alueita tarkasteltaessa (Hoegh-Guldberg ym. 2018).

Sään ja ilmaston aiheuttamien riskien realisoitumiseen vaikuttavat lisäksi yksilöiden ja yhteiskunnan vaihtelevat altistumis- ja haavoittuvuustekijät sekä voimavarat. Esimerkiksi helteestä johtuva kuolleisuuden kasvu ei ole ainoastaan riippuvainen lämpötilasta, vaan siihen vaikuttavat myös esimerkiksi tietoisuus riskeistä, väestön ikärakenne ja haavoittuvuus, suojaavan infrastruktuurin olemassaolo sekä varoitus- ja terveydenhuoltojärjestelmien toimivuus. Sään ääri-ilmiöiden aiheuttamat vaikutukset ihmisille riippuvat myös siitä, mihin väestö on tottunut ja sopeutunut (Dalby 2013 s. 22). Suorien fysikaalisten turvallisuusriskien toteutumiseen vaikuttaakin merkittävästi yhteiskunnan taloudellinen ja sosiaalinen kehitys sekä sopeutumis- ja varautumistoimien toteuttaminen.

Suomessa ilmastonmuutos vaikuttaa säähän monin eri tavoin. Talvien arvioidaan muuttuvan leudommiksi ja sateisemmiksi. Jäätävät sateet voivat yleistyä, vesistöjen jääpeiteaika lyhenee ja roudan määrä vähenee, ja liukkaus voi lisääntyä. Kesällä hellejaksot yleistyvät sekä pitenevät ja kuivuus yleistyy, mikä lisää myös metsäpalariskiä. (Venäläinen ym. 2020.) Toisaalta myös rankkasateet voimistuvat (Ruosteenoja ym. 2013 s. 67; Tuomenvirta ym. 2018 s. 8). Vesistötulvariski kasvaa joillain alueilla, mutta vähenee toisaalla lumisuuden vähenemisen vuoksi. Hulevesitulvat lisääntyvät tiheästi rakennetuilla alueilla. (Tuomenvirta ym. 2018 s.17-18.) Valtameren pinnan nousun ja voimistuvien myrskyjen on ennakoitu lisäävän meritulvien riskiä Etelä-Suomessa, mutta merenpinnan nousun vaikutukset ovat vähäisempiä esimerkiksi Perämeren alueella, jossa maankohoaminen on voimakkainta (Tuomenvirta ym. 2018 s. 35).

Suorat turvallisuusriskit uhkaavat siis väestön terveyttä, hyvinvointia ja elinkeinoja sekä yhteiskunnan huoltovarmuutta ja siihen oleellisesti liittyvää kriittistä infrastruktuuria. Tässä raportissa tarkastellaan lyhyesti ilmastonmuutoksen aiheuttamia terveystriskejä sekä riskejä infrastruktuurille, ruokaturvallisuudelle, energiaturvallisuudelle ja logistiselle järjestelmälle.



Kuvio 3. Ilmastonmuutoksen aiheuttamat fyysiset turvallisuusriskit

4.1.1 Riskit kriittiselle infrastruktuurille

Kriittisen infrastruktuurin, kuten lämmön- ja sähköntuotanto ja niiden-siirtojärjestelmät, tieto- ja viestintäjärjestelmät sekä logistinen järjestelmä, avulla välitetään kansalaisille elintärkeitä palveluita (Fjäder 2018). Ilmastonmuutos vaikuttaa kriittiseen infrastruktuuriin sadannan ja lämpötilan muutosten kautta sekä ääri-ilmiöiden, kuten myrskyjen ja tulvien, voimistuessa. Kriittisen infrastruktuurin häiriöt aiheuttavat merkittäviä taloudellisia menetyksiä ja voivat vaikuttaa suoraan ihmisten terveyteen ja elinkeinoihin. Infrastruktuurin vaurioituminen voi heijastua useisiin toimialoihin, kuten terveydenhuoltoon, liikenteeseen, tietoverkkoihin, logistiikkaan, vesihuoltoon, sekä ruoka- ja energiaturvallisuuteen. Esimerkiksi vedenjakeluun liittyvät riskit saattavat kasvaa, sillä rankkasade- ja hulevesitulvariskin kasvu lisää vedenottamoiden saastumisriskiä. (Tuomenvirta ym. 2018.)

Ilmastonmuutos voi aiheuttaa riskejä logistisen järjestelmän kaikille osille, liikenneinfrastruktuurille ja eri kuljetusvälineille, jotka ovat jatkuvasti sään armoilla (Tuomenvirta ym. 2018 s. 42). Muuttuvat sää- ja ilmasto-olot voivat hankaloittaa kaikkia liikennemuotoja lentoliikenteestä tietoliikenteeseen etenkin talvisin (Sorvali 2013 s. 57; Doll ym. 2014 s. 8-9; Groenemeijer ym. 2016 s. 84-85). Sääilmiöt voivat aiheuttaa myös ihmisten henkeä ja terveyttä uhkaavia onnettomuuksia, sekä taloudellisia menetyksiä vaurioitumisista ja myöhästymisistä (Tuomenvirta ym. 2018 s. 42).

Energian saatavuus on perusedellytys lähes kaikille yhteiskunnan elintärkeille toiminnoille ja kriittiselle infrastruktuurille. Sään ääri-ilmiöt ja niihin liittyvät katastrofit uhkaavat energian tuotanto- ja siirtojärjestelmien toimivuutta. Ilmastonmuutoksen aiheuttamat suorat riskit energiatoimialalle voidaan jakaa kolmeen pääluokkaan: 1) häiriöt energiansiirrossa ja -jakelussa, 2) sähkän liittyvät häiriöt energiantuotannossa ja 3) energiainfrastruktuurin, erityisesti sähköverkon,

investointi- ja huoltokustannusten kohoaminen pitkällä aikavälillä. (Tuomenvirta ym. 2018 s. 30.)

Myrskyt ja rajuilmat vahingoittavat helposti sähköverkkoa, mikä on ollut myös yksi merkittävimpiä tietoliikenteen häiriöiden aiheuttajia (Sisäministeriö 2019 s. 49; Tuomenvirta ym. 2018 s. 50). Suomen sähköjakelujärjestelmä on haavoittuva häiriöille pitkien etäisyyksien ja laajojen jakelujärjestelmien vuoksi, jolloin voimakas myrsky voi aiheuttaa samanaikaisia häiriöitä laajoilla alueilla (Sisäministeriö 2019 s. 44; Energiategollisuus: Keskeytystilastot 2010–2019). Laaja ja pitkäkestoinen häiriö sähköjakelussa aiheuttaa myös taloudellisia menetyksiä, uhata ihmisten terveyttä, vaikeuttaa toimintaa monilla toimialoilla ja on kriittistä huoltovarmuudelle (Tuomenvirta ym. 2018 s. 66; Sisäministeriö 2019 s. 43; Fjäder 2018). Riski on Suomessa korkeampi etenkin talviaikaan (Fjäder 2018 s. 91).

Sään ja ilmaston aiheuttamat riskit energiantuotannolle voivat näkyä myös heijastevaikutuksina (Hildén ym. 2016 s. 21). Suomen energiatalous on nykyisellään etenkin liikenteen polttoaineiden suhteen riippuvainen tuonnista (Tuomenvirta ym. 2018 s. 26).

4.1.2 Terveysriskit

Ilmastonmuutoksella on vaikutuksia niin fyysiseen kuin psyykkiseen terveyteen. Ilmastonmuutoksen terveysvaikutukset voivat johtua suoraan sääolosuhteiden muutosten, helleaaltojen, tulvien, kuivuuksien ja metsäpalojen seurauksena tai epäsuorasti ekologisten ja sosiaalisten muutosten kautta. (Smith ym. 2014 s. 720.)

Suomessakin ilmastonmuutos aiheuttaa terveysriskejä. Helleallot lisäävät kuolleisuutta (Kollanus & Lanki 2014), liukastumistapaturmat voivat lisääntyä talvilämpötilojen vaihdellessa useammin nollan molemmin puolin (Flinkkilä ym. 2011) ja vesiepidemioiden on ennakoitu lisääntyvän myös maapallon pohjoisilla alueilla (Hedlund ym. 2014). Kasvavat sademäärät, lisääntyvä pilvisyys sekä syys- ja talvikuukausina tapahtuva lämpötilan nousu hidastavat rakenteiden kuivumista ja lisäävät kosteusrasitusta sekä mikrobien kasvua. Rakennusten kosteusvaurioiden sekä siitepölykauden pidentyminen voi lisätä hengitystieoireilun, astman ja allergiaoireiden riskiä (Tuomenvirta ym. 2018 s. 60-63; Yli-Panula ym. 2009).

Ilmastonmuutos vaikuttaa myös vektorivälitteisiä sairauksia kantavien hyönteisten levinneisyyteen ja aktiivisuuskausiin (Hunter 2003). Esimerkiksi borrelioosia ja puutiaisaivokuumetta levittävien puutiaisten esiintymisalue voi laajentua ja niiden riski kasvaa (Euroopan yhteisöjen komissio 2009 s. 6; Sajanti ym. 2017). Tällä hetkellä ilmastonmuutoksen Suomessa aiheuttamat terveysriskit ovat huomattavasti helpommin hallittavia kuin monilla muilla alueilla maailmassa, mutta väestön ikääntyminen ja kroonisten sairauksien yleistyminen lisäävät väestön haavoittuvuutta ilmastonmuutoksen aiheuttamille terveysriskeille (Tuomenvirta ym. 2018 s. 57-58).

Ilmastonmuutos voi vaikuttaa myös mielenterveyteen sekä suoraan että välillisesti. Suorat vaikutukset liittyvät ilmastonmuutoksen muuttamiin vaaratekijöihin. Suomessa talvien arvioidaan synkkenevän pilvisyyden lisääntyessä ja lumen määrän

vähentyessä, mikä voi lisätä masennusoireita ja jopa itsemurhia (Ruuhela ym. 2009 s. 174). Muualla maailmassa luonnonilmiöihin, kuten tulviin, myrskyihin ja metsäpaloihin, liittyvät katastrofit on yhdistetty mm. posttraumaattiseen stressiin, ahdistukseen, masennukseen ja uniongelmiin (Clayton ym. 2014 s. 18).

Ilmastonmuutoksen välilliset vaikutukset mielenterveyteen taas liittyvät elinympäristöjen muutoksen aiheuttamaan kuormitukseen sekä ilmastoahdistukseen (Doherty & Clayton 2011 s. 266; Pihkala 2019). Myös ilmastonmuutoksen lisäämät fyysiset terveysongelmat, sairaudet tai loukkaantumiset lisäävät niihin liittyvien mielenterveysongelmien riskiä (Gifford & Gifford 2016; Pihkala 2019 s. 5). Yleisesti ilmastonmuutokseen liittyvissä mielenterveysongelmissa riskiryhmään kuuluvat etenkin lapset ja nuoret, heikommassa sosioekonomisessa asemassa olevat sekä ne, joilla on jo olemassa olevia mielenterveysongelmia (Gifford & Gifford 2016 s. 293). Myös muut tässä raportissa esitellyt ilmastonmuutoksen aiheuttamat turvallisuusriskit voivat lisätä terveys- tai mielenterveysongelmia.

4.1.3 Riskit ruokaturvalle

Ilmastonmuutoksella on esitetty olevan sekä positiivisia että negatiivisia vaikutuksia maataloudelle Suomessa. Erilaisia vaikutuksia tarkastellaan monipuolisesti esimerkiksi Sopeutumisen tila -raportissa (Peltonen-Sainio ym. 2017). Sään ääri-ilmiöt kuten rankkasateet, voimakkaat tuulet sekä kuivuus aiheuttavat riskejä maataloudelle myös Suomessa. Ilmastonmuutoksen on myös jo pitkään ennakoitu merkittävästi lisäävän kasvitautien ja -tuholaisten sekä eläintautien riskiä. Muuttuva ilmasto mahdollistaa myös uusien rikkakasvilajien ilmaantumisen, ja myös nykyiset rikkalajit saattavat hyötyä lisääntyvästä lämmöstä lisäten rikkakasvien torjunnan tarvetta. (Tuomenvirta ym. 2018 s. 20-22.)

Koko maailman mittakaavassa ilmastonmuutoksen myötä muuttuvat sää- ja ilmasto-olot heikentävät ruuantuotantoa laajoilla trooppisilla ja sub-trooppisilla ruuantuotantoalueilla, (Sisäministeriö 2019 s. 62), joten ruokaturvallisuuden riskit heijastuvat myös Suomeen (Hildén ym. 2016 s. 16). Suomessa tai muualla maailmassa tapahtuvat sään ääri-ilmiöistä johtuvat elintarvikehuollon häiriöt voivat heikentää ruuan saatavuutta, nostaa ruuan hintaa sekä aiheuttaa taloudellisia menetyksiä niin tuottajille kuin kansantalouksille. Muualla maailmassa ruoka- ja vesipula voivat myös kasvattaa kriisien ja konfliktien riskiä sekä sosiaalisia ongelmia (Sisäministeriö 2019 s. 62).

4.2 Epäsuorat fysikaaliset turvallisuusriskit

Epäsuorat fysikaaliset turvallisuusriskit riippuvat suorista riskejä enemmän sosiaalisista ja poliittisista prosesseista, ja liittyvät siten muuttuviin uhkatekijöihin. Epäsuorat turvallisuusriskit riippuvat siitä, miten ilmastonmuutoksen aiheuttamat vaaratekijät sekä suorat turvallisuusriskit vaikuttavat yhteisöihin ja yhteiskuntiin ja miten ne vuorovaikuttavat muiden taloudellis-yhteiskunnallisten tekijöiden kanssa. Epäsuorat riskit ovat siis kietoutuneet toisiinsa ja muuhun yhteiskunnalliseen kehitykseen.

On huomioitava, että tässä esiteltyt epäsuorat riskit eivät aiheudu Suomessa ainoastaan ilmastonmuutoksen vaikutuksista. Niiden riski voi kasvaa myös esimerkiksi taloudellisen kehityksen, muiden ympäristöongelmien tai teknologisen kehityksen vuoksi. Monet epäsuorat riskit ovat heijastevaikutuksia, eli ne voivat aiheutua vuorovaikutusketjuista, jotka alkavat Suomen rajojen ulkopuolelta. Siten myös muualla tapahtuvat ilmastonmuutoksen vaikutukset voivat aiheuttaa merkittäviä turvallisuusriskejä Suomessa siitä huolimatta, että ilmastonmuutoksen seuraukset eivät Suomessa todennäköisesti ole yhtä vakavia kuin muualla.

4.2.1 Taloudelliset riskit voivat lisätä eriarvoisuutta

Ilmastonmuutoksen maailmanlaajusten kokonaistaloudellisten vaikutusten arvioidaan olevan pitkällä aikavälillä negatiivisia, mutta arvioihin liittyy paljon epävarmuuksia. Taloutta heikentävä kehitys voi aiheuttaa turvallisuusriskejä, jos ihmiset eivät pysty tyydyttämään perustarpeitaan tai se johtaa eriarvoisuuden kasvuun. Heikentynyt taloustilanne ja huono talouspolitiikka voivat lisätä työttömyyttä, syrjäytymistä, terveys- ja mielenterveysongelmia tai rikollisuutta. Tämä saattaa synnyttää tyytymättömyyttä ja vastakkainasetteluja sekä heikentää kansalaisten luottamusta päätöksentekoon tai yhteiskunnalliseen oikeudenmukaisuuteen. Pahimmillaan tällainen kehitys lisää poliittista epävakautta ja ääriliikkeiden suosiota. (VnPP 2017 s. 90.)

Jos tuloerot ja taloudellinen eriarvoistuminen kasvavat, todennäköisesti muutkin ilmastonmuutoksen aiheuttamat turvallisuusriskit kohdistuvat aiempaa voimakkaammin köyhimmille ja heikoimmissa asemissa oleville. Huononeva julkisen sektorin taloustilanne myös heikentää ilmastonmuutoksen aiheuttamiin fysikaalisiin riskeihin varautumisen ja sopeutumisen kapasiteettia.

Erilaiset arviot ilmastonmuutoksen menneistä ja tulevista kustannuksista vaihtelevat suuresti (Tol 2018). Talouden tilaa mitataan perinteisesti bruttokansatuotteella. Ilmastonmuutoksen kokonaistaloudellisia vaikutuksia arvioidaan tyypillisesti joko laskemalla sektorikohtaisesti mallinnetut vaikutukset yhteen tai käyttämällä integroituja arviointimalleja (IAM) (Fankhauser & Tol 2005). Tähän mennessä toteutuneista äärimmäisten sää- ja ilmastoilmiöiden kustannuksista on kuitenkin vaikea erotella ilmastonmuutoksen osuutta (Estrada ym. 2017). Osa taloudellisista toimijoista tai sektoreista voi myös hyötyä ilmastonmuutoksesta (Diffenbaugh & Burke 2019).

Suomessa ilmastonmuutos voi lisätä erityyppisten sää- ja ilmatoriskien todennäköisyyttä teollisuuden eri aloilla, ja siten vaikuttaa talouden kehitykseen ja sitä kautta esimerkiksi eriarvoistumiseen. Metsätuhojen riski kasvaa roudan vähentyessä, ja rajuilmojen voimistuessa. Metsätaloutta uhkaa myös tauti- ja tuholaisongelmien mahdollinen yleistymisen ja leviäminen. Suuret tuhot metsissä voivat pitkällä aikavälillä aiheuttaa merkittäviä kansantaloudellisia vaikutuksia (Sisäministeriö 2019 s. 19).

Suurimmat riskit teollisuudelle tulevat Suomessa todennäköisimmin välillisten ja heijastevaikutusten kautta. Muualla maailmassa tapahtuvat ilmastonmuutoksen vaikutukset alkutuotantoon, infrastruktuuriin, logistiikkaan tai rahoitusmarkkinoihin voivat heikentää Suomenkin taloutta. Logistiset järjestelmät ovat sekä globaaleja että kansallisia. Ne koostuvat ihmisten, tavaroiden ja tiedon kuljettamisesta, tavaroiden välivarastoinnista, logistiikkakeskuksista, hallintajärjestelmistä sekä niihin liittyvistä rahavirroista (Sisäministeriö 2019 s. 51). Katastrofit muualla maailmassa voivat viivästyttää toimitusaikoja sekä aiheuttaa arvonmenetyksiä talouden ja teollisuuden eri toimialoille. Globaalit logistisen järjestelmän häiriöt voivat vaarantaa Suomen huoltovarmuutta, kokonaisturvallisuutta ja yhteiskunnan toimintavarmuutta (Fjäder 2018 s. 92), joskin Hildén ym. (2016) arvion mukaan ilmastonmuutokseen vaikutukset globaaleihin kuljetuksiin ovat enimmäkseen lyhytkestoisia.

Vakavat rahoitusmarkkinoiden häiriötilanteet tai merkittävät pankkikriisit ovat usein yhteydessä syviin talouslamoihin (Sisäministeriö 2019 s. 41). Globaali taloudellinen epävakaus tai kielteiset vaikutukset rahoitusmarkkinoihin voivat myös heijastua Suomeen investointihaluttomuutena.

4.2.2 Ilmastonmuutos lisää siirtolaisuutta

Siirtolaisuus johtuu monista syistä, kuten valtioiden taloudellisista, poliittisista ja väestöllisistä oloista sekä alueellisista ympäristömuutoksista, eikä ole useinkaan mahdollista erottaa ilmastonmuutoksen aiheuttamaa siirtolaisuutta muista syistä. Sodat, konfliktit, huono hallinto ja negatiivinen taloudellinen kehitys voivat nopeastikin johtaa suuriin muuttoliikkeisiin. Lisäksi krooniset ilmastonmuutoksen aiheuttamat vaaratekijät, kuten meriveden nousu, aavikoituminen sekä kuivuusjaksot, ja niistä seuraava maatalouden ja muiden elinkeinojen tuottavuuden heikentyminen voivat voimistaa väestöliikkeitä (Adger ym. 2014 s. 769). Joillain alueilla lämpötilojen on ennustettu nousevan sietämättömiksi ja myös elintarvikkeiden, puhtaan veden tai muiden resurssien puutteesta aiheutuvat konfliktit voivat ajaa ihmisiä muuttamaan.

Ilmastonmuutokseen liittyvää siirtolaisuutta voi tapahtua myös ilman, että elinympäristön muutokset pakottavat ihmisiä jättämään kotinsa. Myös vähemmän vaaralliset elinolojen ja paikallis ympäristöjen muutokset voivat saada ihmiset muuttamaan asuinseudultaan vapaaehtoisesti, jos he kokevat toisten alueiden tarjoavan parempia edellytyksiä elämälle. Ilmastonmuutokseen liittyvässä siirtolaisuudessa on ensisijaisesti kyse ihmisten sopeutumisesta, ja paine siirtolaisuudelle lisääntyy mitä vähemmän ilmastonmuutosta ja siirtolaisuuden muita

syitä saadaa hillittyä. Monilla ihmisillä ei kuitenkaan ole resursseja ja mahdollisuuksia siirtyä. (Adger ym. 2014. s.766-768.)

Ilmastonmuutokseen kytkeytyvä siirtolaisuuden määrä vaihtelee paljon ennusteesta toiseen riippuen arviointiin käytetyistä metodeista ja oletuksista (Biermann & Boas 2010 s. 67). Suurimman osan siirtolaisuudesta ennustetaan tapahtuvan maiden sisällä, mutta myös paine maiden väliselle siirtolaisuudelle tulee lisääntymään. On mahdotonta myöskään ennustaa tarkasti, miten iso osa siirtolaisuudesta kohdistuu Suomeen tai Eurooppaan. Muuttopaineen on kuitenkin esitetty suuntautuvan pääosin pohjoiselle pallonpuoliskolle ja myös Pohjois-Eurooppaan, jossa elinolosuhteet säilyvät parempina ilmaston muuttuessa (Ahmed 2016 s. 80). Siirtolaisuus ei suoraan lisää turvallisuusriskiä, vaan siihen liittyvissä turvallisuuskysymyksissä on kyse paljolti poliittisista päätöksistä, asenteista ja varautumisesta.

Laajamittaiseksi maahantuloksi on määritelty tilanne, jossa maahan saapuneita henkilöiden ohjaaminen viranomaistoimenpiteiden piiriin ja maahantulijoiden rekisteröinti eivät ole mahdollisia normaaleilla rajavalvonnan järjestelyillä, vaan tätä varten on perustettava järjestelykeskuksia. Yhteiskunnan turvallisuusstrategian mukaan laajamittainen maahantulo Suomessa voi tapahtua esimerkiksi, kun maahantulijoiden määrä ylittää 20 000 henkilön rajan toisesta valtiosta tapahtuvan äkillisen joukkopaon vuoksi. (VNpp 2017 s. 49; Sisäministeriö, 2019s. 32.)

Laajamittaisen maahantulon tilanteessa siirtolaisten vastaanottamiseen ja integroimiseen ei ole riittävästi aikaa tai resursseja. Jo vuoden 2015 maahanmuuttotilanne osoitti, että Suomen kyky vastaanottaa ja käsitellä suurta määrää lyhyen ajan sisällä saapuvia siirtolaisia on rajallista. Maahanmuuttajien kotoutuminen on kuitenkin sisäisen turvallisuuden näkökulmasta tärkeää (VNpp 2017 s. 48). Suurin turvallisuusuhka kohdistuu siirtolaisiin itseensä lähtömaassa, matkareiteillä ja jossain määrin myös Suomessa (Sisäministeriö 2019 s. 33).

Laajamittainen maahantulo voi kasvattaa turvallisuusuhkaa kansallisen turvallisuuden näkökulmasta lisäämällä rikollisuuden tai terrorismin riskiä. Se voi uhata myös yhteiskunnan henkistä kriisinsietokykyä (Sisäministeriö 2019 s. 33) ja lisätä yhteiskunnallisia jännitteitä sekä poliittista polarisaatiota (Lönnqvist ym. 2020). Siirtolaisuus voi lisätä ihmisten syrjäytymisen ja jopa ihmiskaupan riskiä. Samoin sekä lähtö- että tulomaan poliittinen ilmapiiri vaikuttaa siirtolaisten turvallisuuteen. (Vietti & Scribner 2013 s. 26.)

Kriittinen ilmastonmuutokseen ja siirtolaisuuteen liittyvä ongelma on, että ilmastonmuutoksen mahdollisesti aiheuttaman muuttoliikkeen mittakaavaa ja alueellista laajuutta ei ymmärretä riittävästi eikä siihen siten ole myöskään varauduttu riittävästi. Tämä tuli esiin useammassa tätä raporttia varten tehdyssä asiantuntijahaastattelussa. Haastateltavien mukaan suomalaisessa ilmasto- ja maahanmuuttokeskustelussa ymmärretään kohtalaisen hyvin se, miten ilmastonmuutos voi aiheuttaa muuttopainetta Afrikasta tai Lähi-Idästä Eurooppaan. Toistaiseksi Suomessa ei kuitenkaan ole riittävästi huomioitu sitä, miten ilmastonmuutos voi vaikuttaa myös Euroopan sisäiseen siirtolaisuuteen tai Aasiasta

Eurooppaan kohti suuntaavaan muuttoliikkeeseen esimerkiksi Himalajan jäätiköiden sulamisen vuoksi.

Myös Euroopassa Välimeren alueen elinolojen on ennustettu heikkenevän jo lähivuosisikymmeninä. Toistaiseksi EU mahdollistaa vapaan liikkuvuuden Euroopan sisällä. Myös Euroopan sisäinen muuttoliike voi aiheuttaa turvallisuusriskejä kiristämällä yhteiskunnallisia jännitteitä Euroopan maiden välillä ja sisällä, mahdollisesti heikentäen EU:n yhtenäisyyttä. Myös laajemmassa mittakaavassa ilmastonmuutokseen kytkeytyvä siirtolaisuus ja laajamittainen maahanmuutto voivat lisätä geopoliittisia paineita eri maiden välillä.

4.2.3 Lämpeneminen muuttaa geopoliittisia asetelmia

Ilmastonmuutoksen on arvioitu lisäävän ulko- ja turvallisuuspoliittisia haasteita ympäri maailmaa (Gledhill ym. 2013 s. 57). Se uhkaa heikentää etenkin jo valmiiksi haavoittuvien valtioiden tilaa sekä lisätä kiistoja luonnonvarojen ja ekosysteemipalveluiden suhteen merkittävistä alueista. Etenkin merenpinnan nousu uhkaa myös kokonaisten saarivaltioiden sekä merkittävien metropolialueiden elinkelpoisuutta. (Femia & Werrell 2017.) Jännitteitä ja turvallisuusuhkia voi syntyä etenkin valtiorajojen ylittävien heijastevaikutusten myötä (Gemenne ym. 2014 s.5). Arktinen alue, jonka lämpeneminen voi vaikuttaa geopoliittisiin suhteisiin alueen ympäristössä, nousi esiin useassa haastattelussa Suomelle merkittävimpänä alueena geopoliittisten muutosten suhteen.

Pohjoisen jäämeren sulamisella on mahdollisesti taloudellisia ja poliittisia vaikutuksia uusien reittien ja uusien luonnonvarojen kautta. Arktisen alueen valtiot ovat kiinnostuneita lämpenemisen seurauksena paljastuvista luonnonvaroista, kuten fossiilisista polttoaineista. Myös lyhyempien laivareittien on esitetty tuovan taloudellista etua (Käpylä & Mikkola 2016 s. 203). Näiden syiden vuoksi on esitetty, että alueella on potentiaalia konflikteille ja kilpailulle, kun valtiot kilpailevat uusista resursseista ja taloudellisista eduista. Osa alueen valtioista on myös ilmaissut halukkuutta suojella intressejään sotilaallisesti (Huebert ym. 2012 s. 17). Toisaalta riskien on esitetty liittyvän myös siihen, että sulamisen seurauksena alueelle avautuu ”kolmas rintama” esimerkiksi Yhdysvaltain ja Venäjän välille, jonka seurauksena arktinen alue voi muuttua merkittäväksi geopolitiikan pelinappulaksi (Asiantuntijahaastattelut).

Näihin oletuksiin liittyy kuitenkin ongelmia. Toistaiseksi on vähän todisteita siitä, että lämpenemisestä seuraisi arktisella alueella väkivaltaisia konflikteja (Brosnan ym. 2011). Ensinnäkin luonnonvarojen louhiminen arktisella alueella edellyttää, että kaikkien alueen valtioiden intressinä on pitää alue konflikteista vapaana (Asiantuntijahaastattelut; Käpylä & Mikkola 2016 s. 212; Lavikainen ym. 2019 s. 27). Toistaiseksi kaikki valtiot ovatkin painottaneet yhteistyön merkitystä (Huebert ym. 2012 s. 17). Toiseksi alueen taloudellinen merkitys voi olla myös liioiteltua, sillä uusien resurssien louhiminen arktiselta sekä alueella liikkuminen on hankalaa, vaarallista ja kallista ilmaston lämpenemisestä huolimatta (Käpylä & Mikkola 2016).

4.2.4 Riskit poliittiselle vakaudelle ja henkiselle kriisinkestävyydelle

Ilmastonmuutos vaarantaa ihmisille ja yhteisöille tärkeitä kulttuurisia käytäntöjä ja arvoja, jotka liittyvät elintapoihin, toimeentuloon sekä sosiaaliseen elämään. Aiemmin kuvatut ilmastonmuutoksen vaikutukset voivat vähentää ihmisten tyytyväisyyttä ja luottamusta yhteiskuntaan sekä heikentää henkistä kriisinkestävyyttä ja poliittista vakautta tai voimistaa olemassa olevia ryhmien välisiä poliittisia jännitteitä.

Äärimmillään ilmastonmuutoksen aiheuttamat vaikutukset, kuten elinolojen heikentyminen, kiistat luonnonvaroista tai erilaisten ongelmien voimistama eriarvoisuus voivat voimistaa erilaisia ääriliikkeitä. Tällaista kehitystä voi pitää Suomessa vielä epätodennäköisenä, mutta ääriliikkeiden voimistuminen muissa maissa voi heijastua myös Suomen turvallisuusympäristöön.

Ilmastonmuutoksen fysikaalisten vaikutuksien aiheuttamista sosiaalisista ongelmista kumpuava yhteiskunnallinen tyytymättömyys voi myös kohdistua muualle kuin ongelmien todellisiin syihin (Inglehart 2018). Ongelmista voidaan syyttää jotain marginaalista ihmisryhmää tai yksittäisiä ihmisiä, kuten tiettyä poliittista puoluetta, uskontoa, etnistä ryhmää tai siirtolaisia, vaikka ongelmien taustalla olisi pohjimmiltaan ilmastonmuutos (McNeill 2008 s. 36).

Ilmastonmuutokseen liittyvä siirtolaisuus voi myös voimistaa jännitteitä. Jo nyt siirtolaisvastaisuus on lisännyt autoritääristen liikkeiden kannatusta sekä poliittista polarisaatiota Suomessa ja Euroopassa (Norris & Inglehart 2019 s. 177; Lönnqvist ym. 2020). Yhtenäisyydeltään heikentyneempi, arvomaailmaltaan sirpaloituneempi ja luottamukseltaan rapautuva yhteiskunta voi olla myös haavoittuvampi sekä sisäiselle että ulkoa tulevalle informaatiovaikuttamiselle (Sisäministeriö 2019 s. 15).

On myös mahdollista, että ilmastonmuutoksen vaikutusten seurauksena syntyy täysin uudenlaisia liikkeitä ja jännitteitä, joita ei osata vielä ennakoida. Ilmastonmuutoksen vaikutusten synnyttämät uudet sosiaaliset ja poliittiset liikkeet voivat perustua esimerkiksi kokemukselle, että tiettyjä valtioita tai ihmisryhmiä pidetään enemmän syyllisinä ilmaston muuttumiseen tai koetaan, että kärsiviä ryhmiä tai ihmisiä ei ole autettu riittävästi. Paikoin merenpinnan nousu tai muuttuvat sää- ja ilmasto-olosuhteet uhkaavat kulttuurisesti ja historiallisesti yhteisöille arvokkaita kohteita tai paikkoja. Tällaisiin kulttuurisiin riskeihin voi olla vaikeaa sopeutua. (Adger ym. 2014 s., 778; Crate 2011.) Myös ilmastonmuutoksen hillintä voi uhata yhteisöille ja ryhmille merkityksellisiä toimintatapoja, mitä käsitellään enemmän luvussa 4.3.3.

4.2.5 Ilmastonmuutos konfliktien ajurina

Ilmastonmuutoksen roolia konfliktien ajurina on tutkittu paljon, mutta tutkijat eivät ole aiheesta yksimielisiä. Monien asiantuntijoiden mukaan ilmaston vaihtelevuus ja muutos voivat vaikuttaa konflikteihin. Esimerkiksi ilmastonmuutoksesta mahdollisesti seuraavia taloudellisia shokkeja pidetään potentiaalisena riskitekijänä konfliktien syntymiselle. Toisaalta muiden kuin ilmastoon liittyvien syiden vaikutusta pidetään paljon merkittävämpänä konfliktien synnylle. (Mach ym. 2019.)

Ilmastonmuutoksen aiheuttama elinolojen heikkeneminen, resurssiniukkuus ja sosiaaliset ongelmat voivat ruokkia tai pitkittää konflikteja (Hsiang ym. 2013). Toisaalta resurssien väheneminen voi myös pienentää konfliktien riskiä ja jopa lisätä yhteistyötä, kun yhteiskuntien ja yhteisöjen toimintojen ylläpitämiseen vaadittavien resurssien käyttäminen edellyttää säästeliäisyyttä (Mach ym. 2019).

Syyrian sisällissotaa on käytetty esimerkkinä ilmastonmuutoksen ajamasta konfliktista (Gleick 2014 s. 336), mutta yksittäisen konfliktin yhteyttä ilmastoon on aina vaikea arvioida. Konfliktit johtuvat tyypillisesti useista rinnakkaisista ja monimutkaisista talouteen, valtasuhteisiin, historiaan ja ympäristöön liittyviä syistä. Empiiriset tutkimukset ilmastonmuutoksen ja konfliktien yhteydestä eivät toistaiseksi tue selkeää kausaalista yhteyttä (Hoegh-Guldberg ym. 2014 s. 245), ja oletuksia ilmastonmuutoksen ja konfliktien välillä on kritisoitu liian yksinkertaistavina tai liioittelevina (Buhaug ym. 2014; Selby ym. 2017 s. 241).

On silti perusteltua arvioida, että pahentuessaan ilmastonmuutoksen vaikutukset liittyvät myös konfliktien puhkeamiseen, laatuun ja mahdollisuuksiin hallita niitä. Yhdysvaltojen puolustusministeriö on määritellyt ilmastonmuutoksen uhkien moninkertaistajaksi ("threat multiplier"), sillä sen aiheuttamat rasitukset talouksille ja yhteiskunnille voivat pahentaa köyhyyttä, ympäristön tilan heikkenemistä, epävakautta sekä yhteiskunnallisia jännitteitä, ja siten luoda olosuhteita terrorismille tai muille väkivaltaisille konflikteille (Department of Defence USA 2014 s. 8). Myös Nato on linjannut ilmastonmuutoksen uhkaavan kansainvälistä turvallisuutta (NATO 2015).

Ilmastonmuutoksen vaatimat hillintä- ja sopeutumistoimet voivat myös muokata geopoliittisia asetelmia ja siten syventää nykyisiä ja luoda uusia sotilaallisia jännitteitä. Lisäksi kansalliseen turvallisuuteen liittyvä infrastruktuuri ja kalusto ovat alttiita ilmastonmuutoksen suorille vaikutuksille. Esimerkiksi Yhdysvalloissa on kannettu huolta meriveden nousun vaikutuksista asevoimien tukikohtiin (Tucker & Herrera 2019). Suomessakin Puolustusvoimat on arvioinut toimintansa vaativan sopeutumistoimia ilmastonmuutoksen vuoksi (Puolustusvoimat ei pvm.).

4.3 Siirtymäriskien aiheuttamat turvallisuusuhat

Kansainvälinen yhteisö sitoutui Pariisin sopimuksen (YK 2015) myötä vuonna 2015 rajoittamaan ilmaston lämpenemisen alle kahteen asteeseen ja pyrkimään 1,5 asteen tavoitteeseen. Yhdysvaltojen palattua sopimukseen alkuvuodesta 2021 käytännössä kaikki maailman valtiot ovat mukana muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. 1,5 asteen tavoite edellyttää globaalia hiilineutraaliutta kuluvan vuosisadan puolivälin tuntumassa sisältäen fossiilisten polttoaineiden laajaa korvaamista vähäpäästöisellä energiantuotannolla ja hiilensidontaa ilmakehästä (IPCC 2018).

Myös Suomen tavoitteena on siirtyminen hiilineutraaliin yhteiskuntaan vuoteen 2035 mennessä ja edetä hiileneutraaliin yhteiskuntaan sen jälkeen (Valtioneuvosto 2019; TEM 2014 s. 13). Tämän saavuttaminen edellyttää merkittäviä muutoksia Suomen taloudessa,

kuten energiajärjestelmän uudistamista, päästöjen ja energiankulutuksen vähentämistä sekä hiilinielujen lisäämistä. Ilmastonmuutoksen hillitseminen edellyttää myös muutoksia ihmisten käyttäytymisessä ja toimintavoissa sekä niitä ohjaavissa ajatusmalleissa ja sosiaalisissa normeissa (Geels ym. 2017 s. 1243).

Siirtymäriskeillä tarkoitetaan tähän muutokseen eli siirtymään liittyviä turvallisuusriskejä, eli ilmastonmuutoksen hillitsemiseen ja siihen sopeutumiseen liittyviä uhkia. Siirtymäriskit voivat liittyä sosiaalisiin, taloudellisiin, poliittisiin ja teknologisiin muutoksiin sekä energiaturvallisuutta uhkaaviin riskeihin (Tuomenvirta ym. 2018 s. 53).

Ilmastopolitiikassa tai ilmastonmuutokseen varautumisessa siirtymäriskien huomioiminen ei ole vielä kovin yleistä. Suomen Valtioneuvoston ulko- ja turvallisuuspoliittisessa selonteossa (Valtioneuvosto 2020) tunnistetaan fossiilisten polttoaineiden laskevan kysynnän mahdollinen vaikutus voimatasapainoon ja sitä kautta taloudelliseen ja poliittiseen epävakauteen. Myös Kansallisessa riskiarviossa 2018 huomioidaan, että ilmastonmuutoksen hillintäpolitiikalla on suoria vaikutuksia talouden eri sektoreille (Sisäministeriö 2019 s. 21). Yleisesti siirtymäriskejä on kuitenkin huomioitu hyvin vajaasti Suomen tai Ruotsin ympäristöturvallisuuspolitiikassa, ja globaalisti niitä on tunnistettu lähinnä ilmastonmuokkaukseen liittyen (Hakala ym. 2019a, Hakala ym. 2019b).

Tässä luvussa käsitellään ilmastonmuutoksen hillintään liittyviä taloudellisia ja teknologisia riskejä, energiaturvallisuuteen ja ilmastonmuokkaukseen liittyviä riskejä sekä ilmastopolitiikkaan liittyviä sosiaalisia, poliittisia ja geopoliittisia riskejä. Siirtymäriskejä esitellään kuviossa 4. Osa siirtymäriskeistä voi olla hyvin ajankohtaisia ja monet niistä ilmenevät jo nyt eri puolilla maailmaa. Siirtymäriskien huomioiminen ja niihin varautuminen on oleellista onnistuneen ilmastopolitiikan toteuttamiseksi.



Kuvio 4. Ilmastonmuutokseen liittyvät siirtymäriskit

4.3.1 Energiantuotannon muutos voi heikentää energiaturvallisuutta ja taloutta

Ilmastonmuutoksen hillintä ja sopeutuminen muuttavat energiajärjestelmän haavoittuvuutta ja aiheuttavat rahoitusmarkkinoihin kohdistuvia vaikutuksia (Tuomenvirta ym. 2018 s. 27; TEM 2014; Mercer 2015 s. 27). Hiilivapaaseen energiantuotantoon siirtyminen ja siihen liittyvät teknologiset muutokset luovat uusia herkkyyksiä ilmasto-oloille.

Tuuli-, vesi-, aurinko- ja ydinvoiman osuuden kasvaessa energiatalouden alttius erilaisille sääilmiöille myös muuttuu. Kuivuusjaksot, tuulenoisuus ja auringonsäteilyn määrä voivat rajoittaa vesivoiman sekä tuuli- ja aurinkoenergian tuotantoa. (Tuomenvirta ym. 2018 s. 31.) Pitkät helleaallot ja meriveden korkea lämpötila voivat vaikuttaa myös ydinvoimaloiden toimintaan laskemalla laitoksen jäähdytyksen tehoa (Sisäministeriö 2019 s. 43). Uusi kokoelma erilaisia energian tuotantojärjestelmiä vaatii energiaverkkojen älykkyyttä. Tällaisen järjestelmän herkkyyttä tahattomille tai tahallisille häiriöille on vaikea arvioida.

Hiilivapaiden energiamuotojen energiantuotannon hyötysuhteet (EROEI¹) on yleensä fossiilienergiaa pienempiä, jolloin suurempi osa käytössä olevasta energiasta kuluu energian tuotantoon ja sitä jää vähemmän yhteiskunnan ylläpitämiseen ja kehittämiseen (Hall ym. 2014). Pahimmillaan energiaa jää liian vähän kehittyneen yhteiskunnan toimintojen ylläpitämiseksi (Murphy 2014). Toisaalta myös fossiilienergian tuotannon hyötysuhde on laskenut, kun on siirrytty käyttämään vaikeammin hyödynnettäviä lähteitä (Hall ym. 2014). Energiatiheiden polttoaineiden käytön nopea rajoittaminen ilman korvaavaa tuotantoa voi heikentää energiaturvallisuutta ja talouden toimintaa merkittävästi. Hiilivapaaseen energiantuotantoon siirtyminen lisää myös yhteiskunnan sähköriippuvuutta, kun sähkön osuus kokonaisenergian kulutuksesta kasvaa (Tuomenvirta ym. 2018 s. 29 Sipilä ym. 2017 s. 163). Toisaalta samalla ilmaston lämpeneminen vähentää lämmitysenergian tarvetta (Pilli-Sihvola ym. 2010). Erilaiset energiansaannin häiriöt alkutuotannossa ja logistiikassa voivat lisääntyä, sillä vaikeammin varastoitava sähkö on kiinteitä polttoaineita alttiimpi erilaisille säästä johtuville häiriöille. Suomessa sähkönkulutus voi kasvaa jopa 55 prosenttia vuoteen 2050 mennessä (Energiateollisuus, ei vuosinumeroa).

Taloudelliset siirtymäriskit liittyvät erilaisten varallisuuden ja hyödykkeiden arvostuksen, kysynnän, hintojen tai kustannusten muuttumiseen (TCFD 2017). Energiamurroksen edellyttämä teknologinen kehitys, uuden infrastruktuurin rakentaminen ja ilmasto- sekä ympäristösääntely lisäävät kustannuksia, mikä voi vaikuttaa lähes kaikkiin teollisuudenaloihin (Tuomenvirta ym. 2018 s. 53). Erilaiset hiilen hinnoittelumekanismit, vähäpäästöisten energialähteiden tukeminen ja energiatehokkuuden lisääminen voivat vaikuttaa hiili- ja öljysektorin arvostukseen ja lisätä riskejä rahoitussektorilla (Mercer 2015). Markkinariskit voivat syntyä toisaalta

¹ energy returned on energy invested

myös kuluttajalähtöisesti, jos tieto ilmastonmuutoksen syistä ja vaikutuksista muuttaa kuluttajien mieltymyksiä ja ostokäyttäytymistä. Sekä kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen tähtäävä sääntely että kuluttajalähtöinen markkinoiden muutos voivat merkittävästi vaikuttaa erilaisiin teollisuusaloihin ja työllisyyteen eri sektoreilla (TCFD 2017 s. 10.).

Globaalisti kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen keskittyvä politiikka voi huonosti suunniteltuna aiheuttaa myös muita riskejä, kuten kiistoja bioenergian tuottamiseen vaadituista resursseista, viljelyyn käytettävistä alueista sekä sähköistymisen ja akkuteollisuuden yleistymiseen tarvittavista raaka-aineista (IPCC 2019 s. 21). Nämä kiistat voivat pahentaa sosiaalisia ongelmia, ympäristön pilaantumista sekä geopoliittisia jännitteitä.

4.3.2 Ilmastonmuokkaus

Ilmastonmuokkaus tarkoittaa ilmaston muuttamista teknisin keinoin. Ilmastonmuokkauksella voidaan hillitä ilmastonmuutosta vähentämällä kasvihuonekaasujen määrää ilmakehässä tai vähentämällä maapallolle pääsevän auringon säteilyn määrää. IPCC:n 1,5 asteen erikoisraportin malliskenaarioiden mukaan ilmastonmuutoksen hillitseminen alle kahden asteen saattaa olla jo mahdotonta ilman mittakaavaltaan massiivista hiilenpoistoa tai -sidontaa erityisesti vuosisadan loppupuolella, mutta sen vaatimaa teknologiaa ei ole vielä kehitetty (Hoegh-Guldberg ym. 2018). Toistaiseksi mitään planeetan mittakaavassa tapahtuvaa tietoista ilmastonmuokkausta ei ole tehty. Erilaisiin ilmastonmuokkaustoimiin voidaan ryhtyä myös ”viimeisenä keinona”, jos ilmastonmuutoksen hillitsemisessä ei muuten onnistuta.

Ilmastonmuokkauksen tahattomista, kielteisistä seurauksista on varoiteltu jo pitkään, mutta niitä ei kuitenkaan tunneta vielä kovin hyvin. Ilmastonmuokkaus voi vaikuttaa sähän arvaamattomasti laajallakin alueella, esimerkiksi aiheuttaa kuivuutta. Lisäksi jatkuvaa ylläpitoa vaativien ilmastonmuokkausmenetelmien äkillinen (tahallinen tai tahaton) lopettaminen voi myös aiheuttaa nopeatahtista ilmaston lämpenemistä, jos kasvihuonekaasujen määrä on jatkanut nousuaan. Ilmastonmuokkauksen poliittiset ja geopoliittiset turvallisuusriskit taas liittyvät sen valvontaan ja sopimuksenvaraiseen käyttöön. Yksittäiset valtiot tai toimijat voivat käyttää ilmastonmuokkausta omiin tarpeisiinsa, mikä voi aiheuttaa tuntemattomia seurauksia toisille alueille ja synnyttää poliittisia jännitteitä. (Incropera 2016 s. 141-144; Maas & Scheffran 2012 s. 196; Preston 2013.) Ilmastonmuokkauksen käyttö aseellisena keinona on tunnistettu eri valtioissa jo kylmän sodan aikakaudella (Maas & Scheffran 2012 s. 194; Briggs 2018).

4.3.3 Ilmastopolitiikka voi lisätä yhteiskunnallista tyytymättömyyttä ja epävakautta

Poliittinen aktivismi erilaisten ilmastonmuutoksen hillitsemisen vuoksi tehtävien toimien vastustamiseksi ja kannattamiseksi on nousussa. Ilmastonmuutos ja ilmastopolitiikka ovat nykyään erittäin polarisoivia kysymyksiä niin Suomessa kuin muuallakin maailmassa. Erilaiset mielenosoitukset ja aktivismi itsessään ovat

oleellinen osa vapaata ja toimivaa demokraattista järjestelmää, mutta niiden eskaloituminen väkivaltaisiksi protesteiksi tai levottomuuksiksi voi heikentää yhteiskuntarauhaa ja aiheuttaa myös muita turvallisuusympäristön muutoksia, jotka ovat osa ilmastonmuutokseen liittyviä siirtymäriskejä. (Asiantuntijahaastattelut.)

Ilmastopolitiikan vastustaminen liittyy ihmisten pelkoihin toimeentulosta ja työn tai elämäntapojen menetyksestä (Asiantuntijahaastattelut). Ilmastonmuutoksen hillitseminen voi edellyttää fossiilisten polttoaineiden vähentämisen lisäksi muiden ilmastolle haitallisten toimintojen ja kulutuksen vähentämistä sekä ilmastolle haitallisten teollisuusalojen sääntelyä sekä joidenkin toimialojen rajoittamista.

Arkiliikenteen ja asumisen energiankulutus muodostavat suhteessa suuremman osan pieni- kuin suurituloisten menoista, jolloin fossiilienergiaan hintaa nostavat toimet vaikuttavat voimakkaammin pienituloisiin. Tuloerojen lisäksi epäoikeudenmukaisuuden kokemus voi liittyä myös maaseudun ja kaupunkien välisiin eroihin tai valtioiden välisiin kasvihuonekaasupäästö määrärien eroihin. (Asiantuntijahaastattelut.)

Ilmastonmuutoksen hillintä uhkaa myös yksilöille, yhteisöille ja kulttuureille merkityksellisiä elämäntapoja ja identiteettejä. Lisäksi yksilönvapauksien tai kansalliselle identiteetille merkittävien toimintatapojen rajoittaminen voi uhata laajemmin ihmisten arvoja ja maailmankuvaa (Ford & Norgaard 2019). Ihmiset ovat taipuvaisempia väheksymään ilmastonmuutoksen aiheuttamaa riskiä ja sen hillintätoimien tarpeellisuutta, jos ilmastopolitiikalla rajoitetaan toimintoja, jotka ovat merkittäviä ihmisten identiteeteille ja sosiaaliselle asemalle (McCright ja Dunlap 2011 s. 1167). Etenkin lihansyönnin ja yksityisautoilun rajoittaminen tai metsien käytön ilmastovaikutukset herättävät Suomessa voimakasta keskustelua osittain sen vuoksi, että metsiin ja maaseutuun liittyvillä toimilla on Suomessa merkittävää kansallista symboliarvoa.

Toistaiseksi ilmastopolitiikkaan liittyvä tyytymättömyys tai poliittinen polarisaatio eivät ole aiheuttaneet merkittäviä turvallisuusuhkia Suomessa. Suomalaisilla onkin maailman mittakaavassa vahva luottamus poliittisiin instituutioihin (Komu & Hellsten 2010). Kuitenkin ympäristö- energia- tai ilmastokysymyksiin liittyvät mielenosoitukset tai niiden tukahduttaminen ovat osaltaan liittyneet väkivaltaisuuksiin muualla maailmassa. Konkreettinen esimerkki energiapolitiikan vastustamiseen liittyvistä laajoista ja osittain väkivaltaisista mielenosoituksista on nähty Ecuadorissa, missä vuonna 2019 tapahtuneet rajut mellakat liittyivät epäoikeudenmukaiseksi koettuun polttoaineverotusuudistukseen (IISD 2019).

Toisaalta pelkästään voimistuva polarisaatio itsessään voi altistaa yhteiskunnan herkemmin esimerkiksi ulkoa tulevalle informaatiovaikuttamiselle (Asiantuntijahaastattelut). On myös mahdollista, että ilmastopolitiikkaan liittyvien levottomuuksien riskitaso nousee, jos ilmastopolitiikkaa kiristetään ja vastaavasti, jos ilmastonmuutosta ei hillitä riittävästi ja ilmastonmuutoksen fyysiset vaikutukset muuttuvat vakavammiksi ja näkyvämmiksi. Myös ilmastonmuutoksen hillitsemisen

puolesta tehtävän aktivismin voi odottaa nousevan, jos ihmiset pitävät harjoitettua ilmastopoliittikkaa riittämättömänä.

Ilmastopoliitikasta johtuva tyytymättömyys on myös osaltaan kasvattanut autoritäärisen oikeistopopulismin suosiota eri puolilla maailmaa, ja sen seurauksena vähemmistöjen oikeudet sekä ilmastopoliittikka ovat ottaneet taka-askelia esimerkiksi Yhdysvalloissa ja Brasiliassa. Laajempi nationalististen ja autoritääristen poliittisten liikkeiden nousu voi tarkoittaa myös perinteisten suurvaltaimperiumien voimistumista sekä kansainvälisen yhteistyön vähenemistä. Muualla maailmassa tapahtuvat poliittiset muutokset vaikuttavat myös Suomen turvallisuusympäristöön esimerkiksi heikentämällä kansainvälistä sääntelyä ja oikeusjärjestelmää ja uhkaamalla Suomen kaltaisten pienten valtioiden suvereeniutta ja turvallisuutta. (Asiantuntijahaastattelut.)

4.3.4 Energiamurros lisää geopolittisiä jännitteitä

Fossiilisten polttoaineiden käytön vähentäminen aiheuttaa taloudellisia paineita sekä sisä- ja ulkopoliittisia jännitteitä valtioille, joilla on paljon taloudellisia intressejä hiilivetyihin tai esimerkiksi metsien käyttöön liittyen. Merkittäviä tällaisia maita on Venäjä, USA, Brasilia, Kiina sekä useat Euroopan ja Lähi-idän maat. Yleisesti energiaa tuottavien maiden intressinä on ylläpitää omaa taloudellista asemaansa ja energian vakaata kysyntää, oman energiateollisuuden suvereeniutta sekä korkeita hintoja (Ortung 2016).

Siirtymä vähähiiliseen järjestelmään voi vaikuttaa siis monella tapaa globaaliin turvallisuusympäristöön aiheuttaen maiden välisiä ja sisäisiä jännitteitä, heikentäen kansainvälistä yhteistyötä ja mahdollisesti lisäten myös hybridi- ja informaatiovaikuttamisen kaltaisia riskejä. Tällä voi olla merkittäviäkin turvallisuusriskejä Suomelle. Pelkästään hybridi- ja informaatiovaikuttamiseen kuuluvalla laajamittaisella tietoliikennehäirinnällä voi olla lamaannuttavia vaikutuksia yhteiskunnan toimivuudelle. (Asiantuntijahaastattelut.) Myös maankäyttöön liittyvät ilmastonmuutoksen hillintätoimet voivat lisätä väkivaltaisten konfliktien riskiä ja haavoittuvuutta tietyissä yhteisöissä. Esimerkiksi viljelysmaiden valjastaminen biopoltoaineiden tuottamiseen on joissain maissa yhdistetty sosiaalisiin konflikteihin (Dauvergne & Neville 2010). Globaalisti myös kiistat ilmastopoliittisten noudattamisesta ja kustannuksista voivat kiristää valtioiden välejä.

Suomessa ja Euroopassa ilmastonmuutoksen hillitsemisestä johtuvat geopolittiset riskit liittyvät haastateltavien mukaan eniten Venäjän ja Lähi-Idän kehitykseen. Venäjä on taloudellisesti riippuvainen fossiilisesta energiasta, sillä jopa 70 prosenttia Venäjän viennistä perustuu öljylle, kaasulle ja kivihieille, ja jopa puolet Venäjän liittovaltion budjetin tuloista syntyy öljyn ja kaasun verotuksesta (Tynkkynen & Tynkkynen 2018 s. 1107; Simola & Solanko 2017 s. 14). Myös Venäjän sisäpoliittinen valta perustuu näiden hiilivetyjen varaan (Asiantuntijahaastattelut). Toisaalta Venäjä on myös hyvin riippuvainen Euroopasta, sillä suurin osa sen kaasuputkien kaltaisesta kiinteästä energiainfrastruktuurista on vahvasti sidottuna Eurooppaan. Suomessakin lähes kaikki käytetystä fossiilisesta energiasta ja noin 70 prosenttia uraanista tulee

Venäjältä. Kokonaisuudessaan jopa 45 prosenttia Suomessa käytetystä energiasta tulee Venäjältä. (Tynkkynen ym. 2017 s. 4). Euroopan unioni kokonaisuudessaan taas on Venäjän lisäksi hyvin riippuvainen energian tuonnin suhteen Lähi-Idästä, Keski-Aasiasta ja Afrikasta (Ahmed 2016 s. 77).

Erilaiset eurooppalaiset instituutiot ovat jo pitkään painottaneet tarvetta vähentää riippuvuutta venäläisestä energiasta (Mikkola ym. 2019 s. 45), ja monet toimijat Euroopassa ovat ajaneet fossiilienergiasta luopumista myös ilmastonmuutoksen vuoksi. Venäjän talous on hyvin haavoittuvainen energian maailmanmarkkinahintojen muutoksille (Juola ym. 2019 s. 73), ja ilmastonmuutoksen hillintä uhkaakin heikentää Venäjän asemaa (Asiantuntijahaastattelut). Yhtenä Venäjän strategisena pyrkimyksenä on estää Euroopan yhteisen energiapolitiikan syntyminen (Mikkola ym. 2019 s. 45). Venäjä on esimerkiksi harjoittanut taloudellista vaikuttamista tukemalla hankkeita, jotka ylläpitävät maiden riippuvuutta Venäjän energiareursseista (Lavikainen ym. 2019 s. 34). Toisaalta se käyttää kaasun ja öljyn kauppaa hyödyksi EU:n rivien hajottamiseen (Lavikainen ym. 2019 s. 24).

Venäjä on myös jo pitkään toteuttanut informaatiovaikuttamista länsimaihin. Informaatiovaikuttaminen tarkoittaa ”suunnitelmallista toimintaa, jonka tavoitteena on informaatiota muokkaamalla saada aikaan omien tavoitteiden mukaisia muutoksia kohteen informaatio- ja mielipideympäristössä” (VNpp 2017 s. 96). Informaatiovaikuttamisen kiilastrategialla pyritään heikentämään valtion tai alueen yhtenäisyyttä ja lisäämään poliittista polarisaatiota voimistamalla olemassa olevia kiistakohtia (Crawford 2011; Vihma ym. 2019 s. 92). Venäjän toteuttaman informaatiovaikuttamisen tavoitteena onkin ollut heikentää länsimaiden ja EU:n yhtenäisyyttä. Oleellisena syynä tälle toiminnalle on esitetty olevan ilmastonmuutoksen hillitsemisen vastustaminen sekä EU:n yhteisen energiapolitiikan syntymien, sillä Venäjän taloudellinen ja poliittinen asema perustuu lähes kokonaan fossiilisten polttoaineiden tuottamiselle (Asiantuntijahaastattelut).

Haastateltavien mukaan Venäjä on jo onnistunut heikentämään Euroopan unionin yhtenäisyyttä ja lisännyt jäsenmaiden välisiä jännitteitä, mikä on heikentänyt eurooppalaista turvallisuusympäristöä. Euroopan unionin kehityksen suunta vaikuttaa kaikkiin sen jäsenmaihin sekä globaaleihin valta-asetelmiin, ja sen hajoaminen voisi heikentää Suomen kaltaisen pienen maan asemaa merkittävästi (Himberg 2018 s. 85). Toisaalta Venäjällä on myös suurta potentiaalia vähähiilisen energian tuottamiselle. Euroopan unionin turvallisuuspoliittisena kysymyksenä onkin Venäjän energiamurroksen etenemisen tukeminen. Laajempi kansallismielinen tai ilmastopolitiikan vastainen liikehdintä Euroopassa voi kuitenkin estää Euroopan unionia tukemasta Venäjää energiamurroksessa. (Asiantuntijahaastattelut.)

4.4 Järjestelmätason turvallisuusriskit

Järjestelmätason turvallisuusriskit tarkoittavat laajasti yhteiskunnan perustoimintoja ja -järjestelmiä uhkaavia riskejä. Järjestelmätason riskejä voidaan pitää vielä kaukaisina, mutta niiden toteutuminen muualla voi vaikuttaa Suomeen heijastevaikutusten kautta. Järjestelmätason riskit ovat erittäin riippuvaisia poliittisista päätöksistä ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi ja siihen sopeutumisesta sekä muiden ympäristö- ja sosiaalisten ongelmien ratkaisemisesta. Järjestelmätason riskit uhkaavat, jos ilmastonmuutoksen hillitseminen ei onnistu tai sen aiheuttamiin fysikaalisiin ja siirtymäriskeihin ei varauduta tai vastata riittävästi (Asiantuntijahaastattelut). Esimerkiksi maapallon keskilämpötilan nousun yli neljään asteeseen on arvioitu aiheuttavan vakavia ja laajoja vaikutuksia maapallon ja yhteiskuntien kannalta tärkeisiin järjestelmiin, kuten globaaliin ruuantuotantoon ja vesivaroihin sekä aiheuttavan eläinten massasukupuuttoja, ekosysteemipalveluiden menettämistä, hengenvaarallisen korkeiden lämpötilojen yleistymistä ja nostamaan merenpintaa merkittävästi (Oppenheimer ym. 2014 s. 1043). Samalla riski itse ilmastojärjestelmän “keikahduspisteiden” ylittämiseen kasvaa merkittävästi (IPCC 2018). Keikahduspisteen (tipping point) ylittymisen jälkeen muutos ei palaudu pitkään aikaan kuten esimerkiksi Grönlannin mannerjäätikön nopea sulaminen tai Amazonin sademetsän kato (Lenton ym. 2019).

Järjestelmätason riskit voivat olla myös taloudellisia tai poliittisia. Rahoitusmarkkinoiden kriisitilanteet voivat hallitsemattomina laajentua koko kansantaloutta uhkaaviksi talouskriiseiksi (VNpp 2017 s. 58). Nämä voivat vaarantaa niin yksilöiden, yritysten kuin julkistenkin organisaatioiden toiminnan ja toimeentulon, ja johtaa koko yhteiskunnan järkkymiseen (Sisäministeriö 2019 s. 40).

Poliittiset järjestelmätason riskit voivat tarkoittaa nykyisen liberaalin demokratian heikentymistä tai romahtamista sekä ääriliikkeiden edustajien valtaannousua, mikä voi uhata etenkin vähemmistöjen oikeuksia ja turvallisuutta (Asiantuntijahaastattelut). Erilaisten ääriliikkeiden nousu ja useiden valtioiden elinolojen heikkeneminen voi myös lisätä laajemman sodan, konfliktin tai terrorismin riskiä.

5 ILMASTONMUUTOKSEN TURVALLISUUSRISKEIHIN VARAUTUMINEN JA NIIDEN TUTKIMINEN

Osalta haastateltavista kysyttiin, mitkä ovat heidän mielestään merkittävimmät ilmastonmuutoksen aiheuttamat turvallisuusuhat Suomelle. Yhtä selkeää vastausta ei noussut esiin. Toiset painottivat merkittävydessä lyhyen aikavälin uhkia ja toiset pidemmän aikavälin uhkia. Toisaalta merkittävimpinä uhkina pidettiin myös sellaisia, joista tiedetään kaikkein vähiten ja joihin varautuminen on siten kaikkein heikointa. Yleisesti merkittävimpänä akuuttina uhkana pidettiin sitä, että ilmastonmuutoksen hillintää ei tapahdu sen vastustamisen tai muiden poliittisten ongelmien takia, minkä seurauksena ilmastonmuutoksen fyysiset turvallisuusriskit voimistuvat. Vaaratekijöistä korostettiin erilaisia sään ääri-ilmiöitä, ja etenkin niiden ja muiden ympäristömuutosten vaikutusta globaaliin ruuantuotantoon, joka heikentää myös Suomen ruokaturvaa. Merkittävänä riskinä pidettiin myös hallitsemattomaan maahanmuuttoon liittyviä ongelmia. Vastauksissa korostettiin, että riskin merkittävyys syntyy etenkin siitä, että ilmastonmuutoksesta seuraavaa muuttoliikkeen mittakaavaa ei ymmärretä riittävän laajasti.

Ilmastonmuutokseen liittyvien turvallisuusriskien hallinta ja niihin varautuminen riippuvat sekä ilmastonmuutoksen hillitsemisestä että muista yhteiskuntaan vaikuttavista sosiaalisista, taloudellisista ja geopoliittisista toimista eri tasoilla. Paikallisiin riskeihin varautuminen edellyttää eri toimijoiden yhteistyötä maan sisällä tai alueellisesti, kun taas geopoliittisiin riskeihin varautuminen edellyttää kansainvälistä yhteistyötä (Hakala ym. 2019a). Suomessa turvallisuusalan toimijoilta puuttuu vielä käytännössä sovellettavaa tietoa ilmastonmuutokseen liittyvistä suorista riskeistä sekä keinoja järjestelmälliseen seuranta- ja ennakointityöhön (Asiantuntijahaastattelut).

Ilmastonmuutoksen vaikutusten sekoittuminen poliittisiin ja sosiaalisiin ilmiöihin tekee uhkien tutkimisesta hankalaa eikä tarkkoja ennusteita voida tehdä. Empiirisissä tutkimuksissa on myös niin metodologisia kuin käsitteellisiä vaikeuksia ja tutkimukset saattavat myös liioitella tai yksinkertaistaa ilmastonmuutoksen ja turvallisuusriskien yhteyttä (Gemenne ym. 2014). Toistaiseksi tehty tutkimus ilmastonmuutoksen turvallisuusvaikutuksista perustuu joko toteutuneiden tapahtumien analysoinnille tai tulevaisuutta arvioiville skenaarioille. Ilmastoturvallisuuden skenaariot ovat kuitenkin hyvin epävarmoja, koska ilmastonmuutoksen lisäksi monet yhteiskunnalliset tekijät vaikuttavat uhkien toteutumiseen (Lewis 2017). Toteutuneita ilmiöitä on tutkittu tilastollisesti sekä tapaustutkimusten avulla.

Tapaustutkimukset ovat oleellisia uhkien mekanismien ymmärtämiseksi, mutta niitä on kritisoitu yksityiskohtien puuttumisesta ja heikosta yleistettävyydestä. Tilastolliset suurten otantojen tutkimukset selittävät vain tekijöiden välisiä korrelaatioita. Niiden suurimpana ongelmana on tutkittavien ilmiöiden operationalisointi, jolloin on mahdotonta täysin erottaa ilmastonmuutoksen osuutta muista syistä. Myös heijastevaikutusten huomioiminen on vaikeaa, sillä ne edellyttävät ajallisesti ja paikallisesti kaukana toisistaan olevien ympäristömuutosten ja sosiaalisten

seurausten yhdistämistä toisiinsa. Esimerkiksi ilmastonmuutoksen aiheuttama kuivuus voi heikentää ruokaturvallisuutta myös niillä alueilla, joissa ruokaa ei tuoteta itse (Theisen & Gleditsch 2016).

Ilmastonmuutoksen käsittelyä turvallisuusnäkökulmasta on myös kritisoitu siitä, että se *turvallistaa* ilmastonmuutoskeskustelua. Kriittisellä turvallisuustutkimuksella tarkoitetaan kylmän sodan jälkeen kehittynyttä turvallisuustutkimuksen suuntausta, jossa kritisoidaan perinteisen turvallisuustutkimuksen turvallisuuskäsitystä (Mutimer 2009). Kriittisessä turvallisuustutkimuksessa turvallistaminen (securitization) kritisoi sitä, että muita kuin perinteiseen turvallisuusnäkökulmaan kuuluvia sosiaalisia ja poliittisia ilmiöitä käsitellään turvallisuuspolitiikan näkökulmasta, jolloin näihin uhkiin myös vastataan ensisijaisesti turvallisuuspolitiikan keinoin (Buzan & Weaver 2003). Ilmastonmuutoksen turvallistamista pidetään haitallisena, koska sen on esitetty johtavan voiman käyttöön sekä epädemokraattisiin ratkaisuihin ilmastonmuutoksen aiheuttamiin uhkiin varautumiseksi (Deudney 1990; Bettini 2013). Lisäksi niin ilmastonmuutoksen turvallisuusnäkökulmaa että resilienssiä painottavaa politiikkaa on kritisoitu siitä, että ne painottavat ilmastonmuutokseen sopeutumista ja varautumista sen sijaan, että ensisijaisena tavoitteena olisi ilmastonmuutoksen hillitseminen (Schäfer ym. 2016 s. 79; Mikkola ym. 2019 s. 107).

Ilmastonmuutokseen liittyvästä siirtolaisuudesta puhuminen turvallisuuden näkökulmasta turvallistaa myös maahanmuuttokeskustelua, mikä voi lisätä pelkoa sekä negatiivisia asenteita siirtolaisia kohtaan (Huysmans & Squire 2016). Toisaalta laaja turvallisuusnäkökulma mahdollistaa monipuolisesti ilmastonmuutoksen yhteiskunnallisten vaikutusten ja niiden keskinäisriippuvuuden huomioimisen (Steffen ym. 2018). Uhkiin varautuminen tai niiden hillitseminen ei myöskään ole mahdollista edes demokraattisin keinoin, jos niitä ei tunneta riittävästi (Hakala ym. 2019a s. 3-4). Onnistunut hillintäpolitiikka edellyttää myös siirtymäriskien huomioimisen.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Ilmastonmuutos tulee muuttamaan turvallisuusympäristöämme monin eri tavoin. Ainakin lyhyellä aikavälillä merkittävimmät ilmastonmuutokseen liittyvät uudet turvallisuusriskit Suomessa ilmenevät todennäköisesti epäsuorien tai siirtymäriskien kautta. Ilmastonmuutoksen aiheuttamat turvallisuusvaikutukset eivät todennäköisesti ole Suomessa yhtä vakavia kuin muualla päin maailmaa, sillä Suomella on muiden vauraiden maiden tavoin hyvät teknologiset, taloudelliset ja institutionaaliset edellytykset ilmastonmuutoksen aiheuttamien ongelmien ja uhkien hoitamiseksi. Tämä kuitenkin vaatii poliittista tahtoa ja resurssien ohjaamista riskien vähentämiseen ja hallintaan.

Tässä raportissa on painotettu ilmastoturvallisuuteen liittyviä epäsuoria riskejä sekä siirtymäriskejä, sillä niitä ymmärretään vielä toistaiseksi huonommin kuin suoria turvallisuusriskejä. Raportti tarjoaa johdannon aiheeseen, ja ilmastonmuutokseen liittyä monia sellaisia turvallisuusriskejä, joita ei tässä ole käsitelty. Näiden muutosten laaja ymmärtäminen edellyttää monitieteistä ja monitasoista tutkimusta, jossa tulee yhdistää niin yhteiskuntatieteellistä, taloustieteellistä kuin luonnontieteellistäkin osaamista. Monet turvallisuusriskeistä ovat jo jossain määrin tiedossa ja riskien vähentäminen ja niihin varautuminen on jo käynnissä. Muuttuvaan ilmastoon liittyä kuitenkin myös riskejä, joita emme välttämättä tällä hetkellä vielä tunnista ja ymmärrys aiheesta on varsin rajallista. Ilmastonmuutoksen mahdollisten turvallisuusvaikutusten tunnistamisen lisäksi varautumisen kannalta on oleellista arvioida niiden riskitasoa, mikä edellyttää huomattavasti kattavampaa tarkastelua kuin tässä raportissa on tehty.

Sekä ilmastonmuutosta että turvallisuutta on usein käsitelty liian kapeasta näkökulmasta. Ilmastonmuutoksen seurauksia on käsitelty usein erillisinä ilmiöinä muusta yhteiskunnallisesta kehityksestä, ja perinteinen turvallisuustutkimus on painottanut vain sota- ja konfliktitutkimusta. Ilmastonmuutoksen turvallisuusriskit koskettavat käytännössä kaikkia yhteiskunnan toimialoja. Vastuu näiden riskien vähentämisestä ja niihin varautumisesta kattaa siten koko kansallisen toimijakentän, eikä sitä voi osoittaa yksiselitteisesti vain jonkin tietyn hallinnonalan tai viranomaisen vastuulle.

Suomen kokonaisturvallisuuden mallin voi lähtökohtaisesti katsoa sopivan hyvin ilmastoturvallisuuden monialaiseen riskikenttään. Haaste voi kuitenkin muodostua siitä, että valmius- ja harjoittelutoiminta on perinteisesti perustunut toisenlaisiin vaaratekijöihin ja uhkiin. Ilmastonmuutoksen turvallisuusvaikutuksien tarkastelu Suomen kokonaisturvallisuuden näkökulmasta onkin keskiössä Ilmastonmuutos ja Suomen turvallisuus -tutkimushankkeessa, joka on osa Valtioneuvoston vuoden 2020 selvitys- ja tutkimustoimintaa (VN-TEAS) (Erkamo ym. 2021).

Ilmastonmuutos on tiiviisti kytköksissä myös toiseen monenlaisia turvallisuusriskejä sisältävään kehityskulkuun, luonnon monimuotoisuuden kapenemiseen. Luonnon monimuotoisuutta uhkaavat kehityskulut puolestaan ovat yhteydessä esimerkiksi koronapandemian myötä korostuneeseen bio- ja terveysturvallisuuteen. Samalla kun

ilmastonmuutos on huomioitava nykyistä kattavammin yhteiskunnallisessa turvallisuustyössä ja varautumisessa, onkin varottava sen liian irrallista tarkastelua yksittäisenä ajurina.

Tämä raportti tarjoaa ensimmäisen laajan katsauksen ilmastonmuutokseen liittyvistä riskeistä nimenomaan turvallisuuden näkökulmasta. Aihe vaatii kuitenkin vielä lisää tutkimusta ja ymmärryksen lisäämistä. Tärkein seikka lopulta kuitenkin on, että tieto ja ymmärrys parantavat yhteiskunnan varautumisen tasoa. Vuonna 2020 alkanut koronapandemia on osoittanut, että tieto ei välttämättä tarkoita, että yhteiskunnat ovat varautuneita laaja-alaisiin riskeihin. Koronapandemia on kuitenkin nostanut riskienhallinnan ja varautumisen uudelleen poliittiseen ja yhteiskunnalliseen keskiöön. Ilmastonmuutokseen liittyvät mahdolliset turvallisuusriskit tulisi ottaa huomioon riskiarvioissa entistä laajemmin, ja huolehtia siitä, että riskejä vähennetään ja niihin varaudutaan laaja-alaisesti ja kokonaisvaltaisesti.

LÄHTEET

- Adger, W.N., J.M. Pulhin, J. Barnett, G.D. Dabelko, G.K. Hovelsrud, M. ... (2014). Human security. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, ...and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 755-791.
- Ahmed, N. M. (2016). *Failing states, collapsing systems: biophysical triggers of political violence*. SpringerBriefs in Energy. ISBN 978-3-319-47814-2
- Bettini, G. (2013). Climate barbarians at the gate? A critique of apocalyptic narratives on 'climate refugees'. *Geoforum*, 45, 63-72.
- Biermann, F., & Boas, I. (2010). Preparing for a warmer world: Towards a global governance system to protect climate refugees. *Global environmental politics*, 10(1), 60-88.df.
- Briggs, C. (2018). Is solar geoengineering a national security risk?. *Geoengineering our Climate?*. Routledge. 202-206.
- Brosnan, I. G., Leschine, T. M., & Miles, E. L. (2011). Cooperation or conflict in a changing Arctic?. *Ocean Development & International Law*, 42(1-2), 173-210.
- Buhaug, H., Nordkvelle, J., Bernauer, T., Böhmelt, T., Brzoska, M., Busby, J. W., ... & Goldstone, J. A. (2014). One effect to rule them all? A comment on climate and conflict. *Climatic Change*, 127(3-4), 391-397.
- Buzan, B. & Weaver, O. (2003). *Regions and Powers, The Structure of International Security*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Clayton, S., C. M. Manning, & C. Hodge. (2014). Beyond Storms & Droughts: The Psychological Impacts of Climate Change. Washington, DC: American Psychological Association and ecoAmerica. https://ecoamerica.org/wp-content/uploads/2014/06/eA_Beyond_Storms_and_Droughts_Psych_Impacts_of_Climate_Change.pdf
- Crate, S. A. (2011). Climate and culture: anthropology in the era of contemporary climate change. *Annual review of Anthropology*, 40, 175-194.
- Crawford, T. W. (2011). Preventing enemy coalitions: How wedge strategies shape power politics. *International Security*, 35(4), 155-189.
- Dalby, S. (2013). Climate change as an issue of human security. Teoksessa: Redclift, M. & Grasso, M. 2013 *Handbook on Climate Change and Human Security*. Edward Elgar Publishing. 21-40.
- Dauvergne, P., & Neville, K. J. (2010). Forests, food, and fuel in the tropics: the uneven social and ecological consequences of the emerging political economy of biofuels. *The Journal of peasant studies*, 37(4), 631-660.
- Department of Defence USA (2014). Quadrennial Defence Review 2014 https://archive.defense.gov/pubs/2014_Quadrennial_Defense_Review.pdf

- Deudney, D. (1990). The case against linking environmental degradation and national security. *Millennium*, 19(3), 461-476.
- Diffenbaugh, N. S., & Burke, M. (2019). Global warming has increased global economic inequality. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(20), 9808-9813.
- Doherty, T., & Clayton, S. (2011). The psychological impacts of global climate change. *American Psychologist*, 66(4), 265-276.
- Doll, C., Kuhn, A., Peters, A., Juga, I., Kral, S., Enei, R., Pietroni, F., Mitsakis, E., Stamos, I., Schult-mann, F., Wins, M., Schätter, F., Meng, S., Bartsch, M., Kynnös, K., Hietajärvi, A.-M., Kostianen, J., Mantsinen, H., & Hinkka, V. (2014). Guidebook for Enhancing Resilience of European Road Transport in Extreme Weather Events. 48 s. http://www.mowe-it.eu/wordpress/wp-content/uploads/2013/02/MOVE-IT_road_guidebook_final.pdf
- Energiatoteollisuus: Sähkön keskeytystilastot 2010–2019
https://energia.fi/uutishuone/materiaalipankki/sahkon_keskeytystilastot_2010-2019.html
- Energiatoteollisuus (ei vuosinumeroa): Energia-alan vähähiilisyystiekartta.
https://energia.fi/files/4946/Energia-alan_vahahiilisyystiekartta_2020.pdf
- Erkamo, S., Hakala, E., Tuomenvirta, H., Pyykönen, J., Berninger, K., Tynkkynen, O., & Vihma, A. (2021). Climate Security in an Interdependent World – Examining Climate Change in Finland’s Comprehensive Security Model Context. *FMI’s Climate Bulletin: Research Letters* 3(1). <http://www.ilmastokatsaus.fi/2021/05/28/climate-security-in-an-interdependent-world-examining-climate-change-in-finlands-comprehensive-security-model-context/>
- Estrada, F., Tol, R. S., & Botzen, W. J. (2017). Global economic impacts of climate variability and change during the 20th century. *PloS one*, 12(2).
- Euroopan yhteisöjen komissio (2009). Ilmastonmuutoksen vaikutukset ihmisten, eläinten ja kasvien terveyteen. Komission yksiköiden valmisteluasiakirja.
http://ec.europa.eu/health/ph_threats/climate/docs/com_2009-147_it.pdf
- Fankhauser, S., & Tol, R. S. (2005). On climate change and economic growth. *Resource and Energy Economics*, 27(1), 1-17.
- Femia, F. & Werrell, C. (2017). Eroding Sovereignty: Climate Change, the Erosion of State Sovereignty, and World Order. In: *Epicenters of Climate And Security: The New Geostrategic Landscape of The Anthropocene*. Edited by: Werrell, C. & Femia, F. The Center for Climate Change and Security. 11-19
- Fjäder, C. (2018). Talous, infrastruktuuri ja huoltovarmuus. Teoksessa: *Turvallinen Suomi 2018*. Turvallisuuskomitea, Helsinki. 87-102.
https://turvallisuuskomitea.fi/wp-content/uploads/2018/01/Turvallinen_Suomi_2018.pdf
- Flinkkilä, T., Sirniö, K., Hippinen, M., Hartonen, S., Ruuhela, R., Ohtonen, P., ... & Leppilähti, J. (2011). Epidemiology and seasonal variation of distal radius fractures in Oulu, Finland. *Osteoporosis international*, 22(8), 2307-2312.

- Ford, A., & Norgaard, K. M. (2019). From denial to resistance: how emotions and culture shape our responses to climate change. Teoksessa: *Climate and culture: multidisciplinary perspectives on a warming world*. Cambridge University Press.
- Gasper, D. (2013). Elements and value-added of a human security approach in the study of climate change. Teoksessa: Redclift, M. & Grasso, M. 2013 *Handbook on Climate Change and Human Security*. Edward Elgar Publishing. 41-66.
- Geels, F. W., Sovacool, B. K., Schwanen, T., & Sorrell, S. (2017). Sociotechnical transitions for deep decarbonization. *Science*, 357(6357), 1242-1244.
- Gemenne, F., Barnett, J., Adger, W. N., & Dabelko, G. D. (2014). Climate and security: evidence, emerging risks, and a new agenda. *Clim. Chang.* 2014, 123, 1–9.
- Gifford, E., & Gifford, R. (2016). The largely unacknowledged impact of climate change on mental health. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 72(5), 292-297.
- Gledhill, R., Hamza-Goodacre, D., Low, L. P. & Graham, H. (2013). International threats and opportunities of climate change for the UK. London: PricewaterhouseCoopers LLP. <https://pwc.blogs.com/files/international-threats-and-opportunities-of-climate-change-to-the-uk.pdf>
- Gleick, P. H. (2014). Water, drought, climate change, and conflict in Syria. *Weather, Climate, and Society*, 6(3), 331-340.
- 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. (2016). Keinot edistää sää- ja ilmatoriskien hallintaa. *Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja* 47/2016. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-303-3>
- Groenemeijer, P., Vajda, A., Lehtonen, I., Kämäräinen, M., Venäläinen, A., Gregow, H., Becker, N., Nissen, K., Ulbrich, U., Morales Nápoles, O., Paprotny, D. & Púčik, T. (2016). Present and future probability of meteorological and hydrological hazards in Europe. Rain project, D2.5 (Hydro-) meteorological hazard probability in Europe. 165 s. http://rain-project.eu/wp-content/uploads/2016/09/D2.5_REPORT_final.pdf
- Hakala, E., Lähde, V., Majava, A., Toivanen, T., Vadén, T., Järvensivu, P., & Eronen, J. T. (2019a). Northern Warning Lights: Ambiguities of Environmental Security in Finland and Sweden. *Sustainability*, 11(8), 2228.
- Hakala, E., Lähde, V., Majava, A., Toivanen, T., Vadén, T., Järvensivu, P., & Eronen, J. T. (2019b). A lot of talk, but little action—The blind spots of Nordic environmental security policy. *Sustainability*, 11(8), 2379.
- Hall, C. A., Lambert, J. G., & Balogh, S. B. (2014). EROI of different fuels and the implications for society. *Energy policy*, 64, 141-152.

- Hedlund, C., Blomstedt, Y., & Schumann, B. (2014). Association of climatic factors with infectious diseases in the Arctic and subarctic region—a systematic review. *Global health action*, 7(1), 24161.
- Hildén, M., Carter, F., Halonen, T., Perrels, A., & Gregow, H., (2016). Ilmastomuutoksen heijastevaikutukset Suomeen. *Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja* 46, <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-302-6>
- Himberg, K. (2018). Sisäinen turvallisuus. Teoksessa: *Turvallinen Suomi 2018*. Turvallisuuskomitea, Helsinki. 71-86. [https://turvallisuuskomitea.fi/wp-content/uploads/2018/01/Turvallinen Suomi 2018.pdf](https://turvallisuuskomitea.fi/wp-content/uploads/2018/01/Turvallinen_Suomi_2018.pdf)
- Hoegh-Guldberg, O., D. Jacob, M. Taylor, M. Bindi, S. Brown, I. ..., (2018). Impacts of 1.5°C Global Warming on Natural and Human Systems. In: *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. ...and T. Waterfield (eds.)]. In Press.
- Hsiang, S. M., Burke, M., & Miguel, E. (2013). Quantifying the influence of climate on human conflict. *Science*, 341(6151), 1235367.
- Huebert, R., H. Exner-Pirot, A. Lajeunesse & Gullede, J. (2012). Climate change & international security: The Arctic as a bellwether. Center for Climate and Energy Solutions. <https://www.c2es.org/site/assets/uploads/2012/04/arctic-security-report.pdf>
- Hunter, P. R. (2003). Climate change and waterborne and vector-borne disease. *Journal of applied microbiology*, 94, 37-46.
- Huysmans, J., & Squire, V. (2016). Migration and security. Teoksessa: Dunn Cavelty, M., & Balzacq. *Routledge Handbook of Security Studies*. 2nd ed. London: Routledge.
- IISD (International Institute for Sustainable Development), 2019. How Reforming Fossil Fuel Subsidies Can Go Wrong: A lesson from Ecuador. Blog October 24, 2019. <https://www.iisd.org/articles/lesson-ecuador-fossil-fuel-subsidies>
- Ilmasto-opas (2019). Ilmastomuutokseen sopeutuminen ja muutoksen hillintä täydentävät toisiaan. Viitattu 25.5.2021 <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/sopeutuminen/-/artikkeli/9b35241c-70d6-4007-8bd2-adc889298b8b/ilmastonmuutokseen-sopeutuminen-ja-muutoksen-hillinta-taydentavat-toisiaan.html>
- Incropera, F. P. (2016). *Climate change: a wicked problem: complexity and uncertainty at the intersection of science, economics, politics, and human behavior*. Cambridge University Press. New York. ISBN 978-1-107-52113-1
- Inglehart, R. F. (2018). Modernization, existential security, and cultural change. Teoksessa: Gelfand, M. J., Chiu, C. Y., & Hong, Y. Y. (Eds.). *Handbook of advances in culture and psychology (Vol. 7)*. Oxford University Press. New York.
- IPCC (2014). Summary for policymakers. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects*. Contribution of

Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1-3 https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar5_wgII_spm_en-1.pdf

IPCC (2018). Summary for Policymakers. In: *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. In Press.

IPCC (2019). Summary for Policymakers. In: *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems* [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)]. In press.

Juola, C., Päiväläinen, A., Rajala, K., Solanko, L., & Tuppurainen, V. (2019). Venäjän puolustukselliset resurssit. Teoksessa: *Voiman Venäjä*, Puolustusministeriö, 2019. Helsinki. 71-100.

http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161438/Voiman_Ven%C3%A4j%C3%A4_PLM_2019.pdf

Kollanus, V., & Lanki, T. (2014). 2000-luvun pitkittyneiden helleaaltojen kuolleisuusvaikutukset Suomessa. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim*, 130(10), 983-90.

Komu, M., & Hellsten, K. (2010). Luottamus ihmisiin ja luottamus instituutioihin Euroopassa. *Nettityöpapereita* 12/2010. Kansaneläkelaitos.

<https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/16514/Nettityopapereita12.pdf?sequence>

Käpylä, J., & Mikkola, H. (2016). The promise of the geoeconomic Arctic: a critical analysis. *Asia Europe Journal*, 14(2), 203-220.

Laine, A., Vanhanen, J., Halonen, M., & Sjöblom, H. (2018) Ilmastomuutoksen aiheuttamat riskit ja kustannukset Suomelle - Valikoituja esimerkkejä. Gaia Consulting Oy. 15.10.2018.

<https://media.sitra.fi/2018/10/30142936/ilmastonmuutoksen-aiheuttamat-riskit-ja-kustannukset-suomellekorj.pdf>

Lapin pelastuslaitos (2018) Alueellinen riskiarvio Lappi. Raportti. Julkaistu 29.11.2018.

<https://oikeusministerio.fi/documents/1410869/12562948/Lappi.pdf/09e89a96-8597-c017-32d3-d4c1202c0b81/Lappi.pdf.pdf>

- Lavikainen, J., Saari, S., Pynnöniemi, K., Järvenpää, P., Pesu, M., Mikkola, H., ... Sinkkonen, E. (2019). Venäjän ulkopoliittika. Teoksessa: *Voiman Venäjä*, Puolustusministeriö, 2019. Helsinki. 11-46.
http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161438/Voiman_Ven%C3%A4j%C3%A4_PLM_2019.pdf
- Lenton, T. M., Rockström, J., Gaffney, O., Rahmstorf, S., Richardson, K., Steffen, W., & Schellnhuber, H. J. (2019). Climate tipping points—too risky to bet against. *Nature*, 575, 592-595.
- Lewis, K. (2014). Climate science in climate security scenarios. *Climatic change*, 123(1), 11-22.
- Lönnqvist, J. E., Ilmarinen, V. J., & Sortheix, F. M. (2020). Polarization in the wake of the European refugee crisis –a longitudinal study of the Finnish political elite’s attitudes towards refugees and the environment. *Journal of Social and Political Psychology*, 8(1), 173-197.
- Maas, A., & Scheffran, J. (2012). Climate conflicts 2.0? Climate engineering as a challenge for international peace and security. *Sicherheit und Frieden (S+F)/Security and Peace*, 193-200.
- Mach, K. J., Kraan, C. M., Adger, W. N., Buhaug, H., Burke, M., Fearon, J. D., ... & Roessler, P. (2019). Climate as a risk factor for armed conflict. *Nature*, 1.
- McCright, A., & Dunlap, R. (2011). Cool dudes: The denial of climate change among conservative white males in the United States. *Global Environmental Change* 21(4): 1163–72.
- McNeill, J. (2008). Can history help us with global warming?. Teoksessa: K. Campbell (toim.) *Climatic Cataclysm: The Foreign Policy and National Security Implications of Climate Change*. Washington DC, Brookings Institution Press, 26-48.
- Mercer, L. L. C. (2015). Investing in a time of climate change. London, UK: Mercer International Finance Corporation and the UK Department for International Development. 103 s.
<https://www.mmc.com/insights/publications/2019/may/investing-in-a-time-of-climate-change.html>
- Mikkola, H., Aaltola, M., Wigell, M., Juntunen, T., & Vihma, A. (2019). Hybridivaikuttaminen ja demokratian resilienssi – Ulkoisen häirinnän mahdollisuudet ja torjuntakyky liberaaleissa demokratioissa. *FIIA report* 55, toukokuu 2018.
- MMM (2014). Kansallinen ilmastonmuutokseen sopeutumissuunnitelma 2022. Maa- ja metsätalousministeriö. Valtioneuvoston periaatepäätös 20.11.2014.
https://mmm.fi/documents/1410837/1516663/2014_5_lmastonmuutos.pdf/1716aa76-8005-4626-bae0-b91f3b0c6396
- Murphy, D. J. (2014). The implications of the declining energy return on investment of oil production. *Philosophical transactions of the royal society A: mathematical, physical and engineering sciences*, 372(2006), 20130126.

- Mutimer, D. (2009) Critical security studies. Teoksessa: Cavelti, M. D. & Mauer, V. *The Routledge Handbook of Security Studies*. Taylor & Francis Group. 45-55.
- Mölsä, J. (2018). Henkinen kriisinkestävyys. Teoksessa: *Turvallinen Suomi 2018*. Turvallisuuskomitea, Helsinki. 117-132. https://turvallisuuskomitea.fi/wp-content/uploads/2018/01/Turvallinen_Suomi_2018.pdf
- NATO (2015). Resolution 427 on climate change and international security. NATO Parliamentary assembly <https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-25462-resolution-otan-2015.pdf>
- Valtioneuvosto 2019. Pääministeri Sanna Marinin hallituksen ohjelma 10.12.2019. OSALLISTAVA JA OSAAVA SUOMI – sosiaalisesti, taloudellisestija ekologisesti kestävä yhteiskunta. Valtioneuvoston julkaisuja 2019:31. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161931/VN_2019_31.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Norris, P., & Inglehart, R. (2019). *Cultural backlash: Trump, Brexit, and authoritarian populism*. Cambridge University Press, New York.
- Oppenheimer, M., M. Campos, R. Warren, J. Birkmann, G. Luber, B. O'Neill, & Takahashi, K. (2014). Emergent risks and key vulnerabilities. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1039-1099.
- Orttung, R. W. (2016). Energy Security. Teoksessa: Dunn Cavelti, M., & Balzacq. *Routledge Handbook of Security Studies*. 2nd ed. London: Routledge.
- Peltonen-Sainio, P., Sorvali, J., Müller, M., Huitu, O., Neuvonen, S., Nummelin, T., Rummukainen, A., Hynynen, J., Sievänen, R., Helle, P., Rask, M., Vehanen, T. & Kumpula, J. (2017). Sopeutumisen tila 2017: Ilmastokestävyyden tarkastelut maa- ja metsätalousministeriön hallinnonalalla. Luonnonvara-keskus, Helsinki. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus*, 18/2017. 87 s. <http://jukuri.luke.fi/handle/10024/538722>
- Petersen, K. L. (2016). Risk and security. Teoksessa: Dunn Cavelti, M., & Balzacq. *Routledge Handbook of Security Studies*. 2nd ed. London: Routledge.
- Pihkala, P. (2019). Ilmastoahdistus ja sen kanssa eläminen. MIELI Suomen Mielenterveys ry. https://mieli.fi/sites/default/files/materials_files/ilmastoahdistusraportti-mieli2019-web.pdf
- Pilli-Sihvola, K., Aatola, P., Ollikainen, M., & Tuomenvirta, H. (2010). Climate change and electricity consumption—Witnessing increasing or decreasing use and costs?. *Energy Policy*, 38(5), 2409-2419.

Preston, C. J. (2013). Ethics and geoengineering: reviewing the moral issues raised by solar radiation management and carbon dioxide removal. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 4(1), 23-3.

Puolustusvoimat (ei pvm.). Puolustusvoimien energia- ja ilmasto-ohjelma: Tavoitteet ja toimenpiteet. Kohti vastuullisempaa ja kestävämpää puolustusta.

<https://puolustusvoimat.fi/documents/1948673/2267766/PEVIESTOS-PV-Energia-ja-ilmasto-ohjelma.pdf/c4a46588-48a2-4b3b-9c25-40e62efec7c4>

Ruosteenoja, K., Jylhä, K., & Kämäräinen, M. (2016). Climate projections for Finland under the RCP forcing scenarios. *Geophysica*, 51.

Ruosteenoja, K., Räisänen, J., Jylhä, K., Mäkelä, H., Lehtonen, I., Simola, H., Luomaranta, A. & Weiher, S. (2013). Maailmanlaajuisiin CMIP3-malleihin perustuvia arvioita Suomen tulevasta ilmastosta. Ilmatieteen laitos. *Raportteja* 2013:4, Helsinki.

Ruuhela, R., Hiltunen, L., Venäläinen, A., Pirinen, P., & Partonen, T. (2009) Climate impact on suicide rates in Finland from 1971 to 2003. *International journal of biometeorology*, 53(2), 167-175.

Sajanti, E., Virtanen, M., Helve, O., Kuusi, M., Lyytikäinen, O., Hytönen, J., & Sane, J. (2017). Lyme borreliosis in Finland, 1995–2014. *Emerging infectious diseases*, 23(8), 1282.

Schäfer, M. S., Scheffran, J., & Penniket, L. (2016). Securitization of media reporting on climate change? A cross-national analysis in nine countries. *Security Dialogue*, 47(1), 76-96.

Selby, J., Dahi, O. S., Fröhlich, C., & Hulme, M. (2017). Climate change and the Syrian civil war revisited. *Political Geography*, 60, 232-244.

Simola, H., & Solanko, L. (2017). Katsaus Venäjän öljy- ja kaasusektoriin. Suomen Pankki, BOFIT, 31.

<https://helda.helsinki.fi/bof/bitstream/handle/123456789/14622/bpbo317.pdf?sequence=1>

Sipilä, O., Semkin, N., Lyyra, S., Patronen, J., Kaura, E., Sipilä, E., Kopra, J., Tynkkynen, V-P., Pynnöniemi, K. P. & Höysniemi, S. H. (2017). Energia, huoltovarmuus ja geopoliittiset siirtymät. Valtioneuvoston kanslia, Helsinki. *Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja* 79/2017. 183 s.

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-489-4>

Uudenmaan alueellisen riskiarvion työryhmä (2018). Uudenmaan alueellinen riskiarvio 2018. Sisäministeriö.

<https://intermin.fi/documents/1410869/12562948/Uusimaa.pdf/666644ba-f4d7-6703-9997-752720017fc1/Uusimaa.pdf>

Sisäministeriö (2019). Kansallinen riskiarvio 2018. Sisäministeriön julkaisuja 2019:5, Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-324-245-6>

Smith, K.R., A. Woodward, D. Campbell-Lendrum, D.D. Chadee, Y. Honda, Q. Liu, J.M. Olwoch, B. Revich, & R. Sauerborn, (2014). Human health: impacts, adaptation, and co-benefits. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*.

Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 709-754.

Sorvali, J. (2013). Ilmastonmuutoksen haitalliset vaikutukset ja toimialojen haavoittuvuus. 85 s. <https://bit.ly/2tLHpof>

Steffen, W., Rockström, J., Richardson, K., Lenton, T. M., Folke, C., Liverman, D., ... & Donges, J. F. (2018). Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(33), 8252-8259.

TCFD (2017). Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures. Final report. <https://www.fsb-tcfd.org/wp-content/uploads/2017/06/FINAL-TCFD-Report-062817.pdf>

Theisen, O. M., & Gleditsch, N. P. (2016). Resources, the environment, and conflict. Teoksessa: Dunn Cavelty, M., & Balzacq. Routledge Handbook of Security Studies. 2nd ed. London: Routledge.

Tol, R. S. (2018). The economic impacts of climate change. *Review of Environmental Economics and Policy*, 12(1), 4-25.

TSK (2017). Kokonaisturvallisuuden sanasto. Sanastokeskus TSK ry. Helsinki. http://www.tsk.fi/tiedostot/pdf/Kokonaisturvallisuuden_sanasto_2.pdf

Tucker, M. & Herrera, G., J. (2019). Military Installations and Sea-Level Rise. Congressional Research Service. <https://fas.org/sgp/crs/natsec/IF11275.pdf>

Tuomenvirta, H., Haavisto, R., Hildén, M., Lanki, T., Luhtala, S., Meriläinen, P., Mäkinen, K., Parjanne, A., Peltonen-Sainio, P., Pilli-Sihvola, K. & Pöyry, J. (2018). Sää- ja ilmastoriskit Suomessa. Kansallinen arvio. *Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja* 43, <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-601-0>.

Tynkkynen, V. P., Pynnöniemi, K., & Höysniemi, S. (2017). Global Energy Transitions and Russia's Energy Influence in Finland. *Article Series of Government's Analysis, Assessment and Research Activities*, 1-13.

Tynkkynen, V. P., & Tynkkynen, N. (2018). Climate denial revisited: (Re)contextualising Russian public discourse on climate change during Putin 2.0. *Europe-Asia Studies*, 70(7), 1103-1120.

TEM (Työ- ja elinkeinoministeriö) (2014). Energia- ja ilmastotiekartta 2050. Parlamentaarisen energia- ja ilmastokomitean mietintö 16. päivänä lokakuuta 2014. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja, Energia ja ilmasto, 31/2014, Helsinki. 75 s. <https://tem.fi/documents/1410877/2628105/Energia-+ja+ilmastotiekartta+2050.pdf/1584025f-c5c7-456c-a912-aba0ee3e5052/Energia-+ja+ilmastotiekartta+2050.pdf>

YK (United Nations) (2015). Paris Agreement. https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf

Valtioneuvosto (2020). Valtioneuvoston ulko- ja turvallisuuspoliittinen selonteko. Valtioneuvoston julkaisuja 2020:30.

<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/162513>

Vanderheiden, S. (2013). A human rights-based approach from strengthening human security against climate change. Teoksessa: Redclift, M. & Grasso, M. 2013 *Handbook on Climate Change and Human Security*. Edward Elgar Publishing. 402-422.

Venäläinen, A., Lehtonen, I., Laapas, M., Ruosteenoja, K., Tikkanen, O. P., Viiri, H., ... & Peltola, H. (2020). Climate change induces multiple risks to boreal forests and forestry in Finland: A literature review. *Global change biology*, 26(8), 4178-4196.

Vietti, F., & Scribner, T. (2013). Human insecurity: Understanding international migration from a human security perspective. *Journal on Migration and Human Security*, 1(1), 17-31.

Vihma, A., Hartikainen, J., Ikäheimo, H. P., & Seuri, O. (2018). *Totuuden jälkeen: Miten media selviää algoritmien ja paskapuheen aikana*. Helsinki. Kustannusosakeyhtiö Teos. ISBN 978-951-851-862-7

VNpp (2017). Yhteiskunnan turvallisuusstrategia. Valtioneuvoston periaatepäätös, Turvallisuuskomitea, Helsinki. https://turvallisuuskomitea.fi/wp-content/uploads/2018/02/YTS_2017_suomi.pdf

Yli-Panula, E., Fekedulegn, D. B., Green, B. J., & Ranta, H. (2009). Analysis of airborne betula pollen in Finland; a 31-year perspective. *International journal of environmental research and public health*, 6(6), 1706-1723.

LIITE I HAASTATTELUT

Raporttia varten suoritettiin kymmenen asiantuntijahaastattelua vuoden 2019 kesän ja syksyn aikana. Haastatteluiden kesto vaihteli 30–60 minuutin välillä. Haastateltavina oli asiantuntijoita ilmastonmuutoksen ja turvallisuuden kentältä, ja kaikissa haastatteluissa oli erilaiset kysymykset ja sisältö riippuen haastateltavan edustamasta alasta. Haastateltavat valikoituivat asiantuntemuksensa ja/tai aiheen kannalta oleellisen edustamansa taustaorganisaation perusteella.

Haastateltavat:

Jussi T. Eronen, Helsingin Yliopisto

Emma Hakala, Ulkopoliittinen Instituutti & BIOS -tutkimusyksikkö

Tom Hanén, Rajavartiolaitos

Matias Heino, Aalto-yliopisto

Sakari Höysniemi, Helsingin Yliopisto

Miina Kaarkoski, Jyväskylän Yliopisto

Jouni Pousi, Turvallisuuskomitean sihteeristö

Tero Toivanen, BIOS -tutkimusyksikkö

Veli-Pekka Tynkkynen, Helsingin Yliopisto

Antto Vihma, Ulkopoliittinen Instituutti

Kiitokset

Kiitämme Eversti Sami Nurmea esipuheesta, Ilmatieteen laitoksen tutkijoita Reija Ruuhelaa ja Ari-Juhani Punkkaa raportin arvioinnista sekä Saara Liljaa kommentteista.

Keskeinen osa raportin sisällöstä perustuu asiantuntijoiden haastatteluille, ja haluamme kiittää haastateltavia jakamastanne tietämyksestä ja antamastanne ajasta.



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Erik Palménin aukio 1
P.O. Box 503
FI-00560 HELSINKI
tel. +358 29 539 1000

WWW.FMI.FI

FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

REPORTS 2021:4

ISSN 0782-6079

ISBN 978-952-336-136-2 (pdf)

<https://doi.org/10.35614/isbn.9789523361362>

Helsinki 2021

