

# *Ilmastonmuutoksen aiheuttamat riskit ja kustannukset Suomelle*

*Valikoituja esimerkkejä*

**15.10.2018**

*Anna Laine, Juha Vanhanen, Mikko Halonen, Henrik Sjöblom*  
*Gaia Consulting Oy*

# SISÄLLYSLUETTELO

<b>Esipuhe</b> .....	<b>2</b>
<b>Tiivistelmä</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Ilmastonmuutos etenee ja aiheuttaa riskejä</b> .....	<b>4</b>
1.1 Suomi lämpenee maailman keskiarvoa nopeammin .....	4
1.2 Ilmastonmuutos aiheuttaa sään ääri-ilmiöitä.....	5
1.3 Riskien eskaloitumisen välttämiseksi tarvitaan nopeita päästövähennystoimia .....	6
<b>2 Ilmastonmuutoksen riskit ovat laaja-alaisia</b> .....	<b>7</b>
2.1 Esimerkki 1: Hyönteistuhot metsissä.....	8
2.2 Esimerkki 2: Myrskyjen aiheuttamat metsätuhot .....	12
2.3 Esimerkki 3: Säävarma sähköverkko .....	17
2.4 Esimerkki 4: Maantiet ja ilmastonmuutos .....	20
2.5 Esimerkki 5: Peltoviljelyn ilmatoriskit .....	25
2.6 Esimerkki 6: Vektorivälitteisten tautien (zoonoosien) lisääntyminen .....	31
2.7 Esimerkki 7: Hellekuolemat ja helteen aiheuttamat terveysongelmat.....	34
2.8 Esimerkki 8: Ilmastonmuutos masentaa.....	38
<b>3 Johtopäätökset</b> .....	<b>41</b>
3.1 Ilmastonmuutoksen suorat kustannukset ovat merkittävät.....	42
3.2 Ilmastonmuutoksen välilliset riskit tunnistettava .....	43
<b>4 Suositukset</b> .....	<b>44</b>
4.1 Ilmastonmuutoksen kustannukset selvitettävä tarkemmin .....	44
4.2 Riskeihin täytyy varautua nyt .....	44

## Esipuhe

Tutkijoiden keskuudessa ilmastonmuutos ja sen vaikutukset on tunnettu jo vuosikymmeniä. Suuren yleisön tietoisuuteen asia ponnahti lokakuussa 2006, kun Maailmanpankin entinen pääekonomisti Nicholas Stern julkisti [raporttinsa ilmastonmuutoksen maailmanlaajuisista talousvaikutuksista](#). Vasta kun ilmastonmuutoksen vaikutukset muutettiin rahaksi, asia alkoi kiinnostaa suurta yleisöä.

Sternin raportin keskeisin viesti on, että välittömät toimenpiteet ilmastonmuutoksen hillinnässä ovat paitsi välttämättömiä myös taloudellisesti kannattavia kestävän yhteiskunnallisen kehityksen näkökulmasta.

Vaikka ilmastonmuutoksen yhteiskunnallisista, inhimillisistä ja talousvaikutuksista on jatkuvasti saatu uusia tutkimustuloksia, laahaavat ilmastotoimet pahasti perässä. Teemme aivan liian vähän ja aivan liian hitaasti. Juuri mikään valtio maailmassa ei ole Pariisin sopimuksen mukaisella päästöjen vähennyspolulla. Suomikaan ei ole. Suomessa ilmastonmuutoksen kustannusvaikutuksia ei ole vielä arvioitu kattavasti. Kuitenkin tiedämme, että kyseessä on laaja-alainen yhteiskunnallinen haaste, jonka vaikutukset leviävät kaikille sektoreille. Tämä selvitys esittää alustavia arvioita ilmastonmuutoksen Suomelle aiheuttamista kustannuksista kahdeksan esimerkin avulla. On tarpeen korostaa, että kokonaisuudessaan ilmaston lämpenemisen aiheuttamat yhteiskunnalliset kustannukset ovat huomattavasti, jopa kymmenkertaisesti, suurempia. Laskelmien taustalla on käytetty muualla maailmassa jo todennettuja tai eri organisaatioiden arvioimia kustannuksia. Esimerkkien ideointiin on osallistunut Climate Leadership Coalitionin toiminnanjohtaja Jouni Keronen.

Laskelmat kuvaavat ilmastonmuutoksen lähitulevaisuudessa aiheuttamien kustannusten suuruusluokkia eri sektoreilla. Osa esimerkkien kustannuksista on jo realisoitunut tai realisoitumassa. On selvää, että jos ilmaston lämpenemistä ei saada kuriin, myös kustannukset uhkaavat karata käsistä. Jossain vaiheessa voitaisiin päätyä tilanteeseen, jossa mikään raha ei enää riittäisi turvaamaan nykyistä elintäsoa.

Selvitys osoittaa selkeästi, että ilmastonmuutoksen vaikutusten kohdistuminen ei tunne tasa-arvoa. Maanviljelijä kantaa sään ääri-ilmiöiden vaikutukset satoihin, metsänomistaja hyönteisten ja myrskyjen tuhot, helle rasittaa eniten vanhuksia ja perussairaita ja naiset oireilevat lisääntyvästä pimeydestä miehiä enemmän. Ilmastonmuutoksen riskit kohdistuvat myös eri suuruisina eri teollisuussektoreille – suurimmat riskit saattaa olla edessään Suomen metsäteollisuudella.

Tämä selvitys kokoaa ensimmäisenä suomalaisena selvityksenä yhteen ilmastonmuutoksen yhteiskunnallisia kustannuksia. Toivomme, että se herättää laaja-alaista keskustelua ilmastonmuutoksen kustannusvaikutuksista ja johtaa ripeästi tietoaukkojen täyttämiseen sekä laajempiin ja yksityiskohtaisempiin selvityksiin. Vain näin voimme varmistaa kustannustehokkaiden ja oikeudenmukaisesti kohdennettujen sopeutumistoimien suunnittelun ja toimeenpanon Suomessa.

Helsingissä 8.10.2018

Mari Pantsar, johtaja, Sitra

## Tiivistelmä

Suomi lämpenee ilmastonmuutoksen myötä tuplavauhtia maailman keskiarvoon verrattuna. Tästä aiheutuu merkittäviä taloudellisia riskejä Suomelle jopa siinä tapauksessa, että Pariisin ilmastopöytäkirjan tavoitteet saavutettaisiin maailmanlaajuisesti. Tämä selvitys pyrkii tuomaan esille ilmastonmuutoksen riskejä ja kustannuksia Suomelle eri sektoreilla, ja pohtimaan kenelle kustannukset kyseisissä tapauksissa kohdistuvat.

Selvitys keskittyy kahdeksaan valikoituun esimerkkiin, jotka kuvaavat ilmastonmuutoksen jo nyt tai lähitulevaisuudessa aiheuttamien kustannusten suuruusluokkia eri sektoreilla. Esimerkeiksi on valittu metsätalouden osalta hyönteistuhojen lisääntyminen metsissä ja myrskyjen aiheuttamat metsätuhot; infrastruktuurin osalta säävarman sähköverkon rakentaminen ja maanteiden kunnan ylläpito sekä maatalouden osalta peltoviljelyn ilmatoriskit, kuten kuivuuden aiheuttamat seuraukset ruoan tuotannolle. Edellä mainittujen lisäksi selvityksessä on käsitelty ihmisten terveyteen kohdistuvia riskejä, kuten vektorivälitteisten tautien lisääntymistä, hellekuolemia ja helteistä aiheutuvien terveysongelmien lisääntymistä sekä ilmastonmuutoksen myötä lisääntyvän talvisen pimeyden aiheuttaman masennuksen lisääntymistä. Esimerkkitapausten aiheuttamat vuosittaiset kustannukset Suomelle vaihtelevat kymmenistä miljoonista euroista miljardeihin euroihin. Kustannukset eivät jakaudu takaisesti yhteiskunnan eri toimijoiden kesken; tietyissä esimerkeissä maaseudulla asuvalle maanviljelijälle ja metsänomistajalle kohdistuu suhteessa suuremmat kustannukset kuin kaupungissa asuvalle toimistotyöläiselle; toisissa tapauksissa kustannukset kohdistuvat enemmän vanhempiin väestöryhmiin kuin nuoriin.

Koska yksittäisestä esimerkkitapauksesta koituvat vuosittaiset kustannukset voivat olla jopa miljardiluokkaa, kokonaiskustannukset Suomelle ilmastonmuutoksesta ovat huomattavan suuret. Tämän vuoksi ilmastonmuutoksen kustannusvaikutukset vaativat lisäselvitystä. Erityisesti on selvitettävä tarkemmin, miten riskit ja niihin liittyvät kustannukset käyttäytyvät lämpötilan noustessa, ja minkälaisia uusia riskejä entisestään kohoava lämpötila tuo. Lisäksi on syytä selvittää tarkemmin, kenelle kustannukset lopulta kohdistuvat ja miten kustannusten syntymistä voitaisiin ehkäistä sekä kustannuksia kompensoida.

Tässä selvityksessä on keskitytty erityisesti ilmastonmuutoksen suoriin vaikutuksiin Suomessa. Ilmastonmuutos aiheuttaa kuitenkin Suomelle suorien riskien lisäksi merkittäviä välillisiä riskejä. Monet riskeistä ylittävät maiden rajat ja voivat aiheuttaa merkittäviä muutoksia mm. maailmankauppaan ja ihmisten liikkuvuuteen. Parempi ymmärrys niin suorien kuin välillisten ilmatoriskien vaikutuksista mahdollistaa kustannustehokkaiden ja oikeudenmukaisesti kohdennettujen sopeutumistoimien suunnittelun ja toimeenpanon.

# 1 Ilmastonmuutos etenee ja aiheuttaa riskejä

Ilmastonmuutos etenee vauhdilla ja aiheuttaa useita haitallisia yhteiskunnallisia ilmiöitä ja luonnonilmiöitä, joiden laajuutta ja seurannaisvaikutuksia ei vielä tunneta tarkasti. Ilmastonmuutos esimerkiksi voimistaa sään ääri-ilmiöitä, jotka voivat aiheuttaa merkittäviä tuhoja luonnolle ja rakennetulle ympäristölle. Ilmastonmuutoksen aiheuttamat taloudelliset vaikutukset, ja erityisesti vaikutusten kohdentuminen yhteiskunnan eri toimijoille, ovat vielä puutteellisesti ymmärrettyjä, kun tutkimus on pääasiassa keskittynyt ilmiön luonnontieteelliseen puoleen. Tämä selvitys pyrkii tuomaan esille ilmastonmuutoksen riskejä ja kustannuksia Suomelle eri sektoreilla, ja pohtimaan kenelle kustannukset kyseisissä tapauksissa kohdistuvat. Selvitys keskittyy kahdeksaan valikoituun esimerkkiin, jotka kuvaavat ilmastonmuutoksen kustannusten suuruusluokkia eri sektoreilla. Selvityksen tarkoituksena on kertoa konkreettisin esimerkein, että ilmastonmuutos aiheuttaa jo nyt merkittäviä kustannuksia yhteiskunnalle ja kansalaisille, ja kustannusten voi odottaa vain kasvavan sitä enemmän, mitä vähemmän ilmastonmuutosta saadaan hillittyä.

Aiheesta tarvitaan Suomessa yksityiskohtaisempaa ja päätöksentekoa paremmin palvelevaa tutkimusta, jotta ilmastonmuutoksen kokonaiskustannukset yhteiskunnalle, eri sektorien toimijoille ja kansalaisille tulee kartoitettua riittävällä tarkkuudella. Tämä mahdollistaa kustannustehokkaiden ja oikeudenmukaisesti kohdennettujen sopeutumistoimien suunnittelun ja toimeenpanon. Kun tieto ilmastonmuutoksen taloudellisista vaikutuksista on edelleen puutteellista, ei ole yllättävää, että myös laadukkaiden taloudellisten analyysien teko sopeutumistoimista ja niiden vaikuttavuudesta on Suomessa harvinaista.<sup>1</sup>

## 1.1 Suomi lämpenee maailman keskiarvoa nopeammin

Arktinen alue lämpenee ilmastonmuutoksen myötä nopeimmalla tahdilla maailmassa. Ilmatieteen laitoksen mukaan Suomi on jo lämmennyt 1800-luvun puolivälistä 2,3 °C. Lämpötilan nousu on ollut 1960-luvun jälkeen nopeampaa kuin koskaan aiemmin, muutosnopeus on vaihdellut vuosikymmenittäin 0,2 ja 0,4 asteen välillä, ja on noin kaksinkertainen maailmanlaajuiseen keskiarvoon verrattuna.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Pilli-Sihvola, K., Haavisto, R., Nurmi, V., Oljemark, K., Tuomenvirta, H., Juhola, S., Groundstroem, F., Miettinen, I. & Gregow, H. (2016). Taloudellisesti tehokkaampaa sää- ja ilmatoriskien hallintaa Suomessa. ELASTINEN-hanke. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 45/2016.

<sup>2</sup> Mikkonen, S., Laine, M., Mäkelä, H. M., Gregow, H., Tuomenvirta, H., Lahtinen, M. & Laaksonen, A. 2015. Trends in the average temperature in Finland, 1847–2013. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment.

Pariisin ilmastopöytäkirjassa sovittiin maailmanlaajuisista tavoitteista rajoittaa lämpeneminen selvästi alle kahteen asteeseen, pyrkien 1,5 asteeseen, esiteolliseen aikaan verrattuna. IPCC:n tuoreen Global Warming of 1.5°C -raportin mukaan puolentoista asteen tavoite on edelleen mahdollista saavuttaa, mutta se edellyttää globaalia hiilineutraaliutta 2050 mennessä.<sup>3</sup> Suomessa lämpötilan nousu on siis jo ylittänyt kaksi astetta, ja koska Suomi lämpenee maailman keskiarvoa noin tuplasti nopeammin, Pariisin sopimuksen mukaisen lämpenemistavoitteen toteutuessakin Suomi lämpenisi noin 3-4 °C. Nykyisillä maiden päästövähennyssitoumuksilla ei kuitenkaan tähän päästä. Jos nykyiset päästövähennyssitoumukset toteutetaan, ja ajaututaan globaalisti n. 3 °C keskimääräisen lämpenemiseen, tarkoittaisi tämä Suomelle jo 6 °C lämpenemisen tasoa esiteolliseen aikaan verrattuna. Tämä merkittävä lämpeneminen voisi toteutua jo muutaman vuosikymmenen sisällä. Lämpeneminen on voimakkainta Pohjois-Suomessa ja erityisesti talvikaudella.<sup>4</sup>

## 1.2 Ilmastonmuutos aiheuttaa sään ääri-ilmiöitä

Ilmastonmuutokseen varautumisessa on tärkeää huomioida niin muutokset keskimääräisissä lämpötiloissa kuin muutokset sään ääri-ilmiöissä. Molemmat aiheuttavat merkittäviä haittoja yhteiskunnille ja linkittyvät erottamattomasti toisiinsa. Ilmastonmuutos voimistaa Suomessa sään ääri-ilmiöitä, kuten helleaaltoja, kuivuutta, myrskyjä ja tulvia. Tutkimusten<sup>5</sup> mukaan suomalaiset organisaatiot eivät vielä arvioi sää- ja ilmatoriskejään systemaattisesti, eli tarve varautua nykyistä paremmin sään ääri-ilmiöihin, ja niiden aiheuttamiin kustannuksiin on selkeä. Ottaen huomioon haasteen globaalien ja kansallisten merkittävyyden, on vähintäänkin huolestuttavaa, että tutkimus ilmatorisken aiheuttamien kustannusten skaalasta ja ajoituksesta on vielä alkutekijöissään, niin Suomessa kuin muuallakin maailmassa. Eräitä näistä kustannuksista käsitellään tarkemmin seuraavassa luvussa suomalaisten sektorikohtaisten esimerkkien avulla.

---

<sup>3</sup> IPCC (2018). 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.

<sup>4</sup> Ruosteenoja, K., Jylhä, K., Kämäräinen, M. (2016). Climate Projections for Finland Under the RCP Forcing Scenarios

<sup>5</sup> 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 ilmatorisken hallintaa. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 47/2016.

### 1.3 Riskien eskaloitumisen välttämiseksi tarvitaan nopeita päästövähennystoimia

Ilmaston lämpenemiseen liittyy riski lämpenemistä ruokkivien mekanismien aktivoitumiseen, jonka myötä lämpeneminen voi eskaloitua kontrolloimattomaksi. Monet näistä ilmastojärjestelmän palautemekanismeista ovat jo käynnissä ja ne voivat aiheuttaa lisää lämpenemistä, vaikka ihmiskunta lopettaisi jo tänään täysin kasvihuonekaasupäästönsä. Käynnissä on myös negatiivisia palautemekanismeja jotka viilentävät ilmastoa, mutta keskilämpötilan noustessa positiivisten palautemekanismien riski kasvaa. Tunnettuja lämpenemistä kiihdyttäviä palautemekanismeja ovat mm. ikiroudan sulaminen ja sen sisältämän metaanin vapautuminen, merenpohjan metaanihydraattien hajoaminen ja metaanin vapautuminen, metsien ja merien hiilinielujen heikkeneminen<sup>6</sup>, pohjoisen pallonpuoliskon lumipeitteen häviäminen ja Arktisen ja Antarktisen jäätiköiden sulaminen. Jäätiköiden sulaminen etenee jo kovaa vauhtia. Monet palautemekanismeista ruokkivat myös toinen toisiaan ja näin ollen saattavat kaatuvien domi-  
noiden lailla ajaa maapallon 4-5 astetta esiteollista aikaa lämpimämpään tasapainotilaan, mikäli jokin lämpötilan kynnsarvo ylitetään. Rockström et al. mukaan kynnsarvo voi olla jo kaksi astetta.<sup>7</sup>

Näiden riskien välttämiseksi ihmiskunnan on tehtävä päästövähennyksiä hyvin nopeasti. Rockström et al. (2017) ehdottavat päästöjen puolittamista joka vuosikymmen ("carbon law"), jotta voisimme välttyä peruuttamattomilta muutoksilta.<sup>8</sup> Jos ihmiskunnan tuottamat kasvihuonekaasupäästöt puolitettaisiin joka vuosikymmen, ja samanaikaisesti poistettaisiin hiilidioksidia ilmakehästä noin 5 gigatonnia teknisillä keinoilla, saavutettaisiin vuoteen 2050 mennessä hiilineutraalius maailmanlaajuisesti. Keinoiksi päästöjen puolittamistavoitteen saavuttamiseksi Rockström et al. ehdottavat muun muassa maailmanlaajuisia hiilen hinnoittelua, jossa hiilidioksiditonni hinta olisi 50 Yhdysvaltain dollaria 2020-luvulla, nousten 400 dollariin vuosisadan puolivälissä.<sup>9</sup> Tuoreen Nature-lehdessä julkaistun selvityksen mukaan hiilidioksiditonni sosiaalisen kustannuksen (engl. *social cost of carbon*) maailmanlaajuinen mediaani ylittää jo tällä hetkellä 400 dollaria.<sup>10</sup>

Itseen ruokkivien mekanismien kierteen aiheuttaman "Hothouse earth"-skenaarion, jossa maapallo lämpenisi keskimäärin 4-5 astetta esiteollisesta ajasta<sup>11</sup>, toteutumisen

<sup>6</sup> Raupach MR, et al. (2014) The declining uptake rate of atmospheric CO<sub>2</sub> by land and ocean sinks. *Biogeosciences* 11:3453–3475

<sup>7</sup> Stockholm Resilience Centre (2018). Planet at risk of heading towards "Hothouse Earth" state.

<sup>8</sup> Rockström, J., Gaffney, O., Rogelj, J. et. al. 2017. A roadmap for rapid decarbonization. *Science*, Volume 355 Issue 6331

<sup>9</sup> Rockström, J., Gaffney, O., Rogelj, J. et. al. 2017. A roadmap for rapid decarbonization. *Science*, Volume 355 Issue 6331

<sup>10</sup> Ricke, K., Drouet, L., Caldeira, K., Tavoni, M.

<sup>11</sup> Stockholm Resilience Centre (2018). Planet at risk of heading towards "Hothouse Earth" state.

todennäköisyyttä ja aikataulua on vaikea arvioida. Tämä selvitys käsittelee pääasiassa jo käsitellä olevia tai lyhyellä tähtämellä olennaisia riskejä, mutta on hyvä tiedostaa, että riskit kasvavat huomattavasti, mikäli lämpötilan nousu jatkuu.

## *2 Ilmastonmuutoksen riskit ovat laaja-alaisia*

Ilmastonmuutos aiheuttaa Suomelle monia haittoja, ja näistä koituu kustannuksia kaikilla yhteiskunnan osa-alueilla. Kustannukset eivät kuitenkaan jakaudu tasaisesti kaikille kansalaisille tai organisaatiolle, vaan kustannusten kohdistumisessa on suuria eroja. Koska tässä selvityksessä ei ole mahdollista tehdä kaikkia ilmatoriskejä käsittelevää kokonaisanalyysia Suomen osalta, käsittelemme valikoitujen esimerkkien avulla Suomelle ilmatoriskeistä koituvia kustannuksia muutamilla yhteiskunnan eri sektoreilla.

Olemme valinneet esimerkeiksi sellaisia ilmatoriskejä, joiden taloudellisista vaikutuksista tieto on vielä melko puutteellista, mutta joiden suuruusluokkia voidaan kuitenkin hahmottaa. Lisäksi olemme nostaneet tarkasteltaviksi esimerkeiksi sellaisia vaikutuksia, joita ei edes välttämättä mielletä ilmatoriskeiksi julkisessa keskustelussa, vaikka ilmastonmuutoksella on niihin merkittävä vaikutus. Käsittelemme kaikissa seuraavissa esimerkeissä ilmatoriskien kustannuksia ja niiden kohdistumista sekä miten riskejä ja kustannuksia voisi alentaa. Olemme valinneet esimerkeiksi seuraavat, eri sektoreita edustavat aiheet:

### **Metsätalous:**

1. Hyönteistuhot metsissä
2. Myrskyjen aiheuttamat metsätuhot

### **Infrastruktuurit:**

3. Säävarma sähköverkko
4. Maantiet ja ilmastonmuutos

### **Maatalous:**

5. Peltoviljelyn ilmatoriskit

### **Terveys:**

6. Vektorivälitteisten tautien (zoonoosien) lisääntyminen
7. Hellekuolemien lisääntyminen
8. Ilmastonmuutos masentaa.

Osa esimerkeistä, kuten myrskyjen aiheuttamat metsätuhot, peltoviljelyn ilmatoriskit ja hellekuolemien lisääntyminen, aiheutuvat sään ääri-ilmiöiden voimistumisesta. Kuitenkin monet riskeistä, kuten metsien hyönteistuhot ja vektorivälitteisten tautien lisääntyminen ovat



pääosin seurausta keskilämpötilan kohoamisesta, vaikka sään ääri-ilmiöillä voi olla niihinkin vaikutusta.

Ilmastonmuutoksen aiheuttamia riskejä on tarkasteltu Suomessa viime vuosina mm. ELASTINEN- ja SIETO -tutkimushankkeissa. ELASTINEN<sup>12</sup>- hankkeessa tuotettiin kokonaiskuva sää- ja ilmatoriskien hallinnasta ja arvioitiin keinoja edistää näiden riskien hallintaa eri toimialoilla. SIETO-hankkeessa<sup>13</sup> toteutettiin kansallinen sää- ja ilmatoriskiarviointi sekä laadittiin suunnitelmat tulevien riskinarviointien toteuttamiseksi. SIETO-hankkeen tulosten mukaan ilmatoriskien aiheuttamat kustannukset Suomelle kasvavat, mutta hankkeessa ei kvantifioitu riskien aiheuttamia kustannuksia Suomelle tulevaisuudessa tähän selvitykseen valittujen esimerkkien osalta.<sup>14</sup> Joitakin alustavia arvioita ilmastonmuutoksen taloudellisista vaikutuksista Suomelle on annettu aiemmin myös esimerkiksi FINSKEN, FINADAPT, ISTO ja FICCA-ohjelmissa, mutta näissäkään tutkimuksissa ei ilmastonmuutoksen kustannuksista ole tehty selkeitä euromääräisiä arvioita.<sup>15</sup>

## 2.1 Esimerkki 1: Hyönteistuhot metsissä

### Hyönteistuhot uhkaavat Suomen metsätaloutta

Hyönteistuhot metsissämme lisääntyvät ilmastonmuutoksen myötä ja voivat muodostaa merkittävän riskin Suomen metsäekosysteemien terveydelle ja metsätaloudelle. Vieraslajit, kuten mäntyankeroinen<sup>16</sup>, lehtinunna<sup>17</sup> ja kaarnakuoriaiset kuten kirjanpainaja<sup>18</sup> aiheuttavat merkittäviä tuhoja erityisesti mänty- ja kuusimetsissä. Ilmastonmuutoksen aiheuttamat

---

<sup>12</sup> Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta (2016). Ennakoiva lyhyen aikavälin sää-, talous- ja ilmatoriskien hallitseminen (ELASTINEN). Toteuttajat: Ilmatieteen laitos, SYKE, THL, LUKE, Gaia Consulting Oy ja Helsingin yliopisto.

<sup>13</sup> Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta (2018). Sää- ja ilmatoriskien arviointi ja toimintamallit (SIETO). Toteuttajat: Ilmatieteen laitos, SYKE, THL, LUKE ja Helsingin yliopisto

<sup>14</sup> SIETO-hankkeessa arvioitiin tulevia kustannuksia ainoastaan tulvariskin osalta, joka on rajattu tämän selvityksen esimerkkien ulkopuolelle. Hyvin harvinaisen tulvan (0,4 %:n vuotuinen todennäköisyys) aiheuttamien suorien vahinkojen arvio on yli 500 miljoonaa euroa. Erilaisten tulvien todennäköisyydet huomioon ottavan vuosivahingon odotusarvo näillä alueilla on laskettu yli 20 miljoonaksi euroksi vuodessa.

Lähde: Tuomenvirta H., Haavisto R., Hildén M., Lanki T., Luhtala S., Meriläinen P., Mäkinen K., Parjanne A., Peltonen-Sainio P., Pilli-Sihvola K., Pöyry J., Sorvali J., Veijalainen N. (2018). Sää- ja ilmatoriskit Suomessa – Kansallinen arvio. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta.

<sup>15</sup> Maa- ja metsätalousministeriö (2014). Kansallinen ilmastonmuutokseen sopeutumissuunnitelma 2022

<sup>16</sup> Luonnonvarakeskus: MetINFO - Metsien terveys, Mäntyankeroinen (*Bursaphelenchus xylophilus*). Viitattu 8.8.2018.

<sup>17</sup> Luonnontieteellinen keskusmuseo 10.8.2017: Saderintama toi runsaasti metsätuholaisperhosta Suomeen – ilmoita havaintosi lehtinunnasta.

<sup>18</sup> Luonnonvarakeskus: MetINFO - Metsien terveys, Kirjanpainaja (*Ips typographus*). Viitattu 8.8.2018.

muutokset tuholaišhyönteisten levinneisyysalueissa, populaatioiden koon vaihteluissa sekä massaesiintymien tiheyksissä tulevat aiheuttamaan uhan Suomen metsätaloudelle.<sup>19</sup>

Lämpimät ja pitkät kesät aiheuttavat esimerkiksi **kirjanpainajan**, joka on Euroopassa kuusen merkittävin tuholainen, lisääntymisen nopeasti. Aiemmin Suomessa ehti syntyä vain yksi sukupolvi kirjanpainajia vuodessa, mutta vuonna 2010 todettiin ensi kerran, että ne voivat tuottaa jopa kolme sukupolvea yhden kesän aikana.<sup>20</sup> Ilmastonmuutoksen myötä lisääntyvät myrskyt tekevät metsistä haavoittuvampia tuholaisille. Lisääntyvät myrskyt lisäävät kirjanpainajatuhoja, sillä kirjanpainajat alkavat lisääntyä, kun sopivaa tuoretta lisääntymismateriaalia tulee tarjolle, esimerkiksi myrskyn jälkeisen viivästyneen kaatuneen puun korjuun seurauksena. Runsastuttuaan kuoriaiset kykenevät iskeytymään myös yhä terveempiin puihin.<sup>21</sup> Tästä esimerkkinä on Ruotsin Gudrun-myrsky vuonna 2005, ja sitä seuranneet 3,5 miljoonan kuutiometrin kirjanpainajatuhot.<sup>22</sup>

**Mäntyankeroisen**, joka on Suomen kenties pelätyin metsätuhohyönteinen, lisääntymistä suosii kuiva ja lämmin kesä. Suotuisten olosuhteiden vallitessa niiden määrä voi kymmentuhatkertaistua muutaman viikon aikana. Mäntyankeroiset tukkivat lisääntyessään puun tiehyet. Ne valtaavat saastuttamansa puun kokonaan siirtyessään puun sisällä pihkatiehyiden kautta sen oksiin, runkoon ja juuristoon, ja voivat siten tappaa puut nopeasti.<sup>23</sup> Euroopassa mäntyankeroisen on levinnyt laajalti Portugaliin ja osittain myös Espanjaan, ja EU on jo vuonna 2009 julistanut Portugalin kokonaisuudessaan mäntyankeroisen saastuttamaksi. Suomessa mäntyankeroista on havaittu tuontitavaran pakkausmateriaaleissa, mutta ei vielä laajemmin levinneenä.<sup>24</sup>

Eurooppalaisista lajeista esimerkiksi **lehtinunna ja havununna** aiheuttavat suuria tuhoja Keski-Euroopassa. Ilmastonmuutoksen lisäämä tuulisuus voi aiheuttaa niiden leviämisen nopeutumista Suomessa. Elokuussa 2017 Suomen lounaisosiin ja Uudellemaalle levisi suihkuvirtauksen mukana suuria määriä lehtinunnaa, ja havununna on levinnyt jo Pohjois-Karjalaan asti.<sup>25</sup> Ilmastonmuutos voi siirtää molempien perhoslajien esiintymisrajaa 500-700 kilometriä pohjoisemmaksi. Tämä aiheuttaa vakavien metsätuhojen uhan myös Suomessa.<sup>26</sup>

---

<sup>19</sup> Vanhanen, H. (2008): Invasive insects in Europe - the role of climate change and global trade.

<sup>20</sup> Yle 29.7.2018: Ilmastonmuutoksen hyöty Suomen talousmetsille katoaa pieniin suihin – tuholaiset pitävät helteistä ja myrskyistä

<sup>21</sup> Luonnonvarakeskus: MetINFO - Metsien terveys, Kirjanpainaja (*Ips typographus*). Viitattu 8.8.2018.

<sup>22</sup> Öhrn, P., et al (2014): Seasonal flight patterns of *Ips typographus* in southern Sweden and thermal sums required for emergence. *Agricultural and Forest Entomology*. 16(1): 1–23.

<sup>23</sup> Luonnonvarakeskus: MetINFO - Metsien terveys, Mäntyankeroisen (*Bursaphelenchus xylophilus*). Viitattu 8.8.2018.

<sup>24</sup> Evira: Usein kysyttyä mäntyankeroisesta. Viitattu 8.8.2018.

<sup>25</sup> Yle 19.8.2017: Tuholaisperhonen saapui Suomeen – onko se uhka kotimaan metsille?

<sup>26</sup> Vanhanen, H. (2008): Invasive insects in Europe - the role of climate change and global trade

## Kustannukset esimerkiksi Pohjois-Amerikassa jo merkittäviä

Kokonaiskustannusarvioita Suomen metsien hyönteistuhousta ei ole tehty nykytilanteessa, eikä ilmastonmuutoksen myötä muuttuvassa tilanteessa.<sup>27</sup> Suomen viennin arvosta noin 20 % eli noin 11,9 miljardia euroa (2017)<sup>28</sup> saadaan metsätaloudesta, joka perustuu pitkälti vain muutaman puulajin – kuusen ja männyn - kasvatukseen. Suomen metsätalous on poikkeuksellisen haavoittuva vaarallisille tuhonaiheuttajille, sillä se pohjautuu niin harvaan puulajiin.<sup>29</sup> Laajat näihin puihin kohdistuvat metsätuhot, joita on nähty esimerkiksi Pohjois-Amerikassa<sup>30</sup>, aiheuttaisivat lähes korvaamattoman menetyksen Suomen taloudelle.

Esimerkiksi mäntyankeroisen esiintyminen maassamme voisi vaikeuttaa tai jopa estää suomalaisten puutuotteiden viennin. Lisäksi sen lakisääteisten torjunta- ja hävitystoimenpiteiden kustannukset tulisivat olemaan mittavat, sillä hävitystoimenpiteet tulisivat sisältämään havu- puuttomia vyöhykkeitä metsissä, ja mahdollisesti myös luonnonsuojelualueilla.<sup>31</sup>

Kirjanpainajatuhot puolestaan laskevat puun myyntiarvoa. Puu, joka muutoin kelpaisi hyväksi tukiksi, menee kirjanpainajien takia energia- tai kuitupuuksi, jolloin sen arvo laskee huomattavasti.<sup>32</sup> Tukkipuun keskihinta on syksyllä 2018 Suomessa alueesta riippuen n. 48 – 60 €/m<sup>3</sup>, kuitupuun hinta n. 17 – 18 €/m<sup>3</sup> ja energiapuun keskihinta puolestaan 2 – 6 €/m<sup>3</sup>, joten kirjanpainajatuhot aiheuttaisivat myyntitulojen romahduksen murto-osaan alkuperäisestä.<sup>33</sup> Jos Suomessa aiheutuisi vastaava kirjanpainajatuho kuin Ruotsissa Gudrun-myrskyn jälkeen (3,5 milj. m<sup>3</sup>), tulisi tästä n. 108-147 miljoonan euron hyönteistuhot pelkästään yhden myrskyn jäljiltä, mikäli oletetaan puun menevän tukkipuun sijasta kuitupuuksi. Vastaavasti, mikäli puu menisi tukkipuun sijasta energiapuuksi, voisi kustannus hyönteistuhousta olla 161-189 miljoonaa euroa. Koko Suomen metsätalousviennin arvosta (11,9 miljardia euroa vuonna 2017), tämä kustannus yhdestä myrskystä voisi olla noin 1 – 1,5 %.

Brittiläisessä Kolumbiassa Kanadassa, joka on väkiluvultaan Suomeen verrattavissa oleva alue (asukkaita 4,8 miljoonaa)<sup>34</sup>, vuoristoniluri-nimisen hyönteisen aiheuttamien tuhojen kokonaisvaikutukseksi maan BKT:hen arvioidaan yhteensä 57,4 miljardia dollaria vuosina 2009-2054. Tämä vastaa vuosittaisella tasolla laskettuna keskimäärin 1,34 % provinssin arvioidusta

<sup>27</sup> Heli Viiri, LUKE. Kirjallinen tiedonanto 2.8.2018.

<sup>28</sup> Elinkeinoelämän keskusliitto. Ulkomaankauppa. Viitattu 8.8.2018.

<sup>29</sup> Hantula, J. (2013). Ilmastonmuutoksesta ja kansainvälisestä kasvikaupasta aiheutuvat riskit ja niiden merkitys suomalaiseseen metsätalouteen. Metsätieteen Aikakauskirja 04/2013.

<sup>30</sup> Katz, C. (2017). Small Pests, Big Problems: The Global Spread of Bark Beetles.

<sup>31</sup> Evira: Usein kysyttyä mäntyankeroisesta. Viitattu 8.8.2018.

<sup>32</sup> Yle 29.7.2018: Ilmastonmuutoksen hyöty Suomen talousmetsille katoaa pieniin suihin – tuholaiset pitävät helteistä ja myrskyistä.

<sup>33</sup> [https://www.mtk.fi/metsa/puemarkkinat/puukaupan\\_hintatiedot/](https://www.mtk.fi/metsa/puemarkkinat/puukaupan_hintatiedot/)

<sup>34</sup> <http://worldpopulationreview.com/canadian-provinces/british-columbia-population/>

BKT:sta.<sup>35</sup> Vuoristoniluri ei kuulu Suomen metsiä uhkaaviin hyönteisiin, mutta se aiheuttaa tuhoja erityisesti männysissä, Suomen tyyppisellä alueella. Suomen metsille tuholaisriskin aiheuttavat edellä mainitut kirjanpainajat, mäntyankeroinen sekä havu- ja lehtinunna. Jos näiden Suomen metsiä uhkaavien hyönteisten aiheuttamat tuhot vähentäisivät Suomen BKT:tä samalla tavoin kuin Brittiläisessä Kolumbiassa on arvioitu vuoristonilurin tapauksessa (1,35%), olisi nyky-BKT:n tasolla kustannus Suomelle noin 3 miljardia euroa vuodessa.<sup>36</sup>

Euroopassa lehtinunna on aiheuttanut kymmenien miljoonien eurojen tappioita metsänomistajille. Suomea lähimmät lehtinunna-tuhojen ongelma-alueet sijaitsevat Latviassa.<sup>37</sup> Edellä esitettyjen alustavien laskelmien ja muiden maiden esimerkkien mukaisesti arvioimme, että ilmastonmuutoksen aiheuttamat vuosittaiset kokonaiskustannukset hyönteistuhosta voivat olla Suomelle satoja miljoonia tai jopa miljardeja euroja.



*Kuva 1. Baijerilaista metsää, jossa kaarnakuoriaisen aiheuttamia tuhoja. (Pixabay)*

### **Kustannusten kohdistuminen – lasku metsänomistajille ja metsäteollisuuteen**

Kustannukset kohdistuvat erityisesti metsänomistajille ja metsäteollisuusyhtiöille. Toki Suomen viennin lasku dramaattisesti metsätuhojen myötä aiheuttaisi ongelmia kaikille

---

<sup>35</sup> Corbett, L.J. et al (2015). The economic impact of the mountain pine beetle infestation in British Columbia: provincial estimates from a CGE analysis.

<sup>36</sup> Suomen BKT vuonna 2017 oli 223,8 miljardia euroa.

<sup>37</sup> Yle 11.8.2017: Tuholaisperhonen saapui Suomeen – onko se uhka kotimaan metsille?



arvoketjun yrityksille ja palkansaajille sekä koko valtiolle BKT:n pienentyessä ja kauppataseen heiketessä.

### **Tuholaistorjunta ennakolta tärkeää kustannusten alentamiseksi**

Kirjanpainajien leviämisen ja niiden aiheuttamien tuhojen estämiseksi voi olla tarpeen tehdä hakkuita koko alueelle, josta kuolleita puita löytyy. Kevätkaudelle, mieluiten kesäkuulle, ajoitettu hakkuu vähentää kirjanpainajia tehokkaimmin. Talvihakkuu ei pienennä kirjanpainajakantaa. Puutavara on lisäksi kuljetettava pois metsävarastosta heti kirjanpainajien parveilun jälkeen kesäkuussa tai heinäkuun alussa.<sup>38</sup>

Suomessa Elintarvikevirasto Evira on laskenut, että yhden mäntyankeroisesiintymän hävittäminen aiheuttaisi 5–19 miljoonan euron kulut edellyttäen, että toimenpide onnistuu.<sup>39</sup> Mäntyankeroisen torjuntaan metsässä ei ole käytettävissä kemiallisia torjunta-aineita tai biologisia torjuntamenetelmiä. Tärkeintä on estää mäntyankeroisen pääsy metsään ennakolta. Tätä varten on EU:ssa asetettu havukasveille ja havupuutavaralle erilaisia tuontirajoituksia.<sup>40</sup>

Lisääntyneeseen metsähyönteistuhoriskiin on pyritty varautumaan Suomessa myös lainsäädännön keinoin, ja uusi metsätuholaki (20.12.2013/1087) astui voimaan vuoden 2014 alusta. Laki velvoittaa esimerkiksi kaadettujen ja vahingoittuneiden puiden poistamisen hakkuupaikalta ja välivarastosta tietyn ajan kuluessa, jotta tuholaiset eivät lisääntyisi.<sup>41</sup>

## *2.2 Esimerkki 2: Myrskyjen aiheuttamat metsätuhot*

### **Myrskyjen voimakkuus lisääntyy**

Tehtyjen tutkimusten mukaan tuulenvoimakkuus on lisääntynyt<sup>42</sup> ja vuoden 1990 jälkeen myrskyjen aiheuttamat metsätuhot ovat kasvaneet. Metsätuhojen on aiemminkin tiedetty lisääntyneen kyseisellä aikavälillä, mutta tämän on katsottu johtuneen puun kokonaismäärän kasvusta sekä nykyaikaisista metsänhoitokäytännöistä ja muun muassa metsien kuusivaltaistumisesta. Euroopassa laajoja metsätuhoja ovat aiheuttaneet mm seuraavat myrskyt: Wiebke (1990), Lothar (1999), Martin (1999), Gudrun (2005), Kyrill (2007) ja Klaus (2009), näissä voimakkaimmat tuulenpuuskat olivat 50 – 60 m/s. Mikäli tuulenpuuska ylittää 42 m/s, mikä tahansa puu katkeaa ja esimerkiksi kuuset voivat kaatua juurineen alemmillakin nopeuksilla.

---

<sup>38</sup> Metsäkeskus ja Metla (2014). Kirjanpainajatuhon torjuntaopas - Onko metsässäsi kuolleita kuusia tai myrskytuhopuita?

<sup>39</sup> Hantula, J. 2013. Ilmastonmuutoksesta ja kansainvälisestä kasvikaupasta aiheutuvat riskit ja niiden merkitys suomalaisen metsätalouteen. Metsätieteen Aikakauskirja 04/2013.

<sup>40</sup> Evira: Usein kysyttyä mäntyankeroisesta. Viitattu 8.8.2018.

<sup>41</sup> Metsätuholaki: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/20131087#P1>

<sup>42</sup> Gregov, H. et al (2017). Increasing large scale windstorm damage in Western, Central and Northern European forests, 1951–2010.

Ilmatieteen laitoksen tutkijat ovat pystyneet osoittamaan, että kaikkein voimakkaimpien myrskyjen aiheuttamat metsätuhomäärät ovat kasvaneet hyppäyksenomaisesti vuoden 1990 paikkeilla, vaikka huomioon otetaan myös Euroopan metsien kasvu. "Tällainen muutos, jossa pahimpien myrskytuhojen määrä äkillisesti kolminkertaistuu, ei voi aiheutua vain metsänhoitokäytännöistä, vaan taustalla on myrskyilmaston muutos".<sup>43</sup> Ilmatieteen laitoksen tutkimuksessa havaittiin myös, että katastrofaaliset myrskyt ovat pahentuneet erityisesti talvikuukausina. Myrskyjen voimakkuuden lisääntymisen arvellaan johtuvan ilmastonmuutoksesta. Ilmatieteenlaitos toteaa, että "ilmastonmuutos voi vaikuttaa myrskyihin esimerkiksi muuttaen Pohjois-Atlantin tuuli-ilmastoa".<sup>44</sup>

Suomessa kesällä 2010 esiintyneet rajuilmat (Asta 30.7.2010, Veera 4.8.2010, Lahja 7.8.2010 ja Sylvi 8.8.2010) tuhosivat metsää arviolta 8,1 miljoonaa kuutiometriä.<sup>45</sup> Lämpenevien talvien myötä maa pysyy sulana pidempään, eivätkä puut saa enää tukea juurilleen jäisestä maasta ja myrskyt voivat täten aiheuttaa suurempia metsätuhoja.<sup>46</sup>

Vuoden 2011 joulunpyhinä Suomeen iski Tapani-myrsky (puuskissa 31,5 m/s) ja sitä seurasi vielä seuraavana päivänä Hannu-myrsky. Muita Suomessa esiintyneitä myrskyjä, joissa tulenopeus on ylittänyt 25 m/s ja puuskissa noin 30 m/s ovat mm: Jannika 15.11.2001, Eino 17.11.2013, Seija 13.12.2013, Helena 31.7.2014 ja Valio 2.10.2015. Vuonna 2005 riehunut Gudrun-myrsky (mitattu tuulen keskinopeus noin 33 m/s ja puuskissa jopa 42 m/s) tuhosi yhteensä noin 77 miljoonaa kuutiometriä Ruotsissa, noin 8 miljoonaa kuutiometriä Latviassa ja noin kaksi miljoonaa kuutiometriä Tanskassa.<sup>47</sup> Vertailuna voidaan mainita, että Suomessa vuoden 2018 teollisuuspuun hakkuut ovat noin 64 miljoonaa kuutiometriä.<sup>48</sup>

---

<sup>43</sup> Ilmatieteen laitos. (2017). Euroopan metsätuhot ovat kasvaneet vuoden 1990 jälkeen. Ilmatieteen uutisarkisto.

<sup>44</sup> *Ibid.*

<sup>45</sup> <http://ilmatieteenlaitos.fi/kesan-2010-rajuilmat>

<sup>46</sup> Tapio Oy & MMM (2017). Ilmastonmuutokseen sopeutuminen – Myrskyt tuovat haasteita

<sup>47</sup> Gregov, H. et al (2017). Increasing large scale windstorm damage in Western, Central and Northern European forests, 1951–2010.

<sup>48</sup> MTK (2018). Puumarkkinakatsaus, elokuu 2018.



Kuva 2. Myrskyn kaatamia puita (@bruev / iStock photo)

### **Riskeihin liittyvät kustannukset kohdistuvat metsänomistajille**

Metsätuhojen torjunnasta annetun lain (1087/2013) 12 §:n mukaan (muutos 27.6.2014/576) Luonnonvarakeskuksen (Luke) tehtävänä on mm. seurata ja ennakoida metsätuhoja aiheuttavien kasvitautien ja tuhoeläinten esiintymistä ja leviämistä, sekä tutkia tuhojen syy- ja seuraussuhteita sekä tuhojen taloudellista merkitystä. Valtakunnan metsien inventoinneissa (VMI) saatava systemaattinen aineisto mahdollistaa tuhojen ajallisen ja maantieteellisen esiintymisen seurannan. Vuonna 2016 kaikkia laatua alentavia tuhoja esiintyi yhteensä 5343 km<sup>2</sup>:n alalla, mikä oli 25,9 % puuntuotannon metsämaan pinta-alasta. Tuulesta johtuvia laatua alentavia tuhoja vuonna 2016 oli 358 km<sup>2</sup>:n alalla, vertailuna voidaan mainita lumesta johtuva laadun heikennyksiä 1667 km<sup>2</sup> alalla ja hirvestä johtuvia 648 km<sup>2</sup> alalla.<sup>49</sup>

Tapani- ja Hannu-myrskyt kaatoivat puita noin 3,5 miljoonaa kuutiometriä, eli noin 120 miljoonan euron arvosta. Vuoden 2013 Seija-myrskystä aiheutui 15–60 miljoonan euron metsätuhot.<sup>50</sup> Vahingoittuneiden puiden määrä oli arvion mukaan 0,5–2 miljoonaa kuutiometriä.

---

<sup>49</sup> Nevalainen, S., Pouttu, A. (2017). Metsätuhot vuonna 2016. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 50/2017. Luonnonvarakeskus. Taulukko 1. Laatua alentavien kuviotuhojen pinta-alaestimaatit puuntuotannon metsämaalla VMI 12:ssa vuosina 2009–2016.

<sup>50</sup> Helsingin Sanomat 13.12.2013. Ministeriö: Seija-myrskystä 15–60 miljoonan euron metsätuhot.

Vuoden 2014 Helena-myrsky aiheutti Suomen metsänomistajille noin seitsemän miljoonan euron tappiot.<sup>51</sup> Myrskytuhojen taloudelliset vaikutukset riippuvat tietysti myrskyjen laajuudesta ja voimakkuudesta ja vaikutukset voivat vaihdella muutamasta kymmenestä miljoonasta satoihin miljooniin euroihin.

Tutkimuksia laatua alentavien tuhojen taloudellisista arvoista ei toistaiseksi ole julkaistu, mutta metsätuhoihin liittyviä tutkimuksia on meneillään useampia. Luonnonvarakeskuksella on käynnissä tutkimushanke ”Ilmastomuutos ja metsätuhot – riskianalyysi”, jossa selvitetään metsätuhojen vaikutusta. Ilmastopaneelin tukemassa hankkeessa selvitetään metsille ilmastomuutoksesta aiheutuvien metsätuhojen todennäköisyyttä ja suuruusluokkaa.<sup>52</sup> Ilmatieteen laitoksella on meneillään EU:n rahoittama Cost Profund -hanke<sup>53</sup>, jossa tavoitteena on parantaa edellytyksiä arvioida ympäristön tilan muutoksen vaikutuksia Euroopan metsiin. Itä-Suomen yliopiston johdolla on meneillään Forbio-hanke<sup>54</sup>, joka kuuluu Suomen akatemian rahoittamaan strategisen tutkimuksen ohjelmaan ”Ilmastoneutraali ja resurssiniukka Suomi”. Hankkeen eräs näkökulma on tutkia erilaisten ilmastollisten riskien metsävaikutuksia (esim. metsien tuuli- ja lumituhoriskit, kuivuustuhot).

### **Metsänomistajien kustannuksia voidaan hallita vakuuttamalla metsää**

Suomessa yksityismetsistä osa on vakuutettuna, mutta vakuutusaste ei ole perinteisesti ollut kovin korkea. Vakuutuksesta korvataan vakuutuskirjassa määritellyt vahingot, joita ovat tavanomaisesti palo-, myrsky-, lumi-, hyönteis-, tulva-, sienitauti-, eläin-, ilkivalta- ja varkausvahingot. Finanssialan selvitysten mukaan vakuutusaste myrskyjen osalta oli vuonna 2010 noin 33 %.<sup>55</sup> Esimerkiksi kesän 2010 metsätuhoista korvattiin vakuutuksista noin 50 miljoonaa euroa. Finanssialan *Metsävakuutus, maksetut korvaukset* -tilaston mukaan myrskyistä johtuvia korvauksia on Suomessa maksettu seuraavasti: 2010 yhteensä 26 M€ (31), 2011 yhteensä 26 M€ (29) ja 2012 yhteensä 51 M€ (54). Suluissa oleva luku on kokonaiskorvaus sisältäen myös muita vahinkolaatuja, kuten metsäpalot ja tuhohyönteiset.<sup>56</sup>

Metsänomistajille taloudellista tappiota syntyy lähinnä siitä, että myrskyn kaataman puun laatu heikkenee ja puutavasta saatava hinta laskee. Puutavaralajien keskihinnat ovat syksyllä 2018 alueesta (pohjoinen, itä, länsi) riippuen seuraavat: tukkipuu 48 – 60 €/m<sup>3</sup>, kuitupuu 17–18 €/m<sup>3</sup> ja energiapuu 2 – 6 €/m<sup>3</sup>.<sup>57</sup> Vakuutusyhtiöiden enimmäiskorvaukset ovat

---

<sup>51</sup> Yle 8.6.2016. Muistatko viime vuosien kovimmat myrskyt? – katso videoilta pahimmat tuulituhot.

<sup>52</sup> <http://www.ilmastopaneeli.fi/fi/selvitykset-ja-materiaalit/kaynnissa-olevat-selvitykset/>

<sup>53</sup> <http://ilmatieteenlaitos.fi/ilmastokeskus-hankkeet> COST PROFOUND (2014-2018)

<sup>54</sup> <https://www.uef.fi/web/forbio>

<sup>55</sup> Finanssiala Ry (27.12.2011). Tiedote: Myrskyvahinkoja korvataan monen tyyppisestä vakuutuksesta

<sup>56</sup> Finanssialan toimittama tilasto 12.8.2018

<sup>57</sup> [https://www.mtk.fi/metsa/puumarkkinat/puukaupan\\_hintatiedot/](https://www.mtk.fi/metsa/puumarkkinat/puukaupan_hintatiedot/)



myrskyvahingoissa suuruusluokkaa 15 – 35 €/m<sup>3</sup>, vakuutusehdoista ja omavastuista riippuen.<sup>58</sup> Yleensä korvattavan tuhon alaraja on 15 kuutiota ja taimikossa 0,5 hehtaaria.

Metsänomistajalla on taloudellinen riski siinäkin tapauksessa, että metsänomistajalla on voimassa oleva vakuutus. Käytännössä tämä tarkoittaa, että metsänomistaja joutuu kärsimään loput vahingoista taloudellisenä tappiona, ellei muita tukimuotoja ole.

### **Riskien hallinnassa tarvitaan aktiivista otetta metsänomistajilta**

*Kansallinen metsäohjelma riskien vähentämiseksi (KMO) 2015*<sup>59</sup> nostaa esiin ilmastonmuutoksen aiheuttaman lämpötilan kohoamisen sekä lisääntyneen sadannan ja ääri-ilmiöiden esiintymisen. KMO 2015:ssa esitettävät kolme metsätuhoja koskevaa toimenpidettä ovat: 1) ennusteiden laatiminen ilmastonmuutoksen metsätuhoriskeistä, 2) metsätuhojen seuranta-järjestelmän kehittäminen ja 3) valmiussuunnitelmien laatiminen tuhojen varalle.<sup>60</sup> Vastuuorganisaatioiksi on nimetty maa- ja metsätalousministeriö, sisäministeriö, Metla, Tapio ja metsäkeskukset.

*Kansallisessa metsästrategiassa 2025*<sup>61</sup> todetaan, että metsäsektorin toimintaa tulee kehittää yhä enenevässä määrin markkinaehtoiseksi, ja että: ”metsäalan organisaatioiden, hallinnon ja lainsäädännön muutosten sisäänajo vaikuttavat metsäalan toimintaympäristöön kotimaassa. Vaikutukset ulottuvat puumarkkinoille, metsäalan tutkimukseen, metsätalouden rahoitukseen ja liiketoimintaan. Moni aiemmin valtion tukema palvelu ja toiminta on muuttunut tai muuttumassa markkinaehtoiseksi, kun metsätalouden julkinen rahoitus pienenee.”

Tätä taustaa vasten on tulkittavissa, että riskien vähentämiseksi metsänomistajien on itse oltava aktiivisia, ja toiminnan on muututtava yhä ammattimaisemmaksi. Metsänhoidollisten toimenpiteiden lisäksi on syytä harkita riskien siirtämistä esimerkiksi vakuutuksia hyödyntäen. Riskien hajauttaminen metsänomistajasta hajauttamalla on myös periaatteessa mahdollista, mutta koska metsätilojen koko on keskimäärin melko pieni (keskikoko noin 30 hehtaaria) eikä yksittäisellä metsänomistajalla ole mahdollista hajauttaa omistamansa metsää muuten kuin hankkimalla lisää metsää, tämä tarkoittanee käytännössä tilakokojen kasvattamista. Tämä voi myös johtaa siihen, että metsänomistajien kesken tapahtuu keskittymistä ja konsolidointia, jolloin metsätilojen koko myös kasvaa.

---

<sup>58</sup> Vakuutusyhtiöiden metsävakuutuksia koskevat vakuutusehdot.

<sup>59</sup> MMM (2008). Kansallinen Metsäohjelma 2015. Lisää hyvinvointia monimuotoisista metsistä - Valtioneuvoston periaatepäätös. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 3/2008

<sup>60</sup> MMM (2014). Maa- ja metsätalousministeriön varautumissuunnitelma metsätuhoihin

<sup>61</sup> MMM (2016). Kansallinen metsästrategia 2025 -seuranta.

## 2.3 Esimerkki 3: Sääturvallinen sähköverkko

### Myrskyt ja lumikuormat uhkaavat ilmajohtoverkkoa

Vuoden 2011 joulunpyhinä Suomeen iski Tapani-myrsky ja sitä seurasi vielä seuraavana päivänä Hannu-myrsky. Nämä myrskyt kaatoivat puita noin 3,5 miljoonaa kuutiometriä.<sup>62</sup> Puiden kaatuminen sähkölinjoille aiheutti pahimmillaan useita vuorokausia kestäviä sähkökatkoja. Myrskyn jälkeen käytiin vilkasta keskustelua sähköverkkojen sääturvallisuudesta ja arvioitiin millaisiin ilmastollisiin oloihin Suomessa on tulevaisuudessa varauduttava. Lopulta keskustelu johti sähkömarkkinalain<sup>63</sup> muuttamiseen niin, että sähkön jakeluverkon haltijoiden on varauduttava myrskyn ja lumikuorman aiheuttamaan verkon vikaantumiseen siten, ettei sähkönjakelun keskeytys muodostu asemakaava-alueella yli 6 tuntia ja muualla yli 36 tuntia kestäväksi. Velvoitteet on täytettävä vuoteen 2028 mennessä. Erityisillä perusteilla Energiaselä voi myöntää jatkoaikaa velvoitteiden täyttämiseksi.

Lain käsittelyn aikana eduskunnan talousvaliokunta totesi mietinnössään<sup>64</sup>, että sähkönjakeluverkon toimitusvarmuuden parantamiseen liittyvät esitykset perustuvat siihen oletamaan, että koetut sään ääri-ilmiöt tulevat jatkumaan ja mahdollisesti jopa lisääntymään. Talousvaliokunnan mietinnön mukaan alan tutkimustyö tukee tätä oletamaa ja että tutkimustulokset tukevat ehdotetun sääntelyn tarvetta.

Metsiin kohdistuvien tuuliriskien on arvioitu kasvavan Suomessa. Yhdistämällä tuulen voimistuminen roudan vähenemiseen ja vaihteleviin lumikuormiin saadaan selkeä kuva siitä, että puiden kaatumis- ja katkeamisriskit tulevat säilymään tai jopa kasvamaan maamme etelä-, länsi-, keski- ja itäosissa aina vuosisadan puoliväliin saakka. Pohjoisessa riskit kasvavat tutkimusten mukaan selvemmin vuosisadan puolivälin jälkeen.<sup>65</sup>

### Maakaapelointi maksaa miljardeja

Sähkömarkkinalain valmistelun yhteydessä tehtiin arvioita lainmuutoksen vaikutuksista. Arviot investointikustannusten määrästä vaihtelivat huomattavasti hallituksen esityksen noin 3,5 miljardista eurosta aina 5,5 miljardiin euroon vuoteen 2028 mennessä. Kustannusten jakautuessa tasaisesti 15 vuodelle vuotuiset toimitusvarmuuden parantamisen kustannukset ovat 230 – 370 miljoonaa euroa. Työ- ja elinkeinoministeriö arvioi, että toimitusvarmuuden

<sup>62</sup> Yle Uutiset 18.6.2016. Muistatko viime vuosien kovimmat myrskyt? – katso videoilta pahimmat tuulituhot.

<sup>63</sup> Sähkömarkkinalaki 588/2013: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130588>

<sup>64</sup> Talousvaliokunnan mietintö 17/2013 vp: <https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/sivut/trip.aspx?trip-type=ValtiopaivaAsiakirjat&docid=tavm+17/2013>

<sup>65</sup> Gregow, H., Peltola, H., Laapas, M., Saku, S., Venäläinen, A. 2011. Combined occurrence of wind, snow loading and soil frost with implications for risks to forestry in Finland under the current and changing climatic conditions. *Silva Fennica*, 45(1), 35–54

parantamisesta aiheutuu sähkökäyttäjien maksamaan kokonaishintaan noin 8 - 10 prosentin keskimääräinen korotuspaine.



*Kuva 3. Ilmajohtoja metsän keskellä (@ a40757 /iStock photo)*

### **Lasku lankeaa sähkökäyttäjille**

Sähkön jakeluverkon kehittämistarpeet sähkömarkkinalain vaatimusten täyttämiseksi vaihtelevat eri puolella Suomea ja siten myös kustannukset jakautuvat loppukäyttäjille eri tavoin. Työ- ja elinkeinoministeriö on arvioinut, että siirtohintojen korotuspaine on keskimääräistä suurempi 24 jakeluverkonhaltijalla (jakeluverkonhaltijoita on yhteensä 85). Kun keskimääräiseksi korotukseksi on arvioitu 1,2 senttiä kilowattitunnilta, saattaa korotus muodostua osalle sähkökäyttäjistä noin 4,5 snt/kWh suuruiseksi. Talousvaliokunnan käsittelyn aikana tuotiin voimakkaasti esille huoli siitä, että sääntely saattaa nostaa huomattavasti sähkön hintaa osalla kuluttajista. Asiakaskohtaisia kustannuksia lisää se, että merkittävä osa verkon kehittämistarpeista kohdistuu alueisiin, joilla välimatkat ovat pitkät ja sähkökäyttäjää on vähän. Maksajien määrään suhteutetut kustannukset voivat näin muodostua huomattaviksi.<sup>66</sup>

---

<sup>66</sup> Talousvaliokunnan mietintö 17/2013 vp: <https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/sivut/trip.aspx?trip-type=ValtiopaivaAsiakirjat&docid=tavm+17/2013>

Edellä kuvattu 3,5 - 5,5 miljardin investointikustannukset tarkoittavat karkeasti suuruusluokaltaan noin tuhatta euroa sähkökuluttajaa kohti, mikä peritään sähkökuluttajilta suurempina siirtomaksuina tulevina vuosina. Mikäli tarkastellaan pahimpia alueita, joissa sähkön siirtohintaa nousisi 4,5 snt/kWh, kasvaisivat tällöin esimerkiksi 20 000 kWh kuluttavan sähkölämmitteisen omakotitalon kustannukset noin 900 euroa vuodessa. Keskimäärin sähkölämmitteiselle omakotitalolle lisäkustannus olisi noin 240 euroa vuodessa.

### **Onko vaihtoehtoja maakaapeloinnille?**

Sähkön jakeluverkkojen osalta ilmastonmuutoksen riskeihin voidaan suojautua siirtämällä ilmajohtoja teiden viereen sekä erityisesti korvaamalla ilmajohtoja maakaapeilla. Näiden toimenpiteiden arvioidut kustannukset ovat 3,5 - 5,5 miljardia euroa, kuten edellä on kuvattu. Toukokuussa 2018 asunto-, energia- ja ympäristöministeri Kimmo Tiilikainen asetti selvittäjän, jonka tehtävänä on laatia selvitys sähkönjakeluverkkojen siirtohintojen korotusten taustalla olevista syistä ja verkonhaltijoiden valitsemien investointitapojen perusteista sekä etsiä vaihtoehtoisia tapoja toteuttaa toimitusvarmuutta parantavia investointeja ja sitä kautta säästää kustannussäästöjä.<sup>67</sup> Selvityksen tulokset valmistuvat 15.12.2018 mennessä.

---

<sup>67</sup> Työ- ja elinkeinoministeriön tiedote 28.5.2018. Professori Jarmo Partanen selvittämään sähkön jakeluverkkojen hinnankorotuksia ja niiden alueellista kohdentumista.

## 2.4 Esimerkki 4: Maantiet ja ilmastonmuutos

### Ilmastonmuutos nopeuttaa teiden kulumista

Suomessa liikenneväylien kunto riippuu jo nyt säänvaihteluista, ja selvitykset osoittavat, että ilmastonmuutos voi pahentaa tilannetta entisestään. Ilmastonmuutoksesta johtuvat odotetut lämpimät ja sateiset talvet nopeuttavat teiden urautumista. Lisääntyvät sulamis-jäätymissyklit rapaattavat päällysteitä ja teiden reikiintyminen lisääntyy. Lisääntyvien sateiden seurauksena pohjaveden pinnan tasot nousevat, mikä heikentää erityisesti vähäliikenteisen tiestön kantavuutta ja nopeuttaa tien harjanteen kasvua<sup>68</sup>. Talvisin paljaat tienpinnat yleistyvät erityisesti talvihoitoluokassa Ib<sup>69</sup>.

Lämpötilojen kohoamisesta johtuen erityisesti Suomen etelä- ja länsiosissa odotetaan lumisaiteiden ja lumipeitteen vähenevän ilmastonmuutoksen myötä. Kuitenkin olosuhteiden osuessa kohdilleen yhdessä kasvavien talvisademaksimien kanssa, voivat liikennettä suuresti haittaavat lumimyräkit voimistua. Yksi mahdollinen tekijä voimakkaiden lumisateiden tapauksessa on esim. etelärannikolta tuttujen, suhteellisen lämpimän meren ja kylmän ilman yhteisvaikutuksesta syntyneiden sankkojen lumisateiden esiintyminen myös Suomen suurien järvien yhteydessä. Onnettomuusriski jäisillä ja lumisilla keleillä on 4,1-kertainen<sup>70</sup> paljaaseen tienpintaan verrattuna. Onnettomuusriski kasvaa vaativien talvikelien harvinaistuesssa ja muuttuessa siten yllätyksellisiksi.

Pohjoismaiden tieteknisen liiton kunnossapitojaosto<sup>71</sup> on arvioinut ilmastonmuutoksesta aiheutuvia riskejä tienpidon näkökulmasta, joista tärkeimmät ovat:

- teiden päällysrakenteiden vaurioituminen
- päällysteiden kuluminen
- talvikunnossapidon vaikeutuminen
- betonirakenteiden vaurioituminen
- virtaavien vesien hävittämät tiepenkereet ja sillat
- tulviminen.

---

<sup>68</sup> Ilmastonmuutoksen vaikutus tiestön hoitoon ja ylläpitoon. Helsinki 2009. Tiehallinto, Keskushallinto. Tiehallinnon selvityksiä 8/2009, 66 s. + liitt. 8 s. ISSN 1459-1553, ISBN 978-952-221-172-9, TIEH 3201122-v.

<sup>69</sup> ks. tarkemmin hoitoluokkamääritelmät alempana

<sup>70</sup> Salli, R., Lintusaari, M., Tiikkaja, H. ja Pöllänen, M. 2008. Keliolosuhteet ja henkilöautoliikenteen riskit. Tampereen teknillinen yliopisto. Tutkimusraportti 68.

<sup>71</sup> NVF. 2008. Nordiska Vägtekniska Förbundet, Utskott 41, Klimatförändringar - påverkan på väghållningen.





Kuva 4: Tie Suomussalmella. (Pixabay)

Suomessa on noin 78 000 tiekilometriä (tiekm) maanteitä. Moottoriteitä on 890 tiekm, päällystettyjä teitä noin 51 000 tiekm ja sorateitä noin 27 000 tiekm. Liikennevirasto määrittelee teiden hoidon palvelutason.<sup>72</sup> Kaikkia teitä ei voida hoitaa kohtuullisin kustannuksin välittömästi ja siksi tiet on luokiteltu hoitoluokkiin (yhteensä 7 luokkaa), joista luokan *Ise palvelutaso on korkein ja luokan III matalin*:

- Korkeimmassa hoitoluokassa *Ise* liukkaudentorjunta tehdään ennakoiden ilman toimenpideaikaa ja hoitoluokissa *Is ja I* liukkaus torjutaan pääsääntöisesti ennakoivilla toimenpiteillä suolaamalla.
- Talvihoitoluokan *Ib* teillä suolaa käytetään ainoastaan syys- ja kevätliukkailla ja erityisissä ongelmatilanteissa.
- Alemmalla tieverkolla liukkauden torjuntaan käytetään hiekkaa.

---

<sup>72</sup> Maanteiden talvihoito, Liikenneviraston ohjeita 1/2017

## Riskeihin liittyvät kustannukset uhkaavat nostaa korjausvelkaa entisestään

Suomen liikenneväylille on vuosien varrella kertynyt korjausvelkaa, jonka tasoa Liikennevirasto on seurannut vuodesta 2011 lähtien. Viimeisin arvio on vuodelta 2017.<sup>73</sup> Korjausvelalla tarkoitetaan sitä rahasummaa, joka tarvittaisiin valtion teiden, ratojen ja vesiväylien saattamiseksi nykytarpeita vastaavaan hyvään kuntoon. Vuoden 2017 alussa väyläomaisuuden korjausvelan määrä oli noin 2 473 M€, josta maanteille kohdistuu 1 297 M€ ja rautateille 1 137 M€. Korjausvelka muodostuu huonokuntoisen ja korjaustarpeessa olevan väylän korjauskustannusten arviosta. Korjaustarve määräytyy kuntotilasta ja väylille asetetuista kuntotavoitteista. Liikenneväylien korjausvelan vähentämiseen on myönnetty lisärahoitusta 600 miljoonaa euroa vuosille 2016–2018.

Liikennevirasto on myös selvittänyt ilmastonmuutoksesta johtuvia lisäkustannuksia. Ensimmäinen raportti on vuonna 2009 julkaistu selvitys<sup>74</sup> ja vuonna 2017 Liikennevirasto teki sisäisen selvityksen<sup>75</sup>, jossa todetaan, että vuonna 2009 laaditut arviot ilmastonmuutoksen lisäkustannuksista ovat edelleen ajantasaisia. Tieverkon hoidon ja ylläpidon kustannuksiksi arviointiin vuonna 2009 kokonaisuudessaan noin 465 miljoonaa euroa, joka muodostuu tieverkoston hoidosta (230 miljoonaa euroa) ja tieverkoston ylläpito- ja korvausinvestoinneista (235 miljoonaa euroa). Taulukossa 1 on yhteenveto ilmastonmuutoksen arvioiduista vaikutuksista kokonaiskustannuksiin. Selvityksessä todetaan kuitenkin, että tarkkaa kustannusvaikutusta ei voida antaa.

*Taulukko 1: Ilmastonmuutoksen vaikutukset tieverkon kustannuksiin. Taulukossa esitetty vain ne kohdat joihin ilmastonmuutos aiheuttaa kustannuksia.*

		<b>Ilmastonmuutoksen vaikutus<sup>76</sup> (vain tärkeimmät vaikutukset)</b>		
	Kustannus, v 2009 milj. euroa	Suunta	Kustannus- vaikutuksen arvio	Perustelut
<b>Tieverkon hoito</b>	<b>230</b>			
- talvihoito	102	+	0-10%	Lumenpoisto säilyy ennallaan, mutta liukkaudentorjunta vaikeutuu ja kallistuu

<sup>73</sup> Dietrich, J., Junes, J. ja Nevalainen, N.: Liikenneväylien korjausvelka 2017.

Liikennevirasto, kunnossapito-osasto. Helsinki 2017. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 44/2017.

<sup>74</sup> Ilmastonmuutoksen vaikutus tiestön hoitoon ja ylläpitoon, Tiehallinnon selvityksiä 8/2009

<sup>75</sup> Maanteiden hoidon muutostarpeet, Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä (sisäinen) 2107

<sup>76</sup> ks. tarkemmin taulukko nro 6, Ilmastonmuutoksen vaikutus tiestön hoitoon ja ylläpitoon, Tiehallinnon selvityksiä 8/2009

- sorateiden hoito	29	++	5-10%	Sorateiden hoitokausi pitenee erityisesti syksyllä ja kunnostus talvea varten hankaloituu. Kelirikon hoitotarve lisääntyy.
<b>Tieverkon ylläpito ja korvausinvestoinnit</b>	<b>235</b>			
- päällysteiden uusiminen	68	++	7-15%	Päällystykset enemmän paljaita ja kulukselle alttiita
- päällysteiden paikkaus	66	++	7-15%	Lisääntynyt jäätymissulamissykli rapauttavat päällysteitä
- siltojen ylläpito	46	+	3-7%	Lisääntynyt suolan käyttö ja lämpötilan nousu nopeuttavat korroosiota. Tulvat hankaloittavat siltojen ylläpitoa.
- kelirikkokorjaukset	15	+	10-15%	Lisääntyvät sateet ja kohoava pohjavedenpinta pahentaa kelirikkoo
++ Kustannukset lisääntyvät huomattavasti + Kustannukset lisääntyvät jonkin verran				

Vuonna 2009 arvioitiin päällysteiden ylläpitotarpeen ja kustannusten lisääntyvän märkien ja lämpimien talvien vuoksi 4 - 5 vuoden aikavälillä noin 10 - 20 milj. euroa vuodessa eli 7 - 15 %. Vastaavasti sorateiden hoidon ja ylläpidon rahoitustarpeen arvioitiin lisääntyvän 5 - 10 milj. euroa vuodessa 2010-luvulla eli 12 - 23 % vuosi.

Vuoden 2017 selvityksessä todetaan mm. että:

- Ilmastonmuutos on jo aiheuttanut liukkaudentorjunta- ja suolaustarpeen selvää kasvua sisämaassa, leudoimpina talvina aina Kainuussa ja Lapissa asti. Lämpötilan nollassaasteen raja saattaa leutoina talvina ylittyä 70 - 80 kertaa talvessa. Aivan etelärannikolla talvihoidon toimenpidemäärä saattaa vähentyä ainakin aurauksessa, mutta kelimuu-toksia varten on ylläpidettävä riittävä valmius.
- Vuonna 2009 on tehdyn selvityksen "Ilmastonmuutoksen vaikutus tiestön hoitoon ja ylläpitoon" (Tiehallinto 2009) tulokset pätevät pääosin nykyäänkin. Vuoden 2017 selvityksessä todetaan myös, että lumimyrskyjen ja suurten lumisateiden määrä ei lisääntynyt niin kuin vuonna 2009 arvioitiin.

Kokonaiskustannukset ovat siis joitakin kymmeniä miljoonia vuodessa, kun näitä suhteutetaan korjausvelan vähentämiseen myönnettyyn lisärahoitukseen, joka on ollut noin 100 – 200 miljoonaa euroa vuodessa. Ilmastonmuutos voi aiheuttaa lisärahoitustarvetta korjausvelkaan.



## **Verovarot eivät riitä kaikkien teiden korjaamiseen**

Maanteiden ylläpito ja korjaaminen maksetaan verovaroin, mutta korjausvelan suuruus on johtanut siihen, että toimenpiteitä joudutaan jatkuvasti priorisoimaan. Tämä tehtävä on ELY-keskusten vastuulla.

Etelä-Suomen ja rannikon märkä talvi on siirtymässä pohjoisemmaksi, jolloin teiden ylläpito-tarve muuttuu ja kustannukset lisääntyvät. Hankala tilanne on varsinkin vähäliikenteisillä teillä, joiden korjaamiseen ei välttämättä ole mahdollista osoittaa rahoitusta.

Pohjoismaisessa PTL:n<sup>77</sup> ilmastonmuutosta koskevassa vaikutus selvityksessä todetaan, että suhteellisesti suurimmat haitat Suomelle koituvat siitä, että tulevaisuudessa jäätyneen maan kantokykyä ei pystytä tulevaisuudessa hyödyntämään samassa määrin kuin aiemmin on tehty erityisesti metsäteollisuuden puunhankinnan ja kuljetusten osalta, eli suuria haasteita voi osua teihin, joiden hoitoluokka on *Ib tai alhaisempi*.

## **Tarvitaan ennakoivaa riskienhallintaa ja kustannusten hallintaa**

Liikenneväylien hoitotarpeeseen ja kunnonhallintaan liittyy tulevaisuudessa yhä enemmän ennakoimattomuutta, eli aina ei tiedetä etukäteen mihin resursseja tulisi kohdentaa ja vaikka tiedettäisiin, resursseja ei ole varaa pitää ”varastossa” toimeettomana odottamaan tulevia tarpeita. Käytännössä tämä tarkoittaa, että koska rahoitusta ei välttämättä voida rajattomasti lisätä, on yhä enemmän panostettava ennakoivaan riskienhallintaan, suunnitteluun ja tilanteen reaaliaikaiseen seurantaan kustannusten minimoimiseksi.

Korjausvelkaohjelmassa 2016-2018 on erikseen varattu rahoitusta liikenneväylien digitalisointiin<sup>78</sup>. Ohjelmassa on käynnistetty hankkeita, kuten ”Automatisoitu liikenne- ja liikkumistietojen kerääminen ja jakelu” ja ”Tieverkon ennakoiva kunnonhallinta”, jotka ovat erittäin tervetulleita. Näiden hankkeiden kautta luodaan edellytyksiä korjausvelan hallintaan.

Korjausvelkaohjelma päättyy vuoden 2018 lopussa, joten on syytä miettiä, miten tarvittava jatkorahoitus hoidetaan. Liikenneverkon rahoitusta pohtinut parlamentaarinen työryhmä esitti helmikuun lopussa yksimielisesti, että tie- ja rataverkon korjausvelan vähentämiseen tulisi osoittaa vuosittain vähintään 300 miljoonan euron lisärahoitus. Tämä tarkoittaisi vähintään noin 1,3 miljardin euron vuosittaista perusväylänpidon rahoitusta. Lisärahoitus tulisi kuitenkin vasta vuoden 2022 talousarvioon ja väylien rahoitustaso laskee ensi vuonna (2019) noin 350 miljoonaa euroa vuoden 2018 tasosta.<sup>79</sup>

---

<sup>77</sup> ks aikaisemmin mainittu NVF. 2008. Nordiska Vägtekniska Förbundet

<sup>78</sup> [https://www.liikennevirasto.fi/documents/20473/182908/korjausvelkaohjelma\\_digitalisaatio\\_perustelut.pdf/04cb4ee7-500d-496a-b246-32dd987f1b47](https://www.liikennevirasto.fi/documents/20473/182908/korjausvelkaohjelma_digitalisaatio_perustelut.pdf/04cb4ee7-500d-496a-b246-32dd987f1b47) (viitattu 29.8.2018)

<sup>79</sup> Liikenne- ja viestintäministeriö tiedote 18.5.2018. Ministeri Berner: Teiden kunto on jo hälyttävällä tasolla.

## 2.5 Esimerkki 5: Peltoviljelyn ilmatoriskit

### Sään ääri-ilmiöt haasteena maataloudelle

Ilmastonmuutoksen myötä ilmaston ennustetaan lämpenevän varsin huomattavasti, ja mikäli epäonnistutaan päästöjen hillinnässä, muutoksen vaikuttavuus ja todennäköisyys kasvaa. Suomessakin lämpösummat kasvavat<sup>80</sup> ja vähitellen kasvukaudet muuttuvat pidemmiksi. Tämä vaikuttaa peltoviljelyyn, sillä se kiihdyttää viljelykasvien kasvua ja kehitysrytmiä ja muuttaa kasvuoloja kuten maaperän ravinne- ja vesitaloutta. Hiilidioksidi lisää kasvien yhteyttämistä ja tehostaa veden käyttöä.<sup>81</sup>

Lämpötilan nousun vaikutukset maatalouteen vaihtelevat alueellisesti sekä maailman että Suomen tasolla. Kasvukaudet ovat muuttumassa, ja jo lähivuosikymmeninä enemmistö kasvukausista näyttäisi olevan harvinaisen lämpimiä.<sup>82</sup> Euroopan maatalouden painopiste on vähitellen siirtymässä kohti pohjoista. Eteläisessä Euroopassa liiallinen kuumuus aiheuttaa erityisiä ongelmia maataloudelle.

Muutokseen sopeutuminen tuo mukanaan haasteita myös täällä Suomessa. Ilmastonmuutos voi tulevaisuudessa parantaa suomalaisen maatalouden tuottavuutta, jos muutokseen osataan sopeutua ja varautua oikein.<sup>83</sup> On kuitenkin muistettava, että ilmastonmuutokseen liittyy myös sään ääri-ilmiöiden lisääntyminen, ja korkeat kesälämpötilat voivat tuoda mukanaan uusia ongelmia maataloudelle. Vuosisadan lopulle ennustettuihin Suomen oloihin (hyvin korkeat kesälämpötilat ja pitkä päivä) jalostettuja viljalajikkeita ei esimerkiksi ole tarjolla. Nykyisillä lajikkeilla korkea lämpötila yhdistettynä runsaaseen valoon lyhentää jyvien muodostumisvaiheen kestoa, jolloin sato jää niukaksi.<sup>84</sup> Käytännössä tarvitaan panostamista kasvinjalostukseen.

---

<sup>80</sup> Ilmatieteenlaitos: Lämpötilan summan yksikkö on vuorokausiaste °Cvrk. Summaa kertyy päiviltä, jolloin vuorokauden keskilämpötila on +5 asteen yläpuolella. Summaan lasketaan kasvukauden aikana vuorokauden keskilämpötilan viiden asteen ylittävä osa. Jos vuorokauden keskilämpötila jää kasvukaudella + 5 asteen alapuolelle, summaa ei kerry, mutta se ei myöskään vähene. Kasvukausi katsotaan silloin tilapäisesti pysähtyneeksi.

<sup>81</sup> <https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/maatalous-ja-maaseutu/maatalous-ja-ilmastonmuutos/> (viitattu 23.8.2018)

<sup>82</sup> Ks. viitteet 80 ja 81.

<sup>83</sup> <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/vaiikutukset/-/artikkeli/ca96c048-a654-492e-b20a-f2ac8c394adf/maatalouden-mahdollisuudet-muuttuvat-ilmaston-muuttuessa.html> (viitattu 23.8.2018)

<sup>84</sup> Peltonen-Sainio P., Jauhiainen, L., Hakala, K. & Ojanen, H. 2009. Climate change and prolongation of growing season: changes in regional potential for field crop production in Finland. *Agricultural and Food Science* 18, 171–190

Sään ääri-ilmiöt, kuten pitenevät kuivuus- ja hellejaksot, tulvat ja rankkasateet, sekä syksyllä ja talvella kasvavat sademäärät ovat maataloudelle todellisia ongelmia.<sup>85</sup> Pari viimeistä vuotta – vuoden 2017 sateet ja kesän 2018 pitkään jatkunut helle ja poikkeuksellisen kuivuus – ovat osoittaneet mitä ongelmia äärisäät voivat aiheuttaa maataloudelle myös Suomessa. Esimerkiksi syitä kesän 2018 tyyppiseen kuivuuteen on tutkittu paljon, ja tulokset viittaavat siihen, että taustalla ovat ilmastonmuutoksen aiheuttamat muutokset planetaarisiin ilmastovirtauksiin.<sup>86</sup> Pohjoiset alueet lämpenevät nopeammin kuin maapallo keskimäärin, ja se vaikuttaa planeettamme suurimpiin ilmastovirtauksiin. Kun ilmastovirtausten kierto hidastuu, vallitsevat sääolot lukkiutuvat entistä pidemmiksi ajoiksi paikoilleen Pohjois-Amerikassa, Euroopassa ja Aasiassa.

Maataloutemme ilmastonmuutoksesta saamat hyödyt kalpenevat näiden uhkakuvien rinnalla. Toki vaaratekijöistä huolimatta viljelijöiden kannattaa pyrkiä sopeutumaan edessä oleviin muutoksiin, ja mahdollisuuksien mukaan hyödyntää lämpimämmän ilmaston tuomia mahdollisuuksia.<sup>87</sup>

Maatalouden kohtaamia ilmastonmuutoksesta johtuvia haasteita on useita, alla luettelo tärkeimmistä:<sup>88</sup>

- Ääri-ilmiöiden yleistymisen, tuulet, sateet ja helle- ja kuivuusjaksot
- Kasvintuhojen riskin kasvu
- Rikkakasvien riskin kasvu
- Viljelymaan kunnan heikkeneminen
- Eroosion ja huuhtoutumien lisääntyminen
- Kastelutarpeen lisääntyminen
- Satovaihtelun ja satokuilun kasvu
- Sadon laadun heikkeneminen
- Talvehtimisen vaikeutuminen
- Hallariskin muuttuminen.

---

<sup>85</sup> : Ruuhela, R. (toim.) Miten väistämättömään ilmastonmuutokseen voidaan varautua? Yhteenvedo suomalaisesta sopeutumistutkimuksesta eri toimialoilla. Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisu 6/2011

<sup>86</sup> The influence of Arctic amplification on mid-latitude summer circulation <https://www.nature.com/articles/s41467-018-05256-8>

<sup>87</sup> Ilmastonmuutos lämmittää Suomen kasvukausia [http://www.smts.fi/sites/smts.fi/files/MTP2016/Ruosteenoja\\_maataloustieteen-pv-2016-pitkae.pdf](http://www.smts.fi/sites/smts.fi/files/MTP2016/Ruosteenoja_maataloustieteen-pv-2016-pitkae.pdf) (viitattu 23.8.2018)

<sup>88</sup> Peltonen-Sainio, Pirjo [et al], Sopeutumisen tila 2017, Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 18/2017



*Kuva 5: Kuivaa maatalousmaata. (Pixabay)*

### **Riskeihin liittyvien kustannusten määrittely haasteellista**

Ilmastonmuutokseen odotetaan liittyvän sekä riskejä että mahdollisuuksia, minkä johdosta on erittäin haasteellista määrittellä ilmastonmuutoksen maataloudelle aiheuttamia taloudellisia vaikutuksia. Ennustettu lämpenemisestä johtuva kasviolosuhteiden paraneminen voi lisätä maatalouden tuottoja ja siten myös kannattavuutta, mutta ääriolosuhteisiin sopeutuminen ja niiden riskeihin liittyvät kustannukset voivat tuhota lisääntyneen tuottopotentialin.

Viljelyolosuhteet Suomessa ovat jo nykyään erittäin haasteelliset moneen muuhun maahan verrattuna, ja vielä tällä hetkellä Suomen maataloudella ei ole riittävää sopeutumiskykyä tuleviin sään ääri-ilmiöihin. Viime vuosina on yhä enemmän keskusteluun noussut huoli ilmastonmuutoksen haitoista ja niistä johtuvista kustannuksista, mahdollisten lisätuottojen sijasta. Taloudellisia vaikutuksia on jonkin verran tutkittu<sup>89</sup>, mutta tarvitaan selvästi lisäselvityksiä, jotta ilmastonmuutoksen nettovaikutukset maatalouteen saataisiin selville.

---

<sup>89</sup> Kuoppamäki, P. 1996. Impacts of Climate Change From a Small Nordic Open Economy Perspective. Helsinki: ETLA, Elinkeinoelämän tutkimuslaitos

Kokonaiskustannukset maataloudelle ovat riippuvaisia monesta tekijästä, kuten esimerkiksi viljan markkinahinnoista, mutta voidaan sanoa, että kustannukset voivat karkeasti arvioituna nousta jopa satoihin miljooniin euroihin.

Muulla maailmassa nykyisillä ruuantuotantoalueilla odotettavissa olevat tuotanto-ongelmat ja ruuan kysynnän kasvu voivat näkyä maataloustuotteiden nousevina hintoina Suomessakin. Kuluttajan näkökulmasta tämä voi olla lyhyellä tähtäimellä ei-toivottavaa, mutta julkiselle ta-  
loudelle maanviljelyksen kannattavuuden parantuminen saattaa olla edullista, mikäli maataloustukien tarve vähenee.<sup>90</sup>

Maatalouden osuus Suomen BKT:sta ei ole itsessään suuri (n. 2,3 % kansantalouden kokonaisinvestoinneista<sup>91</sup>), mutta sen kannattavuus ja elinvoimaisuus on tärkeää elintarviketeollisuudelle, jonka käyttämistä raaka-aineista 82 % on kotimaista alkuperää.<sup>92</sup> Kyse ei varmaankaan ole tulevaisuudessa siitä, harjoitetaanko maataloutta Suomessa vai ei, vaan kyse on enemmän siitä, miten ja missä laajuudessa ilmastonmuutoksesta johtuvia lisäkustannuksia pitää rahoittaa. Lisäksi maataloutta pidetään usein tärkeänä sektorina omavaraisuuden, turvallisuuden ja maaseudun elinvoimaisuuden kannalta. Suomessa maksettu maataloustuki on jo tällä hetkellä suhteellisesti katsottuna hyvin korkea, ja kysymys kuuluu, voidaanko sitä enää nostaa vaikka ilmastonmuutoksen haitat olisivat kuinka isot tahansa.

#### **Suomen maataloustuet ovat jo nyt korkeat verrattuna muihin EU-maihin**

Viime vuosina EU maksanut maataloustukia noin 50 miljardia € mikä on noin 40 % EU:n budjetista. Suomessa tukea maksettiin 2017 lähes 2 miljardia €. Summa sisältää sekä EU:n tukijärjestelmän tuet että kansallisen maataloustuen.

Tukien merkitystä maatalojen tulonmuodostukselle voidaan tarkastella maatalojen saamien tukien suhteella maatalojen tuottamaan nettoarvonlisäykseen. Nettoarvonlisäys on maatalojen saama korvaus omalle työlle ja pääomalle. EU:ssa maataloustukien suhde nettoarvonlisäykseen on keskimäärin noin 37,6 %. Maataloustuki vastaa siis yli kolmannesta maatalojen tuloksesta. Suurissa jäsenmaissa osuus on lähellä EU:n keskiarvoa. Suomessa osuus on koko EU:n korkein, jopa 143 % (Ruotsissa suhdeluku on 73 % ja Virossa 63%). Tämä tarkoittaa, että Suomessa markkinoilta saatavat maataloustuotteiden myyntitulot kattavat vain osan tuotanto-kustannuksista. Suuri osa tuesta kuuluu tuotantokustannuksiin ja vain osa jää maatalouden tulokseksi.<sup>1</sup>

<sup>90</sup> <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/vaikutukset/-/artikkeli/51doc5f5-349b-4ffa-9419-7a78d612c17e/suomen-talous.html> (viitattu 23.8.2018)

<sup>91</sup> Luke (2018). Suomen maa- ja elintarviketalous 2018. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 34/2018

<sup>92</sup> <http://www.etl.fi/elintarviketeollisuus.html> (viitattu 24.8.2018)

## Kustannukset eivät kohdistu tasaisesti

Kustannukset kohdistuvat ensisijaisesti maataloudelle ja kustannusten kohdistumisen tarkastelussa voidaan esimerkkinä ottaa kesän 2018 jatkunut helle- ja kuivuusjakso. Suomessa kesän 2018 jatkuneen kuivuuden vaikutus on vaihdellut alueellisesti ja viljasato on jäämässä alueesta riippuen jopa puolet normaalia pienemmäksi.<sup>93</sup> Varsinais-Suomessa ja Uudellamaalla tilanne on ollut heikoin, Pohjanmaalla näkymät ovat paremmat. Tämä alueellinen vaihtelu on myös odotettavissa myös tulevaisuudessa ja siksi siihen on syytä varautua.

Satotasot ovat tuottaneet pettymyksiä Ranskassa, Italiassa ja Iso-Britanniassa sekä Keski- ja Kaakkois-Euroopassa. Sen sijaan Espanjassa on saatu todella hyviä satoja. Baltian ja Puolan sadot ovat erittäin matalia ja Saksan ja Skandinavian osalta niitä voidaan kutsua jopa katastrofaalisen heikoiksi.<sup>94</sup>

Tuhojen ja kustannusten kohdistuminen voi olla alueellisesti erittäin vaihtelevaa<sup>95</sup> ja monessa EU-maassa on haettu tukea EU:lta, esim. Ruotsissa viljasato on ollut huonoin 25 vuoteen.<sup>96</sup> Ruotsissa tukea haettiin yhteensä noin 120 miljoonaa euroa (1,2 miljardia Ruotsin kruunua). Suomessa hallitus on vuoden 2019 budjetissa varannut maatalouden tukemiseen noin 90 miljoonaa euroa.

Julkisuudessa käydään säännöllisesti keskusteluja maatalouden markkinaehtoisesta toiminnasta ja kannattavuudesta, mutta toistaiseksi ei ole löytynyt ratkaisua siihen, että maataloutta Suomessa voitaisiin harjoittaa ilman maataloustukea. Siksi on oletettavaa, että tulevaisuudessakin tarvitaan tukea. Kesän kuivuudesta johtuvia tuhoja on kohdistunut koko Pohjois-Eurooppaan ja on oletettavissa, että tukea haetaan laajasti ja että kilpailu EU-tuen saamisesta kiristyy.

---

<sup>93</sup> <https://www.vyr.fi/preview/newsletter/201808161507155.html> (viitattu 23.8.2018)

<sup>94</sup> <https://www.vyr.fi/fin/ajankohtaista/uutiset/2018/06/pitkaan-jatkunut-kuivuus-rokottaa-pohjois-euroopan-satonakymia>

<sup>95</sup> Helsingin Sanomat 21.7.2018. Kuiva hellekesä ajaa maatilat ahdinkoon,

<sup>96</sup> Lantmännen, Press release 16.7.2018. Lantmännen forecasts the lowest harvest in twenty-five years in Sweden

## **Maatalouden kannattavuus ei riitä kaikkiin tarvittaviin toimenpiteisiin**

Sopeutuminen ilmastonmuutoksen tuomiin haasteisiin edellyttää maataloudelta systemaattista työtä sekä uusien viljelyolosuhteiden hallinnassa että uusien uhkien torjunnassa. Kasvintuotannossa keskeisiä sopeutumiskeinoja ovat oikeat viljelykasvi- ja lajikevalinnat, monimuotoinen viljely, vesitalouden hallinta, maaperän kunnossapito sekä tautien ja tuholaisien varoitusjärjestelmät.<sup>97</sup>

Koska maatalous Suomessa on kannattavuudeltaan heikolla tasolla, on todennäköistä, ettei tarvittavia kehitysinvestointeja voida toteuttaa markkinaehtoisesti ennen kuin sektorin kannattavuus paranee. Vuonna 2018 on käynnistynyt maatalouden kannattavuuden selvitys ja Suomen hallitus kutsunut vuorineuvos Reijo Karhisen selvityshenkilöksi pohtimaan keinoja maatalouden kannattavuuden parantamiseksi<sup>98</sup>. Selvityksen tavoitteena on laatia lista toimenpiteistä, joilla maatalouden yrittäjätuloa parannetaan 500 miljoonalla eurolla. Koska maatalous on Suomelle omavaraisuuden ja turvallisuuden kannalta tärkeä sektori, on tietysti edelleen syytä panostaa julkisia varoja ilmastonmuutoksen sopeutumiseen.

Sopeutumisen tila 2017 -raportissa<sup>99</sup> todetaan, että seuraavat kolme kokonaisuutta on hallittava:

- Maatalouden ilmastokestävyyttä tulee parantaa lisäämällä varautumista säävaihteiluun ja ääri-ilmiöihin.
- Maatalouden tulee ennakoiden varautua sadannassa tapahtuviin vuoden ja kasvukauden aikaisiin muutoksiin vesitalouden hallintajärjestelmiä kehittämällä sekä syyskylvöisten viljelykasvien viljelyn laajentamisedellytyksiä parantamalla.
- Kasvintuhoojariskien (kasvitauti- ja tuholaisriskien) mittavaa kasvua tulee rajoittaa, esimerkiksi ennakointia, torjuntamenetelmiä ja kasvien kestävyysjalostusta kehittämällä.

Varautumisessa poikkeuksellisten sääilmiöiden hallinnassa on syytä kehittää riskinsiirtokeinoja kuten maatalouteen sopivia vakuutusratkaisuja. Viljelijöiden, tutkimuksen ja kasvinjalostuksen vastuulla tulee olla resilientin maatalouden kehittäminen ja kehittää ja hyödyntää oloihin sopivia lajeja ja viljelyjärjestelmiä.

Sadannassa tapahtuviin muutoksiin vesitalouden hallintajärjestelmillä on merkittävä rooli. Panostamalla tutkimukseen ja teknologiaan samalla kuin muut maatalouden sidosryhmät osallistuvat kehitystyöhön luodaan edellytyksiä maaperän rakenneongelmiin sekä eroosion ja ravinnehuuhtoumien hallintaan. Kasvintuhoojariskien hallinnassa tärkeää on ennakointi, torjuntamenetelmien kehittäminen ja viljelyjärjestelmien monimuotoutuminen sekä vieraslajien

---

<sup>97</sup> Ilmasto-opas. Suomen maatalous voi sopeutua ilmastonmuutokseen. (Viitattu 23.8.2018)

<sup>98</sup> Maa- ja metsätalousministeriön tiedote 3.7.2018. Ruokaketjun toimijoita kutsutaan etsimään ratkaisuja maatalouden kannattavuuden kohentamiseksi. (Viitattu 23.8.2018)

<sup>99</sup> Peltonen-Sainio, Pirjo [et al], Sopeutumisen tila 2017, Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 18/2017



maahantulon estäminen. Vastuu tästä on sekä viljelijöillä, tutkimuksella kuin myös viranomaisilla.

## 2.6 Esimerkki 6: Vektorivälitteisten tautien (zoonosien) lisääntyminen

### Punkkien levittämät taudit erityisesti kasvussa

Ilmastonmuutoksen terveysvaikutukset ulottuvat kauas tulevaisuuteen, ja toisaalta muutokset voivat olla äkillisiä ja odottamattomia, ja aiheuttavaa siten suuria haasteita kansanterveydelle.<sup>100</sup> Vektorivälitteiset taudit, kuten punkkien välittämät borreliosisi ja puutiaisivotulehdus (TBE), tai piennisäkkäiden ja koiraeläinten välittämä myyräekinokokki, uhkaavat lisääntyä ilmastonmuutoksen myötä niitä välittävien eliöiden elinalueen laajetessa ja niiden kasvukauden pidentyessä. Eläinten välittämiä tauteja kutsutaan zoonooseiksi.

Tuoreimpien tutkimusten mukaan **puutiainen** eli punkki on levittäytynyt jo nyt lähes koko Suomeen. Turun Yliopiston tutkimuksen mukaan Suomen puutiaisista n. 17 % kantaa Lymen borreliosisia, ja taudin ilmaantuvuus on kasvanut merkittävästi viimeisen kahden vuosikymmenen aikana, borreliosisitapausten vuosittaisen kokonaismäärän ollessa Suomessa jopa 6000–7000.<sup>101</sup>

Lisäksi noin 15 % puutiaisista kantaa vakavampaa TBE:tä<sup>102</sup>, mutta tautiin sairastuneita on vähemmän, Suomessa vuosina 2012-2016 määrä on ollut 39-61 tapausta vuodessa<sup>103</sup>. Kuolleisuus puutiaisivotulehdukseen on hyvin pieni, noin 0,5-1 %, mutta suurelle osalle varsinaiseen TBE:en sairastuneista jää kuitenkin pitkäkestoisia ja 2-10 prosentille jopa pysyviä keskushermosto-oireita.<sup>104</sup>

Ilmaston lämpeneminen todennäköisesti suosii puutiaisen ja sen välittämien tautien yleistymistä kasvukauden pidentyessä. Keväällä nopea lämpötilan nousu mahdollistaa larvojen ja nymfien yhtäaikaista ateriointia, mikä lisää tautimikrobien leviämistä.<sup>105</sup> Muita puutiaisen kannalta suotuisia ilmastonmuutoksen seurauksia ovat esimerkiksi suuremmat lämpötilaerot kuukauden sisällä, lyhyemmän ajan vuodesta kestävä lumipeite ja puutiaisten isäntäeläimien runsastuminen.<sup>106</sup>

---

<sup>100</sup> European Centre for Disease Prevention and Control. Climate change in Europe. (Viitattu 9.8.2018.)

<sup>101</sup> Feuth, E. (2017). Väitöskirja: Lyme Borreliosis in Finland – studies on environmental exposure, disease susceptibility and epidemiology

<sup>102</sup> <https://www.reumaliitto.fi/fi/punkki>

<sup>103</sup> European Centre for Disease Prevention and Control (2018). Annual Epidemiological Report for 2016,

Tick-borne encephalitis.

<sup>104</sup> <https://thl.fi/fi/web/infektiotaudit/taudit-ja-mikrobit/virustaudit/puutiaisivotulehdus>

<sup>105</sup> Pilli-Sihvola, K. et al (2018). Sään ja ilmastonmuutoksen aiheuttamat riskit Helsingissä. Helsingin kaupunki, Kaupunkiympäristön julkaisuja 2018:6.

<sup>106</sup> Jore S. et al (2014). Climate and environmental change drives Ixodes ricinus geographical expansion at the northern range margin. Parasites & Vectors 2014, 7:11.





Kuva 6. Puutiainen eli punkki. (Pixabay)

Euroopassa yleinen, mutta Suomesta vielä puuttuva **myyräekinokokki** käyttää väli-isäntäänä piennisäkkäitä kuten myyriä ja hiiriä, ja pääisäntänä pääosin kettua, joskin koira ja supikoiraakin voivat saada tartunnan. Ihminen voi saada pääisännän levittämistä munista ekinokokkoosin, joka voi olla pahimmillaan tappava tauti. Jos ja kun myyräekinokokki saapuu Suomeen, riskiryhmässä ovat ennen kaikkea koirien omistajat.<sup>107</sup> Ruotsissa ja Baltiassa on jo tavattu myyräekinokokkia, ja luonnonvaraisten eläinten elinympäristömuutokset ilmaston muuttuessa voivat levittää taudin myös Suomeen.<sup>108</sup> Taudin oireiden kehittyminen kestää pitkään, jopa 5–15 vuotta, ja parantavaa hoitoa ei ole.<sup>109</sup>

### **Riskeihin liittyvät kustannukset tuhansia euroja potilasta kohden**

Borrelioosin aiheuttamista kustannuksista ei ole tehty tarkkoja laskelmia Suomessa, mutta esimerkiksi Hollannissa borrelioosin kokonaiskustannuksiksi yhteiskunnalle on arvioitu

---

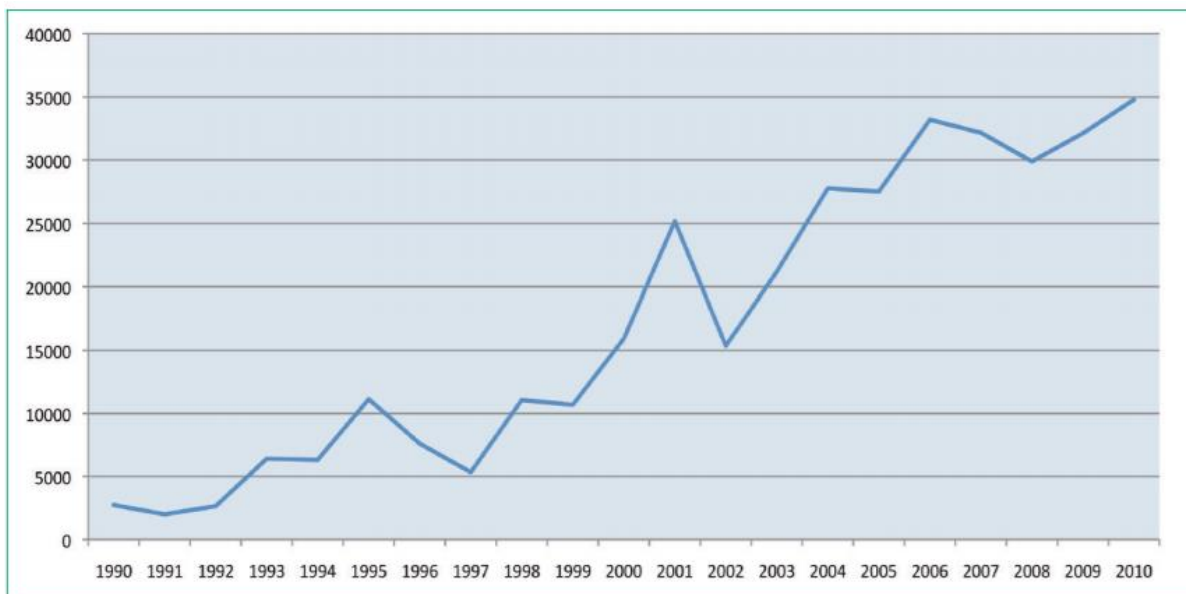
<sup>107</sup> <https://www.tiede.fi/blogit/kaiken-takana-loinen/myyraekinokokki-tullee-suomeen-mutta-se-ei-ole-vaaraksi-marjastajille>

<sup>108</sup> Keski-suomalainen 7.9.2016. Eläimestä ihmiseen - Ilmastonmuutos tuo Suomeen uusia zoonooseja ja nykyiset taudit levittäytyvät pohjoisemmaksi.

<sup>109</sup> Helsingin Sanomat 19.6.2017. Voiko suomalainen mustikka muuttua syömäkelvottomaksi? Kettujen kantama ekinokokki lähestyy Suomea.

vuodessa n. 19 miljoonaa euroa 16,6 miljoonan asukkaan väestöllä (tilanne 2010). Väkilukuun suhteutettuna sama kustannus olisi Suomessa n. 6,3 miljoonaa vuodessa. Keskimäärin yhden borreliosipotilaan kustannus on ollut Hollannissa n. 5700 euroa, mikäli oireet ovat jatkuneet alkuvaiheen jälkeen. Kustannus kattaa terveydenhuollon kustannukset ja työpoissaolojen aiheuttaman tuottavuuden laskun.<sup>110</sup> Mikäli borreliositapaukset lisääntyvät merkittävästi ilmastonmuutoksen myötä, voi tästä Suomessakin koitua kymmenien miljoonien eurojen kustannukset vuosittain. Borreliosin kustannuksista Suomessa ei ole tutkittua tietoa, mutta mikäli tämänhetkiset kustannukset olisivat Hollantiin verrattavalla tasolla (edellä laskettu 6,3 miljoonaa euroa Suomessa), ja olettaen että borreliositapaukset esimerkiksi kaksinkertaisuisivat ilmastonmuutoksen myötä, tarkoittaisi tämä jo noin 12,5 miljoonan euron vuosittaista kustannusta Suomelle.

Kuten kuvasta 7 nähdä, borreliositapaukset ovat lisääntyneet Euroopassa voimakkaasti viimeisten vuosikymmenien aikana, ja tapausten määrä on jopa kymmenkertaistunut vuosina 1990-2010. Mikäli ilmastonmuutos aiheuttaisi borreliositapausten vastaavaa tai jopa kiihtyvää lisäkasvua tulevina vuosikymmeninä Suomessa, voivat kustannukset nousta vielä huomattavimmiksi, jopa yli 50-100 miljoonaan euroon vuosittain.



Kuva 7. *Lymen borreliosin tapausten kehitys vuosina 1990-2010 Euroopassa (Lähde: WHO)<sup>111</sup>*

THL:n (2013) mukaan yhden puutiaisaivokuumerotapauksen keskimääräiset hoitokustannukset olivat Suomessa 14 761 euroa ensimmäisenä hoitovuotena.<sup>112</sup> Ilmastonmuutoksen myötä tapaukset tullevat lisääntymään, mutta ilmastonmuutoksen vaikutuksen määrä ei ole tiedossa. Mikäli tapauksia on tulevaisuudessa esimerkiksi 100 vuodessa (tähän mennessä havaittu

<sup>110</sup> van den Wijngaard, CC. et al (2017). The cost of Lyme borreliosis.

<sup>111</sup> World Health Organisation Europe. Lyme Borreliosis in Europe. Fact Sheet.

<sup>112</sup> Ollgren, J. et al (2013). Puutiaisaivokuumerotusten laajentamisen kustannusvaikuttavuus

suurin määrä on 61), jo ensimmäisen vuoden kustannukset nousisivat yhteensä 1,5 miljoonaan euroon. Lisäksi aivokuume aiheuttaa pidempiaikaisia neurologisia vaikutuksia, jotka voivat vaikuttaa sairastuneiden työkykyyn, ja joiden kustannusten arviointi on hankalaa. Yhteensä borreliosisin ja aivokuumeen kustannukset voivat olla luultavasti joitakin kymmeniä miljoonia euroja vuosittain Suomen tapauksessa, mikäli punkit lisääntyvät voimakkaasti ilmastonmuutoksen myötä. Summaa voi verrata esimerkiksi selkäsairauksista aiheutuneisiin sairaanhoitokustannuksiin Suomessa, jotka ovat vakiintuneet noin 35 miljoonan euron<sup>113</sup> vuositasolle.

### **Kustannukset kohdistuvat veronmaksajille terveydenhuollon kustannusten kohotessa**

Kustannukset terveysvaikutuksista kohdistuvat yksilön lisäksi koko yhteiskunnalle, erityisesti veronmaksajille, lisääntyneiden julkisen terveydenhuollon kustannusten kohotessa. Yksityisen terveydenhuollon ja kuolemantapausten osalta kustannukset kohdistuvat myös vakuutusyhtiöille ja työterveyshuollon lisääntyvät kustannukset koituvat yksityisille yrityksille.

### **Kustannusten alentamiseksi ennaltaehkäisy tärkeää**

Punkkien aiheuttamia TBE-tartuntoja vastaan on rokote, joka on lisätty kansalliseen rokotusohjelmaan vuonna 2018 tietyillä riskialueilla, kuten Kotkan saaristossa.<sup>114</sup> Borreliosia vastaan ei ole rokotetta, mutta sen vähentämiseksi suositellaan ihoon kiinnittyneen punkin nopeaa havaitsemista ja poistoa, ja suojautumista vaatetuksella luonnossa liikkuesssa. Tästä olisi hyvä lisätä informaatioviestintää kansalaisille. Mikäli borreliosia vastaan lähiaikoina kehitetään rokote, voisi se olla kannattavaa tarjota koko kansalle. Borreliositapausten määrä on niin suuri vuosittain, että koko kansan rokottamisella voitaisiin välttyä suuremmilta kustannuksilta.

## *2.7 Esimerkki 7: Hellekuolemat ja helteen aiheuttamat terveysongelmat*

### **Helleaallot lisäävät kuolleisuutta ja laskevat tuottavuutta**

Ilmastonmuutoksen vaikutukset kansanterveyteen voivat olla vakavia ja kauaskantoisia, ja niihin liittyy lisääntynyt kuolleisuus ja sairaalahoitojen tarve esimerkiksi helleaaltojen pitkeydessä. Ilmastonmuutos lisää hellejaksojen määrää ja voimakkuutta. Tällä hetkellä helteet aiheuttavat Suomessa n. 200-300 kuolemaa vuosittain.<sup>115</sup>

---

<sup>113</sup> Tuki- ja liikuntaelinliito. Kansallinen tule-ohjelma, Liite 1: Timo Pohjolainen: Suorista ja epäsuorista kustannuksista tule-tapauksissa.

<sup>114</sup> Terveyden ja hyvinvoinnin laitos (2018). TBE-rokote eli "punkkirokote".

<sup>115</sup> Helsingin Sanomat 2.8.2018. Synkkä ennuste tulevaisuudesta: Helteeseen kuoleminen lisääntyy Suomessa jopa 240 prosenttia.

Ääriämpötilat vaikuttavat ihmisen terveyteen vaarantamalla kehon kyvyn säätää sen sisäistä lämpötilaa. Helle voi pahentaa kroonisia sairauksia, kuten sydän- ja verisuonitauteja, hengityselinten sairauksia, aivoverisuonisairauksia ja diabeteksen oireita.<sup>116</sup> Kuumuudesta voi aiheutua väsymystä, keskittymiskyvyn laskua ja eriasteisia lämpösairauksia. Mikäli lämmönsäätely heikentyy tai estyy esimerkiksi nestevajeen vuoksi, voi seurauksena olla lämpöuupumus.<sup>117</sup> Myös työn tuottavuus helteillä voi heikentyä, erityisesti fyysisessä työssä, sillä kuumuus kuormittaa elimistöä ja vaikuttaa selvästi suoristuskykyyn. Virheet ja tapaturmien riskit voivat myös lisääntyä.<sup>118</sup> Suomalaisten helteiden sietokyky on myös alempi kuin etelä-eurooppalaisten, joille suomalaiset hellelämpötilat ovat tavanomaisia. Työterveyslaitoksen erikoistutkija Sirkka Rissasen mukaan suomalaisille sopivin lämpötila on +14 astetta. Silloin kuolleisuus on pienimmillään ja vaivoja vähiten.<sup>119</sup>

Mikäli ilmastonmuutosta ei pystytä hillitsemään ja maapallon keskilämpötila nousisi noin neljä astetta esiteolliseen aikaan verrattuna, kuolleisuus helteisiin lisääntyisi kansainvälisen tutkijaryhmän kehittämän mallin mukaan Suomessa jopa 242 prosenttia vuosina 2031–2080 verrattuna vuosiin 1971–2020.<sup>120</sup> Tämän synkimmän ennusteen mukaan hellekuolemia voisi ilmastonmuutoksen vaikutuksen myötä olla Suomessa tulevaisuudessa n. 680–1030 tapausta vuodessa. Pienemmilläkin keskilämpötilan muutoksilla tulee kuitenkin olemaan vaikutusta helleaaltojen voimistumiseen, ja täten kuolleisuuden ja sairaalahoitojen tarpeen lisääntymiseen.

Myös väestön ikääntyminen suurentaa helteistä aiheutuvien haittavaikutusten määrää. Erityinen riskiryhmä on yli 75-vuotiaat, joiden päivittäiskuolleisuutta Suomen vuosien 2003 ja 2010 hellejaksot ovat lisänneet noin 21%. Suomalaisen tutkimuksen mukaan naisten kuolleisuus lisääntyi kyseisinä hellejaksoina enemmän kuin miesten, ja kuolleisuusriski suureni verenkiertoelinten sairauksien, hengityselinsairauksien, mielenterveyden häiriöiden sekä hermoston sairauksien myötä. Noin puolet helleaaltojen aiheuttamista ennenaikaisista kuolemista Suomessa aiheutui verenkiertoelinsairauksista. Vaikka helteiden kansanterveydellinen taakka pitkälti keskittyykin yli 75-vuotiaisiin, nuoremmallakin väestöllä riskitekijöitä ovat erityisesti kuumuuden vaikutuksesta pahenevat vakavat perussairaudet.<sup>121</sup>

---

<sup>116</sup> Temperature-related death and illness (2016). Climate and health assessment. In: The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment. <https://health2016.globalchange.gov/temperature-related-death-and-illness>

<sup>117</sup> <https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/helle/helteen-terveyshaitat>

<sup>118</sup> <https://op.media/teemat/pinnalla/tuntuuko-etta-teet-helteella-nopeasti-tyot-pois-alta-oletvaarassa-tyon-tuottavuus-voi-laskea-639c343fa5f5446687d9e62c7ba28cc3>

<sup>119</sup> Yle 14.5.2018: Tutkija: "Suomalaisille sopivin lämpötila on +14" – Helteestä sen sijaan on ihmiselle paljon hyötyjä ja myös haittoja

<sup>120</sup> Guo, Y. et al (2018). Quantifying excess deaths related to heatwaves under climate change scenarios: A multicountry time series modelling study

<sup>121</sup> Kollanus, V., Lanki T. (2014). 2000-luvun pitkittyneiden helleaaltojen kuolleisuusvaikutukset Suomessa. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim. 2014;130(10):983-90.





Kuva 8. Helle. (@Morcco / iStockphoto)

### **Riskeihin liittyvät kustannukset yhdenkin helleaallon tapauksessa huomattavia**

Yhdysvalloissa on tutkittu Kalifornian vuoden 2005 lämpöaallon aiheuttamia kustannuksia. Lämpöaalto aiheutti tuolloin 655 kuolemaa, joiden kustannukseksi laskettiin 5,2 miljardia USD. Lisäksi lisääntynyt sairaanhoito aiheutti 179 miljoonan dollarin kustannukset. Yhden helleaallon, yhdessä osavaltiossa, laskettiin siis tuottaneen yhteiskunnalle yhteensä lähes 5,4 miljardin dollarin kustannukset.<sup>122</sup> Suomen osalta edellä mainitut synkimmät ennusteet, 680-1030 kuolemantapausta vuodessa, tarkoittaisivat Kalifornian laskelmiin verrattuna jopa suurempia kustannuksia. Maiden erojen vuoksi kustannukset eivät ole kuitenkaan suoraan verrattavissa.

Laajassa eurooppalaisessa ilmastonmuutoksen kustannuksia tarkastelevassa ClimateCost-hankkeessa on laskettu kokonaisarvioita ilmastonmuutoksen aiheuttamien hellekuolemien kustannuksista koko EU:n tasolla. Mikäli ilmastonmuutosta ei kyetä merkittävästi hillitsemään ja maapallon keskilämpötila nousee 3-4 astetta, aiheutuisi tästä EU:ssa 30 miljardin

---

<sup>122</sup> NDRC, USA (2011): Health and Climate Change: Accounting for Costs <https://www.nrdc.org/sites/default/files/accountingcosts.pdf>

vuosittaiset kustannukset 2020-lukuun mennessä, 100 miljardin kustannukset 2050-lukuun mennessä ja 150 miljardin kustannukset 2080-lukuun mennessä. Mikäli ilmastonmuutoksen hillinnässä onnistutaan, ovat kustannukset huomattavasti alemmat, ja vuoteen 2080 mennessä kustannukset olisivat tässä tapauksessa 66 miljardia euroa alemmat.<sup>123</sup>

Kokonaisuudessaan ilmastonmuutoksen aiheuttamien terveysvaikutusten laskennalliset kustannukset yhteiskunnalle voivat siis kohota useisiin miljardeihin euroihin vuodessa, mikäli lasketaan mukaan lisääntyneet sairaalahoidot ja helteiden aiheuttamat kuolemat. Tämä skenaario olettaa noin neljän asteen keskilämpötilan muutoksen, joka on melko korkea lämpötilaskenaario, joten alemmissa skenaarioissa kustannukset jäänevät alhaisemmiksi. Kuitenkin, jo tapahtuneiden lämpöaaltojen kustannukset ovat Euroopassa ja Yhdysvalloissa nousseet merkittäviksi, joten arvioimme, että kustannukset hellekuolemista voivat nousta miljardeihin euroihin vuosittain Suomessakin.

### **Kustannukset kohdistuvat erityisesti ikääntyneille ja sairaille**

Kustannukset helteiden aiheuttamista lisääntyneistä sairaalahoidoista ja kuolemista koituvat koko yhteiskunnalle kohonneiden kunnallisten sairaanhoitokustannusten myötä ja myös esimerkiksi kuoleman vuoksi menetettyjen verotulojen myötä. Vakuutusyhtiöille koituu myös suuria kustannuksia esimerkiksi henkivakuutusten ja yksityisten sairaskuluvakuutusten maksun myötä. Kuolevan henkilön lähiomaiset saattavat myös jäädä pois töistä joksikin aikaa kuolemantapauksen sattuessa, jolloin menetetyistä työajasta koituu kustannuksia työnantajille ja yhteiskunnalle.

### **Sisälämpötilan alentaminen ja viheralueiden lisääminen tehokkaita riskien vähennyskeinoja**

Helteiden aiheuttamien kuolemien välttämiseksi tehokkaiden ilmastointijärjestelmien lisääminen esimerkiksi sairaaloihin ja vanhainkoteihin Suomessa voisi vähentää riskejä. Sairaaloihin ja vanhainkoteihin pitäisi tehdä riskiarviointi- ja toimenpidesuunnitelma hellejaksoja varten, jotta ylimääräisiltä kuolemilta vältyttäisiin. Yhteiskunnan tasolla lisääntyviin helleaaltoihin tulisi reagoida esimerkiksi rakentamalla varoitusjärjestelmiä ja riittävän viileänä pysyviä yleisiä tiloja. Myös asuinrakennusten suunnittelussa on hyvä ottaa nousevat lämpötilat huomioon, jotta sisälämpötila ei nouse liian korkeaksi.

Kaupunkisuunnittelussa kannattaa huomioida viheralueiden ja puiden viilentävä vaikutus kaupunkitilaan. Puut toimivat luonnollisia jäähdyttäjinä jopa niin, että Berkeleyssä USA:ssa on laskettu yhden puun jäähdyttäväksi vaikutukseksi kesällä jopa 95 kilowattituntia, kun puut sijaitsevat lähellä rakennuksia.<sup>124</sup>

---

<sup>123</sup> ClimateCost project: The impacts and economic costs of climate change on health in Europe. Technical policy briefing note 5. [http://www.climatecost.cc/images/Policy\\_Brief\\_5\\_Climate-cost\\_Health\\_Summary\\_Results\\_vs\\_5\\_draft\\_final\\_web.pdf](http://www.climatecost.cc/images/Policy_Brief_5_Climate-cost_Health_Summary_Results_vs_5_draft_final_web.pdf)

<sup>124</sup> Tekniikka ja Talous 7.8.2018. Puut toimivat kaupunkien "ilmastointilaitteina" – laskennallinen jäähdytysvaikutus jopa 95 kWh/puu

## 2.8 Esimerkki 8: Ilmastonmuutos masentaa

### Ilmastonmuutos lisää talvien pimeyttä

Ilmastonmuutos aiheuttaa suoraan ja välillisesti useita terveysvaikutuksia. Osa vaikutuksista kohdistuu enemmän ihmisten fyysiseen, osa mielenterveyteen, aiheuttaen niin yksilötasolla kuin kansallisella tasolla hyvinvoinnin muutoksia. Kansainvälisesti tutkimus ilmastonmuutoksen terveysvaikutuksista on keskittynyt pääosin eri tautien (esimerkiksi malarian) levinneisyyden muutosten kautta syntyviin terveyshaittoihin sekä erityisesti sään ääri-ilmiöiden aiheuttamiin kuolemantapauksiin ja välittömiin fyysisiin vaikutuksiin. Eräs vähemmälle huomiolle jäänyt näkökulma, myös Suomessa, on ilmastonmuutoksen yhteys ihmisten mielenterveyteen, niin mielialoihin, masennukseen kuin pahimmassa tapauksessa itsemurhiin.

Suomessa ilmastonmuutos vähentää myös valon määrää talvikuukausina lisääntyvän pilvisyyden ja lyhenevän lumipeiteajan takia. Tämä talvien pimentyminen entisestään voi johtaa yleistyviin kaamosoireisiin (katso infolaatikko).<sup>125</sup>

#### **Kaamosmasennus**

Kaamosmasennus on pimeinä talvikuukausina toistuvasti ilmenevä masennustila. Kaamosmasennustilassa esiintyy masennustiloissa ilmeneviä tavanomaisia oireita, kuten surullisuus, alentunut mieliala, ahdistuneisuus, ärtyneisyys, mielihyvän ja mielenkiinnon kokemisen menettäminen sekä arvottomuuden, syyllisyyden ja toivottomuuden tunteet. Oirekuvalle on ominaista unentarpeen lisääntyminen, fyysisen aktiivisuuden väheneminen, väsymys, seksuaalisten halujen heikentyminen, ruokahalun kasvu ja etenkin hiilihydraatti- tai tärkkelyspitoisten ruokien syöminen ja painon lisääntyminen. Tavanomaisesta masennustilasta poiketen oireet voimistuvat iltpäivisin. Kaamosmasennuksen oireet toistuvat vuosittain samaan aikaan talvisin. Oireet alkavat ilmetä yleensä lokakuussa, ovat voimakkaimmillaan marraskuusta tammikuuhun ja lievitettyvät helmi-maaliskuun aikana. Kesällä oireet häviävät.

Huttunen, M. 2016. Kaamosmasennus. Lääkärikirja Duodecim. Kustannus Oy Duodecim 18.10.2016. [Vierailtu 18.9.2018.]

On arvioitu, että jopa 40 henkilöä sadasta kokee vuosi toisensa jälkeen hyvinvointia heikentäviä kaamosoireita kuten unihäiriöitä, ruokahalun ja painon vaihteluita.<sup>126</sup> Myös muutokset sosiaalisuudessa, mielialassa ja toimintatarmossa sekä kognitiivisessa suoriutumisessa ovat yleisiä.<sup>127</sup> Joka kymmenes suomalainen kärsii näiden kaamosoireiden lisäksi myös

<sup>125</sup> Ruosteenoja, K., Jylhä, K., Kämäräinen, M. (2016), Climate Projections for Finland Under the RCP Forcing Scenarios. Finnish Meteorological Institute, Geophysica 51(1), 17–50

<sup>126</sup> Grimaldi, S., Partonen, T., Haukka, J., Aromaa, A., Lönnqvist, J. (2009). Seasonal vegetative and affective symptoms in the Finnish general population: Testing the dual vulnerability and latitude effect hypotheses. *Nordic Journal of Psychiatry* 63:397-404

<sup>127</sup> Merikanto, I., Lahti, T., Castaneda, AE., Tuulio-Henriksson, A., Aalto-Setälä, T., Suvisaari, J., Partonen, T. (2011). Influence of seasonal variation in mood and behavior on cognitive test performance among young adults. *Nordic Journal of Psychiatry* 2011

masennusoireista talven aikana. Jokatalviseen kaamosmasennukseen<sup>128</sup> sairastuu yhdeksän suomalaista tuhannesta. Eräs tärkeä mutta vähemmälle huomiolle jäänyt kysymys on sään ja ilmaston vaikutus itsemurhiin ja niiden ajoittumiseen. Vaikka itsemurhien syyt ovat moninaisia, ja usein tärkeimmät syyt ovat mielenterveydellisiä, eräs itsemurhille altistava tekijä saattaa olla talvikuukausien niukka valo, sillä mitä vähemmän ulkona on auringonsäteilyä, sitä runsaammin itsemurhakuolemia talvikuukausina on<sup>129</sup>.



Kuva 9. Masennus. (Pixabay)

### **”Iso mörkö” jota ilmastonmuutos voi heilauttaa**

Tällä hetkellä taloudelliset arviot ilmastonmuutoksen aiheuttamista terveysvaikutuksista niin kansainvälisesti kuin myös Suomessa ovat hajanaisia ja korkeintaan suuntaa antavia. Lisäantuvan pilvisyyden, ja tämän lisäksi lumipeitteen vähenemisen myötä talvien pimentyminen tulee lisäämään kaamosoireita, joilla on useita suoria ja välillisiä vaikutuksia kansalaisten hyvinvointiin, työkykyyn ja kokonaisuutena kansantalouteen. Olemassa olevien tutkimusten perusteella voidaan esittää vain karkeita arvioita kaamosmasennuksen kustannuksista Suomessa, mutta kokoluokaltaan suorat ja epäsuorat vaikutukset voivat nousta satoihin

---

<sup>128</sup> Vaikka yleisessä kielenkäytössä Suomessa usein viitataan ”kaamosmasennukseen”, lääketieteellisen termin ”seasonal affective disorder (SAD, winter depression)” parempi käännös on ”talvisin toistuva masennustila”, ottaen huomioon että masennustila ei rajoitu maantieteellisesti vain maapallon napa-alueille.

<sup>129</sup> 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* 53:167-175.



miljooniin euroihin, jopa 800 miljoonaan euroon vuosittain.<sup>130</sup> Tässä valossa ja valon puutteessa, ilmastonmuutoksen kontribuution tarkempi analyysi ja kaamosmasennukseen liittyvien hyvinvointivaikutusten, ml. taloudellisten kustannusten, yksityiskohtaisempi perkaaminen ovat ehdottomia edellytyksiä sopeutumistoimien parempaan suunnitteluun osana kestävämmän hyvinvointivaltion kehittämistä.

### **Pimeyden kustannukset ja niiden jakautuminen vielä tutkimatta**

Kustannukset kohdistuvat suoraan kaamosmasennusta sairastaviin kansalaisiin, mutta samanaikaisesti välittyvät työnantajiin menetety työkyvyn kautta, ja kokonaisuutena kansantalouteen kasvavien sosiaali- ja terveystalujen sekä menetettyjen työvuosien kautta. Kaamosoireista tai talvisin masennusoireista kärsivien henkilöiden lukumäärä on asukasmäärään suhteutettuna yhtä suuri eri puolilla Suomea.<sup>131</sup> Väestön ikäjakauman tuleva kehitys on myös otettava huomioon, sillä kaamosmasennus voimistuu yleensä iän myötä. Ensimmäiset oireet ilmenevät keskimäärin 20–30 vuoden iässä, ja iän myötä oireet usein voimistuvat; vaikka osalla oirekuva saattaa hävitä vuosien myötä.<sup>132</sup> Viime vuosina runsas kaamosoireilu on yleistynyt työikäisillä naisilla, kun miehillä kaamosoireilun yleisyys ei ole merkittävästi muuttunut.<sup>133</sup>

### **Kaamosmasennuksen hoidon ja hyvinvoinnin turvaamisen keinot käyvät käsi kädessä**

Kaamosmasennusta on mahdollista pyrkiä estämään ja hoitamaan usein eri tavoin. Erityisesti valon lisääminen hyvän valaistuksen avulla – niin julkisissa tiloissa kuin kodeissa ja työpajoilla, silloin kuin luonnon antamat valoon perustuvat aikamerkit puuttuvat, voi olla nopea ja tehokas keino kaamosoireita aiheuttavien sisäisen kellon rytmihäiriöiden estämisessä.

Tutkijat ovat huomauttaneet, että tästä huolimatta sisätilojen valaistus edelleen suunnitellaan niin uudisrakentamisen kuin korjausrakentamisenkin aikana pääosin visuaaliset tarpeet huomioiden. Visuaalisten tarpeiden ohella valon terveysvaikutusten, jotka välittyvät silmien verkkokalvolta aivoille näköaistihavainnoista riippumatta, parempi ymmärtäminen voi tarjota keinoon vaikuttaa laajamittaisesti terveyteen ja hyvinvointiin ihmisten arkiympäristössä. Tämän vuoksi rakennustekniikassa tulisi kiinnittää nykyistä enemmän huomiota valaistukseen siten,

---

<sup>130</sup> Oletuksena käytetty arvioita että kaamosmasennuksen osuus kaikista ”mood disorders” (mielialahäiriö) sairauksista on noin kymmenesosa. Se pitää sisällään masennushäiriöt (depressiot eli masennukset) ja kaksisuuntaiset mielialahäiriöt (bipolaaritaudit eli maanis-depressiiviset sairaudet). Lähde: Olesen, J., Gustavsson, A., Svensson, M., et al (2012). The economic cost of brain disorders in Europe. *European Journal of Neurology* 2012, 19: 155–162

<sup>131</sup> Maa- ja metsätalousministeriö (2012). Miten väistämättömään ilmastonmuutokseen voidaan varautua? Yhteenveto suomalaisesta sopeutumistutkimuksesta eri toimialoilla 6/2011

<sup>132</sup> Huttunen, M. 2016. Kaamosmasennus. Lääkärikirja Duodecim. Kustannus Oy Duodecim 18.10.2016.

<sup>133</sup> Terveystieteiden tutkimuskeskus (2018). Terveys, toimintakyky ja hyvinvointi Suomessa – FinTerveys 2017 – tutkimus. THL – Raportti 4/2018

että aamun tunteina valaistusvoimakkuus voisi olla säädettävissä nykyistä selvästi suuremmaksi niissä kohdin rakennusta, joissa henkilö kulloinkin on.<sup>134</sup>

Kaamosmasennusta on mahdollista pyrkiä vähentämään myös mm. liikuntaa lisäämällä, pitämällä huolta riittävästä unesta sekä terveellisestä ravinnosta (mukaan lukien D-vitamiinin saannista).<sup>135</sup> Eri keinojen yhdistäminen voi tarjota myös kansanterveydellisiä synergioita. On hyvä ottaa huomioon muun muassa se, että sisätilavalistus vaikuttaa siihen, missä määrin ruokahalu ja paino pyrkivät vaihtelevaan vuoden aikana. Samanaikaisesti tutkimukset osoittavat, että lihominen toistuvasti talven aikana voi muutamassa vuodessa johtaa huomattavaan ylipainoon, ja näin kaamosoireilu kasvattaaakin metabolisen oireyhtymän riskiä<sup>136</sup>. Tämän takia keskivartalon liikalihavuutta, heikentynyttä sokerinsietoa ja korkeaa verenpainetta vastaan on mahdollista taistella paitsi kuntoa kohentavan liikunnan keinoin, myös kaamosoireita lievittävän valon avulla<sup>137</sup>.

Ottaen huomioon kaamosmasennuksen kansantaloudellisten vaikutusten kokoluokka, olisi perusteltua integroida kansalliseen ilmastonmuutoksen sopeutumisen indikaattorikehikkoon myös mielenterveyttä seuraavia indikaattoreita joiden pohjalta sopeutumistoimien vaikutusta voisi systemaattisemmin seurata ja kehittää.<sup>138</sup> Suomella voisi tässä olla myös kansainvälisesti mahdollisuus toimia edelläkävijänä, kaamosmasennuksen seurannan ja erityisesti innovatiivisten sopeutumisratkaisujen kehittäjänä ja tarjoajana erityisesti pohjoisilla ja arktisilla alueilla.

### 3 Johtopäätökset

Tässä selvityksessä tarkastelluista esimerkeistä, jotka koskevat ilmastonmuutoksesta aiheutuvia suoria riskejä tai sellaisia riskejä, joita ilmastonmuutos kasvattaa, koituu koko yhteiskunnalle merkittäviä vuosittaisia kustannuksia. Koska Suomessa keskilämpötila nousee noin tuplavauhtia maailman keskiarvoon verrattuna, ovat ilmastonmuutoksen vaikutukset täällä merkittäviä joka tapauksessa. Kustannuksia syntyy siinäkin tilanteessa, että Pariisiin

---

<sup>134</sup> Maa- ja metsätalousministeriö (2012). Miten väistämättömään ilmastonmuutokseen voidaan varautua? Yhteenveto suomalaisesta sopeutumistutkimuksesta eri toimialoilla 6/2011

<sup>135</sup> Partonen, T., Pandi-Perumal, S.R. (2009). Seasonal Affective Disorder. Practice and Research Second Edition. Oxford University Press.

<sup>136</sup> Grimaldi, S., Englund, A., Partonen, T., Haukka, J., Pirkola, S., Reunanen, A., Aromaa, A., Lönnqvist, J. 2009. Experienced poor lighting contributes to the seasonal fluctuations in weight and appetite that relate to the metabolic syndrome. *Journal of Environmental and Public Health* 2009:165013.

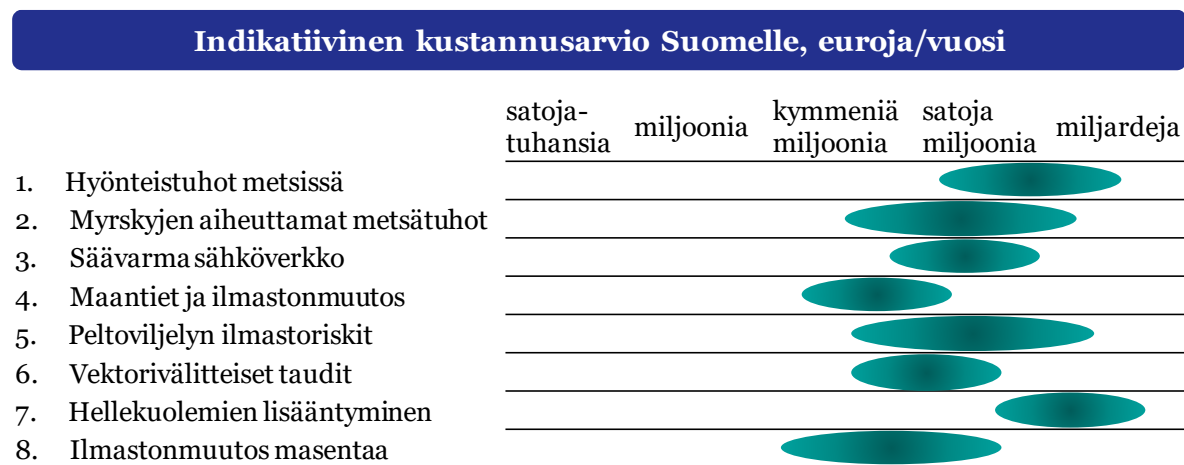
<sup>137</sup> Grimaldi, S., Partonen, T., Saarni, S. I., Aromaa, A., Lönnqvist, J. 2008. Indoors illumination and seasonal changes in mood and behavior are associated with the health-related quality of life. *Health and Quality of Life Outcomes* 6:56.

<sup>138</sup> Tällä hetkellä ilmastonmuutoksen sopeutumisen terveyttä seuraavien indikaattoreiden joukossa ei ole mielenterveyteen liittyviä indikaattoreita, ns. terveysindikaattoreiden kattaessa mm. i) todettujen puutiaisivotulehdusten (TBE) lukumäärän vuodessa, ii) todettujen borrelioositapausten lukumäärän vuodessa, ja iii) siitepölykauden pituuden ja vuosittaisen siitepölykertymän (seurattavina koivu, pähkinä, heinät, pujo ja leppä). Arnkil, N., Lilja-Rothsten, S., Juntunen, R., Koistinen, A. & Lahti, E. (2017). Ilmastonmuutokseen sopeutumisen indikaattorit seurannan työkaluna. Tapion raportteja nro 17.

ilmastosopimuksen tavoitteisiin päästäisiin globaalisti. Kustannusten lopullinen kokoluokka ja muutosnopeus riippuu merkittävästi globaalien päästövähennystoimien riipeydestä.

### 3.1 Ilmastonmuutoksen suorat kustannukset ovat merkittävät

Kuvassa 10 on hahmoteltu suuruusluokkia vuosittaisille kustannuksille edellä esitellyissä esimerkkitapauksissa. Koska jopa yksittäisestä esimerkkitapauksesta koituvat kustannukset voivat olla miljardiluokkaa, eikä tässä työssä edes tarkasteltu kaikkia ilmatoriskejä, kokonaiskustannukset Suomelle ilmastonmuutoksesta ovat huomattavan suuret. Tämän vuoksi ilmastonmuutoksen kustannusvaikutukset vaativat lisäselvitystä niin laajuuden kuin yksityiskohden osalta. Erityisesti on selvitettävä tarkemmin, miten kustannukset käyttäytyvät eri lämpötilaskenaarioissa, kenelle kustannukset lopulta kohdistuvat ja miten kustannusten syntymistä voitaisiin ehkäistä sekä kustannuksia kompensoida.



Kuva 10. Selvityksessä käsitellyjen esimerkkiriskien arvioidut vuosittaiset kustannukset Suomelle

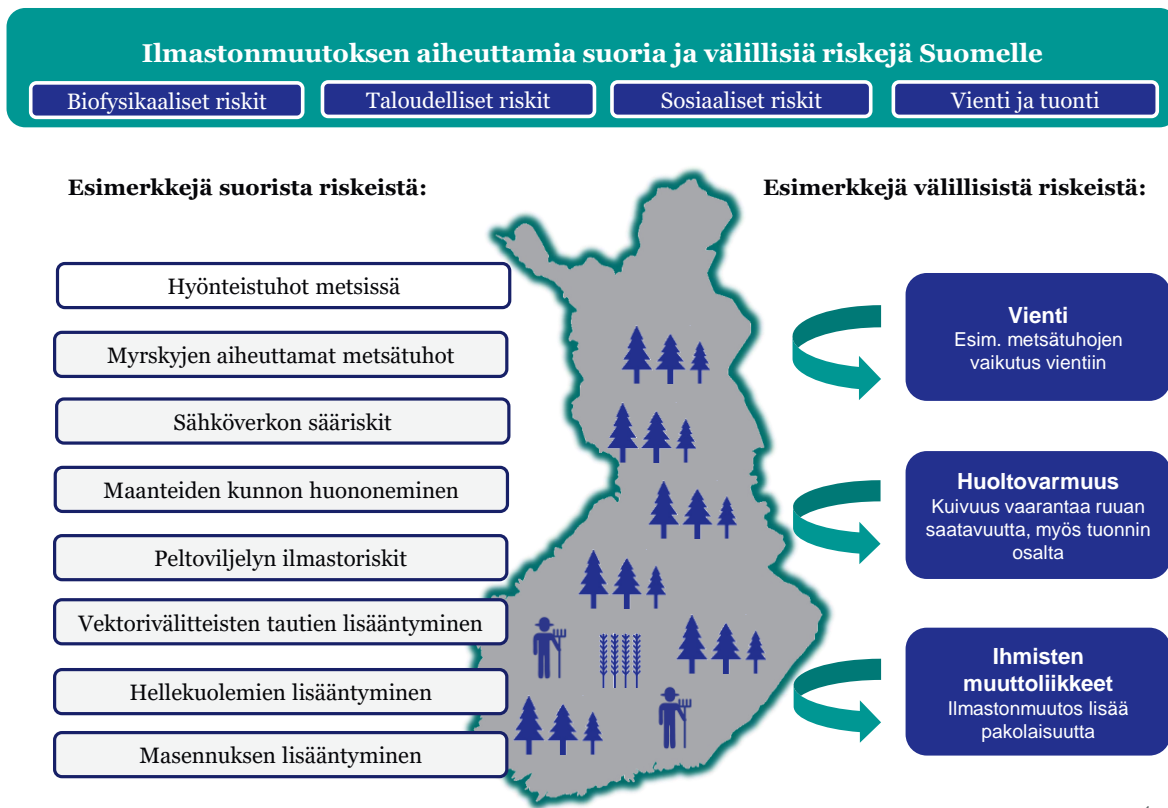
Kuvassa 10 esitetyistä ilmatoriskeistä osa on jo toteutumassa ja osa toteutuu pidemmällä aikavälillä. Esimerkiksi infrastruktuurin kuten sähköverkon osalta kustannuksista merkittävä osa on jo realisoitumassa tehtyjen poliittisten päätösten vaikutuksesta. Toisaalta esimerkiksi hyönteistuhot ja myrskyjen aiheuttamat metsätuhot aiheuttavat suurempia kustannuksia pidemmällä aikavälillä ilmaston lämmetessä. On huomioitava, että tässä selvityksessä tutkittiin vain kahdeksaa esimerkkiä eri sektoreilta, ja niiden kustannuksia. Muita tärkeitä kustannuksia Suomelle koituu esimerkiksi merenpinnan noususta, rankkasateista ja tulvista, sekä rakennusten lisääntyvistä kosteusvaurioista.

Riskien koot riippuvat tapahtumien toteutumistodennäköisyydestä ja vaikutusalueen laajuudesta; esimerkiksi metsien hyönteistuhojen tai myrskytuhojen tapauksessa todennäköisyyttä ja laajuutta on vaikea ennustaa tarkasti etukäteen. Terveysriskeissä, kuten hellekuolemien lisääntymisessä, yhteiskunnallisiin kustannuksiin vaikuttaa merkittävästi laskennassa käytetty ihmishengen laskennallinen arvo. Kuten esimerkeissä edellä todettiin, kustannukset eivät myöskään jakaudu takaisesti kansalaisten kesken; maanviljelijä kantaa sään ääri-ilmiöiden

vaikutukset satoihin, metsänomistaja tai metsäteollisuus hyönteisten ja myrskyjen tuhot, helle rasittaa eniten vanhuksia ja perussairaita ja naiset oireilevat lisääntyvästä pimeydestä miehiä enemmän. Lisäksi on huomattava, että jotkin kustannukset kohdistuvat suoraan edellä mainituille yksittäisille kansalaisille tai yrityksille, kun taas toisissa tapauksissa kustannukset kätetään yhteisistä verovaroista.

### 3.2 Ilmastonmuutoksen välilliset riskit tunnistettava

Tässä selvityksessä on keskitytty erityisesti ilmastonmuutoksen suoriin vaikutuksiin Suomessa. Ilmastonmuutos aiheuttaa kuitenkin Suomelle suorien riskien lisäksi merkittäviä välillisiä riskejä. Monet riskit ylittävät maiden rajat, ja voivat aiheuttaa merkittäviä muutoksia mm. maailmankauppaan ja ihmisten liikkuvuuteen. Tässä selvityksessä ei ole erikseen tarkasteltu näitä heijastevaikutuksia, joista muutamia on esitetty kuvassa 11.



Kuva 11. Ilmastonmuutoksen aiheuttamia suoria ja välillisiä riskejä Suomelle

Välillisillä riskeillä voi olla huomattava negatiivinen vaikutus Suomen bruttokansantuotteen ja kansalaisten hyvinvointiin. Esimerkiksi metsien laajamittaisilla hyönteistuhooilla olisi suuri vaikutus Suomen metsäteollisuuden vientimahdollisuuksiin, ja maatalouden satoriskit lisäävät paineita ruoan tuonin lisäämiseksi ulkomailta. Toisaalta ilmastonmuutos saattaa merkittävästi vaikuttaa raaka-aineiden saatavuuteen ja vaikeuttaa ruoan tuontia Suomeen, korostaen edelleen huoltovarmuuteen liittyviä haasteita. Vaikka Suomi varautuisi kansallisesti hyvin ilmastonmuutoksen suoriin riskeihin, emme voi täysin suojautua ilmatoriskeiltä jos esimerkiksi ruoan tuontikin vaarantuu tai ilmastopakolaiset lisääntyvät merkittävästi.

Tämän vuoksi suorien vaikutusten lisäksi ilmatoriskien heijastevaikutusten realisoitumiseen sekä kustannusvaikutuksiin olisi ripeästi kiinnitettävä huomiota.

## *4 Suositukset*

### *4.1 Ilmastonmuutoksen kustannukset selvitettyä tarkemmin*

Suomessa on selkeä tarve laatia yhtäältä yksityiskohtaisempia, ja toisaalta koko yhteiskunnan kattavia, arvioita ilmatoriskien taloudellisista vaikutuksista ja niiden kohdentumisesta. Selvitystä tehtäessä havaittiin, että tutkittua tietoa ilmatoriskien kustannuksista Suomelle on olemassa varsin suppeasti, sillä ilmatoriskeihin liittyvässä tutkimuksessa on painotettu enemmän ilmiön luonnontieteellistä puolta ja taloudellisten vaikutusten arviointi on ollut pääosin laadullista. Taloudellinen ja luonnontieteellinen tutkimus aiheesta tulisi tuoda yhteen ja keskustelemaan keskenään. Kustannustarkastelussa on myös tärkeää huomioida välilliset vaikutukset ja riskien siirtyminen rajojen yli, sillä Suomi on pieni avoin talous, jossa viennin ja tuonnin merkitys korostuu.

Kustannusten arviointi on tärkeää, jotta Suomessa voidaan tunnistaa kustannustehokkaat, oikein kohdistetut ja oikeudenmukaiset ilmastonmuutoksen sopeutumistoimet. Kansallisesti sopeutumistoimet ja niihin liittyvät kustannukset on pystyttävä integroimaan muuhun poliittiseen päätöksentekoon, koska ilmastonmuutos vaikuttaa kaikkiin sektoreihin ja jokaiseen kansalaiseen. Tämä valikoituihin esimerkkeihin kohdistunut selvitys osoittaa myös sen, että ilmastonmuutoksen kustannukset, riippuen riskistä, saattavat kohdistua hyvin epätasaisesti yhteiskunnan eri toimijoihin ja tästä syystä myös sopeutumistoimien on kyettävä huomioimaan tämä asia.

### *4.2 Riskeihin täytyy varautua nyt*

Kuvan 10 yhteenveto osoittaa, että pelkästään tämän selvityksen puitteissa tarkastelluista ilmatoriskeistä koituu niiden realisoituessa miljardiluokan kustannukset. Kaikkia riskejä ei vielä edes tiedosteta tai niiden vaikutuksia osata tarkkaan arvioida. Joka tapauksessa on selvää, että ilmastonmuutoksen hillintää on nopeutettava merkittävästi ja riskeihin varautumista parannettava. Kyse ei ole vain erillisestä ilmastokysymyksestä, vaan kokonaisuutena kestävä yhteiskuntakehitystä, sosiaalista tasa-arvoa, ja mahdollisesti myös yhteiskuntarauhaa uhkaavasta haasteesta.

Tuoreessa The Global Commission on Economy and Climate:n raportissa todetaan, että seuraavat 2-3 vuotta ovat kriittisiä ilmastonmuutoksen hillinnän kannalta, ja merkittävä taloudellinen panostus toisi siihen käytetyt varat monisatakertaisesti takaisin estettyjen riskien ja uusien liiketoimintamahdollisuuksien kautta. Mittavat ilmastotoimet seuraavien vuosien aikana tuottaisivat raportin mukaan maailmanlaajuisesti vähintään 26 biljoonan eli 26 000 miljardin Yhdysvaltain dollarin taloudelliset hyödyt vuoteen 2030 mennessä, verrattuna siihen,



että jatkettaisiin nykyiseen tapaan. Mittavilla ilmastotoimilla voisi maailmalaaajuisesti myös luoda noin 65 miljoonaa uutta ilmastoystävällistä työpaikkaa ja estää 700 000 enneaikaista kuolemaa vuoteen 2030 mennessä.<sup>139</sup>

Ilmastonmuutoksen hillintä ja sen riskien torjuminen ja niihin varautuminen on siis myös taloudellisesti kannattavaa, ja järkevää politiikkaa. Sopeutumistoimia on joka tapauksessa tehtävä päättäväisesti ja kokonaisvaltaisesti, vaikka ilmastonmuutos rajoitettaisiin 1.5 asteeseen. Kustannusten hallitsematon kasvu voidaan kuitenkin estää nopeilla hillintätoimilla, ja päästöjen alasajo globaalisti on paras vakuutus kustannusriskejä vastaan.

***“Tämä on ”käytä mahdollisuus tai menetä se” hetki: päätökset, joita toteutetaan seuraavien 2-3 vuoden aikana, määrittävät kasvumme ja ilmastomme tulevaisuuden”***

The New Climate Economy, Global Commission on Economy and Climate (elokuu 2018):  
*Unlocking the inclusive growth story of the 21st century: Accelerating climate action in urgent times.*

---

<sup>139</sup> The New Climate Economy, The Global Commission on the Economy and Climate (2018). Unlocking the inclusive growth story of the 21st century: Accelerating climate action in urgent times.



**Gaia Group Oy**

Bulevardi 6 A,

FI-00120

HELSINKI, Finland

Tel +358 9686 6620

Fax +358 9686 66210

ADDIS ABABA | BEIJING |  
BUENOS AIRES | GOTHENBURG |  
HELSINKI | SAN FRANCISCO |  
TURKU | ZÜRICH

You will find the presentation  
of our staff, and their contact  
information, at [www.gaia.fi](http://www.gaia.fi)