

Miten Suomi selviää yli 4 astetta lämpimämmässä maailmassa?

Paula Tommila, Juha Vanhanen, Mikko Halonen ja Pasi Rinne

Joulukuu 2013

Sisältö

Esipuhe	3
Tiivistelmä	5
Summary	6
1 Mustan lumen joulu	8
2 Muuttuva ilmasto	10
2.1 Lämpenevä ilmasto vaikuttaa koko maailmaan	10
2.2 Alueelliset muutokset keskiarvojen takana	14
3 Eriarvoistuva yhteiskunta	18
3.1 Pirstaleinen päätöksenteko	18
3.2 Kilpailu luonnonvaroista	19
3.3 Infrastruktuurit selkärankana	20
3.4 Tuotanto ja kasvava kulutus	20
4 Muuttuva elinympäristö	23
4.1 Asuminen	23
4.2 Liikkuminen	24
4.3 Ravinto	25
4.4 Terveys	27
5 Lämpimämpi ja harmaampi Suomi	28
5.1 Lämpimät kesät, pimeät talvet	28
5.2 Polarisoitunut yhteiskunta	29
5.3 Luonnonvarat ja osaaminen talouden perustana	32
6 Millaisen tulevaisuuden haluamme?	33
6.1 Edessä voivat olla synkät ajat	33
6.2 Tämän päivän päätökset määrittelevät tulevaisuuden	34
Liite: Maapallon mahdollinen keskilämpötilan nousu 2000-luvulla	35

Esipuhe

Tämä raportti on yksi mahdollinen tulevaisuuden ennuste. Se perustuu hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin IPCC:n sellaiseen skenaarioon, joka kuvaa maapallon ilmaston lämpenemiskehitystä, jos maailman valtiot ja taloudet jatkavat toimimista siihen tyyliin kuin ne ovat toimineet tähänkin asti – siis ilman kunnollista muutosta ilmastopolitiikassa, ilman uusia merkittäviä ilmastopäästöjen vähentämistoimia. Kyseisen IPCC:n skenaarion mukaan maapallon keskilämpötila todennäköisesti kohoaa tämän vuosisadan loppuun mennessä yli 4 astetta.

Kun tätä selvitystä kirjoitettiin, pohdittiin siis sitä, mitä näin suuri lämpeneminen tarkoittaisi maailmassa ja ihmisten elämässä. Erityisesti mietittiin, mitkä olisivat seuraukset suomalaisessa yhteiskunnassa – miltä Suomi ehkä näyttäisi vuonna 2080. Pohtijana oli raportin kirjoittajien lisäksi Sitran asiantuntijoista koostuva työryhmä, joka keskusteli aiheesta ja kommentoi kirjoittajien tuottamia tekstejä. Selvityksen lopullisen version sisällöstä vastaavat kuitenkin kirjoittajat, jotka ovat Gaia Consulting Oy:n asiantuntijoita.

Raportin pyrkimyksenä on olla kokonaisuudessaan looginen ennuste, niin että siinä esitetyt kehityskulut olisivat mahdollisimman vähän ristiriidassa keskenään. Keskeistä tässä yhdessä mahdollisessa pitkälle tulevaisuuteen kohdistuvassa ennusteessa ovat yhteiskunnalliset kehityskulut. Kun siirrytään luonnontieteellisistä yhteiskunnallisiin ilmiöihin, tarkoittaa se myös sitä, että ennusteen epävarmuuksien suuruus entisestään kasvaa. Monet kohdat ennusteessa ovatkin kiistanalaisia, mutta joka tapauksessa on selvää, että yli 4 asteen globaali lämpeneminen – joka Suomessa tarkoittaisi yli 6 asteen lämpenemistä – tuottaisi yhteiskuntaan suuria muutoksia. Suurin osa näistä muutoksista olisi huolestuttavia. Aiemminkin on tehty selvityksiä ilmastomuutoksen mahdollisista vaikutuksista Suomelle, mutta niissä keskeisenä lähtökohtana on pääsääntöisesti ollut globaalil ilmaston lämpeneminen vain 2 asteella.

Tämä nyt käsillä oleva ennuste ei missään tapauksessa kuvaa toivottua asiantilaa, vaan sen pessimistisenä lähtökohtana on, että maailmassa ei saada aikaan nykykehitystä pysäyttävää ilmastopolitiikkaa. Tämä lähtökohta vie kirjoittajat myös muun muassa sellaisiin yhteiskunnallisiin päätelmiin, että maailmassa ei tämän vuosisadan loppupuolella ole kunnolla toimivaa kansainvälistä hallintoa ja globaali näkökulma jää kansallisten etujen varjoon, nykyinen kilpailu luonnon-varoista vain kärjistyy ja eriarvoisuus yhteiskunnissa entisestään kasvaa.

Nämä päätelmät kuulostavat ikäviltä, mutta tämän raportin tarkoituksena onkin havahduttaa ajattelemaan, mitä voi tapahtua globaalisti ja erityisesti Suomessa, jos emme ryhdy päättäväisesti muuttamaan nykyistä kehityslinjaa. Toivomme, että tämä raportti saisi keskustelua aikaan. Raportin sisältöä saa siis haastaa – se on jopa toivottavaa! Keskustelun avulla on ehkä mahdollista sitten saada aikaan myös uusia ilmastomuutosta hillitseviä toimia.

Tässä on myös syytä korostaa, että kyseessä on vasta esiselvitys, joka on tehty nopealla aikataululla. Syvällisemmälle selvitystyölle on siis tarvetta. Tässä raportissa esitetty yksi mahdollinen tulevaisuuskuva toivottavasti kuitenkin toimii kipinä ja saa jatkossa rinnalleen myös muita vastaavia ja vielä perusteellisempia.

Raportin **luku 1** kuvaa tulevaisuuden talvea Helsingissä. Tämä kuvaus toimii ajatuksia ja tunteita herättelevänä johdantona. **Luku 2** kertoo edellä mainitun IPCC:n skenaarion mukaisista ilmastomuutoksen globaaleista seurauksista luonnontieteen näkökulmasta – näistä kehityskuluista on kansainvälisessä tutkijayhteisössä jo laaja yhteisymmärrys. **Luvut 3 ja 4** kuvaavat ilmastomuutoksen yleisiä yhteiskunnallisia seurauksia. **Luvussa 5** kuvataan mahdollisia tulevia seurauksia erityisesti Suomessa. Luvut 3, 4 ja 5 on kirjoitettu ensimmäisen luvun tapaan vuosisadan lopun näkökulmasta; niissä eletään vuotta 2080. Nämä luvut ovat tämän raportin keskeistä sisältöä ja juuri niiden sisältämästä ennusteesta haluamme herättää nyt keskustelua. Viimeisessä eli **luvussa 6** tehdään yhteenvetoa ja katsotaan taas hetki asioita nykypäivän näkökulmasta.

Lopuksi haluamme kiittää raportin kirjoittajia rohkeudesta tarttua näin haastavaan aiheeseen.

Vesa-Matti Lahti
Johtava asiantuntija,
Kestävän hyvinvoinnin tutkimus
Sitra

Jukka Noponen
Johtaja, Ekologinen kestävyys
Sitra

Tiivistelmä

Maapallon keskilämpötilan arvioidaan nousevan noin 4 astetta vuosisadan loppuun mennessä, mikäli mittaviin ilmastomuutoksen hillintätoimiin ei ryhdytä viipymättä. Tämä selvitys esittää yhden mahdollisen tulevaisuudenkuvan maailmasta, jossa lämmennyt ilmasto ja rajut sääilmiöt aiheuttavat suuria mullistuksia ihmisten arjessa. Raportti kuvaa tulevaisuudennäkymän, jossa ilmasto on lämmennyt yli neljä astetta nykyisestä ja Suomi muun maailman mukana kärsii sen seurauksista.

Tulevaisuudenkuvan pohjana on hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin skenaariotyö. Selvityksen avulla pyritään ymmärtämään, millaisia vaikutuksia yli 4 asteen ilmaston lämpeneminen aiheuttaisi Suomeen globaalien muutosten kautta. Työssä huomioidaan ympäristön, yhteiskunnan ja talouden merkittävimmät muutokset ja arvioidaan, mitkä ovat muuttuvan ilmaston ja globaalin toimintaympäristön uhkia ja mahdollisuuksia Suomelle. Raportin tarkoituksena on tarjota konkreettinen näkökulma ilmastomuutoksen mahdollisiin vaikutuksiin. Pääosa raportista on kirjoitettu kuluvan vuosisadan lopun näkökulmasta.

Kansainvälisen ilmastomuutospaneelin mukaan lämpötila nousee pohjoisilla alueilla keskimääräistä enemmän. Ilmaston lämpenemisen suoriin seurauksiin lukeutuvat lämpöaallot, lisääntyvät sateet ja kuivuuskaudet sekä merenpinnan nousu. Suomessa keskilämpötila nousee noin kaksi kertaa niin nopeasti kuin maapallolla keskimäärin. Lämpeneminen ja sademäärän kasvu on voimakkaampaa talvella kuin kesällä.

Ilmastomuutoksen vaikutukset yhteiskuntaan ovat moninaiset. Ilmastomuutos lisää eriarvoistumista joka puolella maailmaa. Väestönkasvun ja niukkuuden seurauksena kilpailu luonnonvaroista lisääntyy. Ilmastomuutos vaikuttaa myös ravinnontuotantoon, kalakantoihin ja ihmisten terveyteen. Ylipäättään ilmastomuutos aiheuttaa stressiä kaikilla yhteiskunnan aloilla.

Tulevaisuuskuvan mukaan eriarvoistuminen näkyy myös Suomessa, jossa elintasoerot kasvavat. Köyhimpien tulotaso ei riitä edes monipuoliseen ravintoon. Yhteiskunnan kyky kantaa vastuuta heikkenee ja ihmiset ovat aiempaa enemmän vastuussa itsestään. Tulevaisuudessa merkittävä osa maahanmuuttajista on ilmastopakolaisia.

Ilmastomuutoksen hillitseminen vaatii suuria taloudellisia panostuksia, mutta ilman pikaisia ja tuntuvia toimenpiteitä joudumme kohtaamaan ennen pitkää ongelmia, jotka tulevat monin verroin kalliimmiksi. Tämän raportin tarkoituksena on herättää keskustelua yhtäältä siitä, miten voisimme torjua ilmastomuutoksen vaarallisen kiihtymisen sekä toisaalta siitä, miten voisimme sopeutua käynnissä olevaan muutokseen ja nykyistä selvästi lämpimämpään maailmaan 2000-luvulla.

Summary

The average temperature of the world is estimated to rise by 4 degrees Celsius by the end of this century unless prompt and tangible action is taken to mitigate climate change. This study presents a possible future scenario of a world where warmed climate and fierce weather events cause major turmoil in people's lives. The study provides an insight to the future with a climate four degrees warmer than today, and how Finland and the world live and suffer with it.

The base of the report relies on the scenario work of the Intergovernmental Panel for Climate Change (IPCC). The aim of the study is to understand what kind of effects warming of more than 4 degrees would have on Finland through global interlinkages. Also the major changes in environment, society and economy are considered, along with an assessment of the threats and opportunities created through the warmer climate. The report is meant to provide a concrete view to the possible effects of climate change.

According to the IPCC, the temperature rise will be more significant in the Northern regions than in the world on average. The direct results of the warming climate include heat waves, increasing rains and dry seasons, as well as a rising sea level. The average temperature rise in Finland will be double compared to the global average, and the national level increases in temperature and precipitation will be greater during winter time.

The societal effects of climate change are diverse. Climate change increases inequality all over the world. Population growth and resource scarcity increment competition for natural resources. Climate change will also affect food production, fish stocks and human health, and cause severe stress in all sectors of society.

According to this possible future scenario the increasing inequality will be visible also in Finland. The gap between the living standards of the rich and the poor widens, and the poorest can't afford a balanced diet. The society's ability to look after the welfare of the people will be weak, and people will have to take more responsibility of themselves. A distinctive share of immigrants will be climate refugees.

Climate change mitigation requires major financial efforts. However, without prompt and tangible action we end up facing problems that will be much more expensive to handle. The report targets to provoke discussion on how we could still ward off the dangerously accelerating climate change, and also, how we could adapt to the already on-going change towards a world much warmer than today.

Miten tämä raportti on laadittu?

Tämän raportin pyrkimyksenä on kuvata, millainen maailma voisi olla, jos maapallon keskilämpötila nousisi yli 4 astetta. Raportin tulevaisuuskuvan tieteellisenä pohjana on käytetty hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin (IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change) skenaariotyötä. Raportissa tarkasteltava skenaario on yksi IPCC:n viidennen arviointiraportin neljästä kasvihuonekaasujen mahdollista päästökehitystä kuvaavista kehityspoluista. Kyseessä on RCP 8.5 -skenaario, joka kuvaa *business as usual* -kehityspolkua. Siinä välttämättömiä sopimuksia kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi ei saavuteta ja päästöt jatkavat nopeaa kasvuaan 2000-luvulla. Tässä kehityspolussa maapallon keskilämpötila nousee nykyisestä 2,6–4,8 astetta vuosisadan loppuun mennessä.¹ Kun otetaan huomioon teollistumisen alkua ajoista jo koettu vajaan 1 asteen lämpeneminen, kokonaisvaikutus voi olla vuosisadan lopulla jo yli 5 astetta.

Ilmastomuutoksen globaalien vaikutusten arvioinnissa on hyödynnetty erityisesti IPCC:n, IEA:n ja Maailmanpankin tuottamia julkaisuja. Yhteiskunnallisten muutosten ja Suomeen kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa on hyödynnetty suomalaisen tutkimusyhteisön tuottamia raportteja sekä Gaian ja Sitran asiantuntijoiden näkemyksiä. Tarkoituksena on ollut tarkastella, kuinka ilmastomuutoksesta johtuvat globaalit ilmiöt vaikuttavat suomalaiseen yhteiskuntaan.

Raportin alussa kuvataan, miltä elämä näyttää Suomessa jouluna 2080. Luvut 2–4 kuvaavat ilmastomuutoksen aiheuttamia globaaleja muutoksia ympäristössä ja yhteiskunnassa. Luvussa 5 syvennyttään vaikutuksiin Suomessa, ja viimeisessä luvussa vedetään yhteen raportin keskeinen anti ja pohditaan, millä eväillä eteenpäin.

Tähän raporttiin on koottu esimerkkejä ilmastomuutoksen ennustetuista vaikutuksista. Raportti ei kuitenkaan pyri antamaan kattavaa kuvaa vaikutuksista. Pyrkimyksenä on ollut rakentaa yksi mahdollinen kehityspolku ja tarkastella sitä suomalaisesta näkökulmasta. Tämän raportin tarkoituksena on herättää keskustelua yhtäältä siitä, miten voisimme torjua ilmastomuutoksen vaarallisen kiihtymisen sekä toisaalta siitä, miten voisimme sopeutua käynnissä olevaan muutokseen ja nykyistä selvästi lämpimämpään maailmaan 2000-luvulla.

¹ Kyseisessä skenaariossa lämpötilan nousu asettuisi tähän haarukkaan yli kahden kolmasosan todennäköisyydellä (keskiarvon lämpötilan nousulle ollessa 3,7 astetta) ja vertailukohtana vuosisadan lopun (ajanjakso 2081–2100) lämpötilalle käytetään ajanjaksoa 1986–2005. Lähde: IPCC:n viides arviointiraportti, tiivistelmä päätöksentekijöille (AR5, Working Group I, Summary for Policymakers 2013).

1 Mustan lumen joulu

Eletään vuoden 2080 loppua Helsingissä. Talvi on tullut vesisateineen ja pimeine päivineen. Kaupunki on valaistu joulua varten, mutta märkä maa tuntuu imevän valon itseensä. Pohjois-Suomessa maa on tiettävästi jo paikoin jäänyt, mutta pysyvää lumipeitettä odotetaan vielä ja hiihtokeleistäkin vasta haaveillaan.

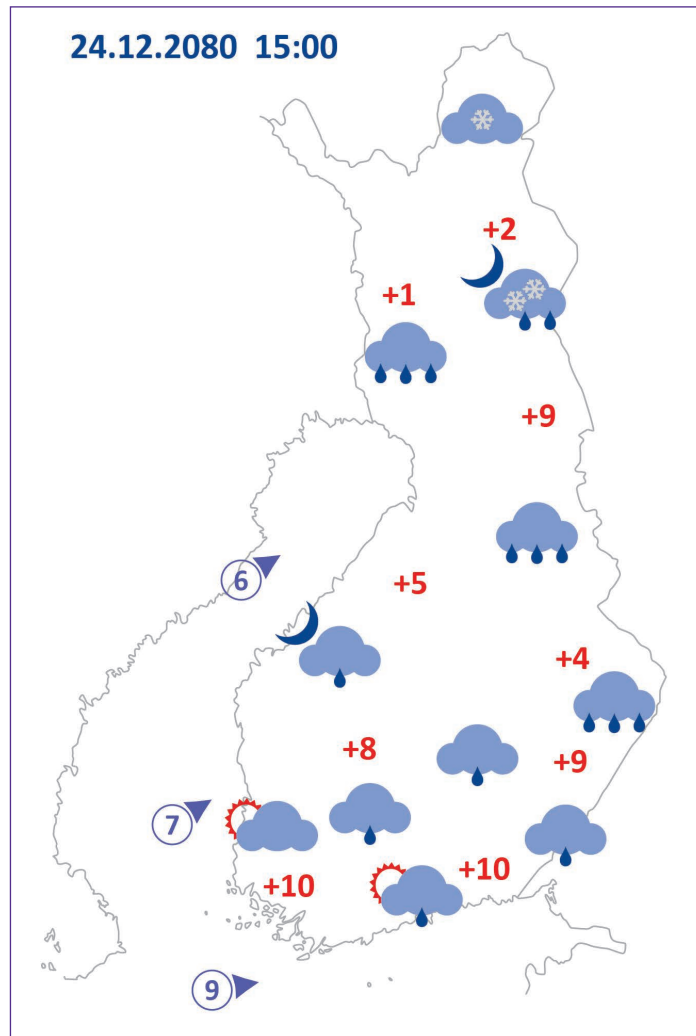
Talvilajeja ei juuri Etelä-Suomessa harrasteta. Helsingissäkin hiihdettiin toissa vuonna vain parin päivän ajan eikä urheilukenttiä ole jäädytetty luistinradoiksi enää vuosikymmeniin. Toisaalta jalkapallossa on voitu siirtyä muun Euroopan tapaan pelaamaan sarjat talvikautena. Lämmennyt ilmasto on lisännyt ulkoilua, ja hyvät uimakelit jatkuvat pitkälle syksyyn. Varakkaimmat käyvät kaupunkia ympäröiville luontoalueille perustetuissa hyvinvointikeskuksissa, joihin tullaan haistelemaan ja ihastelemaan raikasta ilmaa eri puolilta maailmaa. Pimeyden ja raikkaan ilman ympärille on luotu menestyvää liiketoimintaa, koska molemmista on pulaa maailman vilkkaasti liikennöidyissä ja laajasti valaistuissa suurkaupungeissa.

Helsingin keskustan katukuva on melko kirjava, ja siellä näkee hyvin erilaisia ihmisiä. On hyvin toimeentulevia, mutta myös paljon köyhiä työelämän keltasta pudonneita, yksinkertaista toimeentuloa metsästäviä ihmisiä. Yli puolet ihmisistä näyttää perinteisen pohjoismaalaisilta, mutta kaikissa yhteiskuntaluokissa on myös eri puolilta maailmaa muuttaneita kasvoja. Yhä useammat helsinkiläiset tai heidän perheenjäsenensä ovat muuttaneet kaupunkiin muuttuneiden ilmasto-olojen ajettua heidät kauas kodeistaan. Ilmastopakolaisia on erityisen paljon Välimeren alueelta, Etelä- ja Kaakkois-Aasiasta sekä Afrikan keski- ja länsiosista. Koulutetut maahanmuuttajat otetaan tavallisesti hyvin vastaan, mutta kouluttamattomat joutuvat taistelemaan asemastaan.

Tavallisena päivänä keskustaan ei lähiöistä tarvitse lähteä. Keskustan ulkopuolisilta asuinalueilta löytyvät päivittäiset palvelut päiväkodeista ja kouluista etätötoimintoihin. Kaupassakin kukin voisi käydä omalla asuinalueellaan, mutta tavallisesti tarvittavat ruoat ja päivittäistavarat tilataan suoraan kotiin. Kun keskustaan joskus on asiaa, sinne pääsee kätevimmin metrolla tai nopealla raitiovaunulla. Monilla on myös kaasukäyttöinen auto, mutta niitä käytetään harvoin polttoaineen kalleuden ja ajoittaisten saatavuusongelmien takia. Polkupyörät ovat käytössä ympäri vuoden, ja niillä hoidetaan säiden salliessa päivittäiset matkat asuinalueiden sisällä.

Asuinalueiden välillä on suuria eroja. Energiaomavaraisilla, vehreillä ja hyvin suunnitelluilla asuinalueilla asuu vain hyvätuloisia, työssäkäyviä ihmisiä, joiden arkea määrittelevät kulloinkin saatavilla olevat ruokatarvikkeet ja ajoittaiset sään ääri-ilmiöt. Kovien myrskyjen aikaan pysytellään sisällä, samoin kuin kesän kuumimpina kausina.

Hyväkuntoisille säätilan muutokset aiheuttavat lähinnä käytännön järjestelyjä, mutta köyhimmille, sairaille ja vanhuksille niistä on vaaraa. Äkillisten rankkasateiden aiheuttamat kaupunkitulvat huuhtovat köyhempien asuinalueiden rakennuksia aiheuttaen kosteusongelmia. Jokakesäiset lämpöaallot tappavat heikkokuntoisempia vanhuksia, jotka eivät pääse julkisiin viilennettyihin suojiin. Myös suhteellisen uudet, usein hyönteisten levittämät sairaudet vaivaavat erityisesti heikko-osaisimpia, koska niiltä suojaavat rokotteet ja lääkkeet ovat kalliita eikä kaikilla ole niihin varaa.



Kuva 1. Jouluaaton sääennuste 2080.

Yhteiskunnassa menestyminen vaatii oma-aloitteisuutta, koska julkiset palvelut ovat rajallisia eikä hyvätuloista palkkatyötä riitä kaikille. Monipuolisen ruokavalion ylläpitäminen on kallista ja kulutustuotteiden saatavuus on rajallista. Kierrätysmateriaaleista kulutustuotteita valmistavia työpajoja on eri puolilla kaupunkia. Raaka-aineiden kierrätys tarjoaa toimeentuloa myös niille, joiden ei ole ollut mahdollista kouluttautua tietotyöläisiksi. Kilpailu raaka-aineista ja markkinoista on kuitenkin kovaa.

Joulun tullessa monet muistelevat menneitä. Isovanhemmat kertovat lapsille, että ennen meressä oli talvisin kantava jääpeite. Nyt joulun aikaan meri on usein myrskyinen. Sinne ei tee kenenkään mieli. Ihmiset viettävät joulua kodeissaan neljän seinän sisällä. Ken haluaa, voi kuvitella talonsa pihalle suojaavan lumipeitteen. Pihat sattuvat olemaan tänäkin vuonna mustia.

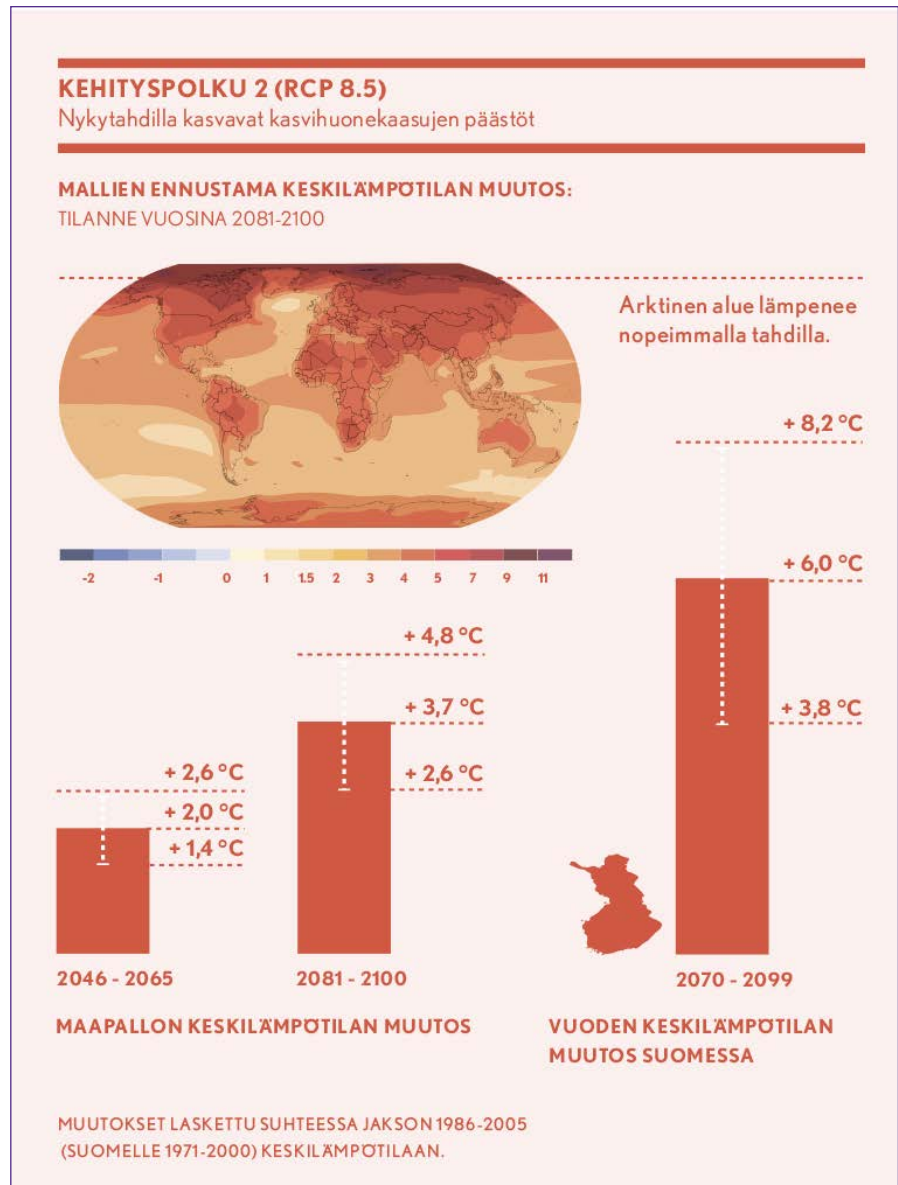
2 Muuttuva ilmasto

2.1 Lämpenevä ilmasto vaikuttaa koko maailmaan

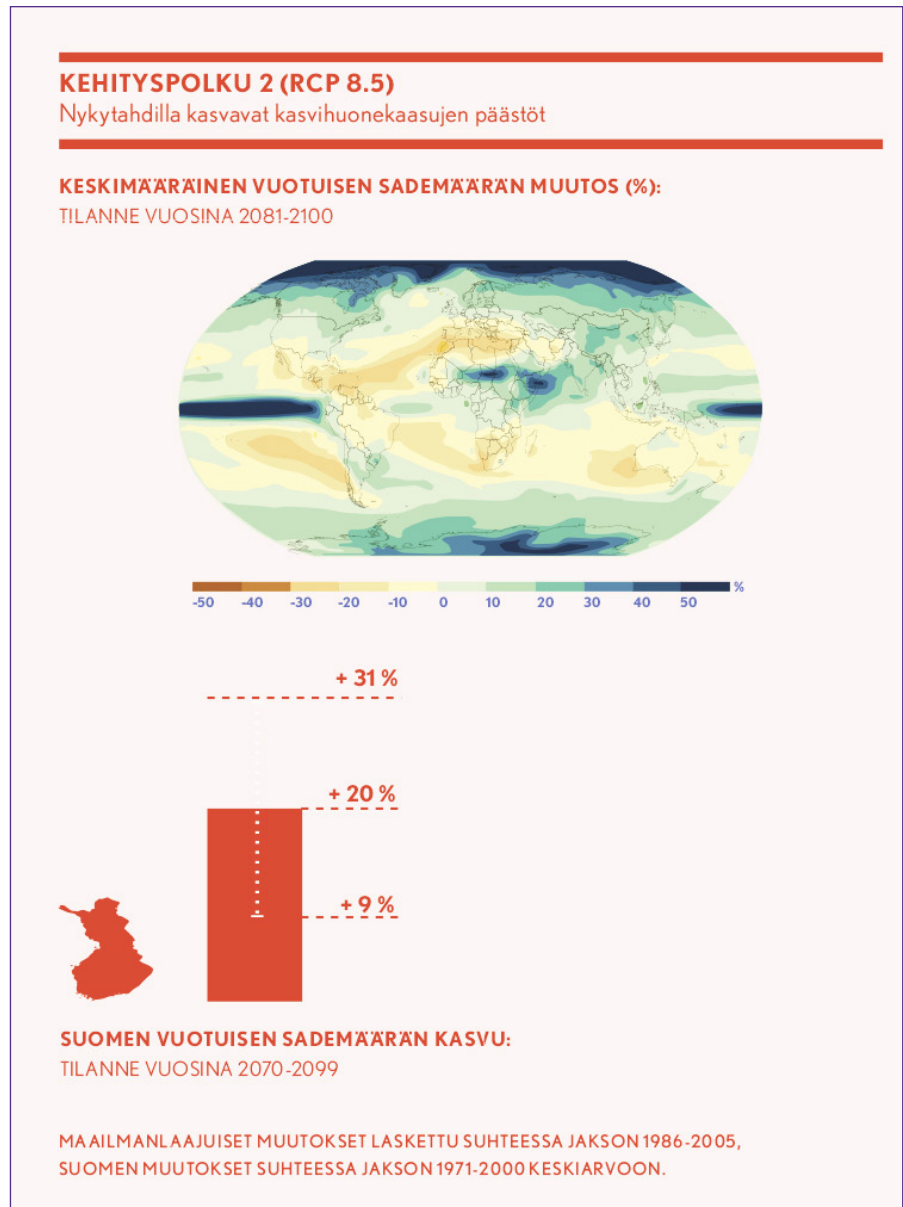
Maapallon keskilämpötilan arvioidaan nousevan noin 2 astetta vuoteen 2050 ja noin 4 astetta vuoteen 2100 mennessä, mikäli mittaviin ilmastomuutoksen hillintätoimiin ei ryhdytä viipymättä. Lämpötilan nousu jakautuu epätasaisesti eri alueille (kuva 2). Lämpötila nousee erityisesti pohjoisilla alueilla, ja viileiden kuukausien lämpötila kohoaa tyypillisesti lämpimiä kuukausia enemmän. Terveyttä uhkaavia lämpöaaltoja esiintyy nykyistä useammin eri puolilla maailmaa ja tavalliset kesälämpötilat vastaavat monin paikoin nykyisiä lämpöaalloja. Lämpenevä ilmasto lisää myös haihduntaa, joka osaltaan johtaa lisääntyviin sateisiin. Sateet eivät kuitenkaan jakaudu tasaisesti, vaan osa ennestään kosteista alueista saa osakseen entistä rankempia sateita samalla kun monien ennestään kuivien alueiden kuivuus pahenee (kuva 3). Kuivilla alueilla makeanveden varastot ehtyvät ja viljely vaikeutuu, samalla kun runsaat sateet huuhtovat maata toisaalla heikentäen maaperän hedelmällisyyttä. Vuonna 2100 jopa 44 % maailman viljelyalueista kärsii kuivuudesta ja puolet ihmisistä asuu vesipulasta kärsivissä maissa.²

Lämpötilan nousu sulattaa jäätiköitä. Maailman suurimmat mannerjäätiköt Grönlandissa ja Antarktiksella ohenevat ja pienenevät pinta-alaltaan. Niiden sulamisvedet valuvat valtameriin nostaten entisestään merenpintaa. Vuoristojäätiköiden sulaminen Himalajalla ja muilla vuoristoalueilla aiheuttaa tulvia erityisesti keväisin ja heikentää makeanveden saatavuutta muina vuodenaikoina. Merijäätiköiden hupeneminen avaa puolestaan uusia väyliä meriliikenteelle, mutta uhkaa jääkarhujen ja muiden jääpeitteestä riippuvaisten eläinlajien elinympäristön olemassaoloa. Jäätiköiden sulaminen johtaa myös valkean maa- ja meripinta-alan, ja siten heijastavuuden, vähenemiseen lisäten auringon säteilyn lämmittävää vaikutusta. Merenpinnan nousu, kuten muutkin ilmastomuutoksen vaikutukset, jatkaa etenemistään. Jäätiköiden nopean sulamisen lisäksi merenpinta nousee myös meriveden lämpölaajenemisen seurauksena. Näiden yhteisvaikutuksesta merenpinta voi nousta tulevina vuosisatoina vielä useita metrejä lisää.

² Gerten, D., Heinke, J., Hoff, H., Biemans, H., Fader, M., & Waha, K. (2011), Global Water Availability and Requirements for Future Food Production. *Journal of Hydrometeorology*, 12(5), 885–899. doi:10.1175/2011JHM1328.1



Kuva 2. Keskilämpötilan muutos (paras arvio ja todennäköinen luotettavuusväli) RCP 8.5-skenaarion mukaan vuosisadan puolivälin jälkeen kun vertailuajanjaksona on 1986–2005 (Lähde: IPCC:n viides arviointiraportti, Ilmatieteen laitos ja ympäristöministeriö; Suomen lukuarvojen lähteenä Ilmatieteen laitos)



Kuva 3. Keskimääräinen vuotuisen sademäärän muutos (%): Tilanne vuosina 2081–2100 suhteessa jakson 1986–2005 keskiarvoon (Lähde: IPCC:n viides arviointiraportti, Ilmatieteenlaitos ja ympäristöministeriö).

Lämpötilan nousu heikentää luonnon monimuotoisuutta. Mantereiden muuttuva ilmasto muuttaa eliöiden elinoloja merkittävästi ajaen sukupuuttoon erityisesti sellaisia lajeja, joiden on vaikeaa tai mahdotonta siirtyä alueelta toiselle ilmastonmuutoksen etenemisen edellyttämällä vauhdilla. Vuosisadan loppuun mennessä jotkut

kasvillisuus- ja eliövyöhykkeet voivat siirtyä jopa 400 km kohti napa-alueita muuttuvan ilmaston seurauksena.³ Rannikkoalueilla meri valtaa alaa matalilta rannoilta ja suistoalueilta. Merenpinnan nousu entistä korkeammalle ulottuvine myrskyineen ja aallokkoineen aiheuttaa eroosiota ja maaperän suolaantumista tuhoten rannikoiden herkkiä ekosysteemejä, jotka toimivat myös suojavyöhykkeinä meren ja yhdyskuntien välillä. Merenpinta nousee tropiikissa napa-alueita merkittävästi enemmän luoden painetta jo ennestään haavoittuville rannikkoalueille⁴. Lämpötilan nousu vaikuttaa myös merten ekosysteemeihin, koska lämpenevä merivesi happamoituu veden sitoessa aiempaa enemmän hiilidioksidia. Happamoituminen vahingoittaa erityisesti kalkkipitoisia lajeja. Esimerkiksi koralliriutat vahingoittuvat peruuttamattomasti. Lämpötilan nousun myötä myös meren happipitoisuus pienenee, mikä aiheuttaa ongelmia useille eri lajeille.

Kuolevat korallit

Valtamerten koralliriutat kuuluvat ensimmäisiin ilmastonmuutoksen uhreihin. Lämpenevä merivesi estää korallin ja sitä ylläpitämän zooksantelli-eliön symbioosin aiheuttaen korallien vaalentumista ja lopulta kuoleman. Lämpenevän veden lisäksi koralliriutat kärsivät ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden kohoamisesta johtuvasta meren happamoitumisesta. Happamoituva vesi heikentää korallin kalkkipitoista vartta estäen sen kasvamisen.

Koralliriuttojen biodiversiteetti on maailman rikkaimpia, ja koralliriutoilla eläkin yli miljoona eliölajia. Monipuolisen elinympäristön lisäksi riutat tarjoavat suojaa rannikoita uhkaavilta myrskyiltä ja aallokolta sekä toimeentulon miljoonille ihmisille. Koralliriuttojen kuollessa kalakannat ja turistit katoavat jättäen lukemattomat rannikoiden ja saarien yhteisöt ilman toimeentuloa. Samalla kymmenet tuhannet kilometrit rantaviivaa muuttuvat asuinkelvottomiksi myrskytuulien painaessa merivettä pitkälle sisämaahan. Korallien kuollessa tuhoutuu lukemattomia muita eliölajeja, ravinnonlähteitä, suojaa, matkakohteita ja työpaikkoja⁵.

Ilmastonmuutos ja sen aiheuttama merenpinnan nousu uhkaavat myös ihmiselle tärkeitä ekosysteemejä ja yhteiskuntia. Merenpinta saattaa nousta lähes metrin vuoteen 2100 mennessä ja jatkaa edelleen nousuaan sen jälkeen. Nouseva merenpinta aiheuttaa meritulvia alaville rannikkoalueille ja tekee satojen miljoonien ihmisten asuinsijoista asuinkelvottomia.⁶ Rannikoiden suurkaupungit kärsivät lisääntyvistä myrskyistä. Tulvavallien rakentaminen aiheuttaa mittavia kustannuksia kaupungeille, jotka yrittävät taistella merenpinnan nousun aiheuttamia haasteita vastaan. Merenpinnan nousu tekee valtavaa tuhoa alavilla alueilla Bangladeshissa ja Tyynellä valtamerellä. Samaan aikaan esimerkiksi Venetsia ja suuret alueet sen ympärillä, iso osa Kalifornian ja Hollannin rannikosta, Niilin suistoalue Egyptissä, New Orleans, New Yorkin osavaltion tietyt osat, ja monet muut rannikkoalueet muuttuvat asuinkelvottomiksi, ellei rannikolle rakenneta mittavia patovalleja. Maailmanpankin arvion mukaan metrin nousu merenpinnassa aiheuttaa vuosittain 13,5 miljardin dollarin menot lähinnä turismin ja maatalouden kärsimien vahinkojen takia vuoteen 2080 mennessä.⁷

³ Gonzalez, P., Neilson, R. P., Lenihan, J. M., & Drapek, R. J. (2010), Global patterns in the vulnerability of ecosystems to vegetation shifts due to climate change. *Global Ecology and Biogeography*, 19(6), 755–768. doi:10.1111/j.1466-8238.2010.00558.x

⁴ World Bank (2013). Turn Down the Heat – Why a 4°C Warmer World Must be Avoided.

⁵ Bruno, J. (2013), Coral reefs and climate change. Luettavissa: <http://www.eoearth.org/view/article/151492>

⁶ World Bank. 2012. Turn Down the Heat: Why a 4°C Warmer World Must Be Avoided. Washington, DC. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/11860>

⁷ World Bank. 2012. Turn Down the Heat: Why a 4°C Warmer World Must Be Avoided. Washington, DC. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/11860>

Ilmastonmuutoksella on vaikutusta myös ravintokasvien viljelyyn. Muuttuvien sateiden lisäksi ravintokasveihin vaikuttaa esimerkiksi ilman kohonnut hiilidioksidipitoisuus, joka voi joillain alueilla nopeuttaa kasvien kasvua ainakin lyhyellä aikavälillä. Lämpenevä ilmasto vähentää kasvien proteiinintuotantoa ja voi lisätä tuholaiseläinten ja kasvitautien aiheuttamia haittoja eri puolilla.

Lämpenevän ilmaston odotetaan aiheuttavan myös kerrannaisvaikutuksia, joiden mittaluokkaa on vaikea arvioida. Pohjoisten manneralueiden ikirouta sulaa lämpötilan noustessa, mikä aiheuttaa merkittäviä metaanipäästöjä, kun vuosituhansia jäässä olleet suoalueet vapauttavat niihin sitoutuneita kaasuja. Ikiroudasta vapautuvat metaanipäästöt voivat vastata moninkertaisesti ihmiskunnan aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä, joten myös niiden lämmittävä vaikutus voi olla moninkertainen.⁸

2.2 Alueelliset muutokset keskiarvojen takana

Eurooppa

Euroopassa lämpötila nousee keskimääräistä globaalia lämpötilannousua enemmän. Lämpötilan muutos nykyiseen verrattuna on merkittävä erityisesti kesäisin, jolloin kuumat lämpöaallot yleistyvät vuosisadan kuluessa. Lämpötilat nousevat Pohjois-Euroopassa maanosan eteläisiä osia enemmän. Äkilliset sateiden aiheuttamat tulvat yleistyvät koko Euroopassa, vaikka kokonaissademäärä kasvaa vain Alppien pohjoispuolella. Eteläinen Eurooppa kärsii kuivuudesta ja ajoittain ankarasta vesipulasta, jota pahentaa sisävesistöjen suolaantuminen⁹.

Merenpinnan nousu tuntuu Euroopan matalilla rannikkoalueilla konkreettisesti. Vuosisadan loppuun mennessä merenpinta nousee Euroopan valtamerirannikoilla jopa puolitoista metriä aiheuttaen tulvia, eroosiota ja pohjaveden suolaantumista rannikkovaltioissa. Lämpötilan noustessa Lounais-Euroopan eliölajit leviävät kohti itää ja pohjoista, samalla kun etelässä tavallisten viljelykasvien viljely yleistyy myös pohjoisessa. Kuivuus vahingoittaa viljasatoja erityisesti Välimeren ympäristössä sekä Lounais-Balkanilla¹⁰.

⁸ UNEP (2011), Policy Implications of Warming Permafrost. Luettavissa: <http://www.unep.org/pdf/permafrost.pdf>

⁹ IPCC (2007), Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (eds), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Luettavissa: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/contents.html

¹⁰ IPCC (2007)

Kallis taistelu kohoavaa merenpintaa vastaan

Yli puolet Alankomaiden pinta-alasta on alle metrin merenpinnan yläpuolella. Hollannin hallitus on arvioinut, että maan tulisi käyttää vuosittain noin miljardi euroa tulvariskien hallintaan vuoteen 2100 asti, jotta tulvavesien aiheuttamat merkittävät vahingot voitaisiin välttää nykyisessä yhteiskunta-rakenteessa. Meriveden täysin ulos telkeävien patovallien sijaan Hollanti pyrkii luomaan suojavyöhykkeitä, joille merivesi voi turvallisesti nousta ilman, että se aiheuttaa merkittävää vahinkoa yhteiskunnalle¹¹.



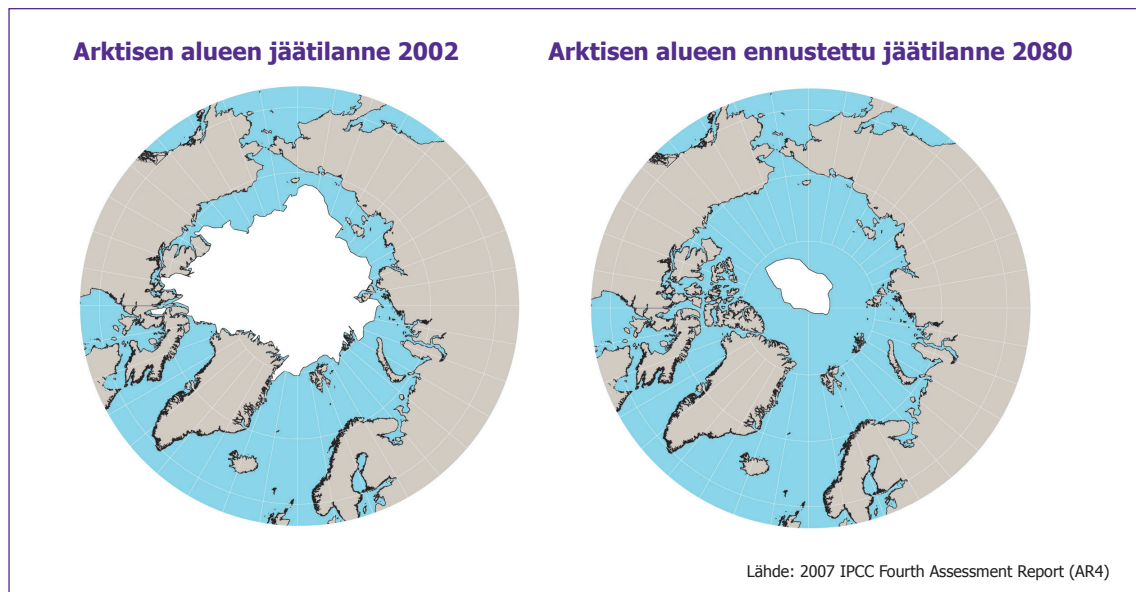
Kuva 4. Metrin merenpinnan nousun vaikutus Alankomaiden maapinta-alaan.

¹¹ Berkowitz, Ben (2009), Dutch learn to live with, instead of fight, rising seas. Reuters 4.9.2009. Luettavissa: <http://www.reuters.com/article/2009/09/04/us-oceans-rising-netherlands-idUSTRE58300N20090904>

Pohjois-Euroopassa sisävesien jääpeiteaika lyhenee, mikä yhdessä lämpenemisen kanssa aiheuttaa leväsiintymien yleistymistä. Merinisäkkäät, kuten hylkeet ja delfiinit kärsivät lisääntyneistä sairauksista, ja hylkeet menettävät lepo- ja pesäpaikkoja merenpinnan nousun ja jääpeitteen katoamisen myötä¹².

Arktinen alue

Arktisella alueella lämpötilan nousu on huomattavasti keskimääräistä globaalia nousua suurempaa ja sen vaikutukset erityisen tuntuvia. Lämpötilan noustessa ympärivuotinen jää- ja lumipeite kutistuu, jokien virtaamat kasvavat ja eliöstö muuttuu. Vuosisadan loppuun mennessä pohjoisnapa on lähes jäätön syyskuussa ennen talven tuloa (kuva 5)¹³. Arktisille alueille tyypilliset ekosysteemit, kuten tundra antavat tilaa lämpimämpään ilmastoon tottuneille metsätyypeille. Lämpenemisen myötä myös erilaiset kasvi- ja eläintaudit sekä loiset leviävät alueille, joilla niitä ei vielä tavata. Ikiroudan sulaessa maaperän rakenne muuttuu, ja laajat alueet muuttuvat hiilinieluista metaaninlähteiksi. Kasvi-, lumi- ja jääpeitteen muutokset vaikuttavat myös alueiden heijastavuuteen negatiivisesti nostamalla maapallon keskilämpötilaa entisestään. Toisaalta lisääntyvä kasvillisuus sitoo hiiltä kasvaessaan. Arktiset kalakannat muuttuvat, mutta toisin kuin useilla muilla merialueilla, kalojen nettomäärä kasvaa¹⁴.



Kuva 5. Jääpeitteen kehitys arktisella alueella loppukesästä.

¹² IPCC (2007)

¹³ EPA (2011), Future Climate Change, US Environmental Protection Authority. Luettavissa:

<http://www.epa.gov/climatechange/science/future.html> ¹⁴ IPCC (2007), Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (eds), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Luettavissa: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/contents.html

¹⁴ IPCC (2007), Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (eds), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Luettavissa: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/contents.html

Taulukko 1. Ilmastonmuutoksen vaikutuksia eräillä alueilla vuosina 2080–2100.

Muutokset ilmastossa	Muutokset elinympäristössä
Saharan eteläpuolinen Afrikka	
<ul style="list-style-type: none"> • Kuivat kaudet ja lämpöaallot yleistyvät useimmilla alueilla • Itä-Afrikan ylängöllä sateet lisääntyvät • Merenpinta nousee keskimääräistä enemmän 	<ul style="list-style-type: none"> • Sateisuuden muutokset heikentävät ruoantuotantoa • Savannialueet pienenevät • Ruokaturva vaarantuu • Vedestä on pulaa yhä useammin • Mangrovemetsät ja koralliriutat vahingoittuvat, monet lajit joutuvat sukupuuttoon • Nopea väestönkasvu ja kaupungistuminen voimistavat ilmastonmuutoksen aiheuttamia ongelmia
Kaakkois-Aasia	
<ul style="list-style-type: none"> • Kuumat lämpöaallot yleistyvät • Myrskyt voimistuvat • Sadekausien ajankohdat muuttuvat • Sademäärät muuttuvat • Merenpinta nousee keskimääräistä enemmän • Merivesi lämpenee • Meriveden happipitoisuus laskee • Meriveden happamuus nousee 	<ul style="list-style-type: none"> • Lämpöaallot vaikeuttavat elämää erityisesti suurissa kaupungeissa • Tiheästi asutut alueet kärsivät myrskyistä • Merenpinnan nousu vahingoittaa laajoja, usein tiheästi asuttuja suistoalueita • Punaisen joen suistosta 5000 km² ja Mekongin suistosta jopa 20 000 km² jää merivesitulvien alle • Suistoalueet kärsivät eroosiosta sekä maaperän ja pohjaveden suolaantumisesta • Kalakannat pienenevät • Väestönkasvu voimistaa ilmastonmuutoksen aiheuttamia ongelmia
Etelä-Aasia	
<ul style="list-style-type: none"> • Myrskyt voimistuvat • Muutoksia monsuuneissa • Sateiden kokonaismäärä kasvaa • Sateiden ennakoitavuus heikkenee • Kuivat kaudet pitenevät • Merivesi lämpenee 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiheästi asutut alueet kärsivät myrskyistä • Jokien kokonaisvirtaama kasvaa • Jokien virtaama vähenee kuivina kausina • Rannikoiden megakapungit ja laajat viljelyalueet jäävät merivesitulvien alle
Tyyntenmeren alue	
<ul style="list-style-type: none"> • Merenpinta nousee keskimääräistä enemmän • Myrskyt voimistuvat 	<ul style="list-style-type: none"> • Saaret ja kokonaiset valtiot muuttuvat elinkelvottomiksi • Maaperä suolaantuu • Eroosio kuluttaa maaperää • Myrskyt vahingoittavat saaria ja rannikkoalueita nykyistä pahemmin
Pohjois-Amerikka	
<ul style="list-style-type: none"> • Kuumat lämpöaallot lisääntyvät • Merenpinta nousee noin metrin • Myrskyt ulottuvat syvemmälle sisämaahan 	<ul style="list-style-type: none"> • Lämpöaallot ja kuivuus vahingoittavat satoja ja vaikeuttavat elämää • New Yorkin, Louisianan ja Kalifornian osavaltiot menettävät merkittäviä osia maapinta-alastaan • Myrskyt vahingoittavat rannikkoalueita nykyistä enemmän

3 Eriarvoistuva yhteiskunta

Eletään vuotta 2080. Pyrkimykset luoda riittäviä globaaleja sopimuksia ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi ovat epäonnistuneet. Kilpailevat yhteenliittymät (blokit) keskittyvät omien kansalaistensa hyvinvoinnin maksimoimiseen globaalin näkökulman sijaan. Kilpailu hyvinvoinnista on tehnyt maailmasta yhä eriarvoisemman. Ne, joilla on luonnonvaroja, teknologiaa ja osaamista menestyvät. Köyhät kärsivät eniten muuttuvasta ilmastosta, koska he ovat alttiimpia nälälle ja sairauksille. Heillä on myös muita huonommat mahdollisuudet muuttaa ja löytää uutta työtä¹⁵.

3.1 Pirstaleinen päätöksenteko

Maailmaa ei johdeta yhtenäisen vision varassa, vaan erilaiset yhteenliittymät kehittyvät omiin suuntiinsa. Moni haluaa hillitä yhä nopeutuvaa ilmastonmuutosta ja yhdenmukaistaa resurssijakoa, mutta globaalien säädösten luominen on mahdotonta kattavien päätöksentekokielinten puuttuessa. YK on menettänyt merkitystään ja erillisten yhteenliittymien valta kasvaa. Ilmastonmuutoksen hillintään tähänneet globalit neuvottelut ovat epäonnistuneet. Jatkuvasti voimistuva ilmastonmuutos aiheuttaa stressiä kaikilla yhteiskunnan aloilla.

Maailma on kompleksinen, ja päätöksenteko on hajautunut. Yksittäisten valtioiden määräysvalta on heikentynyt. Yhteenliittymät ovat riippuvaisia keskinäisistä yhteistyöjärjestelyistä ja toimituskanavista. Niukkenevien luonnonvarojen hallinnasta taistellaan kaikin tavoin. Monikansallisilla suuryrityksillä on valtaa enemmän kuin yksittäisillä valtioilla. Keskenään kilpailevat yhteenliittymät ajavat omien kansalaistensa etua jättäen globaalin kehityksen toisarvoiseen asemaan. Asukasluvultaan suurimpiin valtioihin syntyy valtioiden sisäisiä ja keskenään kilpailevia toimintajärjestelmiä samalla kun suurten maiden linjanvedot ajavat pienempiä yhä ahtaammalle. Verkottuneessa maailmassa valtioiden sisäiset ongelmat leviävät herkästi myös muihin maihin. Vesipula ja ravinnon niukkuus aiheuttavat rauhattomuutta eri puolilla, ja levottomuus leviää herkästi myös muille alueille.

Elinoloja leimaa eriarvoisuus myös alueiden sisällä. Etelän ja pohjoisen välinen kehityksen kahtiajako on vaihtunut resursseja hallitsevien ja himoitsevien väliseksi taisteluksi. Asuinalueet ja elinympäristöt eriytyvät luoden kaupunkien sisälle yhä syvempiä elintasokuluja. Rikkailla on varaa ja mahdollisuus järjestää toimiva ja lähes omavarainen energiahuolto sekä hankkia monipuolista ravintoa köyhimpien taistellessa selviytymisestä myös vanhoissa teollisuusmaissa. Eriarvoistuminen on lisännyt konflikteja. Rikkaimpien asuinalueita kiertävät muurit ja kattoja koristavat aurinkopaneelit, kun naapurin vanhemmissa kortteleissa taistellaan riittävän, vaikkakin usein yksipuolisen, ravinnon saamiseksi. Konfliktit ja muuttuva ilmasto ajavat yhä suurempia ihmisjoukkoja pois kodeistaan, mikä lisää resurssitaistelua erityisesti siellä, mihin muuttoliike ajaa ihmisiä.

¹⁵ World Bank. 2012. Turn Down the Heat: Why a 4°C Warmer World Must Be Avoided. Washington, DC. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/11860>

3.2 Kilpailu luonnonvaroista

Luonnonvarojen niukkuus näkyy sekä arjessa että politiikassa. Muuttuvien ilmasto-olosuhteiden lisäksi luonnonvarojen riittävyyttä heikentää väestönkasvu, joka on jo hidastunut, mutta jatkuu edelleen. Maailmassa on nyt vuonna 2080 yli 10 miljardia ihmistä, joista lähes puolet asuu Afrikassa¹⁶. Väestönkasvun rajuimmat vaikutukset näkyvät erityisesti Saharan eteläpuolisessa Afrikassa, jossa luonnonvaroihin perustuva liiketoiminta on kehittynyt räjähdysmäisesti, mutta ravinnon tuotannon tehostuminen ei ole pysynyt väestönkasvun tahdissa osin pitkien kuivuusjaksojen takia. Miljoonat ihmiset ovat jatkuvasti liikkeessä etsimässä elinympäristöä, jossa perustarpeet saisi tyydytettyä, samalla kun rikkaimmat ovat luoneet Afrikan suotuisille alueille omia keitaitaan.

Kilpailu ehtyvistä luonnonvaroista on kovaa kaikkialla ja luo konflikteja niin alueellisesti kuin globaalistikin. Kemianteollisuudessa öljyn ehtymistä paikataan biomassapohjaisilla materiaaleilla, mutta biomassaa ei yksinkertaisesti riitä tarpeeksi. Kivihiiltä käytetään paljon energian ja nestemäisten polttoaineiden tuotannossa sekä kemianteollisuuden raaka-aineena, mikä pahentaa ilmastonmuutosta entisestään. Puhtaasta vedestä ja viljelykelpoisesta maasta on pulaa. Meriä hyödynnetään ravinnontuotannossa kala- ja leväviljelylaitaiden avulla. Luonnolliset kalakannat ovat monin paikoin heikkoja ja monet lajit ovat jo kuolleet vuosisadan aikana sukupuuttoon ylikalastuksen ja elinympäristön muutosten takia.

Kilpailu luonnonvaroista aiheuttaa rauhattomuutta ja on syynä moniin konflikteihin sekä valtioiden välillä että niiden sisällä. Omaksi koettuja luonnonvaroja puolustetaan kovin ottein. Pärjätäkseen kilpailussa valtioiden ja suuryritysten on täytynyt varmentaa luonnonvarojen saatavuus tavalla tai toisella, mikä on johtanut luonnonvarakolonialismiin.

Kehittyneimmissäkin maissa syntyy levottomuuksia muun muassa erilaisten ruokakriisien seurauksena, kun peruselintarvikkeiden hinnat nousevat ajoittain saatavuuden heikentyessä. Turvallisuuden ylläpitämiseksi niin kodeissa kuin työpaikoilla tarvitaan yhä enemmän resursseja ja uutta teknologiaa. Yksityisten turvapalvelujen merkitys on kasvanut ja ne tarjoavat lisäturvaa maksukykyiselle väestölle.

Luonnonvarojen heikon saatavuuden aiheuttama hintojennousu heikentää taloutta. Monet alueet ja valtiot elävät jatkuvassa taantumassa. Julkisten palveluiden tarjonta on supistunut myös aiemmin hyvinvointivaltioina tunnetuissa maissa, ja ihmiset ovat pääasiassa itse vastuussa hyvinvoinnistaan. Luonnonvarojen hinnannousu on nostanut biomassan arvoa. Biojalostamot tuottavat biomassapohjaisista raaka-aineista polttoaineita, monipuolisia kemikaaleja, ravintoaineita ja lääkkeitä. Sivuvirtojen ympärille on syntynyt monipuolista liiketoimintaa. Puhdas vesi on arvokasta kauppatavaraa, ja sen saatavuus määrittelee alueiden kilpailukyyn. Veden suhteen omavaraisilla alueilla on paremmin varaa hankkia muita hyödykkeitä vesiköyhyydestä kärsivien joutuessa taistelemaan osuudestaan kovin ottein. Eriarvoisuuden aiheuttamia konflikteja pyritään hillitsemään erilaisten sopimusten avulla, mutta globaalien hallintoelimien puuttuessa sopimukset jäävät erillisten yhteenliittymien sisäisiksi ja heikoimmilla on riski jäädä kokonaan niiden ulkopuolelle.

¹⁶ UN (2013). World population projected to reach 9.6 billion by 2050 with most growth in developing regions, especially Africa – says UN. Luettavissa: http://esa.un.org/wpp/documentation/pdf/WPP2012_Press_Release.pdf

3.3 Infrastruktuurit selkärankana

Vanhoissa teollisuusmaissa infrastruktuurien kehitys on ollut kaksijakoista. Vaurilla alueilla toimivat infrastruktuurit mahdollistavat laadukkaan elämän ja menestyvän yritystoiminnan; taantuvilla alueilla infrastruktuurit rapautuvat eikä niitä ole edes varaa ylläpitää kaikkialla. Vauriillakin alueilla infrastruktuurien rakentaminen, ylläpitäminen ja käyttäminen ovat kallista, sillä niiltä edellytetään sekä joustavuutta että lujuutta. Esimerkiksi sähköverkkojen on pystyttävä ottamaan vastaan miljoonien pientuottajien sähkö, säättämään kulutusta joustavasti ja varastoimaan suuria energiamääriä. Verkkojen on oltava myös toimitusvarmoja erittäin vaihtelevissaakin säätiloissa.

Kaupunkien ja maaseudun infrastruktuureissa on suuria eroja. Suurissa kaupungeissa, jotka toimivat liike-elämän keskuksina, infrastruktuurit ovat hyvin hoidettuja ja palvelutasoltaan korkealuokkaisia. Maaseudulla ja taantuvilla alueilla infrastruktuurit rapistuvat ja paikallisiin ratkaisuihin nojaututaan yhä enemmän niin energian kuin vedenkin osalta.

Tietoverkot kuluttavat yhä enemmän ja enemmän energiaa, kun siirrettävän tiedon määrä kasvaa räjähdysmäisesti ja yhä enemmän asioita tehdään virtuaalisesti. Digitalisoituminen myös lisää eri infrastruktuurien keskinäistä riippuvuutta.

Ilmastonmuutoksen myötä lisääntyneet tulvat ja voimistuvat myrskyt vahingoittavat infrastruktuureja erityisesti rannikkoalueilla. Infrastruktuurien kehittäminen joustavimmiksi ja äärimmäisiä sääilmiöitä kestäviksi on ollut kallista, mutta välttämätöntä. Erityisen haastavaa ja kallista se on ollut kehittyvien maiden usein rannikolla sijaitsevilla suurkaupungeissa. Ne kaupungit, jotka ovat pystyneet kehittämään sähkön ja vedenjakelua sekä liikenneverkkoja vastaamaan kymmenien miljoonien ihmisten tarpeita, ovat menestyneet, luoneet kasvavaa liiketoimintaa ja kasvaneet entisestään. Ilman toimivaa infrastruktuuria jääneet suurkaupungit ovat jääneet alta-vastaajan asemaan myös talouden tuottavuudessa, mikä on kasvattanut elintaso-kuiluja kaupunkien välillä erityisesti Aasiassa ja Afrikassa.

3.4 Tuotanto ja kasvava kulutus

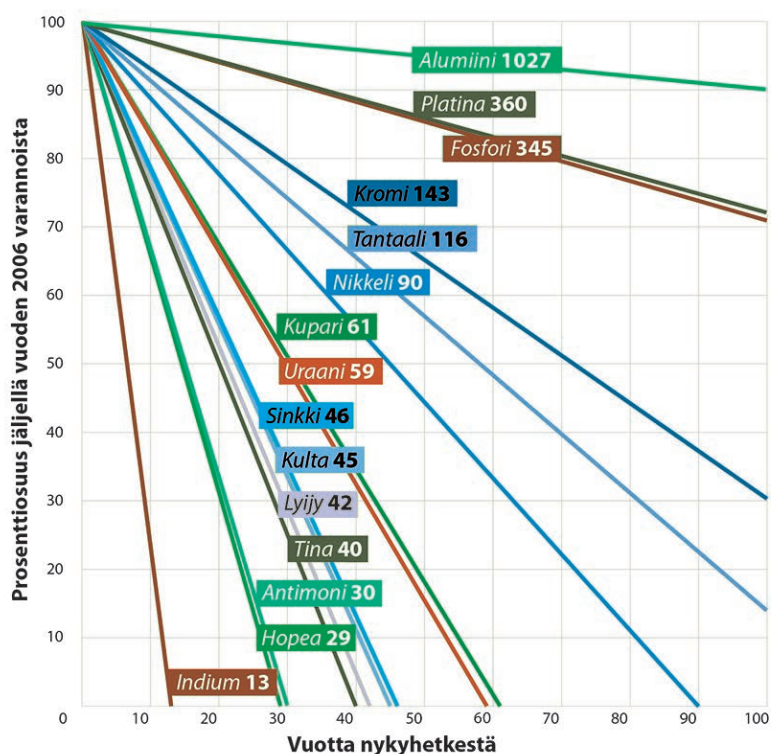
Tavaroiden ja elintarvikkeiden tuotanto tapahtuu pitkälti automatisoidusti, eikä teollinen tuotanto juuri työllistä ihmisiä. Tuotanto tapahtuu pääosin suurissa yksiköissä, siellä missä kysyntä on suurinta. Logistiikan merkitys on suuri. Kilpailu luonnonvaroista on johtanut siihen, että kunkin valtioryhmittymän sisällä halutaan ylläpitää tietty omavaraisuus. Globaalia ruokamarkkinaa täydentää paikallinen tuotanto, jolla voidaan suojautua ruokakriiseiltä.

Raaka-aineista vallitsee niukkuutta, ja yhä suurempi osuus kulutustavaroista tuotetaan kierrätysmateriaaleista. Uusiutuvia materiaaleja suositaan, mutta esimerkiksi biomassavarojen uusiutumistahti ei riitä vastaamaan kasvavaan kysyntään. Metallit kierrätetään tehokkaasti, mutta kasvava kysyntä vaatii uusien kaivosten avaamista. Yhä köyhempiä malmiesiintymiä otetaan tuotantokäyttöön, jolloin joudutaan käyttämään yhä enemmän energiaa metallitonnia kohti. Samoin kierrätys vaatii energiaa niin kuljetusten kuin käsittelynkin osalta.

Metallien riittävyys

Uusiutumattomien luonnonvarojen resurssit ovat hyvin rajalliset. Ilmastonmuutoksen vaikutuksilta suojautuminen vaatii raskaita rakenteita ja uhkaa lisätä sekä metallien että mineraalien kulutusta entisestään. Tulevaisuudessa esimerkiksi metallien tuotantoa täytyy tehostaa merkittävästi, jotta jatkuvasti kasvaviin raaka-aine-tarpeisiin voidaan vastata. Samalla kierrätysjärjestelmien on toimittava äärimmäisen tehokkaasti, jotta arvokkaat metallit voidaan hyödyntää uudelleen. Ilman tehokkaita kierrätysjärjestelmiä ja uusien nykyistä köyhempien esiintymien hyödyntämistä monet metallit riittäisivät vain muutamaksi kymmeneksi vuodeksi (kuva 6).

Ennuste maailman uusiutumattomien luonnonvarojen ehtymisestä



Lähde: Cohen, David (2007), Earth audit, New Scientist, issue 2605, 23 May 2007, page 34-41

Kuva 6. Ennuste valikoitujen raaka-aineiden ehtymisestä, mikäli tuotanto ja kulutus säilyisivät vuoden 2006 tasolla. Laskelmassa resurssivarannot on jaettu vuoden 2006 globalilla vuosikulutuksella (vuosikulutus on oletettu samaksi kuin vuosituotanto)¹⁷.

¹⁷ Cohen, David (2007), Earth Audit, New Scientist, issue 2605, 23 May 2007, page 34-41, sekä artikkelin pohjalta laadittu kuva "How long will it last" tiivistelmässä Cohen, David (2007), Earth's natural wealth: an audit, NewScientist web page, 23 May 2007, luettavissa: http://www.science.org.au/nova/newscientist/027ns_005.htm.

Tuotantoketjujen ympärille on syntynyt aktiivisia tuotantoverkostoja, joissa teollisuuden eri haarat toimivat keskenään symbioosissa. Prosessien sivuvirrat hyödynnetään tehokkaasti verkostoon kuuluvissa laitoksissa, ja tuotantoprosessit on suunniteltu alusta pitäen hyödyntämään verkostossa syntyneitä raaka-aineita ja energiaa. Jätettä syntyy vähän.

Kasvava keskiluokka kehittyvissä talouksissa kuluttaa yhä enemmän arkeen liittyviä asioita: energiaa, vaatteita ja kodintarvikkeita. Kehittyvien talouksien keskiluokan kulutuksen kasvaessa köyhimmille jää yhä vähemmän. Samalla siitä, mistä on pula, tulee yhä halutumpaa. Esimerkiksi arkea helpottavan elektroniikan kysyntä kasvaa jatkuvasti, vaikka sen hinta nousee kysynnän kasvaessa ja raaka-aineiden kallistuessa. Raaka-aineista vähemmän riippuvaisten tuotteiden kohdalla yksikköhinta on laskenut kulutuksen kasvaessa. Tämä on puolestaan lisännyt kulutusta. Esimerkiksi sellaisten tuotteiden, joiden energiatehokkuus on parantunut, käyttö on lisääntynyt, mikä on puolestaan osin lisännyt energiankulutusta. Myös palveluiden virtualisointi on säästänyt tarvetta asioida fyysisesti esimerkiksi kaupoissa, mutta asiointin helppous on lisännyt ostosten teon tiheyttä, mikä on vuorostaan lisännyt kuljetustarvetta. Virtualisointi on lisännyt myös entistä nopeampien tiedonsiirtoverkkojen ja palvelinkeskusten tarvetta johtaen tähän liittyvään lisääntyneeseen energian ja metallien kulutukseen.

Rebound-ilmion takana on Jevonsin paradoksi

Jonkin resurssin käytön tehostuminen voi johtaa pidemmällä aikavälillä tämän resurssin käytön lisääntymiseen eikä niinkään vähentymiseen. Tätä kutsutaan Jevonsin paradoksiksi, sillä ilmiön havaitsi brittiläinen ekonomisti William Stanley Jevons¹⁸ jo vuonna 1865. Ensimmäiset höyrykoneet oli tuoloin otettu käyttöön, ja ne kehittyivät nopeasti. Uudet höyrykoneet käyttivät vähemmän hiiltä energiayksikköä kohti kuin vanhat eli koneiden energiatehokkuus parani. Jevons ennusti, että hiilen kulutus ei tästä suinkaan vähene, kuten yleisesti ajateltiin, vaan lisääntyy. Hän päätteli, että kun hiilen kysyntä laskee, samalla laskee myös hiilen hinta, mikä taas johtaa siihen, että höyrykoneita käytetään enemmän. Ennustus toteutui.¹⁹

Energiankulutuksen kohdalla rebound-ilmiö tarkoittaa sitä, että energiatehokkuus johtaa lisääntyvään energiankulutukseen. Esimerkiksi autojen pienentynyt polttoaineenkulutus vähentää ajokilometrin kustannuksia, jolloin autolla tulee helposti ajaneeksi enemmän.

¹⁸ Jevons, W.S. (1865) *The Coal Question: An Inquiry Concerning the Progress of the Nation, and the Probable Exhaustion of Our Coal-Mines*, London, Macmillan.

¹⁹ Laitinen Jussi (2012), Valomerkki. Atena 2012.

4 Muuttuva elinympäristö

4.1 Asuminen

Eletään vuotta 2080, ja **yhä suurempi osuus ihmisistä asuu kaupungeissa**. Vuonna 2010 koko maapallon väestöstä 51,6 % asui kaupungeissa, ja vuonna 2050 heidän osuutensa nousi yli 67 prosenttiin²⁰. Väestönkasvun seurauksena kaupunkilaisten määrä lähes kaksinkertaistui yli kuuteen miljardiin vuosien 2010 ja 2050 välillä. Kaupungistuminen on ollut erityisen nopeaa Saharan eteläpuoleisessa Afrikassa, jossa kaupungeissa asui jo vuonna 2050 yli 56 % ihmisistä. Muuttoliikkeeseen ja kaupunkien asukasrakenteeseen vaikuttaa yhä enemmän myös ilmastomuutoksen takia kotinsa hylkäämään joutuneiden pakolaisten sijoittuminen uusille asuinalueille.

Ilmastopakolaisuus

Vuonna 2050 jopa 150 miljoonaa ihmistä on voinut joutua muuttamaan kotoaan ilmastomuutoksen aiheuttamien syiden takia²¹. Suuri osa muuttajista pystyy muuttamaan oman kotimaansa sisällä, mutta miljoonat ihmiset muuttavat valtionrajojen yli. Matalat saarivaltiot, kuten Malediivit ja Tuvalu ovat asuinkelvottomia jo vuonna 2050 merenpinnannousun ja voimistuneiden myrskyjen takia. Lukemattomat muut valtiot menettävät merkittävän osan asuttavasta pinta-alasta merenpinnannousun, rankkasateiden, kuivuuden, maaperän suolaantumisen ja muiden ilmastoon liittyvien muutosten takia.

Mikäli Suomi ottaisi vastaan ilmastopakolaisista 0,35 %, joka vastaa Suomen osuutta maailman BKT:sta vuonna 2012, olisi Suomessa vuonna 2050 yli 500 000 ilmastopakolaista²².

Kaupungit ovat herkkiä rajuille sääilmiöille. Lämpöaaltojen haittavaikutukset vahvistuvat rakennetussa ympäristössä ja aiheuttavat ongelmia erityisesti heikkokuntoisille vanhuksille. Useat suurkaupungit sijaitsevat rannikoilla ja ovat alttiita tulville ja rajumyrskyille. Voimistuvat sateet aiheuttavat kaupunkitulvia niin rannikoilla kuin sisämaassakin. Kaupunkien kyky selvitä poikkeusoloista vaihtelee merkittävästi. Niillä alueilla, joilla on puutteelliset infrastruktuurit ja paljon köyhiä alueita, edellytykset suojautua rajuilta sääilmiöiltä ovat rajalliset²³. Kehittyvissä kaupungeissa erot suunniteltujen ja epävirallisten asuinalueiden välillä kasvavat; kasvavilta epävirallisilta alueilta puuttuu turvaa luova infrastruktuuri, joten voimakkaiden sääilmiöiden aiheuttamat ongelmat koskettavat erityisesti köyhiä.

Kaupungeissa jäähdyttämisen tarve ja sähkön käyttö ovat kasvaneet merkittävästi. Jäähdytyksen tarve on lisääntynyt ilmaston lämpiämisen vuoksi. Se nähdään myös vaurauden ja hyvinvoinnin merkinä ja siitä ollaan valmiita maksamaan. Kaupunkien sähkön käyttöä lisäävät digitalisoituminen ja virtuaaliset palvelut sekä tiedonsiirtoverkkojen ja palvelimien vaatima alati kasvava energiantarve. Samoin ihmisvirtojen kuljettamiseen tarvittavien liukuportaiden, kuljettimien ja hissien määrä on kasvanut huikasti väestön ikääntyessä. Vaikka merkittävä osa energiasta tuotetaan rakennettuun ympäristöön integroituvilla uusiutuville energialähteillä, erityisesti aurinko-

²⁰ United Nations (2013). World Urbanization Prospects, the 2011 Revision. Luettavissa: <http://esa.un.org/unpd/wup/CD-ROM/Urban-Rural-Population.htm>

²¹ EJF (2009) No Place Like Home - Where next for climate refugees? Environmental Justice Foundation. London.

²² World Bank (2013b), GDP Ranking. <http://data.worldbank.org/data-catalog/GDP-ranking-table>

²³ World Bank (2011), Guide to Climate Change Adaptation in Cities. Luettavissa:

<http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTURBANDEVELOPMENT/0,,contentMDK:23026256~menuPK:337198~pagePK:148956~piPK:216618~theSitePK:337178~isCURL:Y,00.html>

energialla, fossiiliset polttoaineet ovat yhä säilyttäneet globaalisti merkittävän roolinsa.

Kaupunkirakenteessa viheralueisiin kiinnitetään runsaasti huomiota, ja viherrakentamisesta on tullut osa arkista kaupunkisuunnittelua. Viheralueiden avulla ehkäistään kaupunkitulvia ja parannetaan kaupunkien hiilensidontakykyä. Viherrakentamisen avulla omatarveviljely on mahdollista myös tiiviisti asutuilla kaupunkialueilla. Energiatehokkuutta ja paikallista energiantuotantoa tehostetaan kaupunkisuunnittelussa pienilmaston erityispiirteiden huomioimisella.

Eriarvoistuminen näkyy erityisen selvästi kaupungeissa. Varakkaiden turvatut ja pitkälti energiaomavaraiset alueet ovat eristäytyneet omiksi saarekkeikseen. Köyhimmillä alueilla ihmisillä on pulaa riittävästä ravinnosta niin kehittyvissä maissa kuin vanhoissa teollisuusmaissakin, mikä aiheuttaa tyytymättömyyttä ja kasvavaa levottomuutta. Varakkaisiin suurkaupunkeihinkin on muodostunut slummeja, joissa kulutustuotteiden ja ruoan hinnan nousu sekä työpaikkojen vähyys näkyvät romahaneena elintasona. Osa vanhemmasta rakennuskannasta on jäänyt köyhimpien käyttöön, sillä sen korjaaminen kestävämpään aiempaa kosteampia oloja on kalliimpaa kuin uuden rakentaminen²⁴.

4.2 Liikkuminen

Väestönkasvu ja kehittyvien talouksien vaurastuminen on moninkertaistanut liikenteen. Vuosien 2010 ja 2050 välillä autojen määrä on kaksinkertaistunut ja kehittyvissä maissa keskimäärin viisinkertaistunut. Lentoliikenteen määrä on vuonna 2080 kolminkertaistunut vuosisadan alkuun nähden, mutta lentomatkojen määrä lentokonetta käyttävää henkilöä kohden on vähentynyt²⁵.

Vanhojen liikennepolttoaineiden rinnalla on uudempia biopohjaisia nestemäisiä polttoaineita. Sähkökäyttöisten kulkuneuvojen määrä on kasvanut, vaikka globaalissa mittakaavassa niiden markkinoille tulo on ollut hidasta. Liikenteessä on myös maa- ja biokaasua sekä vetyä käyttäviä ajoneuvoja. Polttoaine-ekosysteemit taistelevat keskenään ja eri markkina-alueilla eri polttoaineiden markkinaosuudet vaihtelevat. Ajoneuvojen hinta on halventunut koko ajan suhteessa polttoaineen hintaan²⁶. Markkinoita hallitsevat polttoaineoperaattorit ajoneuvovalmistajien sijaan.

Tavarat ja elintarvikkeet liikkuvat entistä enemmän, jotta tuotanto ja kulutus saadaan kohtaamaan. Keskitetyllä ja tehokkaalla tuotannolla pyritään kompensoimaan raaka-aineiden ja työn kohonnutta hintaa. Ylikansalliset logistiikkajätit vastaavat suurimmasta osasta globaalista tavara- ja elintarvikeliikenteestä. Tavaraliikenne on pitkälle organisoitua ja ketjutettua. Tavarat liikkuvat ihmisiä enemmän niin globaalisti kuin valtioiden ja kaupunkien sisällä.

Vauraiden maiden kaupungeissa on kehitetty joukkoliikennejärjestelmiä, mutta liikkuminen on kallista. Useimmissa kehittyvien talouksien kaupungeissa yksityisautoilu on kasvanut nopeasti, koska joukkoliikenteen kehitys ei ole pystynyt vastaamaan kaupungistumisen ja lisääntyneen liikkumisen tarpeisiin. Tiet maailman jättimäisissä megakaupungeissa ovat ruuhkaisia ja ilmanlaatu on heikko. Liikkumisen haasteiden takia keskipitkien matkojen tekeminen on vähentynyt kaikissa yhteiskuntaluokissa. Tuloerot ja eriarvoistuminen näkyvät silti myös liikenteessä. Sujuvat liikenne- ja

²⁴ MMM (2012) Miten väistämättömään ilmastonmuutokseen voidaan varautua? –Yhteenveto suomalaisesta sopeutumistutkimuksesta eri toimialoilla. Maa- ja metsätalousministeriö 2012.

²⁵ World Energy Council (2011), Global Transport Scenarios 2011. Luettavissa: http://www.worldenergy.org/documents/wec_transport_scenarios_2050.pdf

²⁶ Polttoaineiden hinta nousee pitkällä aikavälillä voimakkaasti, koska öljypohjaisten polttoaineiden tuottamiseksi pitää käyttää entistäkin vaikeammin hyödynnettäviä esiintymiä. Lisäksi uusien nestemäisten polttoaineiden tuottamiseen tarvittavasta uusiutuvasta raaka-aineesta vallitsee niukkuutta.

sut ovat kalliita käyttää, joten liikkumista estää ruuhkien lisäksi matala tulotaso. Vain varakkailla on varaa matkustaa ulos megakaupungeista.

4.3 Ravinto

Muuttuva ilmasto on johtanut ravinnon tuotantoalueiden suureen muutokseen. Osa viljavista alueista on kadonnut joko kuivuuden tai tulvien vuoksi. Toisaalta viljelyolosuhteet ovat osin parantuneet pohjoisilla leveysasteilla ja kasvinjalostuksen ja geenimuuntelun avulla on kehitetty paremmin muuttuviin olosuhteisiin soveltuvia kantoja. Kasvavan väestön ravinnontarpeen täyttäminen on silti edelleen suuri haaste. Kysyntä ylittää usein kohtuuhintaisen tarjonnan ja hintojen nousu johtaa ruokakriiseihin aiempaa useammin. Ruuan tuotanto on kallista, sillä se vaatii yhä enemmän kastelujärjestelmiä, lannoitteita, kasvinsuojeluaineita ja tuholaistorjuntaa. Yhä suurempi osa ravinnosta tuotetaan automatisoiduissa ja itseään säätelevissä suljettujen kiertojen kasvihuoneissa, jotka suojelevat ruuantuotantoa suuresti vaihtelevilta sääilmiöiltä. Kaikkiaan ravinnon tuottaminen ja sen vaatiman infrastruktuurin kuluttama energia kasvaa merkittävästi. Tämä lisää osaltaan ravinnon hintaa. Varallisuus näkyy ruokapöydässä.

Puhtaasta vedestä on pulaa. Alueelliset erot ovat kuitenkin suuria. Euroopassa parhaat viljelyalueet siirtyvät kohti koillista Välimeren alueen olosuhteiden muuttuessa aiempaa kuivemmiksi ja kuumemmiksi. Vedestä on tullut kauppatavara, jonka markkinoita hallitsevat monikansalliset yhtiöt. Vettä kuljetetaan pitkiä matkoja sekä kierrätetään niin kaupungeissa, teollisuudessa kuin viljelyksillä. Veden rooli arvokkaana kauppatavarana nostaa sen hintaa myös alueilla, joissa vesivarannot ovat runsaat. Vesipulasta kärsivillä alueilla pitkät kuljetusmatkat nostavat veden hintaa entisestään. Eniten puhtaan veden puutteesta kärsivät megakaupunkien epävirallisilla alueilla asuvat ihmiset, jotka ovat jääneet rakennetun infrastruktuurin ulkopuolelle, ja joille veden hinta on liian korkea. Koska veden saatavuudella on merkittävä rooli myös ruoantuotannossa, vesikriisit johtavat nopeasti myös paikallisiin ja alueellisiin ruokakriiseihin.

Veden käsittely, kierrätys ja puhdistus sekä vesivarojen hallinta ovat merkittävää liiketoimintaa. Veden lisäksi kierrätetään ravinteita. Erityisesti fosforin pääsy vesistöihin varotaan, koska sen tehokas käyttö on tuhlausta taloudellisempaa. Valtaosa fosforista on kierrätettyä, koska neitseelliset fosforivarannot on kulutettu lähes loppuun.

Muuttunut ja yhä muuttuva ilmasto asettaa uudenlaisia vaatimuksia viljelykasveille. Kasvinjalostuksen ja geenimuuntelun avulla kasvien säänkestävyyttä on parannettu, mutta lajikkeiden valinnassa on katsottu myös menneisyyteen. Monia aiemmin unohdettuja tai vähemmän käytettyjä viljelylajikkeita on otettu uudelleen käyttöön, koska kasvien monipuolinen geenikanta vähentää tuholaisten aiheuttamia ongelmia. Tehomaatalouden alkuaikoina omaksutusta homogeenisesta ja siten haavoittuvasta lajikekannasta on haluttu eroon. Monet vanhat perinnelajikkeet kestävät myös säänvaihteluita paremmin, koska niitä ei ole jalostettu optimaalisiin viljelyolosuhteisiin.

Ilman kohonnut hiilidioksidipitoisuus nopeutti kasvien kasvua vuosisadan alkupuolella, mutta lämpötilan kohoaminen on sittemmin heikentänyt satoja monilla alueilla.

Lämpötilan nousu on vähentänyt myös viljakasvien luonnollista proteiinintuotantoa. Viljakasvien valikoima on laajentunut, koska vehnä, riisi ja maissi kärsivät kuumuudesta muita viljakasveja enemmän.

Ruokapöydässä ilmastonmuutos näkyy erityisesti proteiininlähteissä.

Liha ja maito ovat kallistuneet rehun hinnan noustessa ja laidunmaiden kuivuessa. Harvalla on varaa nauttia lihaa tai maitoa päivittäin, joten proteiinia saadaan aiempaa monipuolisemmista lähteistä. Palkokasvit ja levätuotteet ovat normaali ja suhteellisen edullinen proteiininlähde. Myös hyönteisproteiinista valmistetut jauhot ja puolivalmisteet ovat tuttu näky länsimaaisessa keittiössä, vaikka niiden käyttö on yleisintä Aasiassa ja osissa Afrikkaa. Proteiinipitoisuuteen kiinnitetään huomiota myös kasvinjalostuksessa. Kalankasvatus on yleistä rannikkoalueilla, mutta villin kalan hinta on todella korkea, koska kalakannat ovat heikentyneet ylikalastuksen sekä meriveden lämpenemisen, happamoitumisen ja happipitoisuuden laskemisen seurauksena.

Vaikka ruuan globaali kauppa on kasvanut ja suuret monikansalliset ruokajätit hallitsevat ruokamarkkinoita, merkittävä osa ravinnosta tuotetaan paikallisesti. Omavaraisuudella suojaudutaan globaaleilta ruokakriiseiltä. Usein muuttuvat kansainvälisen kaupan rajoitukset määrittelevät ruoan saatavuutta eri alueilla. Ruoan hinnannousu aiheuttaa kriisejä eri puolilla maailmaa, ja paikallisillakin kriiseillä on globaaleja vaikutuksia.

Ravinnontuotannon muutoksia eri alueilla

Muutokset sateisuudessa ja lämpötilassa vaikuttavat voimakkaasti ravinnontuotantoon eri puolilla maailmaa. Kuivuus ja lämpötilannousu vahingoittavat satoja erityisesti trooppisilla alueilla kääntöpiirien välissä.

Euroopassa sadot keskimäärin paranevat keskilämpötilan noustessa 2 astetta esiteollisesta ajasta kasvukauden pitenemisen ja sateisuuden lisääntymisen ansiosta. Lämpötilan noustessa 2 astetta lisää sadot heikkenevät merkittävästi Etelä-Euroopassa ja muualla Välimeren alueella kuivuuden lisääntyessä. 4 astetta esiteollista aikaa lämpimämmässä maailmassa Pohjois-Eurooppa tuottaa merkittävän osan Eurooppalaisesta viljasta²⁷.

Afrikassa ruoantuotanto moninkertaistuu viljelymenetelmien tehostuessa. Lämpenevässä maailmassa Afrikka kärsii kuitenkin kuivuudesta entistä enemmän, samalla kun mantereen väestö moninkertaistuu. Ruoantuotannon merkittävästä kasvusta huolimatta tuotanto ei vastaa kasvanutta alueellista kysyntää, pitkälti ilmastonmuutoksen luomien haasteiden takia.

Merten proteiinituotannon merkitys kasvaa väestön kasvaessa, mutta samalla merten luontainen tuotantokapasiteetti heikkenee ylikalastuksen sekä veden happamoitumisen, lämpenemisen ja happipitoisuuden heikentymisen seurauksena. Samalla merien hyödyntäminen vesiviljelyssä yleistyy, ja esimerkiksi levät sekä viljellyt kalat ja äyriäiset voivat täyttää merkittävän osan ihmisten ja karjan proteiinitarpeesta.

²⁷ World Bank. 2012. Turn Down the Heat: Why a 4°C Warmer World Must Be Avoided. Washington, DC. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/11860>

4.4 Terveys

Ilmastonmuutoksen haittavaikutukset terveyteen lisääntyvät. Nyt, vuonna 2080, haittavaikutukset näkyvät entistäkin selvemmin ja voimakkaammin. Lämpötilan ja sateisuuden muutosten seurauksena tautien levinneisyys on muuttunut. Monilla alueilla on ylitetty yhteiskuntien ja ihmisten kyky sopeutua muutokseen. Vaikutukset ovat pahimpia köyhimmissä ja haavoittuvimmissa maailmankolkissa, joissa muutokset lisäävät jo muutoinkin haavoittuvien asukkaiden haasteita.

Puhtaan veden puute ja ravinnontuotannon ongelmat lisäävät hygienian puutteesta ja aliravitsemuksesta aiheutuvia terveysongelmia. Rannikkovesien lämpeneminen on lisännyt koleraa tiiviisti asutuilla rannikkoalueilla²⁹. Helteiden ja lämpöaaltojen aiheuttamat terveysongelmat, sairaudet ja kuolemat ovat lisääntyneet. Eurooppaa vuonna 2003 ravistuttaneen lämpöaallon kaltaiset lämpötilat ja sen aiheuttamat sairastumiset ja kymmenien tuhansien kuolemat ovat jokakesäisiä uutisia. Kylmästä aiheutuneet terveyshaitat vähenevät samanaikaisesti, mutta ovat mittaluokaltaan vähäisempiä kuin lämpenemisestä aiheutuneet haitat²⁹.

Hyönteisten ja muiden eläinvälitteisten tautien levinneisyys on muuttunut ja aiheuttaa terveysongelmia eri puolilla maailmaa. Osissa Afrikkaa malaria on puolta yleisempää kuin vuosisadan alussa uusien moskiittolajien myötä³⁰. Ilmastonmuutoksen takia muuttamaan joutuneiden ihmisten sopeutumisoongelmat ja juurettomuuden tunne ovat lisänneet myös mielenterveysongelmia sekä erilaisia konflikteja.

Rajut sääilmiöt aiheuttavat tapaturmia ja kuolemia. Myrskyt ja rajuilmat aiheuttavat onnettomuuksia. Rankkasateet ja tulvat lisäävät talousvesien pilaantumisen riskiä ja aiheuttavat laajoja epidemioita. Ilmastonmuutos on johtanut alailmakehän otsonitasojen kohoamiseen, mikä aiheuttaa erityisesti hengitysteiden sairauksia. Kuivuuden seurauksena maastopalot lisääntyvät kasvattavat pienhiukkasista aiheutuvia terveysongelmia.

²⁸ IPCC (2007) http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/figure-10-4.html

²⁹ MMM (2012) Miten väistämättömään ilmastonmuutokseen voidaan varautua? – Yhteenveto suomalaisesta sopeutumistutkimuksesta eri toimialoilla. Maa- ja metsätalousministeriö 2012.

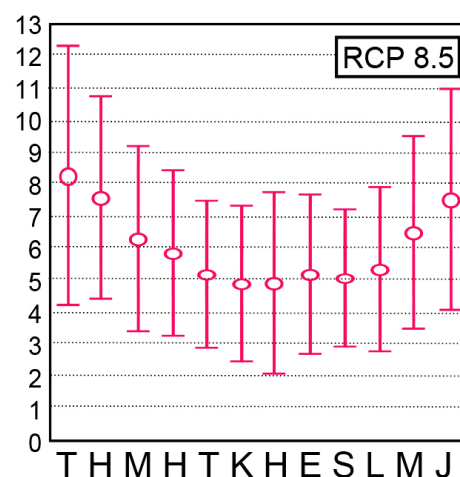
³⁰ Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analytics. 2013. Turn Down the Heat : Climate Extremes, Regional Impacts, and the Case for Resilience. © Washington, DC: World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/14000>

5 Lämpimämpi ja harmaampi Suomi

5.1 Lämpimät kesät, pimeät talvet

2080-luvulla Suomi on hyvin erilainen kuin reilut 60 vuotta aiemmin. Suomen ilmasto on suunnilleen sellainen kuin Unkarin ilmasto oli vuosituhannen vaihteessa. Suomen keskilämpötila on noussut selvästi nopeammin kuin maapallon keski-määräinen lämpötila. Suomen ilmasto on lämmennyt noin 6 asteella ja lämmennyt ilmasto on lisännyt myös sateita. Vajaassa sadassa vuodessa vuoden keskimääräinen sademäärä on noussut noin viidenneksellä vastaten nyt Englannin sademääriä vuosisadan alussa³¹.

Sateiden lisääntyminen ja lämpötilannousu eivät ole jakautuneet tasaisesti etelän ja pohjoisen tai vuodenaikojen kesken. Lämpeneminen ja sademäärän kasvu on ollut voimakkaampaa talvella kuin kesällä, joten tammikuun keskilämpötila voi nyt olla jopa 12 astetta korkeampi kuin viime vuosisadan lopussa ja talven sademäärä yli puolet nykyistä suurempi (kuva 7). Pohjois-Suomen lämpötilat ovat nousseet Etelä-Suomea enemmän, ja sateisuus on kasvanut kesäisin enemmän pohjoisessa kuin etelässä. Auringonpaiste on vähentynyt talvella pilvisyyden ja ilmankosteuden lisääntyessä, mutta kesällä ja alkusyksystä aurinko paistaa enemmän kuin vuosisadan alussa. Lumipeitteen puuttuessa talvet ovat pimeitä.



Kuva 7. Lämpötilan muutoksen odotettu keskiarvo ja vaihteluväli Suomessa RCP 8.5-skenaariossa vuosien 1971–2000 ja 2070–2100 välillä (Lähde: Ilmatieteen laitos)³².

Ilmastonmuutos on vaikuttanut myös Itämeren pinnankorkeuteen, mutta merenpinnan nousu on Suomessa ollut maltillisempaa kuin maailmassa keskimäärin. Suomenlahdella merenpinta on noussut puolisen metriä osin länsituulten vaikutuksesta. Länsirannikolla maankohoaminen kompensoi merenpinnan nousua³³.

³¹ Ilmatieteen laitos (2013), Maailmanlaajuisiin ilmastomalleihin perustuvia lämpötila- ja sademääräskenaarioita.

Luettavissa: http://ilmatieteenlaitos.fi/c/document_library/get_file?uuid=c4c5bf12-655e-467a-9ee0-f06d8145aaa6&groupId=30106

³² Ruuhela, Reija (2013), Ilmastonmuutoksen kansallinen sopeutusstrategia ja IPCC:n 5. arviointiraportin tulokset – WG1 fyysikaalinen perusta. Presentaatio 29.10.2013. Esitys ladattavissa: http://www.mmm.fi/attachments/ymparisto/sopeutuminen/6KjOroHJv/Sop_strat_ja_IPCC5_aamukahvit_2013_toweb.pdf Kuva on piirretty uudelleen presentaation pohjalta.

³³ Ilmasto-opas (2013). Luettavissa: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/338246aa-d354-4607-b087-cd9e-0d4a3d04/maankohoaminen-hillitsee-merenpinnan-nousua-suomenrannikolla.html>

Lämpötilan nousu on vaikuttanut merkittävästi kasvillisuuteen. Kasvukausi on koko maassa pidempi, mutta myös tuholaiten määrä on lisääntynyt talvipakkasten vähennyttä³⁴. Lumipeitteinen aika on lyhempi koko maassa ja etelärannikolla kokonaan lumettomat talvet ovat yleistyneet, mikä on puolestaan vaikuttanut kasvien talvehtimiseen.

Kasvuolojen muutokset ovat vaikuttaneet myös viljeltäviin lajeihin. Peltoviljelyn mahdollisuudet ovat parantuneet Pohjois-Suomessa ja Etelä-Suomessa viljellään uusia lajeja, kuten maissia³⁵. Vaikka lämpötila on kohonnut, pohjoisen sijaintimme vuoksi auringon valon määrä myöhään syksyllä on kasvua rajoittava tekijä.

Myrskyt, voimistuvat sateet ja merenpinnannousu ovat lisänneet tulvia erityisesti rannikkokaupungeissa. Talvipakkasten viivästyminen tarkoittaa, että meren ja sisävesien jääpeitteinen aika on lyhentynyt ja kokonaan jäättömät talvet ovat yleistyneet Suomenlahdella ja Etelä-Suomen järvissä. Useiden eläinlajien selviytyminen on vaarantunut jääpeitteen heikkenemisen takia. Esimerkiksi jäällä pesivän saimaannorpan tulevaisuus on vakavasti uhattuna. Jäättömien järvien ravinnepitoisuus on kasvanut ja rehevöityminen vaivaa useimpia Etelä-Suomen vesistöjä.

5.2 Polarisoitunut yhteiskunta

Kaupungistuminen on jatkunut Suomessa muun maailman tapaan. Ihmiset hakevat kaupungeista työtä, turvaa, toimivia infrastruktuureja ja liikenneyhteyksiä sekä palveluja ja viihdettä. Kaupunkien infrastruktuurit ja rakennukset joudutaan suunnittelemaan rajuja sääilmiöitä kestäviksi. Tämä tulee kalliiksi, mutta on välttämätöntä yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen kannalta. Maaseutu on jäänyt enemmän oman onnensa nojaan, etenkin niillä alueilla, joilla ei ole merkittävää luonnonvaroihin perustuvaa teollista toimintaa tai palvelutuotantoa, kuten matkailua.

Sosiaaliset erot ovat kasvaneet, koska riittävän hyväpalkkaista työtä ei riitä kaikille ja perushyödykkeet kuten ruoka, energia ja vesi ovat kallistuneet. Hidas taloudellinen kasvu vaikeuttaa uuden varallisuuden luontia. Varallisuuserot jatkavat kasvuaan. Työssä käyvä väestönosa voi kohtuullisen hyvin, vaikka perushyödykkeisiin kuluu suhteessa enemmän rahaa kuin 2000-luvun alussa. Köyhimmällä kymmenyksellä ei ole varaa kunnon ravintoon – ruokakriisit koettelevat köyhintä kansanosaa myös Suomessa. Vauraimmalla kansanosalla on varaa kuluttaa energiaa ja matkustaa, kun taas yhteiskunnan alimmissa luokissa joudutaan säästämään energiaa eikä matkustamiseen ole varaa.

Kaupungit ovat eriarvoistuneet. Palvelut ja taloudellinen toimeliaisuus keskittyvät sinne, missä on toimivat infrastruktuurit ja turvallinen toimintaympäristö. Hyvin toimeentulevat asuvat omilla, suojatuilla alueillaan, kun köyhimmät ovat jääneet asumaan heikommin turvatuille alueille huonojen liikenneyhteyksien päähän. Turvaa tarvitaan sekä säättää että yhteiskunnallista rauhattomuutta vastaan. Edes matalasti palkattuja töitä ei riitä kaikille. Maahan virtaavat ilmastopakolaiset kilpailevat vähistä tarjolla olevista töistä, mikä aiheuttaa jännitteitä koko yhteiskunnassa. Puute toimeentulosta, riittävästä ravinnosta ja mielekkästä tekemisestä ajaa erityisesti nuoret rauhattomaan, levottomuutta ruokkivaan kierteeseen. Kauemmin syrjäytyneenä eläneet ihmiset passivoituvat.

³⁴ MMM (2012) Miten väistämättömään ilmastonmuutokseen voidaan varautua? – Yhteenveto suomalaisesta sopeutumistutkimuksesta eri toimialoilla. Maa- ja metsätalousministeriö 2012.

³⁵ Ilmatieteen laitos (2013), Maailmanlaajuisiin ilmastomalleihin perustuvia lämpötila- ja sademääräskenaarioita.

Luettavissa: http://ilmatieteenlaitos.fi/c/document_library/get_file?uuid=c4c5bf12-655e-467a-9ee0-f06d8145aaa6&groupId=30106

Ilmastopakolaisia saapuu Suomeen eri puolilta maailmaa. Sadat miljoonat ihmiset joutuvat etsimään uuden kodin ilmastonmuutoksen tehtyä heidän asuin-alueensa asuinkelvottomiksi. Ilmastonmuutoksen pahetessa ilmastopakolaisten vastaanottokiintiöt on määritelty löyhästi valtioiden kesken, mutta sitovaa globaalia ymmärrystä pakolaisten kohtelusta ei ole. Korkeasti koulutettujen ihmisten on melko helppo sopeutua yhteiskuntaan, mutta kouluttamattomille ei riitä työtä tai toimeentuloa. Yhteiskunnan tukirakenteet ovat osin rapautuneet, ja yksilöt ovat aiempaa enemmän vastuussa itsestään. Neuvokkaimmat pärjäävät parhaiten, kotimaasta riippumatta.

Yhteiskuntarauha ja usko demokratiaan ovat heikentyneet. Sosiaalisten erojen kasvu, alueellinen eriarvoistuminen ja ilmastopakolaisten saapuminen aiheuttavat epävakautta kaikissa yhteiskuntaluokissa. Rauhattomuus ja protestit ovat arkipäivää. Erityisesti vähäosaisten usko omiin vaikuttamismahdollisuuksiinsa on heikentynyt julkisin varoin tuotettujen palveluiden rapautuessa ja varakkuuden määrittellessä hyvinvoinnin tason.

Lähiruoan paikka ruokapöydässä on vakiintunut. Monia ruoka-aineita tuodaan Suomeen kaukaa, mutta kotimaisen tuotannon merkitys on korostunut ruokaomavaraisuuden tarpeen kasvaessa. Riittävät, mutta rajalliset vesivarat parantavat kotimaisen ruoantuotannon kilpailukykyä. Samalla monikansallisten yhtiöiden hallitsemat ruoantuotantoketjut ja lisääntyneet konfliktit ovat nostaneet ruoan hintaa. Lämmennyt ilmasto on laajentanut viljelyyn soveltuvaa pinta-alaa Suomessa ja kasviuonetuotanto on moninkertaistunut. Pääosa ruoasta tuotetaan maaseudulla, mutta kaupunkien yleistynyt viherrakentaminen on lisännyt viljelypalstoja myös kaupunkien keskustoissa, erityisesti rakennusten katoilla. Viljat, vihannekset, marjat ja kananmunat ovat pitkälti kotimaisia ympäri vuoden, mutta pitkään säilyvät, usein levästä tai pieneliöistä valmistetut proteiinipitoiset tuotteet tuodaan usein ulkomailta. Ruoan lisäksi rehun hinta on korkea, joten liha ja maito ovat kalliita. Suurin osa kalasta on viljeltyä, joko Suomessa tai valtameren rannoilla.

Lähes kaikki biomassavarat on valjastettu tuotantoon. Yleinen niukkuus raaka-aineista on johtanut siihen, että uusiutuvat luonnonvarat hyödynnetään tarkasti. Luonnonvarojen käyttöä optimoidaan jatkuvasti, jotta voidaan varmistaa niiden riittävä uusiutumistahti. Yksityisessä tuotantokäytössä olevien metsien ja peltojen virkistyskäyttö on rajoitettua. Karjatilojen yhteydessä on laajoja kasviuonenejärjestelmiä, viherkäytävät halkovat kaupunkeja, ja viherrakentamisen avulla hillitään kaupunkitulvia. Rankkasateet ja tulvat pilaavat silti talousvettä aiempaa useammin ja viemäreiden ylivuodot ovat tavallisia. Sateisimpina aikoina jätevesiä joudutaan laskemaan vesistöihin puhdistamatta.

Kierrätysmateriaalien asema kulutustavaroiden raaka-aineena on vahva. Raaka-aineiden niukkuus ja korkea hinta ovat johtaneet tehokkaaseen kierrätykseen. Yhä suurempi osuus kulutustavaroista tuotetaan kierrätysmateriaaleista. Uusiutuvat raaka-aineet ovat suosittuja, mutta niitä on rajallisesti tarjolla. Eri käyttökohteet kilpailevat niistä rajusti. Ylipäättään materiaaleja käytetään ja kierrätetään tehokkaasti; mitään ei ole varaa tuhlaa eikä mitään heitetä pois.

Energian hintavaihtelut ovat suuria. Energiaa tuotetaan monipuolisesti eri lähteistä. Energian hinta määräytyy saatavuuden ja kysynnän mukaan, ja esimerkiksi auringonpaisteen ja sateiden määrät sekä fossiilisten polttoaineiden markkinahinnat vaikuttavat suoraan energian kuluttajahintoihin. Hyvin toimeentulevien kotitalouksien energiahuolto on turvattu oman energiatuotannon ja hyvän infrastruktuurin ansiosta köyhempien kärsiessä energianhinnan suurista vaihteluista. Köyhimmällä väestöosalla on vaikeuksia maksaa edes sähköverkon käytöstä.

Älykkäät energiaverkot mahdollistavat tuotannon ja kulutuksen tehokkaan tasapainottamisen, mutta sähkön hinta vaihtelee suuresti. Aurinkoenergiaa on kesällä hyvin tarjolla, talvella sähköstä on ajoittain pulaa ja hinta on korkea. Lämpenevän ilmaston myötä kesäkauden jäähdytystarve on kasvanut, kun taas talven lämmön-tuotantotarve on vähentynyt merkittävästi.

Teollisuudelle energia on kriittistä ja teollisuus tuottaa tarvitsemansa energian pääosin itse. Teolliset prosessit suunnitellaan alusta lähtien toisiaan hyödyntäviksi ja hyödyttäviksi symbiooseiksi. Teollisen tuotannon sijainnin määrittelevät vedentarve ja -saatavuus, raaka-aineiden saatavuus sekä tuotannon kannattavuus valtioiden yhteenliittymän sisällä.

Asuinalueiden ilmastokestävyys vaihtelee rajusti. Osa vanhasta rakennuskannasta ei kestä muuttuvan ilmaston aiheuttamaa jatkuvaa kosteutta, jolloin ne menettävät arvoaan ja niiden ylläpito on kallista. Rakennusten arvon laskulla on suuri merkitys koko kansantaloudelle, koska suomalaisesta varallisuudesta merkittävä osa on sitoutunut rakennuksiin. Vuokra-asuminen on tavallista, koska asuntojen omistamiseen liittyy enemmän riskejä kuin aiemmin ja ihmisten tuloista yhä suurempi osa kuuluu perushyödykkeiden eli ruuan, veden ja energian hankintaan.

Yksityisautoilun suosiota rajoittaa polttoaineen kalleus. Polttoaineen valmistus kuluttaa arvokkaita raaka-aineita, joita on rajallisesti. Tämä nostaa polttoaineen hintaa eikä kaikilla ole siihen varaa, joten erilaiset kimppakyytjärjestelyt ovat tavallisia. Liikkumismuoto valitaan myös saatavilla olevan polttoaineen mukaan. Liikenneyhteydet teollisuuslaitoksiin ja suurten kaupunkien välillä ovat hyvät, mutta harvaan asuttu maaseutu kärsii huonoista liikenneyhteyksistä. Elinvoimaisten kaupunkien joukkoliikenne toimii, mutta taantuvat kaupunkiseuduilla ei ole varaa tällaiseen.

Varakkailta on varaa elää pitkään. Kehittynyt lääketiede mahdollistaa pitkän iän, mutta yhteiskunnan eriarvoistuminen johtaa suuriin eroihin terveyspalveluissa. Helteiden ja lämpöaaltojen aiheuttamat terveysongelmat ja kuolemat ovat lisääntyneet erityisesti köyhempien vanhusten keskuudessa. Kuumimpina aikoina kaupungeissa heikoimmille tarjotaan hätämajoitusta viilennetyissä halleissa. Kaupunkiliikenteen päästöt ovat Suomessa melko pienet, mutta maastopalojen aiheuttamat hiukkaspäästöt kulkeutuvat ajoittain kaupunkiin pahentaa hengityselinsairauksia. Pimeät ja lumettomat talvet lisäävät mielenterveyden ongelmia³⁶. Hyönteisten ja muiden eläinten välittämät taudit ovat yleisiä. Keski-Euroopasta levinneen myyräekinokokin riski vähentää marjojen ja sienien tuorekäyttöä eteläisessä Suomessa.

³⁶ MMM (2012) Miten väistämättömään ilmastomuutokseen voidaan varautua? – Yhteenvedo suomalaisesta sopeutumistutkimuksesta eri toimialoilla. Maa- ja metsätalousministeriö 2012.

5.3 Luonnonvarat ja osaaminen talouden perustana

Luonnonvarat toimivat talouden ajureina. Globaali pula raaka-aineista on johtanut siihen, että Suomen biomassavarojen arvo on korkea. Niistä käydään aktiivisesti kansainvälistä kauppaa, vaikka pääosin luonnonvaroja hyödynnetään ja jalostetaan itse vieniin. Puhdasta vettä myydään ulkomaille ja monet kansainväliset yritykset ovat siirtäneet vesi-intensiivisiä toimiaan Suomeen ja muihin vesivarakkaisiin maihin. Valtion ote malmivaroista ja maametalleista on kiristynyt, ja se myy kaivosoikeuksia yksityisille yrityksille. Kaivosteollisuus on Pohjois-Suomen talouden tukipilari, ja se aiheuttaa myös ristiriitoja asukkaiden kesken. Tuontiin perustuvien raaka-aineiden hinnat vaihtelevat ja saatavuudessa esiintyy häiriöitä kansainvälisten konfliktien ja ympäristökatastrofien vuoksi.

Teollisuuden merkitys kansantuotteessa vähenee edelleen ja työpaikkoja katoaa automatisoitumisen myötä. Uudistuneessa teollisuudessa jalostusarvo työpaikkaa kohden on suuri palveluiden vallatessa yhä suuremman osuuden kansantuotteesta. Bioraaka-aineketjun alkupää työllistää silti paljon ihmisiä maaseudulla. Uusiutuvia luonnonvaroja pyritään hyödyntämään teollisuudessa maksimaalisesti ja teollisuuslaitokset muodostavat symbiooseja, joissa hyödynnetään kaikki sivuvirrat tehokkaasti. Talouden tuottavuudesta suuri osa syntyy vaativista osaamisintensiivisistä palveluista sekä erilaisista virtuaalisista ratkaisuista ja niihin kytkettyneistä toimituksista. Kaikilla ei ole kuitenkaan edellytyksiä tehdä vaativia tehtäviä, jolloin mahdollisuudet kunnolla palkatun työn saamiseksi ovat heikot. Suomen luonto ja puhdas ilma houkuttelevat tänne varakkaita turisteja ympäri maailmaa. Tämä luo työpaikkoja maaseudulle, erityisesti Pohjois-Suomeen.

Kotimaisessa maataloudessa sadot ovat kasvaneet, mutta ilmaston lämpenemisen edetessä ja uusien tautien takia satoisuus on vaarassa. Kuumuus ja kosteus vaikeuttavat viljelyä ja sadonkorjuuta kasvitautien ja tuholaisten tuhotessa satoja. Kasvihuoneviljely lisääntyy, kun ruuan suhteellinen hinta nousee yhä suuremman osan maailman perinteisistä viljelyalueista kärsiessä kuivuudesta tai tulvista. Ruokaa tuotetaan runsaasti myös vieniin erityisesti eteläisen Euroopan markkinoille. Perushyödykkeiden hinta määräytyy globaaleilla markkinoilla reaaliaikaisesti ja isot hintaheilahtelut ovat mahdollisia. Hyvin toimeentuleva väestönosa voi suojaautua ruuan hintapiikeiltä paikallisen tuotannon avulla, mutta köyhin kansanosa on markkinoiden armoilla.

Mahdollisia menestyviä toimialoja 2080-luvun Suomessa

- Luonnonvarojen hallinta ja niihin liittyvät palvelut
- Suomalaisia luonnonvaroja jalostavat teolliset symbioosit
- Älykkäät tietoliikenne- ja energiaverkkoratkaisut
- Automatisoidut ja itseään säätävät suljettujen kiertojen kasvihuoneet
- Virtuaalitekнологia ja siihen liittyvät ratkaisut ja palvelut
- Puhtaaseen veteen liittyvät teknologiat, tuotteet ja palvelukonseptit
- Arktisiin olosuhteisiin soveltuva teknologia
- Vesi-intensiivinen tuotanto ja teollisuus
- Puhtaan ja turvallisen ruoan tuotanto ja jalostus
- Luontoon ja puhtaaseen ilmaan liittyvä matkailu.

6 Millaisen tulevaisuuden haluamme?

6.1 Edessä voivat olla synkät ajat

Mikäli kasviuonekaasujen päästökemitys säilyy nykyisen kaltaisena, on mahdollista, että maailman keskilämpötila nousee yli 4 astetta tämän vuosisadan loppuun mennessä. Suomessa lämpötilan nousu on selvästi tätäkin nopeampaa, noin 6 astetta. Lämpötilan nousun lisäksi erilaiset yhteiskuntaa koettelevat rajut sääilmiöt lisääntyvät ja luonnossa tapahtuu peruuttamattomia muutoksia, joiden seuraukset voivat olla arvaamattomia.

Ilmastonmuutoksella on monia epäedullisia vaikutuksia koko yhteiskuntaan. Vaikka ilmastonmuutoksen vaikutuksiin liittyy useita epävarmuuksia, on todennäköistä, että ilmastonmuutos lisää eriarvoisuutta niin globaalisti kuin paikallisestikin uhaten yhteiskuntarauhaa. Ilmastonmuutos iskee voimakkaimmin kaikkein köyhimpiin, joilla on vaikeuksia tyydyttää edes perustarpeitaan. Väestönkasvu ja luonnonvarojen niukkuus pahentavat tilannetta entisestään. Kilpailu luonnonvaroista, ravinnoista ja puhtaasta vedestä voi johtaa vakaviin konflikteihin.

Ilmaston lämpenemisen aiheuttamat muutokset eivät jakaudu tasapuolisesti eri alueiden kesken. Kuivuus ja sateet lisääntyvät eri puolilla maailmaa, ja niiden vaikutukset korostuvat jo ennestään haavoittuvaisilla alueilla. Merenpinnan nousu on voimakkainta lähellä päiväntasaajaa, missä sijaitsevat myös tiheimmin asutut, jokien suistoihin rakennetut miljoonakaupungit, jotka uhkaavat jäädä veden alle³⁷. Ilmastopakolaisuudesta tulee arkipäivää. Lämpötilojen nousu puolestaan korostuu lähellä napa-alueita, myös Pohjois-Euroopassa, mikä aiheuttaa tuntuvia muutoksia eliöiden levinneisyydessä ja uhkaa ihmisten hyvinvointia kaikissa yhteiskuntaluokissa. Luonnonvarojen epätasainen jakautuminen ja väestönkasvu johtavat yhä tiukempaan kilpailuun luonnonvaroista, protektionismiin ja luonnonvarakolonialismiin. Samalla valtioiden ja alueiden välisten strategisten kumppanuuksien merkitys korostuu kansainvälisten, koko maailman kattavien päätöksentekomahdollisuuksien puuttuessa. Kilpailu niukkenevista luonnonvaroista tarkoittaa kilpailua niukkenevasta hyvinvoinnista.

³⁷ World Bank. 2012. Turn Down the Heat: Why a 4°C Warmer World Must Be Avoided. Washington, DC. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/11860>

6.2 Tämän päivän päätökset määrittelevät tulevaisuuden

Pikaiset ja tehokkaat toimet kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi ovat ensiarvoisen tärkeitä, jotta ilmastonmuutosta voidaan hillitä ja sen tuhoisimpia seurauksia estää. Ilmastonmuutos on globaali ilmiö, joten sen hillinnän puolesta on taisteltava yhteisten toimien avulla, koko maailmassa ja kaikilla sektoreilla. Hillinnän lisäksi tarvitaan myös tehokkaita sopeutumistoimia. Sopeutumistarpeet vaihtelevat alueittain, koska ilmastonmuutoksen vaikutukset riippuvat sekä maantieteellisistä että yhteiskunnallisista oloista. Jopa yksittäisen maan sisällä, esimerkiksi Suomessa, on huomioitava eri alueiden tarpeet, jotta kalliit tuhot voidaan välttää mahdollisimman tehokkaasti.

Ilmastonmuutoksen hillitseminen vaatii merkittäviä, usein suurilta tuntuvia taloudellisia panostuksia. Silti on selvää, että ilman pikaisia ja tuntuvia satsauksia edessämme on paljon suurempia ongelmia, jotka vaativat moninkertaisia investointeja ja uhrauksia. Tässä raportissa on kuvattu yksi mahdollinen tulevaisuudenkuva, jonka voimme joutua kohtaamaan, mikäli tuntuviin ilmastonmuutosta hillitseviin toimiin ei ryhdytä välittömästi. Raportti kuvaa tilannetta kuluvalla vuosisadalla ja on selvää, että ongelmat ja niiden ratkaisemiseksi tarvittavat investoinnit moninkertaistuvat ilmaston lämmetessä edelleen 2100-luvulla, mikäli kasvihuonekaasupäästöjä ei saada vähennettyä tuntuvasti lähivuosien aikana.

Ilmastonmuutoksen muuttamaan maailmaan on pystyttävä sopeutumaan, ja siksi on tunnistettava myös keinoja, joilla voidaan selvitä tulevaisuudessa. Suomella on kattavat luonnonvarat: metsiä, mineraaleja sekä puhdasta vettä. Koulutettu väestö, vakaa yhteiskunta ja toimivat infrastruktuurit luovat edellytykset selviytyä paremmin kuin monet muut kansakunnat. Perinteisten vahvuuksien lisäksi ihmisiltä vaaditaan kehittyneitä vuorovaikutustaitoja sekä kykyä ymmärtää monialaisia ongelmia ja rohkeutta kehittää uudenlaisia ratkaisuja. Siksi tarvitsemme myös aktiivista muutosta ajattelussa. Vaikka Suomen kilpailukyky olisikin muuttuvassa ilmastossa keskimääräistä parempi, ilmastonmuutoksen kokonaisvaikutukset globaalien heijastusvaikutusten kautta ovat erittäin epäedullisia Suomelle ja suomalaisten hyvinvoinnille.

Tämän vuoksi kaikkein parasta toimintaa on ryhtyä ponnekkaisiin toimenpiteisiin ilmastonmuutoksen torjumiseksi ja lämpötilan nousun rajoittamiseksi nykyistä voimallisemmin. Olemassa oleva teknologia tarjoaa meille jo ratkaisun avaimet. Kysymys on ennen kaikkea olemassa olevan teknologian käyttöönotosta sekä ylipäättään nykyisten tuotanto- ja kulutustottumusten muuttamisesta kestäväan suuntaan.

Liite

Maapallon mahdollinen keskilämpötilan nousu 2000-luvulla*

