

Suomen kyky sopeutua ilmaston- muutokseen: FINADAPT

Assessing the adaptive capacity of the Finnish environment and society under a changing climate: FINADAPT

Timothy R. Carter (toim./ed.)

Yhteenveto päättäjille
Summary for Policy Makers



Suomen kyky sopeutua
ilmastonmuutokseen:
FINADAPT

Yhteenveto päättäjille

Assessing the adaptive capacity
of the Finnish environment and
society under a changing climate:
FINADAPT

Summary for Policy Makers

Timothy R. Carter (toim./ed.)

Helsinki 2007

**Suomen ympäristökeskus
Finnish Environment Institute (SYKE)**



SUOMEN YMPÄRISTÖ
FINNISH ENVIRONMENT 1 | 2007
Suomen ympäristökeskus
Finnish Environment Institute (SYKE)

Kansi / Front cover: Terho Pelkonen, vastavalo.fi
Taitto / Page layout: DTPage Oy

Julkaisu on saatavana myös internetistä:
<http://www.ymparisto.fi/julkaisut>
The publication is available in the internet:
<http://www.environment.fi/publications>

Vammalan Kirjapaino Oy, Vammala 2007
ISBN 978-952-11-2542-3 (nid./pbk.)
ISBN 978-952-11-2543-0 (PDF)
ISSN 1238-7312 (pain./print)
ISSN 1796-1637 (verkkokoj./online)

Suomen kyky sopeutua ilmastonmuutokseen: FINADAPT

Yhteenveto päättäjille

Timothy R. Carter (toim.)
Susanna Kankaanpää (suom.)

Helsinki 2007

Suomen ympäristökeskus (SYKE)

ESIPUHE

FINADAPT- tutkimuksen yhteenveto päätöksentekijöille valmistuu aikaan, jolloin suomalaisessa mediassa on uutisoitu miltei päivittäin leudon talven vaikutuksista. Tänäänkin rannikon maisema on outo tammikuun näkymäksi: ruoho on vihreää ja meri lainehtii vapaana. Ilmatieteen laitoksen nettisivujen mukaan joulukuun 2006 keskilämpötilat olivat koko maassa 6–8 astetta vertailukauden 1971–2000 keskiarvoa korkeammat.

FINADAPT käynnistettiin vuonna 2003. Tätä ennen Suomen ympäristökeskuksessa oli laadittu arvio ilmastonmuutokseen sopeutumistutkimuksesta Suomessa. Tällöin todettiin, että ilmastovaikutuksia on jo selvitetty useilla toimialoilla, mutta varsinainen sopeutumistutkimus on sangen vähäistä. Aihepiiri sisällytettiin Ympäristöklusterin 2003–2005 ohjelmaan, ja FINADAPT toteutettiin osana tätä ohjelmakokonaisuutta. Hanketta rahoittivat Ympäristöministeriö, Maa- ja metsätalousministeriö, Liikenne- ja viestintäministeriö, TEKES ja useat valtion tutkimuslaitokset ja yliopistot.

Yksi FINADAPTIN vahvuuksista on ollut asiantuntijatiimin rakentaminen. Ilmastonmuutokseen sopeutumisen tutkimus vaatii monialaista osaamista ja toimivaa yhteistyötä. Yhteensä 11 tutkimuslaitosta ja yli 60 tutkijaa osallistui hankkeeseen. Lisäksi työssä oli mukana ministeriöiden ja rahoittajien edustajista koostunut ohjausryhmä. FINADAPT- tutkijoita osallistui aktiivisesti myös kansallisen ilmastonmuutoksen sopeutumisstrategian valmisteluihin vuosina 2003–2004.

FINADAPT esittää arvioita suomalaisen ympäristön ja yhteiskunnan sopeutumiskyvystä muuttuvassa ilmastossa. Neljäntoista osahankkeen raportit analysoivat sopeutumiskysymyksiä eri toimialoilla ja sektorirajat ylittäviä kysymyksiä. Nyt julkaistava yhteenveto, jonka Timothy Carter on koonnut FINADAPT-konsortion puolesta, esittää päätulokset päätöksentekijöitä ja toimijoita kiinnostavana pakettina.

Ilmatieteen laitoksen nettisivuilla todetaan, että ellei päästöjä rajoiteta merkittävästi, vuosisadan loppua lähestyttäessä vuoden 2006 kaltaiset joulukuut ovat tavanomaisia. Päästöjä tulee vähentää, jotta lämpenemistä voidaan hillitä ja pienentää ilmaston lämpenemisestä johtuvia maailmalajuisia riskejä. Ilmaston lämpeneminen on jo käynnissä ja jonkinasteinen lisälämpeneminen on nyt väistämätöntä, joten muutoksiin tulee sopeutua. FINADAPT on osaltaan kasvattanut tähän tarvittavaa tietopohjaa. Vuonna 2006 käynnistettiin 5-vuotinen ilmastonmuutokseen sopeutumisen tutkimusohjelma, jonka tavoitteena on tuottaa käytännön sopeutumistoimien suunnittelun edellyttämää puuttuvaa tietoa.

Monet kiitokset raportin luonnosvaiheessa saaduista arvokkaista kommentteista Esko Kuusistolle ja Jari Välimäelle ja Susanna Kankaanpäälle raportin suomentamisesta.

Pirkko Heikinheimo

Ilmastonmuutoksen sopeutumistutkimusohjelman koordinaattori
Maa- ja metsätalousministeriö

Helsinki, tammikuu 2007

FINADAPTin pääviestit / SISÄLLYS

1	Suomen ilmasto muuttuu	7
2	Muutokset Suomen ilmastossa jatkuvat ja ne voivat tulevaisuudessa kiihtyä	8
3	Päästöjen vähentäminen voi hidastaa ilmastomuutosta, mutta sopeutumista tarvitaan	11
4	FINADAPT on tutkinut suomalaisen ympäristön ja yhteiskunnan sopeutumiskykyä	13
5	Suomelle on kehitetty sosio-ekonomiset ja ympäristö-skenaariot suurille ja pienille päästöille	15
6	Ilmastomuutoksen vaikutukset näkyvät jo	17
7	Viimeaikaiset äärevät sääilmiöt ovat yhdenmukaisia ilmastomuutosarvioiden kanssa	18
8	Ilmastomuutoksen arvioidaan sekä heikentävän että vahvistavan ekosysteemipalveluja	20
9	Ilmastomuutos merkitsee sekä riskejä että mahdollisuuksia infrastruktuurille ja ihmisten hyvinvoinnille	22
10	Ilmastomuutoksen vaikutuksien ja sopeutumistoimien kustannuksista on vain epävarmoja arvioita	24
11	Tunnetut ja käytössä olevat keinot sopeutua ilmaston vaihteluun voivat olla riittämättömiä	26
12	Lisääntyvän ilmastoriskin kustannustehokkaaksi hallitsemiseksi tarvitaan nopeita poliittisia päätöksiä	28
13	Tiettyjen toimintastrategioiden avulla voidaan samanaikaisesti hillitä ilmastomuutosta ja sopeutua muutoksiin	30
14	Yleinen tietoisuus on sopeutumisen kannalta tärkeää	31
15	Lisätutkimusta tarvitaan, jotta Suomelle voitaisiin laatia sopivimmat sopeutumisstrategiat	33
	Liite FINADAPT-julkaisut	37
	Assessing the adaptive capacity of the Finnish environment and society under a changing climate: FINADAPT	
	Summary for Policy Makers	39
	Kuvailulehdet	74

1 Suomen ilmasto muuttuu

Vuotuinen keskilämpötila nousi Suomessa 0,7 °C viime vuosisadan aikana. Tämä kehitys on yhdenmukainen maailmanlaajuisen lämpenemisen kehityssuunnan kanssa, jonka uskotaan johtuvan osaltaan ilmakehän lisääntyneistä kasvihuonekaasujen pitoisuuksista. Suomessa lumipeitteinen aika on lyhentynyt etelässä viime vuosikymmeninä, mutta sademäärän osalta ei ole voitu havaita pitkän aikavälin kehityssuuntia.

Nykyisin on olemassa vakuuttavaa näyttöä siitä, että maapallon ilmasto on lämmennyt viime vuosisadan aikana, ja että suurin osa havaitusta lämpenemisestä viimeisten 50 vuoden aikana johtuu todennäköisesti ilmakehän¹ kohonneista kasvihuonekaasupitoisuuksista². Suomessa tulokset osoittavat, että vuosittaiset keskilämpötilat nousivat 1900-luvulla noin 0,7 °C. Suurin lämpeneminen on tapahtunut keväisin ja syksyisin³. Vuorokauden keskimääräiset minimilämpötilat ovat nousseet enemmän kuin maksimilämpötilat, etenkin 1940-luvulta lähtien, todennäköisesti pilvisyyden lisääntymisen takia. Pitkän aikavälin lämpötilamittaukset ja historialliset todisteet Fennoskandian alueelta viimeisten 300 vuoden ajalta osoittavat, että talvet ja kevät olivat 1990-luvulla erityisen leudot. Nämä olosuhteet näyttävät liittyvän osittain epätavallisen voimakkaisiin läntisiin ilmavirtauksiin talvikuukausien aikana. Viime vuosikymmenten aikana myös lumipeitekausi on lyhentynyt ja lumen määrä vähentynyt eteläisessä Suomessa. Sen sijaan kokonaissademäärässä ei ole havaittu muutosta 1900-luvulla. Myrskyindeksi, joka perustuu voimakkaiden matalapaineiden esiintymiseen, on kohonnut jonkin verran 1960-luvulta lähtien, mutta ei ole kuitenkaan ylittänyt tasoa, joka vallitsi noin sata vuotta sitten.

¹ IPCC, 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J.T. ym.]. Cambridge University Press, Cambridge and New York, 881 s.

² Kasvihuonekaasut ja pilvet ilmakehässä pidättävät suurimman osan maanpinnan lähettämästä infra-punasäteilystä, mikä vaikuttaa säteilytaseeseen ja sitä kautta maapallon ilmastoon. Tärkeimmät kasvihuonekaasut syntyvät sekä luonnollisesti että ihmisen toiminnan tuloksena. Nämä kaasut ovat vesihöyry, hiilidioksidi (CO₂), metaani (CH₄), dityppioksidi (N₂O) ja otsoni (O₃). Halocarbon-yhdisteet ja muut klooria ja bromia sisältävät yhdisteet ovat täysin ihmisen toiminnan synnyttämiä.

³ Carter, T.R. ym. 2002. The FINSKEN global change scenarios. Teoksessa: Käyhkö, J. ja Talve, L. (toim.). Understanding the Global System – The Finnish Perspective, Finnish Global Change Research Programme FIGARE, Turku, s. 27-40.

2 Muutokset Suomen ilmastossa jatkuvat ja ne voivat tulevaisuudessa kiihtyä

Muutosten Suomen ilmastossa odotetaan jatkuvan ja ne voivat kiihtyä tulevien vuosikymmenten kuluessa. Erot vaihtoehtoisten päästöskenaarioiden vaikutuksissa ilmastoon tulevat näkyviin vasta vuoden 2050 jälkeen. Keskimäärin Suomessa ilmaston arvioidaan lämpenevän ja tulevan kosteammaksi kaikkina vuodenaikoina. Rankkasateet voimistuvat ja ne muodostavat kesäisin nykyistä suuremman osan kokonaissademäärästä. Lumipeite ohenee etelässä enemmän kuin pohjoisessa. Roudan esiintyminen vähenee ja roudaton kausi pitenee. Hellepäivien (maksimilämpötila yli 25 °C) määrä kasvaa. Pohjois-Atlantin merivirtojen muuttumisen aiheuttamaa ilmaston äkillistä viilenemistä ei voida poissulkea, mutta se on varsin epätodennäköinen tällä vuosisadalla.

FINSKEN-hankkeessa⁴ analysoitiin maailmanlaajuisten ilmastomallien arvioita Suomen tulevasta ilmastosta. Arviot osoittavat sekä lämpötilan että sademäärän kasvua verrattuna nykytilanteeseen eri päästöskenaarioilla. Arvioihin sisältyy epävarmuuksia, koska emme vielä täysin ymmärrä ilmastojärjestelmää. Tämän takia ilmastomallien arviot eroavat toisistaan. Emme myöskään tiedä tarkasti tulevia kasvihuonekaasupäästöjä.

FINADAPT-hankkeessa analysoitiin tarkemmin kahden SRES-skenaarion⁵ oletamuksilla arvioita tulevaisuuden ilmastosta. Arviot perustuvat SRESin A2-skenaarioon, jossa oletetaan rajoittamattomat päästöt ja nopeasti kasvavat ilmavehän kasvihuonekaasupitoisuudet, sekä SRES B1-skenaarioon, jossa päästöt vähenevät ja hiilidioksidipitoisuudet vakiintuvat tämän vuosisadan loppuun mennessä⁶. Arvioiden keskeiset ominaisuudet ovat:

- Vuosisadan loppuun mennessä B1-skenaariossa muutokset ovat pienempiä kuin A2-skenaariossa. Ennen vuotta 2050 skenaarioilla ei ole merkittäviä eroja; muutokset ovat myös heikompia ja ne eivät ole tilastollisesti niin merkitseviä kuin vuosisadan loppupuolella.
- Talvilämpötilojen oletetaan nousevan keskimäärin 4,3 °C (B1-skenaario) ja 6,5 °C (A2-skenaario) ajanjaksoon 2070–2099 mennessä verrattuna jaksoon 1971–2000. Kesällä vastaavat nousut ovat 2,3 °C ja 3,6 °C.
- Sademäärän oletetaan kasvavan talvella keskimäärin 13,2 % (B1-skenaario) ja 22,3 % (A2-skenaario) talvella ja kesällä noin 4 % (molemmat skenaariot). Kesistä tulee hieman nykyistä aurinkoisempia ja maan kosteuspitoisuus vähenee noin 30 %.
- Tämän vuosisadan loppuun mennessä keskitalven lumimäärän oletetaan A2-skenaariossa vähenevän yli 60 % eteläisessä Suomessa ja noin 40 % pohjoisessa ja vastaavasti B1-skenaariossa noin 40 % ja 25 %. (kuva 1)

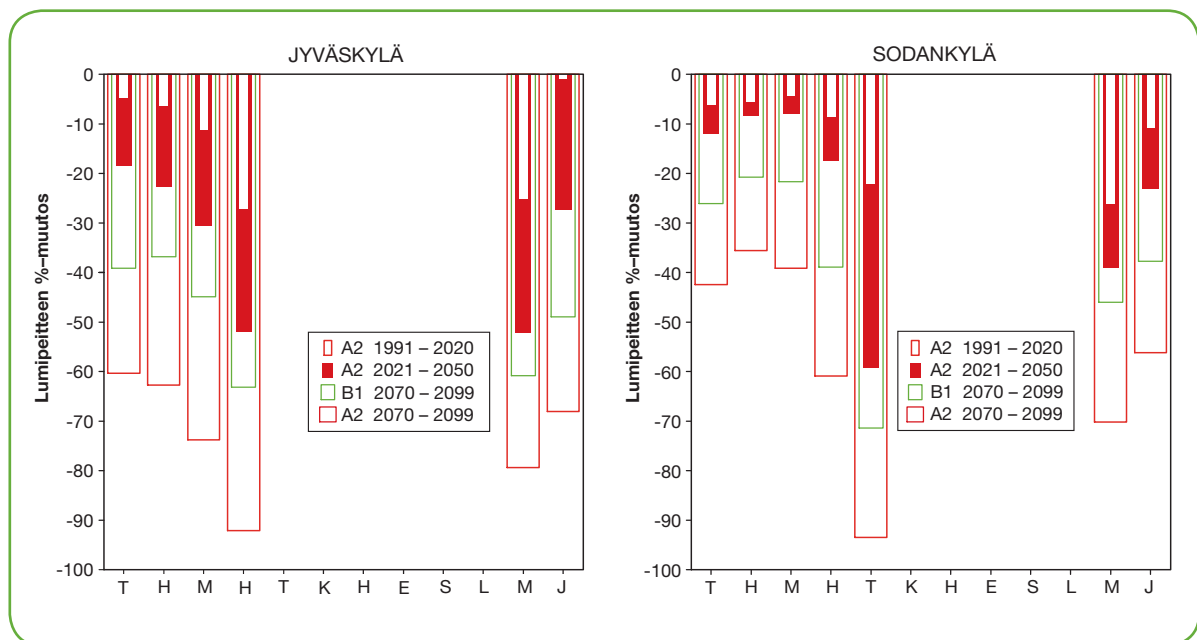
⁴ Tulokset osoittivat, että vuotuinen lämpötila nousee (1,8–5,2 °C) ja sademäärä lisääntyy (1–28 %) Suomessa vuoteen 2050 mennessä verrattuna jaksoon 1961–1990. Vastaavat muutokset 2080-lukuun mennessä ovat 2,4–7,4 °C (lämpötila) ja 6–37 % (sademäärä). Vuodenaikaisvaihtelut ovat suurempia ja tilastollisesti merkittävämpiä talvella kuin kesällä (verrattuna simuloituun luonnolliseen vaihteluun). Vain yhden ilmastomallin tuloksena sademäärä vähenisi (kesällä). Lähde: Jylhä, K. ym. 2004. Climate change projections for Finland during the 21st century. *Boreal Environment Research*, 9(2): 127–152.

⁵ IPCC:n raportin (Special Report on Emissions Scenarios SRES) mukaiset skenaariot esitetään kohdassa 5.

⁶ Tämän skenaarion on myös yhdenmukainen SRES A1T-skenaariot kanssa, joka muistuttaa SRES B1-skenaariota kasvihuonekaasujen pitoisuuksien suhteen, mutta mille ei kuitenkaan ollut saatavissa ilmastomallien simulaatioita (katso taulukko 1).

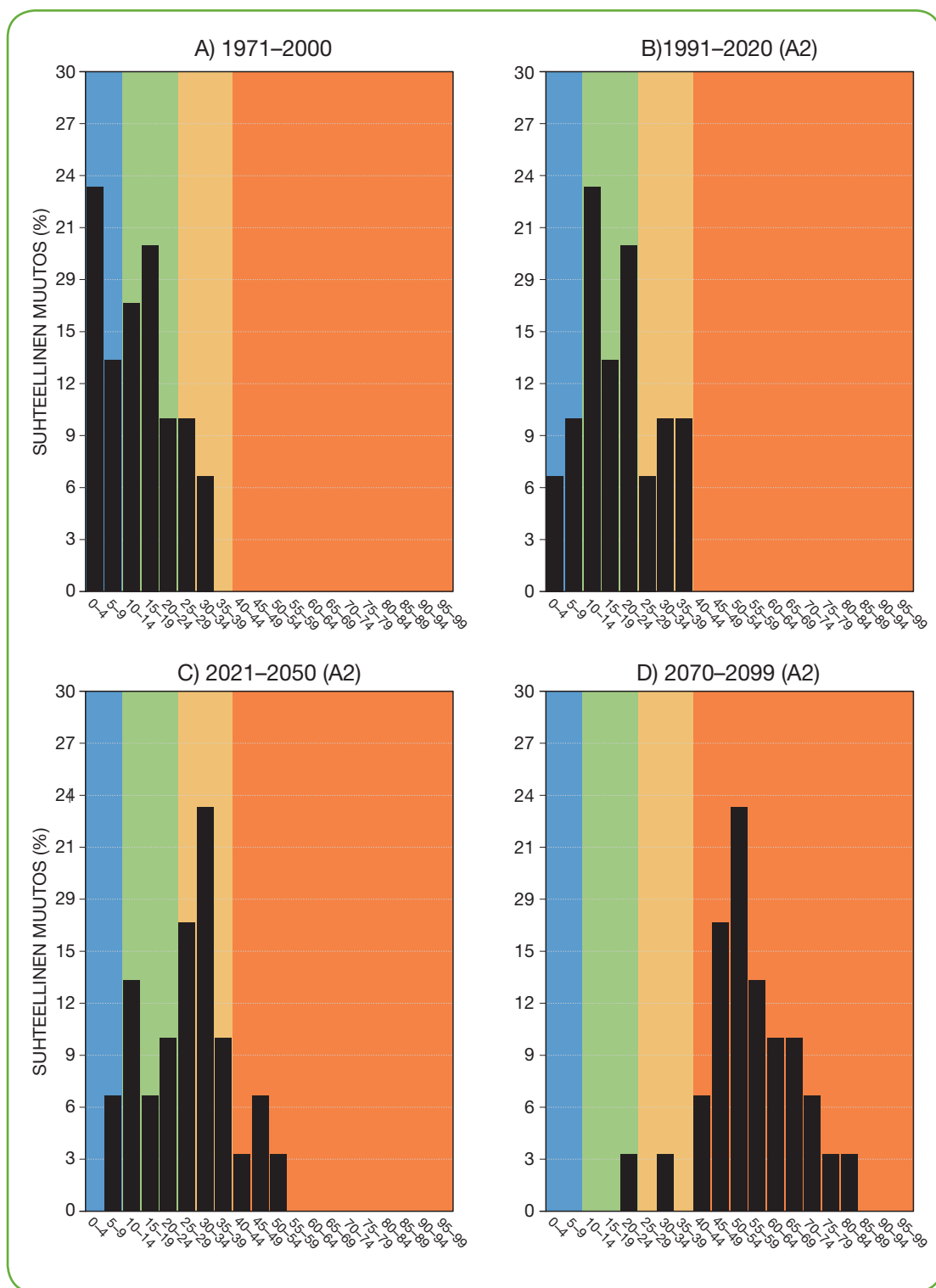
- Myös ääri-ilmiöiden esiintymisen odotetaan muuttuvan Suomessa⁷. Mallitulokset osoittavat järjestelmällisesti, että kesällä rankkasateet voimistuvat enemmän kuin keskimääräinen sademäärän kasvu. Myös talvella rankat sateet voimistuvat, mutta vähemmän kuin keskimääräinen kasvu. Vuorokauden maksimisademäärien oletetaan kasvavan 10–15% kesällä ja 5-20 % talvella, muutos on pienempi B1-skenaariossa kuin A2-skenaariossa.
- Tuulen nopeuden ei arvioida muuttuvan tilastollisesti merkittävällä tavalla.
- Vuotuinen hellepäivien määrä eri osissa Suomea voi kaksinkertaistua jaksoon 2021–2050 mennessä ja kasvaa yli nelinkertaiseksi jaksoon 2071–2099 mennessä A2-skenaariossa (kuva 2). B1-skenaariossa hellepäivien määrä voisi olla jaksoon 2071–2099 mennessä nykyiseen verrattuna yli kaksinkertainen.
- Roudan esiintymisen arvioidaan vähenevän ja roudattoman kauden pitenevän (jopa 2,5 kuukaudella A2-skenaariossa)

Ilmastojärjestelmän erisuuntaisia muutoksia ei voida poissulkea. Esimerkiksi Pohjois-Atlantin termohaliininen kierto saattaisi pysähtyä, mikä todennäköisesti viilentäisi pohjoisen Euroopan ilmaston, kun taas muu maailma edelleen lämpenisi³ (ilmiön todennäköisyys on pieni, ainakin ennen vuotta 2100, mutta sen todennäköisyys kasvaa, jos päästömäärät lisääntyvät voimakkaasti).



Kuva 1. Lumipeitteen kuukausittainen prosentuaalinen muutos Jyväskylässä (vasemmalla) ja Sodankylässä (oikealla) kolmelle tulevaisuuden aikajaksolle verrattuna jaksoon 1971–2000 A2-skenaariota (ei hillintätoimia) oletuksilla. B1-skenaariota oletuksilla (kasvihuonekaasujen vähentäminen) esitetään vain viimeisin tulevaisuuden ajanjakso 2070–2099. Arviot ovat keskiarvoja neljän ilmastomallin simulaatioista.⁷

⁷ Ruosteenoja, K. ym. 2005. Climate scenarios for FINADAPT studies of climate change adaptation. FINADAPT Working Paper 15. Finnish Environment Institute Mimeo 345, Helsinki, 32 s.



Kuva 2. Hellepäivien ($T_{\max} > 25\text{ °C}$) vuosittainen tiheysjakauma Helsinki-Vantaan lentoasemalla. Havainnot jaksolla (A) 1971–2000 ja arvioitu kehitys jaksoille (B) 1991–2020, (C) 2021–2050 ja (D) 2070–2099 A2-skenaarion oletuksilla (ei päästöjen hillintätoimia). Taustavärit esittävät viileitä (sininen), normaaleja (vihreä) ja lämpimiä (keltainen) kesiä jaksolla 1971–2000. Oranssi indikoi vuosia, jolloin on enemmän hellepäiviä, kuin oli havaittu yhtenäkkään vuonna jakson 1971–2000 aikana (≥ 40).⁷

3 Päästöjen vähentäminen voi hidastaa ilmastomuutosta, mutta sopeutumista tarvitaan

Maailmanlaajuisen ilmastomuutoksen rajoittamiseksi tarvitaan voimakkaita hillintä-toimia. Niistäkin huolimatta Suomessa on odotettavissa muutoksia, joihin sekä ihmisen järjestelmien että ekosysteemien on sopeuduttava.

Ilmakehän kasvihuonekaasupitoisuudet ovat korkeimmalla koskaan havaitulla tasolla ja ne kasvavat edelleen. Pitoisuuksien kasvun syynä ovat pääasiassa fossiilisten polttoaineiden käyttö, maatalous ja maankäytön muutokset. Ympäristön järjestelmät reagoivat hitaasti, ja siksi täysimääräisten vaikutusten ilmaantuminen viivästyy⁸. Vaikka hiilidioksidipäästöt vakautettaisiin nykyiselle tasolle, pitoisuudet ilmakehässä kasvaisivat edelleen vahvasti. Jotta pitoisuudet saataisiin vakautettua, tulisi päästöjen laskea murto-osaan vuoden 1990 päästöistä. Silloinkin maapallon keskilämpötila nousisi hitaasti noin vuosisadan ajan ja merien pinnat nousisivat vuosisatojen tai -tuhansien ajan. Yksi huolenaihe on, että vaikutukset jossain vaiheessa ylittävät kynnysarvon, jonka jälkeen saattaa käynnistyä mahdollisesti peruuttamattomia prosesseja, kuten merivirtojen muutokset (katso kohta 2) tai merkittävä mannerjään sulaminen. Vaikka kunnianhimoinen tavoite vakauttaa CO₂-pitoisuudet tasolle 450 ppm⁹ saavutettaisiinkin, maapallo lämpenisi kuitenkin keskimäärin 1,5–3,9 °C¹⁰.

Näistä tuloksista voidaan tehdä kaksi tärkeää johtopäätöstä. Ilmastomuutoksen **hillintätoimet** voivat rajoittaa maailmanlaajuisen lämpenemisen ja meren pinnan nousun suuruutta ja nopeutta. Mitä nopeammin ja rajummin päästöjen vähennykset toteutetaan, sitä nopeammin kasvihuonekaasujen pitoisuudet lähentyisivät vakaata tilaa (tosin tällaisten toimien vaikutukset näkyvät vasta useiden vuosikymmenten kuluttua niiden toteuttamisesta).

Toinen tämän työn kannalta merkittävä johtopäätös on, että maailmanlaajuinen lämpeneminen näyttää vääjäämättömältä. Huolimatta näkyvissä olevista hillintätoimista ilmastomuutoksen odotetaan 2000-luvulla ylittävän kaikki aiemmat ilmastomuutokset ainakin viimeisen 5000 vuoden aikana. Lisäksi lämpötilojen arvioidaan nousevan Suomessa, kuten kaikkialla korkeammilla leveysasteilla¹¹, nopeammin kuin maapallolla keskimäärin (katso kohta 2). Tämä tarkoittaa, että luonnon järjestelmät sekä suomalainen yhteiskunta joutuvat kohtaamaan aiemmin kokemattoman haasteen selviytyäkseen ilmastomuutoksesta. Suunniteltu **sopeutuminen** tulee olemaan tärkeä hillintätoimien täydentäjä. Hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin (IPCC) mukaan sopeutuminen on ekologisten, sosiaalisten tai taloudellisten järjestelmien

⁸ Tämä kohta perustuu pääosin IPCC:n raporttiin vuodelta 2001: Climate Change 2001: Synthesis Report. A Contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Watson, R.T. ym. (toim.)]. Cambridge University Press, 398 s.

⁹ Olettaen, että muiden pääkasvihuonekaasujen päästöt on vakiinnutettu vuoteen 2100 mennessä.

¹⁰ Pitoisuuksien vakiintuminen tasolle 1000 ppm merkitsisi maailmanlaajuista 3,5–8,7 °C lämpenemistä ja uutta tasapainotilaa. Tilan saavuttaminen kestäisi vuosisatoja ja merkitsisi kuitenkin pienempää lämpenemistä tällä vuosisadalla, kuin IPCC:n ylimpien päästöjen skenaarioissa arvioitu 1,4–5,8 °C lämpötilan nousu vuoteen 2100 mennessä.

¹¹ Katso myös Kattsov, V.M. ym. 2005. Future Climate Change: Modelling and Scenarios for the Arctic. Luku 4 teoksessa: *Arctic Climate Impact Assessment*, Cambridge University Press, s. 100-149.

mukautumista toteutuneisiin tai ennakoituihin ilmastovaikutuksiin. Sopeutuminen voi vähentää monia ilmastomuutoksen haittoja ja voimistaa hyötyjä¹². Mitä menestyksekkäämpiä maailmanlaajuiset hillintätoimet ovat hidastamaan ilmastomuutosta, sitä enemmän jää aikaa sopeutua. Suomen ympäristön ja yhteiskunnan alttius ilmastomuutokselle riippuu niiden **sopeutumiskyvystä**, jonka IPCC määrittelee systeemin kyvyksi mukautua ilmastomuutokseen (vaihtelevuus ja ääriarvot mukaan lukien), lieventää potentiaalisia vahinkoja, käyttää hyväksi eri mahdollisuuksia ja selviytyä seurauksista.

¹² IPCC, 2001. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [McCarthy, J.J. ym. (toim)]. Cambridge University Press, Cambridge and New York, 1032 s.

4 FINADAPT on tutkinut suomalaisen ympäristön ja yhteiskunnan sopeutumiskykyä

FINADAPT-konsortio¹³ tutki vuosina 2004–2005 suomalaisen yhteiskunnan ja ympäristön kykyä sopeutua ilmastonmuutoksen mahdollisiin vaikutuksiin.

FINADAPT-hankkeen tavoitteena oli tuottaa sopeutumiskyvystä raportti, joka perustuisi kirjallisuuskatsauksiin, avainryhmien osallistumiseen, seminaareihin sekä kohdennettuun tutkimukseen. Konsortiota koordinoi Suomen ympäristökeskus ja siihen kuului 11 tutkimuslaitosta. Hanke kattoi seuraavat aiheet: ilmastoaineisto ja skenaariot, luonnon monimuotoisuus, metsätalous, maatalous, vesivarat, terveys, liikenne, rakennettu ympäristö, energainfrastruktuuri, matkailu ja virkistyskäyttö, sosio-ekonominen esitutkimus, yhdyskuntasuunnittelu sekä kysely avainryhmille.

FINADAPT aloitti työnsä suunnilleen samaan aikaan kuin maa- ja metsätalousministeriön koordinoima työryhmä, joka valmisti Suomen ensimmäistä kansallista ilmastonmuutoksen sopeutumisstrategiaa¹⁴. Strategiaa käytettiin lähtökohtana¹⁵ FINADAPTin tuloksia raportoidessa. Jotkut osahankkeet pystyivät käyttämään strategian johtopäätöksiä aineistona avainryhmäkeskusteluissa ja pystyivät samalla myös arvioimaan strategiaa (katso kohta 15, yhdennetty arviointi). Strategia painottaa koulutuksen ja viestinnän merkitystä ilmastonmuutokseen sopeutumisessa, hillinnän rinnalla. FINADAPTissa selvitettiin myös avainryhmien käsityksiä ilmastonmuutoksesta ja siihen sopeutumisesta (katso kohta 14).

Sopeutumisen tutkimus edellyttää yleensä perustietoja ilmastonmuutoksen vaikutuksista, mutta joistakin aiheista kuten terveydestä, matkailusta, virkistyskäytöstä ja energian jakelusta ei tällaisia tietoja ole ollut Suomesta saatavilla. Siksi nämä FINADAPTin tutkimukset keskittyivät enemmän vaikutuksiin kuin sopeutumiseen. Strategiassa huomioidaan, että Suomessa ei toistaiseksi ole tehty koko kansantalouden kattavaa selvitystä ilmastonmuutoksen taloudellisista vaikutuksista tai sopeutumisen kustannuksista. FINADAPTissa kehitettiin strategiaa varten tehtyjä sosio-ekonomisia skenaarioita sekä arvioitiin alustavasti ilmastonmuutoksen Suomelle aiheuttamia kustannuksia ja hyötyjä (katso kohta 10). Strategiassa käsitellään myös mahdollisuuksia yhdistää sopeutumisen ja hillinnän tutkimusta, kuten esimerkiksi

¹³ FINADAPT (Suomalaisen ympäristön ja yhteiskunnan kyky sopeutua ilmastonmuutokseen) konsortioon kuului 14 osahanketta. FINADAPT oli osa Ympäristöklusterin tutkimusohjelmaa, jota koordinoi ympäristöministeriö

¹⁴ MMM, 2005. Ilmastonmuutoksen kansallinen sopeutumisstrategia [Marttila, V. ym. (toim.)], Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki. Saatavissa: <http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/ymparisto/ilmastopolitiikka/ilmastomuutos.html>

¹⁵ Kansallinen sopeutumisstrategia on osa Suomen kansallista energia- ja ilmastostrategiaa, joka uusittiin vuonna 2005 ja annettiin eduskunnalle valtioneuvoston selontekona. Kansallinen sopeutumisstrategia antaa yleiskatsauksen nykytietämyksestä Suomen ympäristön ja yhteiskunnan haavoittuvuudesta ilmastonmuutokselle, kuvaa todennäköisiä ilmastonmuutoksen vaikutuksia eri sektoreilla ja hahmottelee toimia, joilla voitaisiin parantaa sopeutumiskykyä tulevaisuuden ilmastonmuutoksiin. Strategian valmisteluun osallistuivat tutkijat (joukossa myös FINADAPTin tutkijoita), muut asiantuntijat ja eri sektoreiden edustajat sekä avainryhmät. Väistämättä Sopeutumisstrategiassa ja tässä raportissa on joitain päällekkäisyyksiä (kuten katsaukset aikaisemmista tutkimuksista ja mahdollisten sopeutumistoimien selvittäminen).

alueidenkäytön ja suunnittelun osalta (katso kohta 13). Kaikissa FINADAPTin selvityksissä tunnistettiin tärkeimpiä tiedon puutteita, jotka tällä hetkellä vaikeuttavat sopeutumisstrategioiden kehittämistä ja toteuttamista eri sektoreilla ja alueilla (kohta 15). Tätä tietoa voidaan käyttää hyödyksi, kun kehitetään uutta sopeutumistutkimusohjelmaa, joka oli yksi strategian pääsuosituksista¹⁶.

¹⁶ Ilmastonmuutoksen sopeutumistutkimusohjelma käynnistettiin vuonna 2006, lisätietoja:
<http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/ymparisto/ilmastopolitiikka/ilmastomuutos/ilmastonmuutoksensopeutumistutkimusohjelma.html>

5 Suomelle on kehitetty sosio-ekonomiset ja ympäristöskenaariot suurille ja pienille päästöille

Suomen sopeutumiskyky ilmastonmuutokseen riippuu ilmastonmuutoksen nopeudesta ja suuruudesta sekä suomalaisen yhteiskunnan ja ympäristön haavoittuvuudesta ilmastonmuutokselle. Tämän vuosisadan Suomen sosio-ekonomisten olojen ja ympäristön kehitystä kuvaamaan kehitettiin kolme vaihtoehtoista skenaariota. Maailmanlaajuiset kasvihuonekaasupitoisuudet kasvavat nopeasti yhdessä skenaarioista, mutta kahdessa muussa pitoisuudet vakiintuvat poliittisten päätösten ja toimenpiteiden ansiosta.

FINADAPT-skenaariot ovat samankaltaisia kuin maailmanlaajuiset SRES-skenaariot, jotka kehitettiin hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin IPCC:n erityisraporttia (Special Report on Emissions Scenarios SRES) varten. FINADAPTin skenaariot on kuitenkin sovellettu kansalliselle ja alueelliselle tasolle, kun taas SRES-skenaariot kehitettiin maailmanlaajuisiksi ja neljälle maailman alueelle. Lisäksi FINADAPT-skenaariot ottavat huomioon rajoitetut sekä rajoittamattomat päästöt, kun SRES-skenaarioissa ei otettu huomioon ilmastonmuutoksen hillintätoimia.

Skenaarioiden kuvaamia ilmastonmuutoksia on esitelty yllä (kohta 2). ”Maailman markkinat”- ja ”Kestävä kehitys”-skenaariot saavuttavat alhaiset kasvihuonekaasujen pitoisuudet ja hitaasti etenevän ilmastonmuutoksen. Niissä noudatetaan eri taloudellisia strategioita, mutta molemmat painottavat teknologista kehitystä. Ne ovat yhdenmukaisia SRES-skenaarioiden A1T ja B1 kanssa, joista edellinen vastaa ”Maailman markkinat” ja jälkimmäinen ”Kestävä kehitys”-skenaarioita. ”Taantuma”-skenaario olettaa epätasaisen varallisuuden jakautumisen, esteitä teknologисelle kehitykselle ja kaupalle, korkeat maailmanlaajuiset kasvihuonekaasujen päästöt sekä nopean ilmastonmuutoksen. Tämä skenaario on yhdenmukainen SRES A2-skenaarion kanssa.

Skenaariot rakennettiin kolmelle aikajaksolle: lähitulevaisuus (vuoteen 2020 asti), keskipitkä aikaväli (vuoteen 2050) ja pitkä aikaväli (vuoteen 2100). Nämä esitetään taulukossa 1. Yhteenveto skenaarioista:

- Suomen väkiluvun odotetaan kasvavan kaikissa skenaarioissa vuoteen 2020 asti, mutta sen jälkeen vähenevän 86 %:iin 1990 vuoden tasosta vuoteen 2100 mennessä.
- Bruttokansantuote (BKT) kasvaa kaikissa skenaarioissa, vahvin kasvu on ”Maailman markkinat”-skenaariossa (kahdeksankertainen vuoden 1990 tasoon verrattuna vuonna 2100). Kestävä kehitys-skenaario ei jää paljon jälkeen (kuusinkertainen vuoden 1990 tasoon verrattuna). ”Taantuma”-skenaario on heikoin (nelinkertainen 1990 tasoon verrattuna). Skenaariot esittävät myös yksityiskohtaisia arvioita taloudellisesta kasvusta sektoreittain, kotitalouksien kulutuksesta sekä työllisyydestä.
- CO₂-pitoisuudet kasvavat eniten ”Taantuma”-skenaariossa, jossa pitoisuudet ovat esiteollisen kauden tasoihin verrattuna kaksinkertaiset vuoteen 2050 mennessä ja kolminkertaiset vuoteen 2100 mennessä. Kahdessa muussa skenaariossa saavutetaan CO₂-pitoisuuksien vakiintuminen vuoden 2100 paikkeilla, jolloin pitoisuudet ovat noin kaksinkertaiset verrattuna esiteolliseen aikaan.

Taulukko 1.

Yhteenveto FINADAPT-skenaarioista tälle vuosisadalle. [CO₂] on hiilidioksidin pitoisuus jakson lopussa (epävarmuuden vaihteluväli suluissa). [CO₂] vuonna 2004 oli noin 380 ppm. Maanpeitteen arvio on vuodelle 2050. Väestö- ja BKT/capita indeksit ovat vuodelle 2100 (1990 indeksi = 100).¹⁷

Skenaario	SRES A2	SRES AI	SRES BI
Matalat/vakautetut päästöt	–	"Globaalit Markkinat" AIT ← Suomi →	"Kestävä kehitys" BI
Korkeat päästöt	"Taantuma" A2 globaalisti & A2 Suomessa	–	–
Lähitulevaisuus (1990–2020)			
Väestö (%/v)	0,28	0,28	0,28
BKT/capita (%/v)	1,40	2,00	1,80
[CO ₂] (ppm)	414 (404-431)	410 (400-427)	410 (400-426)
Keskipitkä (2020–2050)			
Väestö (%/v)	-0,18	-0,18	-0,18
BKT/capita (%/v)	1,20	2,30	1,70
[CO ₂] (ppm)	522 (492-597)	496 (464-562)	482 (455-544)
Viljelyala	Laskee	Laskee	Laskee
Nurmiala	Suuri laajennus	Vähenee paljon	Kasvaa hieman
Bioenergia-ala	Suuri laajennus	Laajenee	Vähäinen
Pitkä aikaväli (2050–2100)			
Väestö (%/v)	-0,33	-0,33	-0,33
BKT/capita (%/v)	1,35	1,65	1,65
Väestöindeksi	86	86	86
BKT/capita indeksi	424	792	642
[CO ₂] (ppm)	836 (735-1080)	575 (506-735)	540 (486-681)

Kuvattujen tulevaisuudenkuvien väliin jää luonnollisesti useita muita mahdollisia tulevaisuuksia¹⁸. Esimerkiksi "tavalliseen tapaan" (business-as-usual BAU)-skenaariorio, jota käytettiin valmisteltaessa Suomen ilmasto- ja energiastrategiaa, muistuttaa monin tavoin SRES-skenaarioiden A1B maailmaa (jossa energiana on tasapainotettu yhdistelmä fossiilisia ja biopolttoaineita). A1B-skenaarioiden vaikutukset ovat jossain vakauttamisskenaarioiden ja A2-skenaarioiden välimaastossa.

¹⁷ Lähde: Carter, T.R. ym. 2005. FINADAPT scenarios for the 21st century: alternative futures for considering adaptation to climate change in Finland. FINADAPT Working Paper 2, *Finnish Environment Institute Mimeographs* 332, Helsinki, 42 s.

¹⁸ FINSKEN-hankkeessa arvioitiin myös näiden skenaarioiden päästömääriä korkeampia päästöjä, kuten SRES A1F-skenaarioiden korkeat päästöt, jotka aiheutuvat fossiilisten polttoaineiden laajasta käytöstä.

6 Ilmastomuutoksen vaikutukset näkyvät jo

Viime vuosikymmenien lämpenemisen seuraukset ovat jo havaittavissa Suomessa sekä luonnonvaraisissa että hoidetuissa ekosysteemeissä.

Terminen kasvukausi¹⁹ pitenee 1900-luvulla Etelä-Suomessa noin kymmenellä vuorokaudella. Tämän aiheuttivat kevään ja syksyn lämpeneminen sekä lumipeitteisen ajan lyhentyminen (katso kohta 1). Viimeaikainen ilmastomuutos on jo vaikuttanut luonnon monimuotoisuuteen. Esimerkkejä Suomessa havaituista vaikutuksista ovat lintujen aikaistunut kevätmuutto ja pesintä, perhosten levittäytyminen pohjoisemmaksi sekä yöperhosten vuosittaisten sukupolvien määrän kasvu. Viimeisen vuosikymmenen aikana Suomessa on havaittu ensimmäistä kertaa yli 100 uutta, lähinnä eteläistä perhos- ja yöperhoslajia. Kasvien ja selkärankaisten eläinten muutokset esimerkiksi niiden esiintymisessä ja käyttäytymisessä eivät ole yhtä selviä, mutta ovat samankaltaisia muualla Euroopan pohjoisilla alueilla tehtyjen havaintojen kanssa. Muutoksia on vaikea tulkita elinympäristöjen tasolla, mutta ilmastomuutos on todennäköisesti aiheuttanut pohjoisten palsasoiden vähenemisen (palsat ovat turvekumpuja, joiden sisällä on jäätä kesälläkin)²⁰.

¹⁹ Jakso, jolloin vuorokauden keskilämpötila on yli 5 °C.

²⁰ Pöyry, J. ja Toivonen, H. 2005. Climate change adaptation and biological diversity. FINADAPT Working Paper 3, Finnish Environment Institute Mimeographs 333, Helsinki, 46 s.

7 Viimeaikaiset äärevät sääilmiöt ovat yhdenmukaisia ilmastonmuutosarvioiden kanssa

Viimeaikaiset poikkeukselliset tulvat ja myrskyjen nostattamat aallot ovat aiheuttaneet Suomessa taloudellisia vahinkoja monilla sektoreilla. Ilmiöt ovat yhdenmukaisia tulevaisuudessa lisääntyviksi oletettujen ilmastonmuutoksen aiheuttamien ääri-ilmiöiden kanssa.

Yksi tavallisimmista luonnon tuhoista Suomessa ovat tulvat²¹. Keskimääräiset vuotuiset kustannukset tulvista olivat kautena 1974–1998 miljoona euroa. Vuonna 1988 yksi ainoa kevättulva aiheutti 4–5 miljoonan euron vahingot. On arvioitu, että vuoden 1899 poikkeuksellisen tulvan kaltainen tulva, joka oli luokiteltu kerran 250 vuodessa toistuvaksi, voisi aiheuttaa lähes 30 miljoonan euron vahingot. Tuon tulvan aikana vesi peitti lähes 1400 km² maa-alueita.

Lumen sulamisen aiheuttamien *kevättulvien* oletetaan yleistyvän tulevina vuosikymmeninä Pohjois-Suomessa. Sulamisvedet tulvivat voimakkaasti esimerkiksi Kittilässä ja Ivalossa keväällä 2005. Toukokuun lopussa noin 20 ihmistä piti evakuoita kodeistaan Ivalossa ja kesäkuun alussa yli 100 ihmistä Kittilässä.

Etelä-Suomessa *kesätulvat* voivat yleistyä rankkasateiden voimakkuuden lisääntymisen myötä (katso kohta 2). Viimeksi rankkasateiden aiheuttamia kesätulvia ja niiden vahinkoja koettiin heinä-elokuussa 2004 Länsi-, Keski- ja Etelä-Suomessa.

Vantaanjoen alueella satoi 120–170 mm aikavälillä 27.7.–2.8. Vuorokauden sademäärä ylitti paikoin 100 mm/vrk. Rankkasade aiheutti vakavan tulvan pienehköissä vesistöissä Etelä-Suomessa ja vahinkoja rakennuksille, vesihuoltojärjestelmälle sekä teille^{22,23}. Helsingille, Vantaalle ja Riihimäelle tulva aiheutti välittömät noin 2,7 miljoonan euron vahingot, ja vahingot tieverkolle välillä Uusimaa–Pohjois-Savo olivat noin 0,8 miljoonaa euroa. Kustannusarviot eivät ottaneet huomioon kansalaisille aiheutuneita haittoja liikenteen estymisestä, eivätkä liioin välillisiä tai pitkän aikavälin kustannuksia, joita aiheutuu pääoman arvon alenemisista, rakenteiden elinkaaren lyhenemisestä sekä korkeammista rakennusten ja infrastruktuurin ylläpitokustannuksista.

Elokuun ensimmäisellä viikolla 2004 myrsky aiheutti rankkasateen Vöyrissä ja Oravaisissa läntisellä Pohjanmaalla. Sademäärä oli yli 100 mm/vrk. Rankkasateet saivat aikaan Vöyrinjoen valuma-alueella rajun tulvan, joka vahingoitti rakennuksia ja teitä. Rakennusten kärsimät välittömät vahingot olivat arviolta miljoona euroa ja tiestön 0,2 miljoonaa euroa.

Myrskyn aiheuttama vedenpinnan nousu voi myös aiheuttaa tuhoja Suomen rannikkoalueilla. Esimerkiksi kovat tuulet tammikuussa 2005 nostivat meren pintaa noin 80 cm kahdeksassa tunnissa, jolloin keskimääräinen veden korkeus Helsingissä nousi uuteen 100 vuoden ennätykseen (edellinen oli vuodelta 1904) ja oli 1,5 metriä yli normaalin tason (kuva 3). Haminassa nousu oli lähes 2 metriä. Sadat autot satamien varastoalueilla kastuivat ja kokonaiskustannusten arvioidaan olleen 15–20 miljoonaa euroa²². Tämän tapaiset ilmiöt todennäköisesti lisääntyvät tulevaisuudessa, vaikka

²¹ Silander, J. ym. 2006. Climate change adaptation for inland and coastal waters. FINADAPT Working Paper 6, *Finnish Environment Institute Mimeographs* 336, Helsinki, 52 s.

²² Saarelainen, S. 2006a. Adaptation to climate change in the transport sector. FINADAPT Working Paper 8, *Finnish Environment Institute Mimeographs* 338, Helsinki, 19 s.

²³ Saarelainen, S. 2006b. Climate change and risks to the built environment. FINADAPT Working Paper 9, *Finnish Environment Institute Mimeographs* 339, Helsinki, 22 s.

sään ääri-ilmiöt eivät lisääntyisikään. Tämän arvioidaan johtuvan siitä, että, maailmanlaajuisen meren pinnan nousun arvioidaan kääntävän nykyisen Suomenlahden suhteellisen pinnanlaskun päinvastaiseksi vuosisadan keskivaiheille tultaessa²⁴.



Kuva 3. Tulva Helsingin kauppatorilla 5. tammikuuta 2005. (Kuva: Mikko Sane)

Suurtulva-selvityksessä alueelliset ympäristökeskukset tekivät tulvavahinkoarvioita lähes 400 riskialueelle. Arvioiden mukaan suurtulvien aiheuttamien vahinkojen kustannukset kaikilla riskialueilla koko maassa olisivat noin 550 miljoonaa euroa. Todennäköisyys sille, että tällaisia ääri-ilmiöitä tapahtuisi joka puolella maata yhden vuoden aikana on kuitenkin hyvin pieni. Kustannukset jakaantuisivat eri sektoreille siten, että 52 % vahingoista aiheutuisi rakennuksille, 20 % teollisuudelle, 17 % maataloudelle, 6 % teille ja silloille, 3 % metsätaloudelle ja 2 % palveluille²².

Voimakkaat tuulet ovat toinen sääilmiö, joka voi aiheuttaa merkittäviä vahinkoja infrastruktuurille ja taloudelle. Tuulivahinkojen syntyminen metsissä riippuu sekä tuulen nopeudesta että metsikön iästä (puiden korkeus) ja metsänkäsittelystä²⁵. Riski on suurin uusien hakkuuaukioiden laidoilla tai äskettäin harvennetuissa metsissä. Riski suurenee entisestään, mikäli maaperä on roudaton ja märkä, kuten aikaisin keväällä ja myöhään syksyllä. Kynnysarvo vahinkojen syntymiselle näyttäisi olevan yli 15 m/s keskimääräinen tuulennopeus ja puuskissa yli 30 m/s. Suuria myrskytuhoja syntyy Suomessa noin joka toinen tai kolmas vuosi.

Tuulet ovat suurin ilmastosta johtuva uhka sähkönjakelulinjoille²⁶, yleensä tuulenkaatopuiden takia. Esimerkiksi Rafael-myrsky 22.–23.12.2004 sai aikaan noin 5 miljoonan euron kustannukset Fortum Distributionille. Asiakkaille maksettiin korvauksia noin 1,5 miljoonaa euroa. Samanlaisten tuhojen oletetaan toistuvan tulevaisuudessakin, mutta ilmastomallit eivät kuitenkaan osoita mitään selviä kehityssuuntia tuulennopeuksille (katso kohta 2). Toisaalta roudattoman kauden piteneminen sekä puiden lisääntynyt kasvu lämpimämmässä ilmastossa voivat lisätä tuulenkaatoja joka tapauksessa.

²⁴ Johansson, .M. ym. 2004. Scenarios for sea level on the Finnish coast. *Boreal Environment Research* 9:153-166.

²⁵ Kellomäki, S. ym. 2005. Adaptation of forest ecosystems, forests and forestry to climate change. FIN-ADAPT Working Paper 4, *Finnish Environment Institute Mimeographs* 334, Helsinki, 44 s.

²⁶ Kirkinen, J. ym. 2005. Impacts on the energy sector and adaptation of the electricity network business under a changing climate in Finland. FINADAPT Working Paper 10, *Finnish Environment Institute Mimeographs* 340, Helsinki, 36 s.

8 Ilmastomuutoksen arvioidaan sekä heikentävän että vahvistavan ekosysteemipalveluja

Suomessa ekosysteemien tarjoamat palvelut²⁷, kuten metsät, maatalous, luonnon monimuotoisuus ja vesivarat, ovat herkkiä ilmastolle. Ilmastomuutos voi olla niille sekä riski että mahdollisuus.

Ilmastomuutoksen odotetaan vaikuttavan eliöstöön yhä voimakkaammin tulevaisuudessa. Vaikutuksia ovat mm. nykyisten eliöyhteisöjen hajoaminen ja uusien muodostuminen²¹. Lajien kokonaismäärä Suomessa kasvanee, mutta monet nykyisistä lajeistamme voivat uhanalaistua. Suomessa on odotettavissa nykyistä eteläisempien lajien lisääntyminen. Uudet lajit myös kilpailevat ja muodostanevat uusia yhteisöjä täällä jo olevien lajien kanssa. Pohjoiset ja etenkin vuoristossa elävät lajit kärsivät muutoksesta. Metsäraja siirtyy todennäköisesti pohjoisemmaksi, vaikka porojen liikalaidunnus voikin hidastaa muutosta joillakin alueilla. Metsärajan siirtyminen voi pienentää vaivaiskoivuekosysteemien alaa. Joidenkin suotyyppien hydrologiset piirteet voivat muuttua ja palsa- ja aapasuot saattavat kärsiä. Avoimet elinympäristöt, kuten tunturiniityt ja avoimet suot, vähenevät. Metsien puulajikoostumus muuttuu ja lehtipuista tulee yleisempiä. Yhdessä kasvavan perustuotannon kanssa puulajikoostumuksen muutos aiheuttaa muutoksia metsien monimuotoisuudelle. Vesiekosysteemien tuotanto kasvaa myös jääpeitteisen kauden lyhentyessä. Leväkukinnat saattavat yleistyä ja jotkut kalalajit, etenkin lohikalat, voivat kärsiä.

Lämpötilan nousu pidentää kasvukautta maataloudessa ja mahdollistaa nykyistä satoisampien lajien ja lajikkeiden viljelyn²⁸. Useimpien ilmastoarviointien mukaan tämän vuosisadan toisella puoliskolla on mahdollista ottaa viljelyyn uusia lajeja kuten maissi. Talvehtivat kasvit, hedelmäpuut ja pensaat voivat myös hyötyä ilmastomuutoksesta. Pidempi laidunkausi ja halvemmat tuotantokustannukset sekä runsaammat sadot saattavat myös tuoda etuja kotieläintaloudelle.

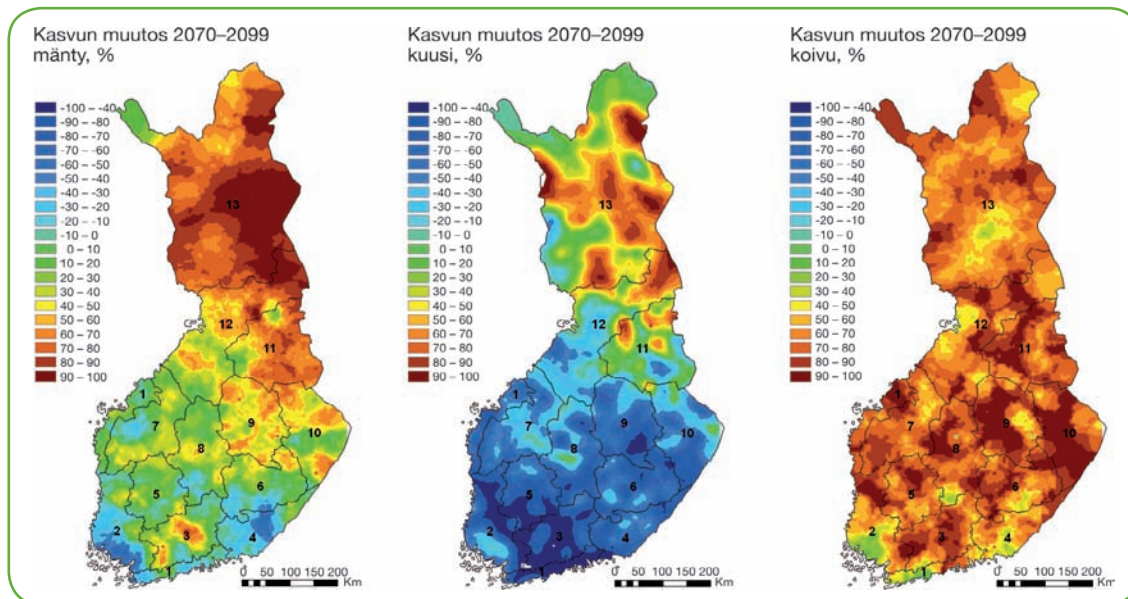
Korkeammat kasvukauden lämpötilat kiihdyttävät monien peltokasvien, kuten viljojen, kehitystä ja johtavat jyvien ennen aikaiseen kypsymiseen sekä pienempiin satoihin nykyisillä lajikkeilla. Tätä voidaan torjua vaihtamalla viljelykasvit pidemmän kasvukauden lajikkeisiin. Haittoja lieventävät myös korkeammat ilmakehän CO₂-pitoisuudet, jotka vaikuttavat myönteisesti kasvien kasvuun sekä vedenottoon. Sen sijaan esimerkiksi heinät, peruna ja juurekset hyötyvät selvästi pidemmästä kasvukaudesta ja tuottavat parempaa ja luotettavampaa satoa. Mikäli kastelusta ei huolehdi, saattaa kuivuus kuitenkin rajoittaa viljelykasvien kasvua yhä enemmän Suomessa.

Ilmastomuutoksen merkittävimmät haitat kasvinviljelylle ovat tuholaiset, taudit ja rikkaruohot. Pidemmän kasvukauden ja korkeampien talvilämpötilojen oloissa tuholaiden oletetaan levittyvän pohjoisemmaksi, talvehtivan paremmin ja joissain tapauksissa myös tuottavan enemmän jälkeläissukupolvia joka vuosi. Taudit ja rikkaruohot myös suosivat kosteita ja lämpimiä olosuhteita. Pinta- ja pohjavesien laatu voi myös heiketä, kun lisääntynyt sademäärä talvisin voi aiheuttaa ravinteiden huuhtoutumista, ellei korjaaviin toimenpiteisiin ryhdytä.

²⁷ Ekosysteemipalveluilla tarkoitetaan prosesseja, joilla ympäristö tuottaa ihmisille hyödyllisiä resursseja kuten puhdasta vettä ja ilmaa, kasvien pölytys, tuholaiden ja tautien torjunta jne.

²⁸ Hildén, M. ym. 2005. The practice and process of adaptation in Finnish agriculture. FINADAPT Working Paper 5, Finnish Environment Institute Mimeographs 335, Helsinki, 28 s.

Etelä- ja Keski-Suomessa ilmastonmuutos voi hidastuttaa kuusen kasvua (kuva 4.)²⁶. Mänty voi vallata kuuselta etenkin vähäravinteisempia kasvupaikkoja. Koivu voi myös kilpailla männyn kanssa näistä kasvupaikoista ja koivun osuus saattaa lisääntyä. Näillä muutoksilla puiden kasvussa ja puulajikoostumuksessa on haitallisia vaikutuksia paikallisesti, mutta koko maan tasolla metsien kokonaiskasvu voi lisääntyä jopa 44 %. Tämän arvion antaa FINADAPTin Taantuma-skenaario A2, jossa ilmastonmuutokset ovat suurimmat. Näin suuri kasvun lisäys mahdollistaisi jopa 82 % lisäyksen ainespuun tuotannossa.



Kuva 4. Mallinnettu eri puulajien kasvun muutos ajanjaksoon 2070–2099 mennessä A2-skenaariota (Taantuma-skenaario) oletuksilla. Vasemmalla mänty, keskellä kuusi ja oikealla koivu. Numerot kartoilla viittaavat metsäkeskuksiin.²⁶

Ilmastonmuutoksen tärkein vaikutus Suomen sisävesien hydrologisiin oloihin on muutos valunnan, virtaamien ja vedenkorkeuksien vuodenaikaiseen jakaumaan²². Talven valunnan oletetaan kasvavan merkittävästi lisääntyvien vesisateiden ja lumen sulamisen takia. Vastaavasti kevättulvien arvioidaan vähenevän Etelä-Suomessa. Pohjois-Suomessa kevättulvien odotetaan kasvavan vielä seuraavien vuosikymmenten aikana lisääntyvän sademäärän takia, mutta vähentyvän pitkällä aikavälillä lämpenemisen edetessä. Vuosittaisen valunnan on arvioitu muuttuvan -5... + 10 %. Järvisillä vesistöalueilla haihdunta järvistä kasvaa ja vuosivalunnan arvioidaan pienenevän. Talvisin valunta voi kasvaa. Tulvien arvioidaan yleistyvän sademäärän kasvun sekä lisääntyvien rankkasateiden myötä. Maksimi sademäärä voi kasvaa jopa 40–60%. Talvella lisääntyvä lumen sulanta ja vesisadanta vaativat tehokkaampaa tulvasuojelua. Suurten keskusjärvien, kuten Saimaan, Päijänteen ja Näsijärven, sekä useiden muiden järvien vedenkorkeudet tulevat nousemaan nykyistä ylemmäksi ja tulvien mahdollisuus kasvaa.

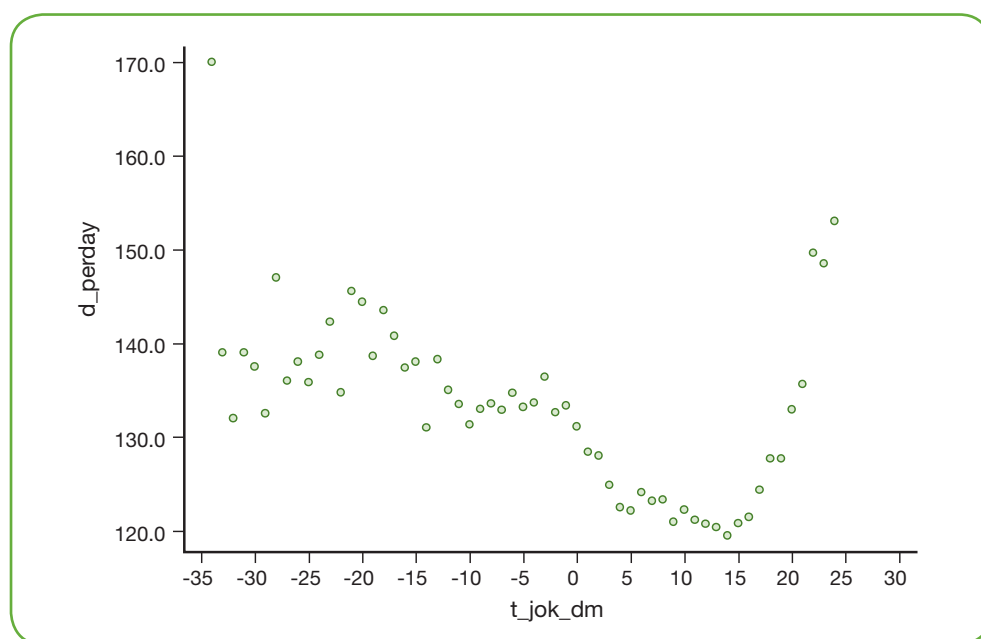
Lisääntyneen talvivalunnan todennäköinen hyöty koituu vesivoimasektorille, jossa tuotantopotentiaali kasvaa²⁶. Nykyinen vesivoiman vuosituotanto on noin 14 TWh. Kahden vaihtoehdoisen skenaarioarvion mukaan vesivoiman tuotanto voisi kasvaa 7 % ja 11 % jaksosta 1961–1990 jaksoon 2021–2050. Myös Norjan ja Ruotsin vesivoiman tuotannon arvioidaan kasvavan, vaikka arviot vaihtelevat riippuen käytetystä skenaariosta, aikajänteestä ja tarkasteltavasta alueesta. Tosin vuosittaiset virtaaman vaihtelut vesivoimalaitoksilla voivat myös vaihdella, etenkin Etelä-Suomessa, missä lumipeite vähenee ja maksimivalunnan ajankohta voi siirtyä kevästä syksyyn eräissä joissa.

9 Ilmastonmuutos merkitsee sekä riskejä että mahdollisuuksia infrastruktuurille ja ihmisten hyvinvoinnille

Muuttuva ilmasto aiheuttaa riskejä rakennetulle ympäristölle, infrastruktuurille ja ihmisten hyvinvoinnille Suomessa. Ilmastonmuutoksesta voi myös koitua hyötyjä.

Kaupunkiympäristö sisältää monia nyky-yhteiskunnan tarvitsemia palvelujärjestelmiä, kuten liikenneverkot ja -palvelut, energia- ja tietoliikenneverkot, vesihuoltojärjestelmät, puistot, viheralueet ja vesistöt²⁴. Lämpötila, tuulet, rankkasateet, tulvat ja muut sääilmiöt vaikuttavat näihin järjestelmiin. Esimerkiksi arvioitu sademäärän kasvu saattaa nostaa pohjaveden pintaa, joka heikentää maaperän kantavuutta, lisää pintaeroosiota ja alavilla alueilla sijaitsevien rakennusten ja rakenteiden tulvariskejä.

Tutkimus ilmastonmuutoksen vaikutuksista ihmisen terveyteen toi esiin kaksi lämpöön liittyvää kuolleisuuden raja-arvoa Suomessa, joiden molemmilla puolilla kuolleisuus lisääntyy (kuva 5)²⁹. Myös muualta maailmassa on saatu samanmuotoisia käyriä, mutta optimaaliset lämpöraja-arvot minimikuolleisuudelle vaihtelevat väestön ja maantieteellisen alueen mukaan. Välimeren alueella raja-arvo sijaitsee välillä +22...+25 °C. Suomessa kuolleisuus on pienintä noin + 14 °C:ssa, mutta alueellisia vaihteluita esiintyy, ja pohjoisessa lämpötilan raja-arvo on alempi kuin etelässä.



Kuva 5. Päivittäinen kuolleisuus Suomessa (d_perday) verrattuna vuorokauden keskilämpötilaan Jokioisissa (d_jok_dm) ajanjaksona 1971–1997.²⁹

²⁹ Hassi, J. ja Rytönen, M. 2005. Climate warming and health adaptation in Finland. FINADAPT Working Paper 7, Finnish Environment Institute Mimeographs 337, Helsinki, 22 s.

Vuodenaikaisilla ilmastollisten ääri-ilmiöiden vaihteluilla, kuten äärimmäisen kylmillä ja toisaalta helteisillä jaksoilla, voi olla merkittäviä vaikutuksia ihmisten terveyteen. Lämpimämpien alueiden väestö on yleensä herkempää kylmille lämpötiloille, kun taas kylmempien ilmastojen väestöt ovat herkempiä kuumuudelle. Suomessa kuolleisuus lisääntyy selvästi, kun vuorokauden keskilämpötila on yli + 20 °C yhtäjaksoisesti 1–2 viikon ajan. On arvioitu, että vuoden 1972 lämpöaalto aiheutti 800 ennenaikaista kuolemaa Suomessa. Myös vuosien 1973, 1988, 1995 ja 1997 lämpöaallot lisäsivät kuolleisuutta. Itse asiassa kuumakuolleisuus on pudonnut 1970-luvun vuosittaiselta 1,5–2,3 % tasolta nykyiseen noin 0,2–0,4 %:iin, mutta syitä tähän muutokseen ei ole tutkittu.

Kaiken kaikkiaan lämpenevän ilmaston ei odoteta vuoteen 2050 mennessä aiheuttavan merkittäviä terveysriskejä Suomen väestölle. Kuumakuolleisuus ja -sairastavuus voivat lisääntyä jonkin verran, mutta toisaalta talviajan kuolleisuus ja sairastavuus saattavat vähentyä lämpenevässä ilmastossa. Näitä mahdollisia muutoksia pitää arvioida myös sen kannalta, että sisätilojen lämmitysvaatimukset ja toisaalta viilentämisen tarve muuttuvat²⁷.

10 Ilmastonmuutoksen vaikutuksien ja sopeutumistoimien kustannuksista on vain epävarmoja arvioita

Ilmastonmuutoksen tulevaisuuden vaikutusten ja sopeutumistoimien kustannuksiin liittyy paljon epävarmuuksia. Alustavien arvioiden mukaan vähittäisen ja keskimääräisen ilmastonmuutoksen kokonaistaloudelliset vaikutukset Suomessa ovat lievästi positiivisia tällä vuosisadalla. Arviot voivat kuitenkin muuttua selvästi, mikäli ilmaston ääri-ilmiöiden negatiiviset vaikutukset ja markkinoiden epävakaisuus otetaan huomioon laskelmissa.

FINADAPT-hankkeessa tehtiin alustava arvio ilmastonmuutoksen kustannuksista ja hyödyistä Suomelle. Selvitys tehtiin julkaistun kirjallisuuden sekä asiantuntija-arvioiden perusteella³⁰. Ilmastonmuutoksen taloudellisista vaikutuksista tehtyihin johtopäätöksiin pitää kuitenkin suhtautua varoen, sillä aiheeseen liittyy suuria epävarmuuksia ja tietämyksessä on vielä isoja puutteita, esimerkiksi vaikutukset eri tasoilla paikallisesta kansalliseen ja ilmastonmuutoksen maailmanlaajuisten seurausten merkitys Suomen taloudelle ovat paljolti hämärän peitossa.

Kotimaisesta näkökulmasta ilmastonmuutoksen vaikutukset Suomessa ovat tällä vuosisadalla todennäköisesti melko pieniä ja kansantalouden tasolla ne voisivat jopa olla lievästi positiivisia, edellyttäen kuitenkin, että ilmastonmuutos ei aiheuta yllättäviä, epälineaarisia ilmiöitä kuten Atlantin termohaliinisen kierron pysähtymisen (katso kohta 2). Kansantaloudelliset kokonaisvaikutukset olisivat enintään noin 0,1 % BKT:stä. Ilmastonmuutoksesta aiheutuviin hyötyihin ja haittoihin voidaan merkittävästi vaikuttaa ilmastopolitiikan ulkopuolisilla alueilla kuten maatalous-, metsä- ja maankäyttöpolitiikoilla.

Ilmastonmuutoksesta mahdollisesti hyötyvät sektorit ovat Suomessa metsäsektori sekä maatalous. Todennäköisesti myös lämmityksen tarpeen väheneminen korvaa viilentämistarpeen lisääntymisen ja energian kuluttajat hyötyvät, vaikkakin energia-yhtiöille voi aiheutua joitain menetyksiä. Lisäksi vesivoiman tuotantopotentiaali olemassa olevissa laitoksissa kasvaa jonkin verran kaikissa Pohjoismaissa. Lämpimämmät kesät ja lumivarmuus Pohjois-Suomessa voivat lisätä Suomen houkuttelevuutta matkailukohteena verrattuna joihinkin eurooppalaisiin kohteisiin, joissa olosuhteiden odotetaan heikkenevän (esimerkiksi Etelä-Euroopassa hyvin korkeiden kesän lämpötilojen ja vesipulan vuoksi tai Alpeilla huonon lumitilanteen takia)³¹. Kaupalliset matkailu- ja virkistyspalvelut saattaisivat hyötyä lisääntyneestä ulkomaisten turistien ja kotimaisten asiakkaiden määristä. Kotimaisen matkailupalveluiden kysynnän kasvu kuitenkin tarkoittaa kustannuksia kuluttajille, joiden olisi ostettava palveluita, jotka nykyisin ovat ilmaisia (esimerkiksi mahdollisuus maastohiihtoon).

Muiden sektoreiden osalta ei ilmastonmuutoksen taloudellisia vaikutuksia ole arvioitu, mutta joitain esimerkkejä on olemassa kustannusten suuruusluokasta. Esimerkiksi kiinteistöjen sekä liikenneinfrastruktuurin rakentamisen, ylläpidon ja korjaamisen kustannukset nousevat, mutta olisivat kuitenkin hallittavissa noin 10–20 miljoonan euron suuruusina vuodessa 2000-luvun ensimmäisinä vuosikymmeninä. Kustannukset nousisivat jonkin verran myöhempinä vuosikymmeninä.

³⁰ Perrels, A. ym. 2005. Appraising the socio-economic impacts of climate change for Finland. FINADAPT Working Paper 12, *Finnish Environment Institute Mimeographs* 342, Helsinki, 30 s.

³¹ Sievänen, T. ym. 2005. Nature-based tourism, outdoor recreation and adaptation to climate change. FINADAPT Working Paper 11, *Finnish Environment Institute Mimeographs* 341, Helsinki, 46 s..

Ilmastonmuutoksen vaikutusten epävakaus ajan myötä on todennäköisesti tärkeämpi tekijä kuin arvioitut keskimääräiset ja vähittäiset vaikutukset. Peräkkäin ilmestyvät negatiiviset vaikutukset lyhyen ajan kuluessa voivat koetella eri sektoreiden ja jopa koko talouden sietokykyä, ellei koko maan tasolla niin ainakin paikallisesti. Samoin kuin kotimaassa, epävakaus voi vaikuttaa kansainvälisen kaupan kautta. Ulkomaankaupan vaikutukset voivat olla jopa suurempia kuin kotimaiset vaikutukset.

11 Tunnetut ja käytössä olevat keinot sopeutua ilmaston vaihteluun voivat olla riittämättömiä

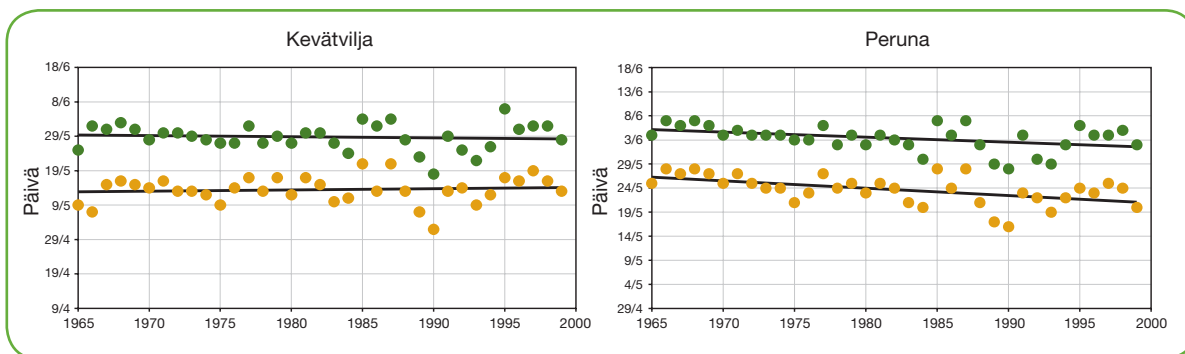
Omaehtoinen sopeutuminen ilmaston vaihteluun ja muutokseen on jatkuva prosessi, jolla on tärkeä merkitys myös tulevaisuudessa. On kuitenkin muistettava, että tulevaisuuden muutokset ilmastossa voivat ylittää joidenkin järjestelmien selvitymisrajan. Tarvitaankin kiireesti tutkimusta sekä omaehtoisen sopeutumisen prosesseista että kynnysarvoista.

Omaehtoinen tai spontaani sopeutuminen tarkoittaa sellaista ilmaston ilmiöihin mukautumista, yleensä jälkikäteen, jota ei ole ohjattu tai säännelty viranomaisten toimesta. Käsitteeseen sisältyvät sekä luonnon systeemien (ekologinen) sopeutuminen (kuten kasvilajien siirtymisen uusille alueille ilmastovyöhykkeen siirtymisen takia) että ihmisten sopeutumistoimet (kuten ilmastointilaitteiden asentaminen helleaaltojen varalta).

Suuri osa Suomen kasvi- ja eläinkunnasta saattaa sopeutua varsin hyvin ilmastonmuutokseen, mutta jotkut elinympäristöt voivat olla hyvin herkkiä, kuten tunturialueiden luonto ja pohjoisen palsa- ja aapasuot. Pohjoisten vähäravinteisten vesistöjen vastustuskyky muutoksille on myös heikko. Lajien siirtymismahdollisuuksista pohjoisemmaksi ei tiedetä vielä tarpeeksi ja asiaan liittyy epävarmuuksia. Sopeutumista edistää se, että maankäyttö Suomessa ei kuitenkaan ole pirstaloitunut elinympäristöjä niin paljon kuin etelämpänä Euroopassa. Laajat herkkyyksianalyysit harvinaisille ja uhanalaisille lajeille ja luontotyypeille olisivat tarpeen, samoin kuin suojelualueita koskevat arvioinnit ilmastonmuutoksen vaikutusten ennakoimiseksi ja suojelualueiden hoidon menetelmien muokkaaminen arviointien pohjalta. Monet Kansallisessa sopeutumisstrategiassa esitetyt toimet ovat nk. win-win-ratkaisuja, jotka edistävät omaehtoista sopeutumista. Esimerkkejä näistä toimista ovat mm. luonnon ympäristöön kohdistuvien paineiden pienentäminen maankäytön suunnittelun ja saastumisen vähentämisen avulla, arvokkaiden elinympäristöjen tunnistaminen maataloudessa ja metsänhoidossa, tulokaslajien leviämisen estäminen ja säätely. Näiden toimien merkitystä luonnon monimuotoisuudelle pitäisi myös selvittää tarkemmin.

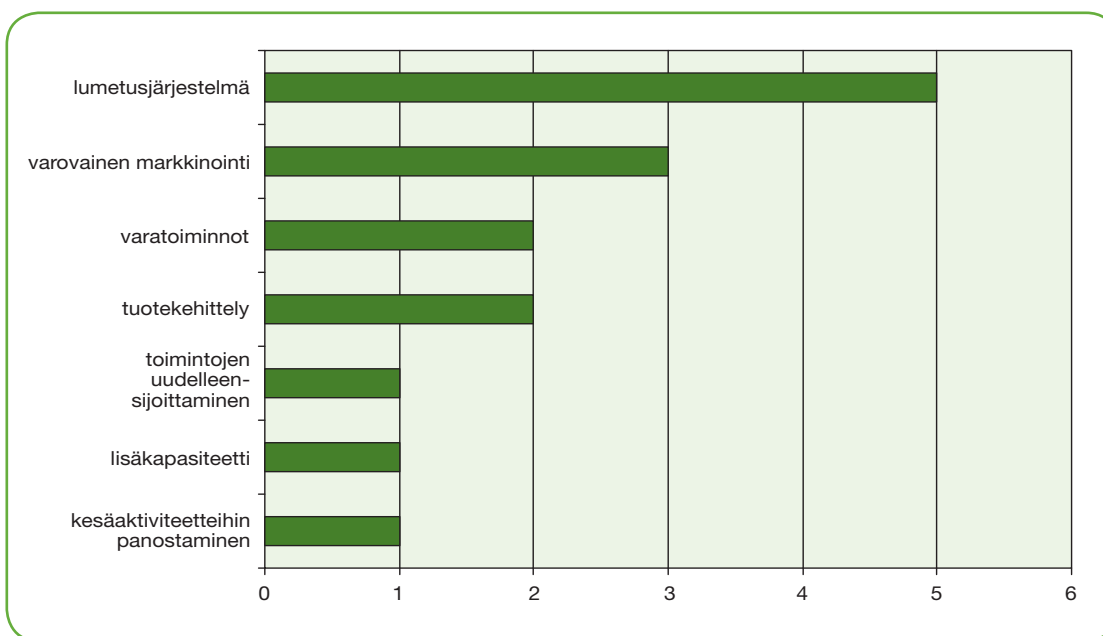
Maataloudessa esimerkkinä omaehtoisesta sopeutumisesta ovat viljelijöiden toimet kasvukauden alun aikaistuessaa ja kasvukauden pidentyessä (katso kohta 5). Yleensä viljelijät aloittavat työt pelloilla niin pian kuin maa on kyntö- ja kylvökunnossa. Viljojen kylvöajat ovat kuitenkin muuttuneet vain vähän viimeisinä neljänä vuosikymmenenä, vaikka ilmasto onkin lämmennyt tänä aikana. Sen sijaan perunan kylvöajat ovat aikaistuneet (kuva 6). Tähän tilanteeseen voivat olla syynä viljojen aikaiseen kylvöön liittyvät riskit (hallat), kun taas perunanviljelyssä teknologiat ovat kehittyneet niin että näitä riskejä pystytään hallitsemaan (esimerkiksi harsoviljelyllä). Lisäksi aikainen perunankylvö tuo lisävoittoja uuden sadon perunoilla.

Ihmisten virkistys- ja harrastustoiminta muuttuu todennäköisesti merkittävästi talvisin Etelä-Suomessa lumipeitteen vähetessä³¹. Muuttuneisiin olosuhteisiin sopeutuminen saattaa merkitä esimerkiksi siirtymistä toimintoihin, jotka eivät ole niin riippuvaisia sääoloista, matkustamista kaukaisempiin kohteisiin tai sijoittamista uudentyypisiin välineisiin, joita voidaan käyttää uusissa olosuhteissa. Kustannukset tulevat tällöin käyttäjien maksettaviksi, mutta tilanteesta syntyy myös hyötyjä (esim. välineiden valmistajille ja pohjoisen lomakeskuksille). Joillakin matkailuyrittäjillä on jo kokemusta sopeutumisesta ilmaston vaihteluun (kuva 7).



Kuva 6. Muutokset viljan ja perunan kylvön ajoittumisessa Suomessa. Ylemmät viivat kuvaavat myöhäisimpiä ja alemmat viivat aikaisimpia kylvöaikoja.²⁸

Päätöksentekijöillä on haasteena kehittää sellainen hallinnollinen ympäristö, jossa omaehtoinen sopeutuminen voi toimia tehokkaasti. Mikäli säädökset ovat liian tiukkoja ja toisaalta kannustimet vähäisiä, saattavat kokeilut vaikeutua (kuten viljelijän siirtyminen ruuan tuotannosta bioenergiaan) tai yritystoiminta hankaloitua (kuten vaihtoehtojen tarjoaminen talven virkistyskäytölle lumen puuttuessa). Pahimmassa tapauksessa huonot päätökset voivat johtaa virhesopeutumiseen.



Kuva 7. Keinoja sopeutua ilmaston vaihteluun Pohjois-Suomessa³¹.

12 Lisääntyvän ilmastoriskin kustannus- tehokkaaksi hallitsemiseksi tarvitaan nopeita poliittisia päätöksiä

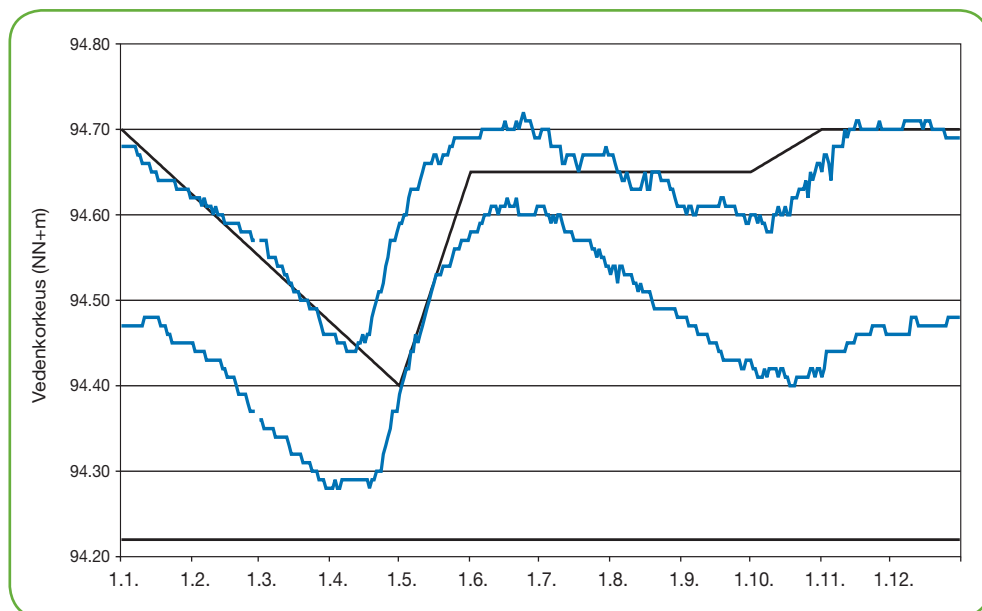
Suunniteltu sopeutuminen tulee olemaan välttämätöntä monilla sektoreilla, jotta haitallisten vaikutusten kuten tulvien, kuivuuden, myrskyjen ja helleaaltojen lisääntyvät riskit voidaan ottaa huomioon. Ennakoivat toimet tulevat todennäköisesti halvemmiksi kuin jälkikäteen toteutetut toimet vahingon jo tapahtuttua. Toimien kiireellisyys riippuu altistumisen asteesta haitallisille ilmastovaikutuksille sekä suunnitteluun ja tarvittavien toimien toteutukseen vaadittavasta ajasta.

Suunniteltu sopeutuminen perustuu harkittuun päätöksentekoon ja tietoon muutuneista tai muuttuvista olosuhteista sekä tarvittavista toimista, jotta voitaisiin joko palata jollekin tasolle, ylläpitää tai saavuttaa jokin tavoitetaso¹³. Luonnon monimuotoisuuden ylläpitoon tarvitaan melko varmasti toimenpiteitä. FINADAPT-hankkeen tulokset vahvistavat, että kansallisessa sopeutumisstrategiassa ehdotetut toimenpiteet, kuten suojelualueverkoston arviointi, kehittäminen ja seuranta sekä luonnon monimuotoisuudeltaan rikkaiden elinympäristöjen ylläpito, ovat tärkeitä. FINADAPT-hankkeen tuloksissa ehdotetaan lisäksi, että ekologisten käytävien avulla sekä hoitamalla suojelualueiden ulkopuolisia alueita voidaan parantaa lajien mahdollisuuksia siirtyä uusille alueille. Tällaisten toimien tehokkuudesta tarvitaan kuitenkin kiireellisesti tutkimusta sekä perusteellisempaa arviointia elinympäristöjen hoidon tavoitteista ilmastomuutokseen liittyen.

Vesivarojen arvioidut muutokset, etenkin kokonaisvesimäärän kasvu, vähentyvät tai aikaisemmat kevättulvat ja tulvien vaikeampi ennakoitavuus, aiheuttavat paineita säännöstelykäytäntöjen muuttamiseen²². Tavanomaisessa vesivoiman tuotantoon ja tulvasuojeluun tähtäävässä säännöstelyssä varastojen vesimäärää lisätään syksyllä, jotta talvella pystyttäisiin tuottamaan vesivoimaa enemmän. Varastoja vähennetään keväisin ennen kevättulvia, jotta tulvavahinkoja pystyttäisiin välttämään. Kuvassa 8 on esimerkki säännöstelystä järvestä, missä vanhan säännöstelyrajan (musta viiva) ylin taso jatkuvasti joudutaan ylittämään. Samankaltaisia ongelmia on odotettavissa monilla alueilla ja karkeasti arvioiden noin puolet säännöstelyohjeista joudutaan muuttamaan.

Maataloussektorilla tarvitaan todennäköisesti julkisia investointeja sellaisiin hankkeisiin, jotka ylittävät yksittäisen tilan kantokyvyn, jotta voitaisiin minimoida tappiot ja käyttää hyödyksi muuttuvan ilmaston tuomat mahdollisuudet²⁸. Tällaisia hankkeita olisivat vesihuolto ja peltojen kuivatus, paremmat ja laajemmat kastelujärjestelmät puutarhaviljelylle, maatalouden koneiden ja infrastruktuurin kuten rakennusten muutokset, uusi maatalousteknologia, pitkän aikavälin kasvinjalostus ja maatalouspolitiikan uudistaminen.

Suunniteltu sopeutuminen on tarpeen myös virkistysmahdollisuuksien tarjonnassa sekä julkisella sektorilla että yksityisissä yrityksissä³¹. Etelä-Suomen kunnille tulee olemaan erityinen haaste tarjota mahdollisuuksia maastohiihtoon lähellä kuntalaisten asuinpaikkoja. Luonnollisen lumitilanteen heikentyessä urheiluseurat ja yritykset tulevat todennäköisesti tarjoamaan mahdollisuuksia maksulliseen maastohiihtoon tekolumella. Pohjois-Suomessa lämpenevä ilmasto voi jopa lisätä hiihtomahdollisuuksien ja hiihtomatkailemisen kysyntää. Aluksi tällä voi olla myönteisiä vaikutuksia matkailuteollisuudelle ja aluetaloudelle, mutta pidemmän ajan kuluessa hiihtäjien määrä ja palveluiden kysyntä voivat vähentyä.



Kuva 8. Puulan säännöstelyrajat (mustalla) ja vedenkorkeuden 25 % ja 75 % verhokäyrät (sinisellä) nykyilmastossa²².

Suunnitellun sopeutumisen toteuttamisen tiellä voi myös olla esteitä. Esimerkiksi nykyiset riskeihin perustuvat suunnittelutyökalut tulevaisuuden tulvien arviointia varten ovat melko kehittymättömiä³². On tarpeen luoda työkaluja, jotka tuottavat enemmän tietoa kuin yksinkertaiset tulvavaarakartat (jotka osoittavat mahdolliset tulva-alueet). Tällaisia työkaluja ovat esimerkiksi tulvariskikartat (jotka osoittavat mitkä arvot ovat uhattuina) ja alueelliset riskienhallinnan suunnitelmat, joita tulee kehittää yhdenmukaisiksi tulevan EU:n tulvadirektiivin kanssa. Turun yliopiston johtama EXTREFLOOD-hanke³³ on viime aikoina kehittänyt tätä työtä. Yleisemmin sopeutumistoimet tulisi sisällyttää sekä ympäristövaikutusten että ohjelmien vaikutusten arviointimenettelyihin.

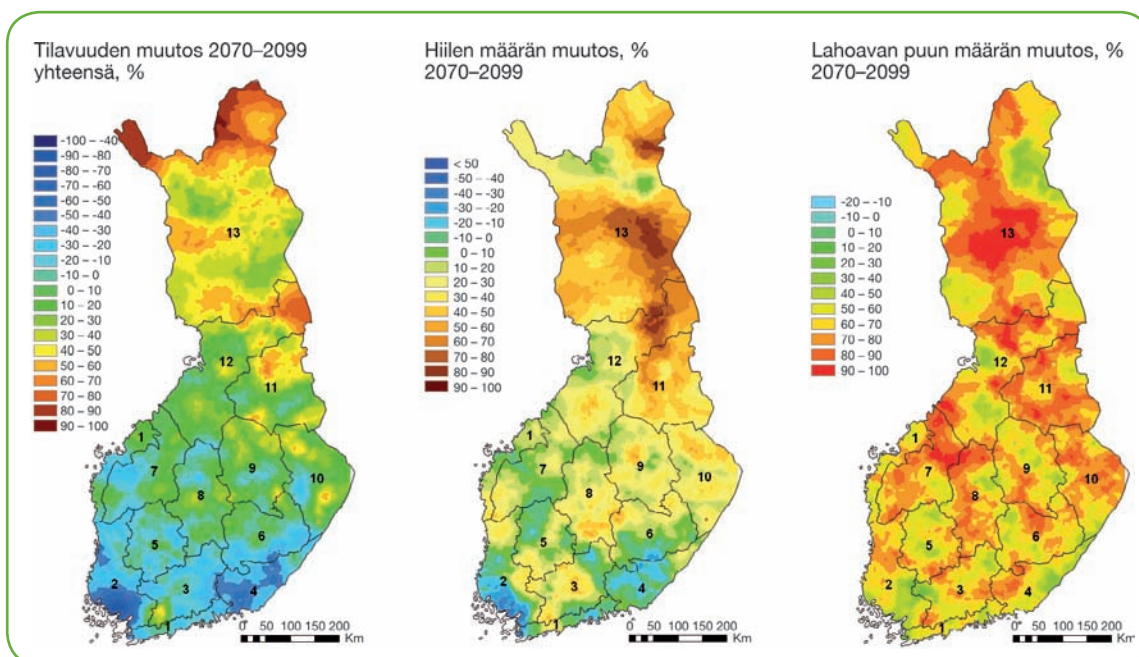
32 Peltonen, L. ym. 2005. The challenge of climate change adaptation in urban planning. FINADAPT Working Paper 13, *Finnish Environment Institute Mimeo* 343, Helsinki, 44 s.

33 Useita uusia tulvariskeihin keskittyviä hankkeita käynnistyi vuonna 2006 Ilmastonmuutoksen sopeutusohjelmassa (ks. viite 17).

13 Tiettyjen toimintastrategioiden avulla voidaan samanaikaisesti hillitä ilmastonmuutosta ja sopeutua muutoksiin

Osa strategioista voidaan suunnitella kattamaan sekä sopeutumisen että hillinnän tavoitteita ja samalla myös täyttämään muita kestävän kehityksen kriteereitä.

Metsänhoito on tyypillinen esimerkki toiminnasta, jolla voi olla useita tavoitteita. Esimerkiksi FINADAPTissa tehdyillä ekologis-fysiologisilla mallinnuksilla oli kolmenlaisia tavoitteita: optimaalisen puulajisuhteen valinta, hiilen sidonta sekä luonnon monimuotoisuuden kannalta sopivat olosuhteet (esimerkiksi lahoavan puun määrän säätely – kuva 8)²⁶.



Kuva 9. Puuston tilavuuden (vasemmalla), hiilen määrän metsäekosysteemeissä (keskellä) ja lahoavan puun määrän (oikealla) simuloidut muutokset ajanjaksoon 2070–2099 mennessä verrattuna jaksoon 1971–2000 A2-skenaariion (Taantuma) oletuksilla.²⁶

14 Yleinen tietoisuus on sopeutumisen kannalta tärkeää

Yleinen tietoisuus on yksi sopeutumiskyvyn osatekijöistä. Avainryhmille suunnatun kyselyn vastaajista vain noin kolmannes otti ilmastonmuutoksen huomioon toimialansa suunnittelussa. Näistä suunnitelmista alle kaksi kolmannesta käsitteli sopeutumista. Puolet vastaajista arvioi, että Suomessa toistaiseksi toteutetut sopeutumistoimet ovat riittämättömiä.

Avainryhmät, joita ovat yksityiset ihmiset tai ryhmät, joilla on kokemusta ilmaston vaihteluun ja sen ääri-ilmiöihin sopeutumisesta, ovat tärkeitä toimijoita ilmastonmuutokseen sopeutumisessa. Avainryhmien sopeutumiskyvyn selvittäminen on keskeistä nykyisen ja tulevan haavoittuvuuden arvioinnissa ja heidän osuutensa päätöksenteossa tulisi ottaa huomioon sopeutumistoimia toteutettaessa³⁴.

Useat FINADAPTin osahankkeet selvittivät avainryhmien mielipiteitä ilmastonmuutokseen sopeutumisen roolista suunnittelussa ja toiminnassa sekä avainryhmien tiedontarpeita. Esimerkiksi Järvi-Suomen alueen haastatellut luontomatkailuyrittäjät pitivät ilmastonmuutoksen vaikutuksia positiivisena heidän toimialalleen³¹. Kesän matkailukausi on alueen luontomatkailuyrittäjille tärkeä. Toisaalta taas Pohjois-Suomen haastatellut yrittäjät pitivät ilmastonmuutosta negatiivisempänä ilmiönä. Heidän toimintansa oli pääasiassa hiihtämiseen sekä lumeen liittyvää matkailua. Kaiken kaikkiaan vastaajat myös epäilivät ilmastonmuutoksen tietopohjaa, joka selittänee sopeutumis suunnitelmien vähäisyyden.

Ilmastotiedon potentiaalisille käyttäjille tehdyn kyselyn³⁵ keskeisiä tuloksia olivat:

- Suurin osa vastaajista uskoi ihmisen toiminnan aiheuttavan ilmastonmuutosta ja lähes yhtä monet myös uskoivat, että ilmasto on jo muuttunut.
- Yli puolet vastaajista ilmoitti, että heidän organisaationsa eivät ota ilmastonmuutosta huomioon suunnittelussaan, kun taas 37 %:n suunnitelmat kattivat myös ilmastonmuutokseen liittyviä asioita. Näistä suunnitelmista 41 % käsitteli sekä hillintää että sopeutumista, vajaa kolmannes vain hillintää ja yli viidennes vain sopeutumista.
- Vastaajat arvioivat poronhoidon ja luonnonsuojelun olevan ne sektorit, joilla oli annetuista vaihtoehdoista heikoin sopeutumiskyky ilmastonmuutokseen.
- Enemmistö vastaajista arvioi maatalouden, metsätalouden, energiasektorin, liikenteen ja terveydenhuollon selviävän hyvin ilmastonmuutoksen vaikutuksista. Toisaalta lähes viidennes vastaajista oli sitä mieltä, että metsätalouden sopeutumiskyky on melko heikko.

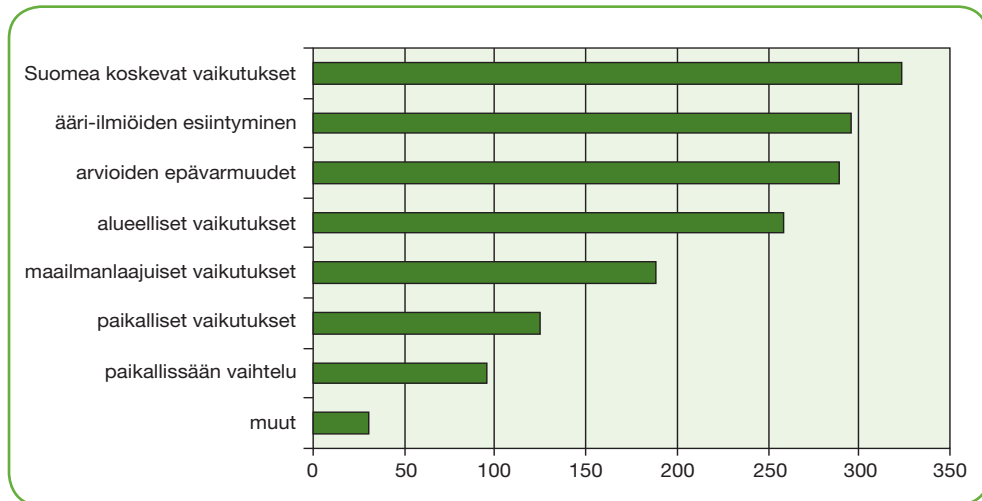
³⁴ Conde, C. ja Lonsdale, K. 2005. Engaging stakeholders in the adaptation process. Teoksessa: B. Lim et al. *Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures*. UNDP, Cambridge University Press, Cambridge, s. 47-66.

³⁵ Yleinen verkkopohjainen kysely lähetettiin yli 1100 henkilölle, jotka olivat ilmastotiedon potentiaalisia käyttäjiä ja edustivat keskus-, alue- ja paikallishallintoa, yrityksiä, keskusjärjestöjä, kansalaisjärjestöjä sekä yliopistoja ja kouluja. Kyselyssä oli 21 kysymystä mm. vastaajien yleisistä käsityksistä ilmastonmuutoksesta, mahdollisista vaikutuksista ja niiden merkityksestä, nykyhetken varautumisesta, ilmastonmuutoksen käsittelemisestä suunnitelmissa, ilmastonmuutokseen varautumisen tarpeellisuudesta ja tarvittavista toimenpiteistä. Vastausprosentti oli 47, vastaajista yli 60 % oli Etelä-Suomen läänistä, 16 % Länsi-Suomen läänistä, 8 % Itä-Suomen ja Oulun lääneistä kustakin ja 6 % Lapin läänistä. Kankaanpää, S. ym.. 2005. Stakeholder perceptions of climate change and the need to adapt. FINADAPT Working Paper 14, Finnish Environment Institute Mimeographs, Helsinki.

- Suurimman osan mielestä ilmastonmuutoksen maailmanlaajuisilla vaikutuksilla on merkitystä heidän toimialalleen. Tärkeimpinä pidettiin vaikutuksia kustannuksiin. Näitä seurasivat vaikutukset energian kulutukseen, kotimaiseen tuotantoon, tuotteiden ja palveluiden kysyntään, tuotteiden ja palveluiden tarjontaan sekä turvallisuuden ylläpitoon.
- Puolet vastaajista oli sitä mieltä, että toistaiseksi Suomessa tehdyt toimet ilmastonmuutokseen sopeutumiseksi ovat olleet riittämättömiä. Vain neljännes vastaajista piti toimia riittävinä.

Yhdyskuntasuunnittelututkimuksessa tunnistettiin esteitä suunnittelijoiden tietoisuudelle ilmastonmuutoksesta. Nämä liittyivät puutteisiin meteorologisessa ja hydrologisessa koulutuksessa sekä käsitykseen ilmastonmuutoksesta pitkän aikavälin ongelmana ja marginaalisena verrattuna välittömiin sosio-ekonomisiin ongelmiin. Lisäksi keskushallinnon tasolla oli epäselvyyttä siitä, miten muutos hillinnästä sopeutumistoimiin tulisi ottaa huomioon ohjauksessa suunnittelijoille³⁴. Ilmastonmuutoksen vaikutuksista voidaan tiedottaa tehokkaasti käyttämällä esimerkkeinä tulvia ja myrskyjä. Tutkimuksen tekijät suosittavat, että sopeutuminen otettaisiin huomioon kaikilla alueidenkäytön suunnittelun tasoilla sekä ympäristövaikutusten ja suunnitelmien ja ohjelmien arvioinneissa. Tällä tavalla tietoisuutta ongelmasta voidaan lisätä ja myös parantaa alueidenkäytön suunnittelijoiden yhteistyötä. Tekijät painottavat lisäksi alueellisten ilmastonmuutoksen vaikutusten ja sopeutumisen integroitujen tutkimusten tarpeellisuutta perinteisten sektorikohtaisten selvitysten sijaan. Sektorikohtainen lähestymistapa on jopa joissain tapauksissa vaikeuttanut sopeutumista viimeaikaisiin ilmastollisiin ääri-ilmiöihin.

Tärkeimmät tiedontarpeet olivat: ilmastonmuutoksen vaikutukset Suomessa, ääri-ilmiöiden esiintymisen todennäköisyydet, arvioiden epävarmuudet ja alueelliset vaikutukset (kuva 10).



Kuva 10. FINADAPT-kyselyyn vastanneiden tiedon tarpeet ilmastonmuutoksesta.

15 Lisätutkimusta tarvitaan, jotta Suomelle voitaisiin laatia sopivimmat sopeutumisstrategiat

FINADAPTin ensisijainen tavoite oli tunnistaa tärkeimpiä tutkimuksen aukkoja ja osoittaa minne tulevaisuudessa kannattaisi suunnata tutkimusta, jotta se olisi hyödyllisintä. Johdopäätöksenä on, että tutkimusta tarvitaan seuraavilla alueilla: metodien kehittäminen, seuranta- ja indikaattoriselvitykset, empiirinen ja kokeellinen tutkimus, skenaarioiden kehittäminen, ennakoiva mallinnus, taloudellisten kustannusten arviointi, integroitu arviointi, sään ääri-ilmiöiden vaikutukset, olemassa olevien toimien ja menettelyjen muokkaaminen, sopeutumistoimien testaus ja arviointi, ”no regrets”-tyyppinen sopeutuminen.

Sopeutumistutkimusta parantaisi tiettyjen alojen *menetelmien kehittäminen*. Suomessa tarvitaan käytännöllisiä ilmastonmuutokseen sopeutumisen ohjeita eri sektoreiden käyttöön. Kansallisella³⁶ ja kansainvälisellä³⁷ tasolla ollaan valmistelemassa yleisiä ohjeita, mutta tarkemmat ja eri sektoreiden tarpeisiin muokatut ja Suomen oloihin tehdyt ohjeistukset olisivat myös tarpeen. Esimerkiksi taulukko 2. on yksi monen taulukon sarjasta, joka esitettiin metsätaloustutkimuksessa ja jonka tarkoituksena on tarjota kehys sopeutuvan metsänhoidon ohjeistukseen. Yleisesti tutkimuksia pitäisi tehdä useilla eri tasoilla ja ulottuvuuksilla, jotta säilytettäisiin laajempi näkökulma samalla kun mahdollistettaisiin yksityiskohtaisten tapaustutkimusten tekeminen sopeutumisen perusprosesseista. Avainryhmien osallistuminen sopeutumistutkimukseen varmistaisi sen, että tutkimus on olennaista ja että tuotettu tieto on ymmärrettävää ja käyttökelpoista. Monet osahankkeet korostivat kansainvälisen yhteistyön merkitystä, jolloin Suomessa tapahtuvat muutokset voidaan myös yhdistää muualla tapahtuviin muutoksiin (esimerkiksi kansainvälisen kaupan näkökulmasta resurssien riittävyys alueellisesti, muuttovirrat sekä kansainväliset säädökset ja direktiivit).

Ympäristömuutokset voidaan havaita ja jäljittää vain *seuranta- ja indikaattoritutkimusten* avulla. Esitettyjä aiheita tutkimuksille ovat mm. kansallisen seurantajärjestelmän kehittäminen luonnon monimuotoisuudelle ja uusille tuholaisille ja taudeille, ilmastonmuutoksen vaikutuksen erottamiselle metsien tuottavuuden muutoksissa, ja ihmisten virkistyskäyttämiseksi (mukaan lukien säännölliset inventaariot).

Useat osahankkeet korostivat tarvetta tehostettuihin *empiirisiin tutkimuksiin*, jotka selvittäisivät sopeutumista nykyisen ilmaston vaihteluun ja sopeutumisen prosesseja. Ihmisten terveyden tutkimuksessa painotettiin tarvetta parempaan epidemiologiseen tietoon ilmaston vaihtelun ja ääri-ilmiöiden suorista ja epäsuorista terveysvaikutuksista. Kyselytutkimuksen menetelmiä suositeltiin käytettäväksi selvitetäessä eri toimijoiden käyttäytymistä muuttuvissa oloissa (esimerkiksi luonnon virkistyskäyttö) tai heidän reagoimistaan ääri-ilmiöihin (esimerkiksi tällaisten ilmiöiden ja niiden aikaansaamien tuhojen dokumentoinnin parantaminen).

³⁶ Willows, R. ja R. Connell, 2003. *Climate Adaptation: Risk, Uncertainty, and Decision-making*. UKCIP Technical Report, UK Climate Impacts Programme, Oxford, 154 s.

³⁷ UNDP, 2005. *Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures*. Lim, B. ym. (toim.). Cambridge University Press, 258 s.

Taulukko 2.
Adaptiivisen metsänhoidon tarpeen arviointi boreaalisen metsävyöhykkeen metsissä²⁶.

Aihealue	Tekijät, jotka vaikuttavat adaptiivisen metsänhoidon tarpeeseen
Ilmastonmuutos ja ilmastovaihtelu	Korkeammat lämpötilat ja lisääntynyt sademäärä, lyhyempi lumi-peitteinen aika ja routakausi, lisääntynyt paikallisten ukkosten ja myrskyjen riski, lisääntynyt runsaiden lumisateiden ja raskaan märän lumen riski, kosteamman maaperän vuoksi heikompi kantavuus.
Vaikutukset ja herkkyys ilmastovaikutuksille	Parantunut puuston uudistuminen ja kasvu, lehtipuiden lisääntynyt määrä, jolloin metsäpalojen riski vähenee, lumi- ja myrskytuhojen lisääntynyt riski, kasvanut tuholais- ja tautituhojen riski, lisääntynyt hiilen syöte maaperään, nopeatunut maaperän orgaanisen aineen hajoaminen.
Kyky sopeutua omaehtoisesti	Käytetään pääosin kotimaisia puulajeja, joilla on laaja geneettinen vaihtelu, jotta metsät sopeutuisivat lämpenevään ilmastoon ja lämpötilojen nykyistä suurempaan vaihteluun. Parantunut siementuotanto ja luontaisen uudistumisen onnistuminen myös talousmetsissä, missä kaksi kolmasosaa uudistamisesta tapahtuu luontaisesti (siemen- ja suojukspuumenetelmillä). Lisääntynyt metsän tuottavuus ja nopeampi hiilen kierto metsä-ekosysteemeissä, typen saatavuus voi kuitenkin rajoittaa kasvun lisääntymistä. Kasvun lisäys on suurinta boreaalisen metsävyöhykkeen pohjoisissa osissa. Tällä hetkellä puut ovat hyvin sopeutuneet paikallisiin tuhohyönteisiin ja tauteihin ja hyönteisten tai tautien aiheuttamat suuret tuhot ovat harvinaisia. Tulokaslajien ilmaantuminen ja nykyisten lajien siirtyminen pohjoisemmaksi saattavat lisätä tuholaisien ja tautien aiheuttamien suurttuhojen riskiä. Lumi- ja myrskytuhojen riski lisääntyy, lisäksi mahdollinen lisääntynyt alttius bioottisille tuhoille.
Haavoittuvuus	Lehtipuiden kilpailukyky paranee ja voi muuttaa lajikoostumusta. Metsäraja voi siirtyä pohjoisemmaksi ja korkeammalle ja nykyiset metsärajan metsät häviävät. Parantunut kasvu voi heikentää puuaineksen laatua (oksaisuus, puuaineen tiheys, kuitujen pituus). Abioottisten ja bioottisten tuhojen todennäköisyys kasvaa ja voi heikentää puuraaka-aineen määrää ja laatua. Tämä voi johtaa ennenaikaisiin hakkuisiin ja hoitotoimenpiteisiin. Vähentynyt routa ja lisääntynyt sademäärä vähentävät maan kanto-kykyä, jolloin puun korjuu ja kuljetukset vaikeutuvat.
Suunnitellun sopeutumisen tarve	Puulajikoostumuksen hallinta ottaen huomioon tulevaisuuden tarpeet ja odotukset. Harvennuskäytäntöjen (ajoitus, voimakkuus) sekä kiertoaikojen muutokset, jotta pysyttäisiin hyötymään lisääntyneestä kasvusta ja hiilen kierrosta, säilytettäisiin puuraaka-aineen korkea laatu ja lisätäisiin metsien vastustuskykyä abioottisille ja bioottisille tuhoille. Ylläpidetään metsätalouden ja metsien moninaiskäytön infrastruktuuria.

Kenttä- ja kokeellista tutkimusta tarvitaan parantamaan tietoa luonnon perusprosesseista. Esimerkkejä ovat metsien uudistumisen, kasvun, kuolleisuuden ja luontaisen sopeutumisen tutkimukset, sekä tutkimukset mahdollisista tuholaisista ja taudeista. Toistaiseksi Suomessa on tehty vain harvoja sellaisia tutkimuksia ilmastomuutoksen vaikutuksista pohjaveteen, joissa yhdistetään hydrologiset, kemialliset, biologiset ja geologiset prosessit.

Mallinnuksen merkitystä korostettiin joissakin osahankkeissa. Esimerkiksi metsätaloudessa on tarpeen sovittaa säätilastot, ilmastoskenaariot, metsätilastot sekä maaperätiedot ekologisiin prosessimalleihin ympäristömuutoksen vaikutusten selvittämiseksi. Myös mallit, joita voidaan suoraan soveltaa teollisuuden käyttöön, kuten metsän käsittelyn ja puun laadun mallit, vaativat lisäkehittelyä sekä niiden yhdistämistä ekologis-fysiologisiin malleihin. Mallinnus ilmastomuutoksen vai-

kutuksista ekosysteemien toimintaan ja lajeihin on vasta alkamassa Suomessa. Sen kehittämisellä olisi kuitenkin kiire, sillä mallinnusta tarvitaan etenkin suojelualueiden tulevaa sijaintia suunniteltaessa.

Skenaarioiden kehittämistä pitivät sekä monet hankkeen tutkijat että intressiryhmät keskeisenä tehtävänä. Etenkin alueelliset ja paikalliset skenaariot ovat tarpeen suojelualueiden luonnon monimuotoisuutta mallitettaessa. Lisäksi matkailun ja virkistyskäytön suunnitteluun tarvittaisiin alueellisia skenaarioita sekä tulevaisuuden olosuhteiden muutoksien arviointiin että tiedottamaan matkailualaa mahdollisista muutoksista. Yksi tärkeimmistä kehitettävistä skenaarioista on ääri-ilmiöiden esiintymisen ja niihin liittyvien todennäköisyyksien arviointi.

Ilmastonmuutoksen *taloudelliset kustannukset* ovat yksi keskeisistä uusista tutkimusalueista, joihin tulisi kiinnittää huomiota. Jotta tutkijat saisivat tarvittavaa tietoa arvioita varten, tulisi lähivuosien aikana tehdä kaikilla sektoreilla vaikutusarviointit, jotka sisältäisivät myös aineistoa taloudellisista vaikutuksista.

Joissain tutkimuksissa pystyttiin arvioimaan viimeaikaisten sään ääri-ilmiöiden aiheuttamia tuhoja, mutta näiden tuhojen dokumentointia tulisi kuitenkin parantaa. Edelleen tulisi selvittää menetelmiä kustannusten ja hyötyjen arviointiin sekä menetelmien soveltamista vaihtoehtoisten sopeutumistoimien arviointiin. Myös maankäytön muutosten taloudellisten vaikutusten arviointi olisi hyödyllistä. Riskien arvioinnin menettelyjä voitaisiin parantaa ottamalla työhön mukaan rahoitus- ja vakuutussektorit. Kansantalouden tasolla tulisi käsitellä systemaattisesti riskejä ja epävarmuuksia. Olisi haastavaa, mutta myös hyödyllistä aloittaa käsitteen ”Tolerable Windows/SafeLanding”³⁸ taloudellinen muotoilu.

FINADAPTin raporteissa korostetaan toistuvasti *yhdenmukaisuuden* arviointien tarvetta. Integrointi on tarpeen sekä sektoreiden sisällä (esimerkiksi energiasektorille suositellaan yhdenmukaisia ja vertailukelpoisia skenaarioita käytettäväksi koko sektorilla; maa- ja metsätaloudessa taas yhteyksiä biofyysisten ja sosio-ekonomisten tekijöiden välillä) että etenkin niiden välillä. Kansallinen sopeutumisstrategia on rakennettu sektoreittain ja ministeriöiden vastuualueiden mukaisesti, mutta tämä lähestymistapa on ongelmallinen etenkin alueellisten ja maankäyttöön liittyvien kysymysten käsitellessä. Maankäytössä törmäävät maisemaan liittyvät tekijät, eri toimijat, organisaatiot sekä eri sektoreiden säädökset ja ohjeet. FINADAPTissa tehty alustava taloudellisten vaikutusten arviointi on ensimmäinen yritys määrittää taloudellisia kustannuksia eri sektoreilla. Tätä työtä tulisi jatkaa ja laajentaa se kattamaan eri hallinnonalojen yhteydet ja strategiat. Myös monet muut sektoreiden väliset kysymykset tarvitsevat lisätutkimusta, esimerkkeinä veden riittävyys kasteluun tai muuttuvan virkistyskäytettytymisen taloudelliset, kulttuuriset ja terveysvaikutukset.

Ilmaston ääri-ilmiöiden vaikutusten määrittelyyn tarvitaan lisätutkimusta kaikilla sektoreilla ja etenkin vaikutusten heijastumiseen taloudessa. Viime aikoina on huomioitu tarve integroida äkillisen ilmastonmuutoksen³⁹ tutkimukset perinteisempiin ilmaston vähittäisten muutosten arviointeihin.

Ilmastonmuutokseen sopeutuminen saattaa vaatia muutoksia ja *muokkausta nykyisiin keinoihin* selviytyä ilmaston vaihtelusta. Esimerkkejä ovat: metsänhoidon menetelmät, suojelualueiden hoidon menetelmien uudelleenarviointi, vesistöjen säännöstelyn muutokset, vesikasvien hallinta ja särkikalojen poistaminen ilmastonmuutoksen aiheuttaman veden laadun heikkenemisen torjumiseksi, kestävien teiden kunnossapitomenettelyjen kehittäminen (jäätyamisen seuranta ja estäminen),

³⁸ Näiden menetelmien tarkoituksena on määrittää taso, jolle kasvihuonekaasujen päästöt tulisi rajoittaa, jotta vaikutusten perusteella arvioitu muutos olisi vielä siedettävissä. Tason tulisi olla sellainen, että kriittinen ilmastonmuutos voidaan välttää, mutta hillinnän kustannukset ovat silti kestettävissä. Lisää aiheesta esim. Toth, F.L. 2003. Climate policy in light of climate science: the ICLIPS project. *Climatic Change* 56: 7-36.

³⁹ Ilmastojärjestelmän laajat erisuuntaiset muutokset (katso kohta 2)

rakennusmääräysten parantaminen ilmastosta aiheutuvien haittojen varalta, tekniset ratkaisut sähköjakeluverkon luotettavuuden parantamiseksi.

Sopeutumistoimien testaus ja arviointi ennen niiden käyttöönottoa on tärkeätä ja edellyttää tutkimusta. Esimerkkejä ovat: ekologiset käytävät lajien siirtymistä helpottamaan, yksivuotisten viljelykasvien kyky sopeutua pidempään kasvukautteen, kuivatusinfrastruktuurin muutoksen tarpeen arviointi.

Lopuksi olisi tärkeätä selvittää *"no regrets"* -tyyppistä sopeutumista tarkemmin. Terveystutkimuksessa todettiin, että ilmastonmuutoksen terveysvaikutusten arvioinneissa esitetyt toimet ovat tärkeitä huolimatta tulevaisuuden ilmastonmuutoksesta (*"no regrets"*). Toisin sanoen sopeutumisstrategioiden kehittämisen tulisi olla hyödyllistä siitäkin huolimatta, että ilmastonmuutosskenaariot ja niiden esittämät terveysvaikutukset eivät toteutuisikaan sellaisinaan.

FINADAPT-julkaisut⁴⁰

FINADAPT Working Papers-sarja

- Carter, T.R. ja Kankaanpää, S. (toim.). 2004. Adapting to Climate Change in Finland: Research Priorities. Proceedings of the FINADAPT seminar, Finnish Environment Institute (SYKE), Helsinki, 14 November 2003. FINADAPT Working Paper 1, Finnish Environment Institute Mimeographs 318, Helsinki, 42 s.
- Carter, T.R., Jylhä, K., Perrels, A., Fronzek, S. ja Kankaanpää, S. 2005. FINADAPT scenarios for the 21st century: alternative futures for considering adaptation to climate change in Finland. FINADAPT Working Paper 2, Finnish Environment Institute Mimeographs 332, Helsinki, 42 s.
- Pöyry, J. ja Toivonen, H. 2005. Climate change adaptation and biological diversity. FINADAPT Working Paper 3, Finnish Environment Institute Mimeographs 333, Helsinki, 46 s.
- Kellomäki, S., Strandman, H., Nuutinen, T., Peltola, H., Korhonen, K.T. ja Väisänen, H. 2005. Adaptation of forest ecosystems, forests and forestry to climate change. FINADAPT Working Paper 4, Finnish Environment Institute Mimeographs 334, Helsinki, 44 s.
- Hildén, M., Lehtonen, H., Bärlund, I., Hakala, K., Kaukoranta, T. ja Tattari, S. 2005. The practice and process of adaptation in Finnish agriculture. FINADAPT Working Paper 5, Finnish Environment Institute Mimeographs 335, Helsinki, 28 s.
- Silander, J., Vehviläinen, B., Niemi, J., Arosilta, A., Dubrovin, T., Jormola, J., Keskisarja, V., Keto, A., Lepistö, A., Mäkinen, R., Ollila, M., Pajula, H., Pitkänen, H., Sammalkorpi, I., Suomalainen, M. ja Veijalainen, N. 2006. Climate change adaptation for hydrology and water resources. FINADAPT Working Paper 6, Finnish Environment Institute Mimeographs 336, Helsinki, 52 s.
- Hassi, J. ja Rytönen, M. 2005. Climate warming and health adaptation in Finland. FINADAPT Working Paper 7, Finnish Environment Institute Mimeographs 337, Helsinki, 22 s.
- Saarelainen, S. 2006. Adaptation to climate change in the transport sector. FINADAPT Working Paper 8, Finnish Environment Institute Mimeographs 338, Helsinki, 19 s.
- Saarelainen, S. 2006. Climate change and risks to the built environment. FINADAPT Working Paper 9, Finnish Environment Institute Mimeographs 339, Helsinki, 22 s.
- Kirkinen, J., Martikainen, A., Holttinen, H., Savolainen, I., Auvinen, O. ja Syri, S. 2005. Impacts on the energy sector and adaptation of the electricity network business under a changing climate in Finland. FINADAPT Working Paper 10, Finnish Environment Institute Mimeographs 340, Helsinki, 36 s.
- Sievänen, T., Tervo, K., Neuvonen, M., Pouta, E., Saarinen, J. ja Peltonen, A. 2005. Nature-based tourism, outdoor recreation and adaptation to climate change. FINADAPT Working Paper 11, Finnish Environment Institute Mimeographs 341, Helsinki, 46 s.
- Perrels, A., Rajala, R. ja Honkatukia, J. 2005. Appraising the socio-economic impacts of climate change for Finland. FINADAPT Working Paper 12, Finnish Environment Institute Mimeographs 342, Helsinki, 30 s.
- Peltonen, L., Haanpää, S. ja Lehtonen, S. 2005. The challenge of climate change adaptation in urban planning. FINADAPT Working Paper 13, Finnish Environment Institute Mimeographs 343, Helsinki, 44 s.
- Kankaanpää, S., Carter, T.R. ja Liski, J. 2005. Stakeholder perceptions of climate change and the need to adapt. FINADAPT Working Paper 14, Finnish Environment Institute Mimeographs 344, Helsinki, 36 s.
- Ruosteenoja, K., Jylhä, K. ja Tuomenvirta, H. 2005. Climate scenarios for FINADAPT studies of climate change adaptation. FINADAPT Working Paper 15, Finnish Environment Institute Mimeographs 345, Helsinki, 32 s.

Muita raportteja

- Carter, T.R. ja Kankaanpää, S. 2004. Esiselvitys ilmastomuutokseen sopeutumisesta Suomessa. A preliminary examination of adaptation to climate change in Finland. Suomen ympäristö 640, Suomen ympäristökeskus, 66 s (suomeksi ja englanniksi).
- Venäläinen, A., Tuomenvirta, H., Pirinen, P. ja Drebs, A. 2005. A basic Finnish climate data set 1961-2000 – description and illustrations. Reports 2005:5, Finnish Meteorological Institute, Helsinki, Finland, 27 s.⁴¹

⁴⁰ Ellei toisin ilmoiteta, raportit ovat saatavissa osoitteesta: <http://www.ymparisto.fi/syke/finadapt>

⁴¹ Raporttia voi tilata Ilmatieteen laitoksen kirjastosta, PL 503, 00101 Helsinki

Assessing the adaptive capacity of the Finnish environment and society under a changing climate: FINADAPT

Summary for Policy Makers

Timothy R. Carter (ed.)

Helsinki 2007

Finnish Environment Institute (SYKE)

FOREWORD

This FINADAPT Summary for Policy Makers is published at a time when the Finnish media is reporting, on an almost daily basis, about the impacts of an exceptionally mild winter. For instance, Helsinki currently displays a coastal landscape, unfamiliar for mid-January, of green grass and open water. According to the web pages of the Finnish Meteorological Institute, the mean temperature in December was 6-8°C higher than the average for the reference period 1971-2000.

FINADAPT was launched in 2003. Before that an assessment of adaptation research in Finland had been carried out in the Finnish Environment Institute (SYKE). In the assessment it was found that impacts of climate change had been studied in many sectors, but research on adaptation was scarce. The issue of adaptation was included among the themes of the 2003-2005 Environmental Cluster Research Programme, and FINADAPT was funded as part of that Programme with contributions from the Ministries of the Environment, Agriculture and Forestry and Transport and Communications, the Finnish Funding Agency for Technology and Innovation (TEKES) and various government research institutes and universities.

One of the strengths of FINADAPT has been its building of a team of experts. Research in adaptation to climate change requires knowledge of diverse sectors and cross-disciplinary co-operation. Altogether 11 research institutes and over 60 researchers took part in the FINADAPT consortium. FINADAPT also had a steering group, composed of representatives of ministries and funding agencies. FINADAPT researchers also took an active part in the preparation of the National Adaptation Strategy during 2003-2004.

FINADAPT assessed the adaptive capacity of the Finnish environment and society to a changing climate. The reports of the 14 Work Packages analyse adaptation questions in different sectors and for a number of cross-cutting themes. This summary, compiled by Timothy Carter on behalf of the FINADAPT consortium, distils the main messages into a concise package that should be of interest to decision makers and other actors concerned with the issue.

On the Finnish Meteorological Institute web pages it also states that unless greenhouse gas emissions are substantially reduced, Decembers like the one just experienced will be common by the end of this century. Emissions should be reduced so that warming can be controlled and the global risks associated with a warming climate decreased. However, warming is already underway and some additional warming is now unavoidable, so we will have to adapt to the changes. FINADAPT, for its part, has increased the knowledge base needed for this adaptation. In 2006, a 5-year Climate Change Adaptation Research Programme was launched that aims to build on the FINADAPT work, providing new information that is necessary for planning practical adaptation measures.

Pirkko Heikinheimo
Co-ordinator, Finnish Climate Change Adaptation Research Programme
Ministry of Agriculture and Forestry

Helsinki, January 2007

Key Statements / CONTENTS

1 Finland's climate is changing	43
2 Changes in Finland's climate will continue and may accelerate in the future.....	44
3 Mitigation can slow climate change but adaptation will also be needed	47
4 FINADAPT has studied the adaptive capacity of the Finnish environment and society	49
5 Socio-economic and environmental scenarios assuming high and low emissions have been developed for Finland	51
6 The impacts of climate change are already being observed	53
7 Recent extreme events are consistent with a changing climate	54
8 Ecosystem services are estimated to show both adverse and beneficial effects of climate change	56
9 Climate change presents risks and benefits for infrastructure and human well being.....	58
10 There are large uncertainties in the potential costs of future climate change impacts and adaptation measures	60
11 Autonomous adaptation refers to standard methods of coping with climatic variability, but may be insufficient for coping with climate change	62
12 Planned adaptation, through policy decisions, will be essential to cope with increased climate-induced risks and can be cost effective if implemented before major damage occurs	64
13 Some management strategies serve both adaptation and mitigation goals.....	66
14 Awareness is vital for adapting to climate change	67
15 There are many gaps in knowledge about adaptation to climate change, and research is needed to guide policy makers in selecting the most appropriate strategies for Finland	69
Appendix List of FINADAPT publications.....	73
Documentation pages.....	75

1 Finland's climate is changing

Annual mean temperature in Finland has increased by 0.7°C over the past century. This is consistent with a global warming trend that is thought likely to be due, in part, to increased atmospheric concentrations of greenhouse gases. Snow cover duration in the south has shortened in recent decades, but no significant long-term trends in Finnish precipitation have been detected.

There is now convincing evidence that the Earth's climate has warmed during the past century and that most of the observed warming over the last 50 years is likely to have been due to increases in greenhouse gas¹ concentrations in the atmosphere². In Finland, results indicate that annual mean temperatures have increased about 0.7 °C during the 20th century, with the greatest warming in spring and modest warming in summer and autumn³. Mean daily minimum temperatures have risen more than mean daily maximum temperatures, especially since the 1940s, probably due to increases in cloud cover. Long-term temperature measurements and historical documents from Fennoscandia during the past 300 years indicate that the winters and springs in the 1990s were exceptionally mild. These conditions appear to be related, in part, to unusually strong westerly air flows during the winter months. There has also been a tendency towards a shorter snow cover season and reduced amounts of snow during recent decades in southern Finland. In contrast, precipitation totals do not show any strong long term trends over the 20th century. A storm index, based on the frequency of intensive low pressure systems, has been increasing somewhat from the 1960s, but has not exceeded the level experienced about a century ago.

¹ Greenhouse gases and clouds in the atmosphere absorb the majority of the infrared radiation emitted by the Earth's surface, affecting the radiation balance and hence the climate of the Earth. The primary greenhouse gases are both natural and anthropogenic in origin, including water vapour, carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄), nitrous oxide (N₂O) and ozone (O₃), while halocarbons and other chlorine- and bromine-containing substances are wholly human-derived.

² IPCC, 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J.T. et al.]. Cambridge University Press, Cambridge and New York, 881 pp.

³ Carter, T.R. et al. 2002. The FINSKEN global change scenarios. In: J. Käyhkö and L. Talve (Eds). Understanding the Global System – The Finnish Perspective, Finnish Global Change Research Programme FIGARE, Turku, pp. 27-40.

2 Changes in Finland's climate will continue and may accelerate in the future

Changes in Finland's climate are expected to continue and may accelerate during future decades. Differences in the effect on climate of alternative emissions scenarios only become distinguishable after 2050. On average the projected climate of Finland warms and becomes wetter in all seasons. Heavy precipitation events increase in intensity, and in summer comprise a larger proportion of total rainfall. Snow cover is reduced by more in the south than the north. Frost frequency decreases and the frost-free season lengthens. The number of hot days (with maximum temperature exceeding 25°C) increases. An abrupt cooling due to circulation changes in the North Atlantic cannot be ruled out, but is very unlikely during the 21st century.

Projections of future climate in Finland using global climate models were analysed in the FINSKEN project⁴. They show increases in both temperature and precipitation relative to the present-day under a range of scenarios of future greenhouse gas emissions. There are uncertainties in these projections due to imperfect scientific understanding of the climate system (reflected in differences in climate model estimates) and because of uncertainties about future emissions.

Sets of climate projections assuming forcing by two SRES emissions scenarios⁵ have been analysed in more detail for FINADAPT. They represent conditions assuming unmitigated emissions and rapidly increasing atmospheric greenhouse gas concentrations (based on the SRES A2 scenario) and assuming reduced emissions that stabilise concentrations of CO₂ by the end of the century (SRES B1 scenario)⁶. The main features of these projections are:

- For the end of the century, the B1 scenario produces smaller responses than the A2 scenario. Before 2050, the two scenarios do not diverge markedly, and changes are weaker and statistically less significant than at the end of the century.
- Winter temperatures are projected to increase on average by 4.3°C (B1 scenario) and 6.5°C (A2 scenario) by 2070-2099 and summer temperatures by 2.3°C and 3.6°C, respectively, relative to 1971-2000
- Over the same period, precipitation is projected to increase on average by 13.2% (B1 scenario) and 22.3% (A2 scenario) in winter and by about 4% (B1 and A2) in summer, relative to 1971-2000. Summers become slightly sunnier than at present, and soil moisture content is reduced by up to ~30%.

⁴ Results showed annual increases in both temperature (ranging from 1.8 to 5.2°C) and precipitation (1 to 28%) over Finland by the 2050s relative to 1961-1990. The equivalent changes by the 2080s are 2.4 to 7.4°C (temperature) and 6 to 37% (precipitation). Seasonally, projected changes are greater and more statistically significant in winter than in summer (compared to simulated natural variability). Only one climate model indicated decreased precipitation (in summer). Source: Jylhä, K. et al. 2004. Climate change projections for Finland during the 21st century. *Boreal Environment Research*, 9(2), 127-152.

⁵ Scenarios derived from the IPCC Special Report on Emissions Scenarios (SRES) are described in section 5.

⁶ This scenario is also assumed to be consistent with the SRES A1T emissions scenario, which resembles SRES B1 in terms of GHG concentrations, but for which no climate model simulations were available (see Table 1).

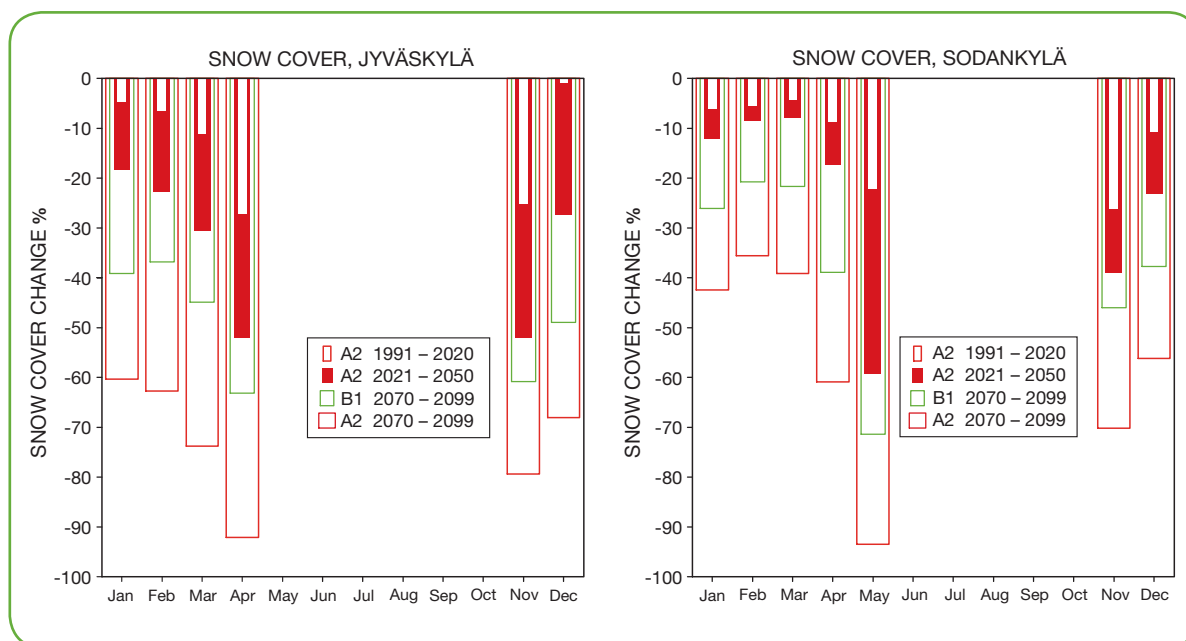


Figure 1. Percentage change of monthly snow amount at Jyväskylä (left) and Sodankylä (right) for three future periods relative to 1971-2000 under A2 (unmitigated) forcing. Only the latest period is shown for B1 (reduced) forcing for years 2070-2099. Projections are averages of four GCM simulations.⁷

- By the end of the century, snow amount during midwinter is projected to decline by more than 60% in southern Finland and around 40% in the north under the A2 scenario and by about 40% and 25%, respectively, under the B1 scenario (Figure 1).
- Changes in extreme weather events are also expected in Finland⁸. In summer there is a systematic tendency for modelled heavy rainfall events to intensify by more than the mean increase in precipitation. In winter, heavy precipitation events also intensify, but by less than the mean increase. Maximum 1-day precipitation totals are projected to increase by about 10-15% in summer and by 5-20% in winter, with smaller responses under B1 than A2.
- No statistically significant changes are projected for wind velocity.
- The number of hot days (maximum temperature above 25°C) per year in different parts of Finland could double by 2021-2050 and more than quadruple by 2071-2099 under the A2 scenario (Figure 2). Under B1 the frequency by 2071-2099 could still be more than double that of today.
- Frost frequency is expected to fall and the frost-free season to lengthen (by up to 2.5 months under A2).

The possibility of a major bifurcation in the climate system cannot be excluded. For example, a possible extreme climate outcome (thought to be of low probability, at least before 2100, but more likely under higher rates of emissions growth) is an abrupt cessation of the North Atlantic thermohaline circulation, which could conceivably bring about a cooling of climate in northern Europe while the rest of the world continues to warm².

⁷ Ruosteenoja, K. et al. 2005. Climate scenarios for FINADAPT studies of climate change adaptation. FINADAPT Working Paper 15. Finnish Environment Institute Mimeo-graphs 345, Helsinki, 32 pp.

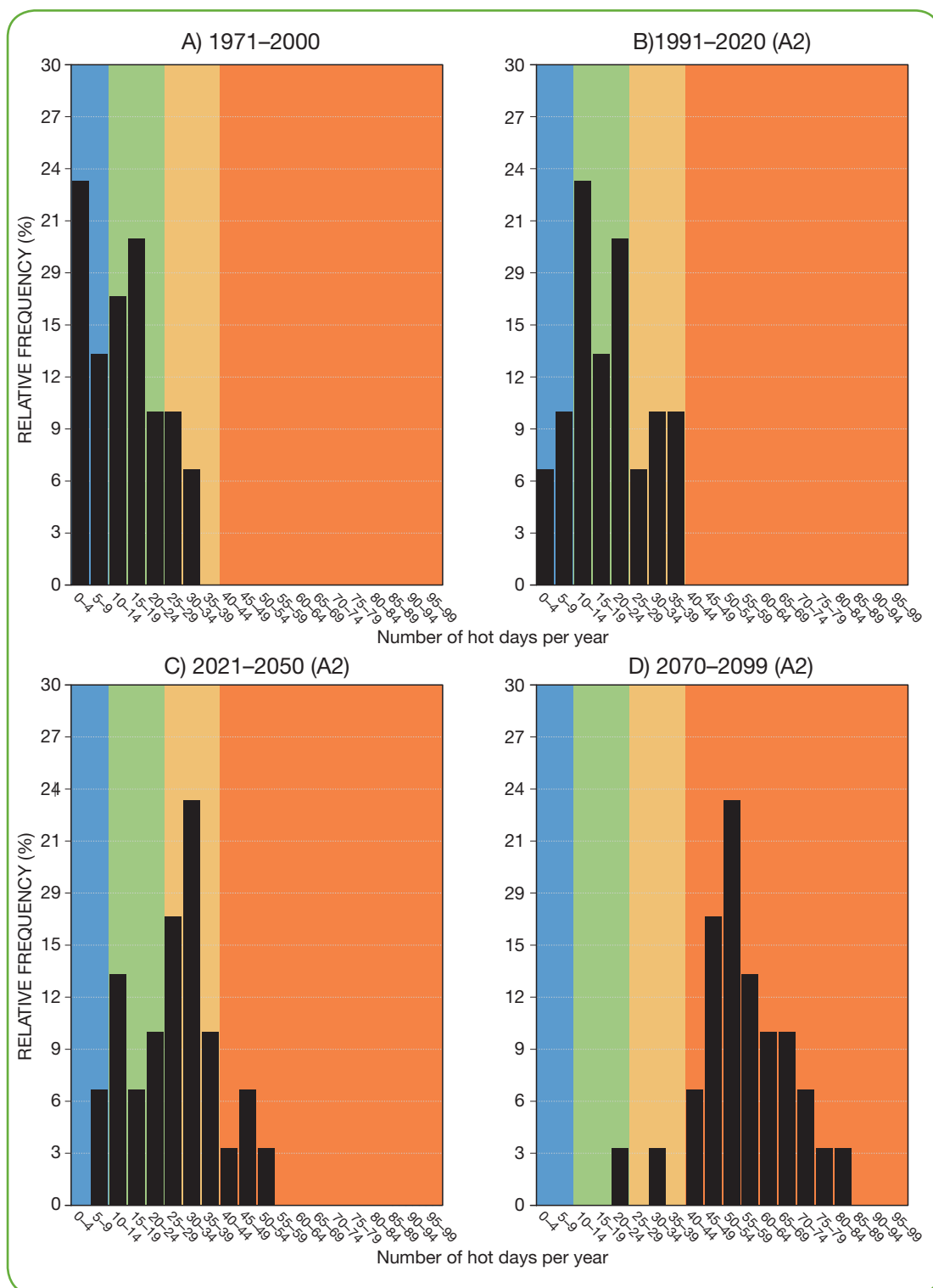


Figure 2. Frequency distribution of hot summer days ($T_{max} > 25^{\circ}\text{C}$) per year, observed at Vantaa airport in 1971–2000 (A) and projected by 1991–2020 (B), 2021–2050 (C) and 2070–2099 (D) under the A2 scenario (unmitigated emissions). Background colours depict cool (blue), normal (green) and warm (yellow) summers during 1971–2000. Orange indicates years with more hot days than were observed during any year in 1971–2000 (≥ 40).⁷

3 Mitigation can slow climate change but adaptation will also be needed

Vigorous mitigation actions to reduce greenhouse gas emissions are needed to slow the rate of global climate change. However, some changes appear to be inevitable in Finland, and will require adaptive responses in both natural and human systems.

Atmospheric concentrations of the major greenhouse gases are at their highest recorded levels, and continue to increase, mainly due to combustion of fossil fuels, agriculture, and land-use change. Inertia in environmental systems delays the full appearance of the impacts of these increases⁸. If CO₂ emissions were stabilised at present-day levels, concentrations would continue to rise strongly; emissions need to be reduced to a small percentage of their 1990 levels in order to stabilise concentrations. Even then global mean temperature will continue to rise slowly for a century or more and global mean sea levels would rise for centuries or millennia. There is also concern that continued changes may exceed thresholds that could trigger processes that are effectively irreversible, such as a re-arrangement of ocean circulation (see section 2) or significant melting of ice sheets. However, even if an ambitious target of CO₂-stabilisation at 450 ppm⁹ could be achieved, this still implies an eventual (equilibrium) global mean warming of between 1.5 to 3.9°C¹⁰.

Two important messages emerge from these findings. The first is that **mitigation** measures can restrict the rate and magnitude of global warming and sea level rise, and the earlier and deeper the cuts in emissions, the quicker concentrations will approach stabilisation (though the effects of such actions on the climate will only start to emerge several decades after their implementation).

The second message, which is the more pertinent for this study, is that continued global warming appears to be inevitable. Regardless of foreseeable mitigation measures, climate changes during the 21st century are expected to exceed any experienced in at least the past 5000 years. Moreover, temperatures in Finland, in common with most high latitude land areas¹¹, are expected to rise more rapidly than the global mean (see section 2). This implies that natural systems and Finnish society face a major challenge of coping with unprecedented climate change. **Adaptation** will be an important complement to mitigation as a policy response to climate change. Adaptation is defined by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) as “adjustment in natural or human systems in response to actual or expected climatic stimuli or their

⁸ Most of the discussion under this point is based on IPCC, 2001. Climate Change 2001: Synthesis Report. A Contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Watson, R.T. et al. (eds.)]. Cambridge University Press, 398 pp.

⁹ Assuming that emissions of other major greenhouse gases are stabilised by 2100.

¹⁰ Stabilisation at 1000 ppm implies an equilibrium global warming of 3.5 to 8.7°C, though this would take many centuries to reach and would still avoid the upper part of the 1.4 to 5.8°C range during the 21st century projected by the IPCC for unmitigated emissions.

¹¹ See also Kattsov, V.M. et al. 2005. Future Climate Change: Modeling and Scenarios for the Arctic. Chapter 4 in: *Arctic Climate Impact Assessment*, Cambridge University Press, pp. 100-149.

effects, which moderates harm or exploits beneficial opportunities.”¹² The more successful global mitigation efforts are in slowing the rate of climate change, the more time will be available for adaptation. The susceptibility of the Finnish environment and society to climate change will depend on their *adaptive capacity*, which is defined by IPCC as the “... ability of a system to adjust to climate change (including climate variability and extremes) to moderate potential damages, to take advantage of opportunities, or to cope with the consequences.”

¹² IPCC, 2001. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [McCarthy, J.J. et al. (eds)]. Cambridge University Press, Cambridge and New York, 1032 pp.

4 FINADAPT has studied the adaptive capacity of the Finnish environment and society

During 2004-2005, the FINADAPT¹³ consortium has studied the adaptive capacity of the Finnish environment and society to the potential impacts of climate change.

The objective of FINADAPT was to produce a scoping report based on literature reviews, interactions with stakeholders, seminars, and targeted research. The consortium, co-ordinated at the Finnish Environment Institute, involved 11 Partner institutions covering the following topics: climate data and scenarios, biological diversity, forestry, agriculture, water resources, human health, transport, the built environment, energy infrastructure, tourism and recreation, a socio-economic preparatory study, urban planning, and a stakeholder questionnaire.

FINADAPT began its work at about the same time as a working group, co-ordinated by the Ministry of Agriculture and Forestry, commenced the drafting of Finland's first National Strategy for Adaptation to Climate Change¹⁴. In reporting the results of FINADAPT, the Strategy document has been used as a starting point¹⁵. Some studies were able to use the conclusions of the Strategy report as material for stakeholder discussions, which also offered some opportunities for a critique of the Strategy (see section 15 under integrated assessment). The Strategy also stresses the importance of education, training and communication for the issue of climate change adaptation, alongside that of mitigation. Studies in FINADAPT have surveyed the general awareness and perception of the issue among different stakeholders (see section 14).

Research into adaptation usually presumes some basic knowledge about the impacts of climate change, but for issues such as human health, tourism and recreation and electricity distribution, this information has been lacking in Finland, and those studies reflect this, with a substantial focus on impacts. The Strategy notes that research into the economic impacts of climate change and costs of adaptation have not yet been conducted economy-wide in Finland. Work in FINADAPT has developed further the socio-economic scenarios produced for the Strategy (section 5), and carried out a preliminary assessment of the order of magnitude of the costs and benefits of climate change for Finland (see section 10). Opportunities for combining analyses of mitigation and adaptation are touched upon in the Strategy, and taken up as a land management and planning issue in various studies (see section 13). Finally, all studies

¹³ FINADAPT (Assessing the adaptive capacity of the Finnish environment and society under a changing climate) was a consortium of 14 sub-projects participating in the Finnish Environmental Cluster Research Programme, co-ordinated by the Ministry of the Environment.

¹⁴ MMM, 2005. Finland's National Strategy for Adaptation to Climate Change [Marttila, V. et al. (eds)], Ministry of Agriculture and Forestry, Helsinki. Available in Finnish, Swedish and English at: <http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/ymparisto/ilmastopolitiikka/ilmastomuutos.html>

¹⁵ The Adaptation Strategy is part of Finland's National Energy and Climate Strategy, submitted to Parliament in November 2005. It outlines current knowledge on the sensitivity of the Finnish environment and society to climate change, describes some likely impacts of projected climate change and outlines actions and measures to improve capacity for adapting to future climate change. It drew on information from Finnish climate change researchers (including some from FINADAPT), other experts and representatives of different sectors, and on the views of different stakeholders. Inevitably, there is some overlap between the results presented here and those of the Strategy report (e.g. in the review of past studies and discussion of possible adaptation measures).

have been able to reflect on the major gaps in knowledge that currently impede the development and implementation of adaptation strategies in different sectors and regions (section 15). This information will provide a useful input to the formulation of a new research programme on climate change adaptation, which is one of the main recommendations of the Strategy¹⁶.

¹⁶ The Finnish Climate Change Adaptation Research Programme was launched in 2006, see: <http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/ymparisto/ilmastopolitiikka/ilmastomuutos/ilmastonmuutoksensopeutumistutkimusohjelma.html>

5 Socio-economic and environmental scenarios assuming high and low emissions have been developed for Finland

The capacity to adapt to future climate change in Finland will be a function of the magnitude and rate of climate change and the vulnerability of the Finnish environment and society. Three alternative scenarios have been developed to characterise future socio-economic and environmental conditions in Finland during the 21st century. Global greenhouse gas concentrations rise rapidly in one scenario but are stabilised using alternative policy measures in the other two.

The FINADAPT scenarios have similarities to the global scenarios developed for the IPCC Special Report on Emissions Scenarios (SRES). However, they apply to a national and sub-national scale, while the SRES scenarios were developed globally and for four world regions. Moreover, the FINADAPT scenarios include mitigated alongside unmitigated emissions, whereas the SRES scenarios do not consider climate change mitigation policies.

The climate changes associated with these scenarios are described above (section 2). The “Global Markets” and “Sustainability” scenarios achieve low levels of greenhouse gas concentrations with a slow rate of climate change. They follow different economic policies but both emphasise technological development. They are analogous to the SRES A1T and B1 scenarios, respectively. The “Retrenchment” scenario assumes unbalanced wealth, obstacles to technological development and trade, high global greenhouse gas emissions, and rapid climate change. This is consistent with the SRES A2 scenario.

Quantitative scenarios were provided for three time horizons: near-term (up to 2020), mid-term (up to 2050) and long-term (out to 2100). These are shown in Table 1. The scenarios can be summarised as follows:

- Population in Finland under all scenarios is expected to grow up to 2020 but thereafter to decline to 86% of the 1990 level by 2100.
- Gross Domestic Product (GDP) increases under all scenarios with the strongest increase under the Global Markets scenario (eight times 1990 levels by 2100), Sustainability not far behind (six times 1990 levels) and Retrenchment the weakest performer (quadruple 1990 levels). Detailed projections of economic growth, by sector, household consumption, and employment are also available.
- CO₂ concentration increases most rapidly under Retrenchment, doubling pre-industrial levels by 2050 and tripling them by 2100. The other two scenarios achieve CO₂ stabilisation around 2100 at levels close to double pre-industrial levels.

Table 1.

Summary of the FINADAPT scenarios for the 21st century. [CO₂] is carbon dioxide concentration at the end of a period (uncertainty range in parentheses). [CO₂] in 2004 was about 380 ppm. Land cover applies to 2050. Population index and GDP/capita index are for 2100 (1990 index = 100).¹⁷

Scenario	SRES A2	SRES A1	SRES B1
Low/stabilised emissions	–	"Global Markets" AIT ← Finland → BI	"Sustainability"
High emissions	"Retrenchment" A2 globally & A2 Finland	–	–
Near-term (1990-2020)			
Population (%/yr)	0.28	0.28	0.28
GDP/capita (%/yr)	1.40	2.00	1.80
[CO ₂] (ppm)	414 (404-431)	410 (400-427)	410 (400-426)
Mid-term (2020-2050)			
Population (%/yr)	-0.18	-0.18	-0.18
GDP/capita (%/yr)	1.20	2.30	1.70
[CO ₂] (ppm)	522 (492-597)	496 (464-562)	482 (455-544)
Arable area	Decline	Decline	Decline
Grassland area	Large decline	Large decline	Slight expansion
Biofuels area	Large expansion	Expansion	Minor
Long-term (2050-2100)			
Population (%/yr)	-0.33	-0.33	-0.33
GDP/capita (%/yr)	1.35	1.65	1.65
Population index	86	86	86
GDP/capita index	424	792	642
[CO ₂] (ppm)	836 (735-1080)	575 (506-735)	540 (486-681)

There are, of course, many plausible futures that lie somewhere in between the three storylines outlined above.¹⁸ For example, the business-as-usual (BaU) scenario currently used as the reference for preparing climate policy in Finland in many respects resembles an SRES A1B world (with a balanced mix of fossil fuels and renewables). Implications of the A1B scenario for impacts and adaptation lie somewhere between the stabilisation case and the A2 case.

¹⁷ Source: Carter, T.R. et al. 2005. FINADAPT scenarios for the 21st century: alternative futures for considering adaptation to climate change in Finland. FINADAPT Working Paper 2, *Finnish Environment Institute Mimeographs* 332, Helsinki, 42 pp.

¹⁸ There are also projections that lie outside these, including the high emissions, fossil intensive SRES A1F scenario, which was quantified for Finland in the FINSKEN project.

6 The impacts of climate change are already being observed

The impacts of warming during recent decades are already being observed in both natural and managed ecosystems in Finland.

The thermal growing season¹⁹ has lengthened by about 10 days during the 20th century in southern Finland. This is directly attributable to spring and autumn warming and also coincides with a decline in snow cover duration (see section 1). Recent climate change has already produced numerous impacts on biological diversity. Examples observed in Finland include advanced spring arrival and breeding of birds, expanding northern range limits of butterflies and moths and increasing multivoltinism of moths. During the last decade more than 100 hundred new, mostly southern butterfly and moth species have been observed for the first time in Finland. The changes in plants and vertebrate animals are not as remarkable but correspond to observations found in other northern areas in Europe. At the habitat level changes are often difficult to interpret, but climate change has probably resulted in the decline of northern palusa mires (sphagnum hummocks with a frozen core)²⁰.

¹⁹ The period with mean daily temperature above 5°C

²⁰ Pöyry, J. and Toivonen, H. 2005. Climate change adaptation and biological diversity. FINADAPT Working Paper 3, *Finnish Environment Institute Mimeographs* 333, Helsinki, 46 pp.

7 Recent extreme events are consistent with a changing climate

Recent exceptional flooding and storm surge events in Finland have been damaging to various economic sectors, and are consistent with extreme weather events expected to increase in frequency in the future.

One of the most frequent environmental hazards in Finland is flooding²¹. Average annual flood damage was over 1 M€ between 1974-1998. In 1988, a single major spring flood caused around 4-5 M€ of damage. It has been estimated that a repeat of the exceptional flood of 1899, with an estimated return period of 250 years (based on historical weather), could cause nearly 30 M€ of damage. During that event, flood water covered over 1400 km².

In northern Finland snow-melt induced *spring floods* are expected to become more common in the coming decades. A recent example of a severe snow-melt flood was experienced in the towns of Kittilä and Ivalo in spring 2005. At the end of May around 20 people were evacuated from Ivalo and in early June over 100 people from Kittilä.

In southern Finland *summer floods* may become common, due to an increased intensity of heavy rainfall events (see section 2). A recent example of the adverse impact of heavy rainfall induced summer floods was observed in July-August 2004 in western, central and southern Finland.

In the Vantaanjoki river basin on the outskirts of Helsinki between 27 July and 2 August, areal precipitation was about 120–170 mm. Daily precipitation in some areas exceeded 100 mm/d. The rain caused severe flooding within the minor water courses of Southern Finland, and damage and disturbance on buildings, water services and roads^{22,23}. The immediate damage estimated for Helsinki, Vantaa and Riihimäki was about 2700 k€, and the damage to the road network in the zone from Uusimaa to northern Savo about 800 k€. These cost estimates did not consider the disruption caused to the public, nor the secondary or long-term costs associated with the resulting capital depreciation, reduced lifetime and higher maintenance costs of buildings and infrastructure.

In the first week of August 2004, heavy storm rainfall occurred in the region of Vöyri and Oravainen in western Bothnia. Precipitation was more than 100 mm/d. The rains caused heavy flooding within the watershed of the river Vöyrinjoki and damage to buildings and roads, with immediate costs estimated at about 1000 k€ for buildings and 200 k€ for roads.

High water levels associated with storm surges can also cause damage in coastal areas of Finland. As an example, strong winds in January 2005 generated a rise in sea level of around 80 cm in eight hours and the average water level in Helsinki rose to a new 100-year record (since 1904) of 1.5 metres above normal (Figure 3). In the town of Hamina, the rise was nearly 2 metres. Hundreds of vehicles in harbours got wet and the total damage was estimated at 15-20 M€²¹. Such events are

²¹ Silander, J. et al. 2006. Climate change adaptation for inland and coastal waters. FINADAPT Working Paper 6, *Finnish Environment Institute Mimeographs* 336, Helsinki, 52 pp.

²² Saarelainen, S. 2006a. Adaptation to climate change in the transport sector. FINADAPT Working Paper 8, *Finnish Environment Institute Mimeographs* 338, Helsinki, 19 pp.

²³ Saarelainen, S. 2006b. Climate change and risks to the built environment. FINADAPT Working Paper 9, *Finnish Environment Institute Mimeographs* 339, Helsinki, 22 pp.

likely to increase in frequency in the future, even in the absence of changes in extreme weather, because global sea-level rise is projected to reverse the current falling trend of relative sea level in the Gulf of Finland by the middle of this century.²⁴



Figure 3. The market square in central Helsinki flooded on 5 January 2005.
(Photo: Mikko Sane)

In the Extreme Flood Project, the Regional Environment Centres made flood damage estimates for almost 400 risk areas. According to these estimates, the sum of damage costs of extreme floods occurring in all risk areas of the country would be around 550 M€. However, the probability of such extremes occurring everywhere in the country during a single year is extremely low. Divided according to various human activities, 52% of the damage could be expected to be caused to buildings, 20% to industry, 17% to agriculture, 6% to roads and bridges, 3% to forestry and 2% to public services.²¹

Strong winds are another weather phenomenon that can incur significant damage to infrastructure and the economy. The occurrence of wind damage to forests is closely related to a combination of high wind-speeds, stand maturity (i.e. height of trees) and forest management²⁵. The risk is greatest in stands adjacent to newly clear-felled or recently thinned areas. It is further enhanced if soils are unfrozen and wet, in early spring and late autumn. A mean wind-speed of more than 15 m s^{-1} gusting to 30 m s^{-1} appears to be the threshold for the occurrence of wind damage, with major damage occurring somewhere in Finland approximately every two to three years.

Winds are the most severe climatic threat for electricity distribution lines, usually due to windthrow of trees²⁶. For example, the so-called "Rafael-storm", on 22-23 December 2004, incurred damage costs of about 5 M€ for Fortum Distribution. The amount of standard compensation paid to consumers was about 1.5 M€. Though similar losses can also be expected to occur in the future, climate model simulations do not show any significant trends in projected wind velocities (see section 2). On the other hand, a lengthening period of unfrozen soil as well as enhanced growth of trees in a warming climate may exacerbate problems of windthrow regardless of changes in wind-speed.

²⁴ Johansson M.M. et al. 2004. Scenarios for sea level on the Finnish coast. *Boreal Environment Research* 9:153-166.

²⁵ Kellomäki, S. et al. 2005. Adaptation of forest ecosystems, forests and forestry to climate change. FIN-ADAPT Working Paper 4, *Finnish Environment Institute Mimeographs* 334, Helsinki, 44 pp.

²⁶ Kirkinen, J. et al. 2005. Impacts on the energy sector and adaptation of the electricity network business under a changing climate in Finland. FINADAPT Working Paper 10, *Finnish Environment Institute Mimeographs* 340, Helsinki, 36 pp.

8 Ecosystem services are estimated to show both adverse and beneficial effects of climate change

Ecosystem services in Finland, including forests, agriculture, biodiversity and water resources, are sensitive to climate. Their estimated responses to projected changes in climate offer opportunities as well as posing risks and challenges.

Increasing impacts on biota can be expected in the future under a changing climate, including disintegration of current communities and reconstruction of new assemblages of species²⁰. An increase in the number of new species currently having a more southern distribution is expected, in most cases forming new mixture assemblages with the resident species. Species currently having a northern distribution, particularly those in alpine habitats, will suffer. The timberline will probably shift northward, though reindeer overgrazing may present a counteracting force in some regions, possibly leading to shrinkage in the total area of mountain birch forest ecosystems. The hydrological status of some mire types may change, and palsa and aapa mires may suffer. Areas of open habitats (alpine heaths, open mires) will decline. The tree species composition in forests will change and deciduous trees will become more common (see below). In combination with increasing primary productivity, this suggests changes in forest biodiversity. Productivity in aquatic systems will also increase as the ice-free periods become longer. Algal blooms may become more frequent, and some fish species, particularly salmonids could suffer.

An increase in ambient temperatures will extend the growing season for agriculture, allowing the cultivation of crop types and varieties with higher crop potential²⁷. Under most climate projections, by the second half of this century new crop plant species such as grain maize could become viable and might be taken into cultivation. Overwintering plants, fruit trees and bushes, could also benefit from climate change. A longer pasture season, with cheaper and more plentiful feed, could also bring economic benefits for animal husbandry.

Higher growing season temperatures accelerate the development of determinate²⁸ crop plants, such as cereals, leading to premature ripening of grain and lower yield of present-day cultivars. This effect can be offset by substituting longer-season varieties. It is further compensated by the positive effects on growth and water use of higher atmospheric CO₂ levels. In contrast, plants with an indeterminate growth habit, such as grass, potato and root crops, will probably benefit significantly from the longer growing season, through increased and more reliable yields. However, in the absence of irrigation, moisture stress could become an increasing constraint on growth in southern Finland.

The most significant problems created by climate change for crop production are pests, pathogens and weeds. With longer growing seasons and higher winter temperatures, pests can be expected to extend their range northwards, to overwinter more successfully and, in some cases, to produce more generations each year. Pathogens and weeds also favour wet and warm conditions. The quality of surface waters and

²⁷ Hildén, M. et al. 2005. The practice and process of adaptation in Finnish agriculture. FINADAPT Working Paper 5, *Finnish Environment Institute Mimeographs* 335, Helsinki, 28 pp.

²⁸ *Determinate* plants develop through a pre-determined set of stages, from germination through to ripening and senescence, each with its own environmental requirements. *Indeterminate* plants continue to grow for as long as the environmental conditions are favourable.

groundwater could also be affected, as higher rainfall in the winter may cause problems with leaching of nutrients unless counter-measures are taken.

In southern Finland, climate change may create an environment that is suboptimal for Norway spruce, the growth of which could decline throughout southern and central parts of the country (Figure 4)²⁵. The dominance of Scots pine may increase on less fertile sites currently occupied by Norway spruce. Birch may also compete with Scots pine at these sites, and the dominance of birch may increase. These changes in growth and tree species composition have a negative effect on the total growth locally, but nationwide the total growth is estimated to increase by 44% under the FINADAPT scenario giving the largest climate changes (Retrenchment – A2), with an increase of 82% in the sustainable total cutting removal over the country.

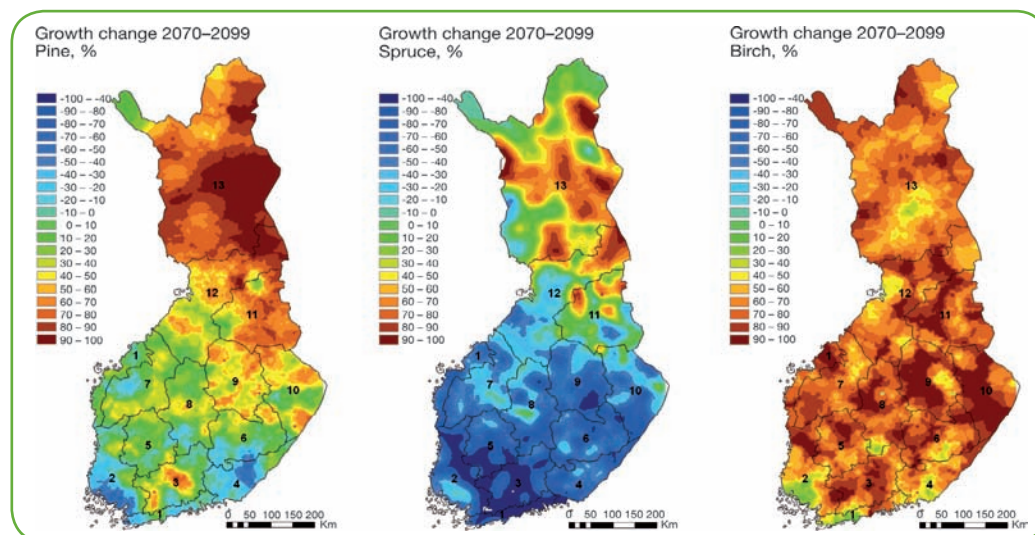


Figure 4. Modelled changes in growth of different tree species by 2070-2099 under the A2 (Retrenchment) scenario. Numbers on Figures refer to Forest Centres.²⁵

The most important effect of climate change on hydrological regimes in Finland is the change in seasonal distribution of runoff²¹. Winter runoff is expected to increase considerably due to an increase in snowmelt and rainfall, while spring floods are estimated to decrease in southern Finland. In northern Finland, spring floods are expected to increase during the next few decades due to increased snowfall, but then to decline over the longer term with continued warming. Yearly runoff is estimated to change by between -5% to +10%. Decreases are predicted for catchments with a large lake surface, which enhances lake evaporation; increases are through winter runoff. Extreme runoff events are projected to be more frequent due to increases in maximum precipitation of up to 40-60 %. In winter, excess water from snowmelt along with increased mean precipitation will demand better flood protection, with the large lakes in central Finland – Saimaa, Päijänne and Näsijärvi – as well as numerous other lakes all susceptible to increased flooding.

A likely benefit of enhanced winter runoff is an increase in the potential for hydro-electric power generation²⁶. Annual hydro-power production is currently about 14 TWh. Recent estimates assuming two alternative climate scenarios, suggest that power production could increase between 1961-1990 and 2021-2050 by 7% or 11%, findings that are consistent with earlier work. Increases are also projected for Sweden and Norway, though estimates vary according to the climate scenarios applied and the time horizons and regions considered. However, annual variations in inflow to hydro-power plants may also increase, especially in southern Finland, where snow cover will diminish and the time of maximum runoff may shift from spring to autumn in some rivers.

9 Climate change presents risks and benefits for infrastructure and human well being

A changing climate poses risks for the built environment, infrastructure and human well being in Finland. There are also potential benefits to be gained.

Urban areas contain many service systems that are needed in a modern society: various traffic routes and facilities, energy and communication networks, water and sewerage pipelines, parks, green areas and water features²³. These can be strongly affected by changes in temperature, wind, heavy rainfall, flooding and other impacts. For instance, projected precipitation increases may cause the groundwater level to rise, lowering soil strength but increasing the risk of surface erosion and flooding of low lying buildings and structures.

The human health study identified thermal thresholds for mortality in Finland, either side of which mortality increases (Figure 5)²⁹. The shape of this curve is mirrored in other parts of the world, but the optimum thermal thresholds for minimum mortality vary between populations and geographical areas. In the Mediterranean countries the threshold varies between +22 and +25 °C. In Finland, where the national mortality minimum occurs at about +14°C, there are also regional variations, with a lower threshold in the north than the south.

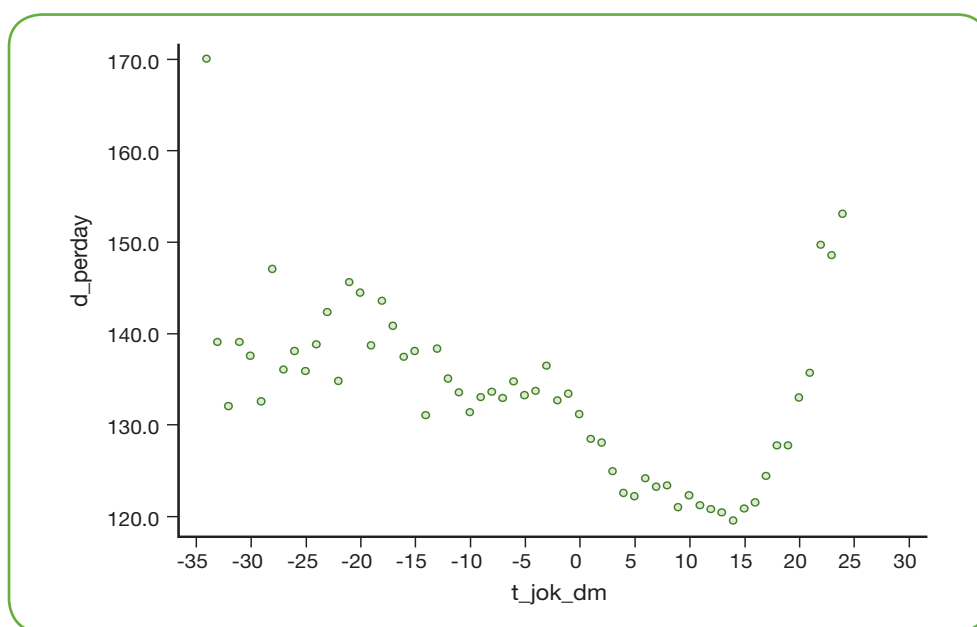


Figure 5. Daily mortality in Finland (labelled d_perday) in relation to mean daily temperatures at Jokioinen (d_jok_dm) during 1971-1997.²⁹

²⁹ Hassi, J. and Rytönen, M. 2005. Climate warming and health adaptation in Finland. FINADAPT Working Paper 7, Finnish Environment Institute Mimeographs 337, Helsinki, 22 pp.

Seasonal variations in climatically extreme weather events, including extensive cold and heat, can have profound effects on human health. Populations in warmer regions tend to be relatively more sensitive to low temperatures, and populations in colder climates relatively more sensitive to heat. There are clear increases in mortality in Finland when daily average temperature remains above +20 °C for 1-2 weeks. It is estimated that the heat-wave in 1972 caused 800 premature deaths in Finland, and heat-waves in 1973, 1988, 1995 and 1997 also resulted in additional mortality. In fact, heat-related mortality rates have dropped from 1.5–2.3% of annual deaths in the 1970s to about 0.2–0.4% today, but the reasons for this have not been investigated.

Overall, anticipated warming up to 2050 is not expected to pose significant new health risks for the Finnish population. Heat-related mortality and morbidity will be increased slightly; correspondingly, wintertime mortality and morbidity will decrease under warming. These potential effects also need to be considered in the context of altered requirements for space heating (reduced) and cooling (enhanced) as noted in the energy study²⁶.

10 There are large uncertainties in the potential costs of future climate change impacts and adaptation measures

There are large uncertainties in the potential costs of future climate change impacts and adaptation measures. Preliminary estimates of the aggregate economic impacts of climate change to gradual mean climate change in Finland suggest that impacts may be slightly positive on average for the 21st century. However, these results could change markedly if the negative consequences of extreme weather and climate events or market volatility are included in the estimates.

A preliminary indication of the order of magnitude of the costs and benefits of climate change for Finland has been carried out in FINADAPT through discussions with consortium partners as well as reference to the published literature³⁰. Any conclusion regarding the economic effects of climate change should be interpreted with caution, however, realising that there are large uncertainties and gaps in knowledge about various effects at different scales ranging from local to national, not to mention the international effects of climate change on the Finnish economy.

From a domestic economic viewpoint, the impacts of climate change on Finland are probably rather modest and in aggregate could even be slightly positive on average for the 21st century, provided that climate change does not cause abrupt, non-linear events such as disruption of the Atlantic thermohaline circulation (see section 2). The order of magnitude of the aggregate effect amounts to less than a 0.1% change in GDP. The extent to which benefits can actually be exploited and costs attenuated will often depend on public and private policies outside the realm of climate policy. Examples are agricultural policy, forest policy, and urban and national spatial planning policy.

Sectors in Finland that could gain from climate change are the forest sector and agriculture. In all likelihood, reductions in demand for heating outweigh the increases in the demand for cooling, and consequently energy end-users will benefit from this, though energy companies could experience some loss of income. Furthermore, the potential for the generation of hydroelectric power at existing facilities will grow to some extent, in common with other Nordic countries. With warmer summers and reliable winter snow cover in northern regions, Finland may become more attractive as a tourist destination than some other parts of Europe in which conditions are expected to deteriorate (e.g. due to excessively high summer temperatures and water supply problems in southern Europe, or poor Alpine snow conditions)³¹. Commercial tourist and outdoor leisure services could hence benefit from some growth in foreign visitors as well as from greater participation by the domestic population. However, an increase in domestic demand actually represents a cost to consumers.

Assessments of the economic impacts of future climate change on other sectors do not yet exist, but some indications of the order of magnitude of a portion of the costs are available. For instance, the levels of additional costs anticipated for the construction, maintenance and repair of buildings and transport infrastructure appear to be manageable at about 10-20 M€ per year during the early decades of the 21st century, with some growth over the following decades.

³⁰ Perrels, A. et al. 2005. Appraising the socio-economic impacts of climate change for Finland. FINADAPT Working Paper 12, *Finnish Environment Institute Mimeographs* 342, Helsinki, 30 pp.

³¹ Sievänen, T. et al. 2005. Nature-based tourism, outdoor recreation and adaptation to climate change. FINADAPT Working Paper 11, *Finnish Environment Institute Mimeographs* 341, Helsinki, 46 pp.

Volatility in the effects of climate change over time is probably much more important than calculated (theoretical) average, incremental effects. A sequence of negative climate change impacts within a short time span could test the resilience of several sectors or even of the socio-economic system as a whole, if not nationally then at least locally. As well as domestically, volatility may also be felt through effects on foreign trade. "Imported" economic effects might even be larger than domestic ones.

11 Autonomous adaptation refers to standard methods of coping with climatic variability, but may be insufficient for coping with climate change

Autonomous adaptation to climate variability and change is an ongoing process and can be expected to have a continuing important role in the future. However, future climate changes may exceed the coping range for some systems and activities, and research is urgently required to understand both the processes and tolerance limits of autonomous adaptation.

Autonomous or spontaneous adaptation involves adjustments that take place, invariably in reactive response to climatic stimuli, as a matter of course, without the directed intervention of a public agency. The concept encompasses both natural (ecological) adaptation (e.g. migration of plant species in response to a shift of climatic zone) and human responses (e.g. installing air conditioning systems to maintain human comfort during heat-wave conditions).

Many components of the Finnish biota may have a relatively good adaptive capacity, but some habitats may be sensitive, e.g. alpine nature types or northern palusa and aapa mires. The resilience of northern oligotrophic³² waters is also low. Large uncertainties exist concerning the abilities of species to shift northwards under a changing climate, although Finnish landscapes are not as fragmented by human activities as some areas further south in Europe. A thorough sensitivity analysis for rare and threatened species and nature types would be of great value, as well as an assessment of protected areas and their management for the likely effects of climate change. Many actions suggested in the National Adaptation Strategy include win-win measures that will potentially enhance autonomous adaptation. Some examples include: reducing human-induced stress on nature by controlling land use and reducing environmental pollution; accounting for valuable habitats and farmland biotopes in forest and agricultural management; and controlling and preventing the spread of invasive alien species. The biodiversity considerations of these measures should be studied in more detail.

For farmers, an example of autonomous adaptation to climate change is their response to an earlier and longer growing season (see section 5). Generally farmers start to work in the fields as soon as they are in a suitable condition for tilling and cultivation. However, sowing dates of cereals during the last four decades have changed little, despite warming of climate during this time. In contrast, sowing dates of potato have become earlier with time (Figure 6). This may be due to risks connected with earlier sowing of cereals (night frosts), while potato cultivation technologies have developed so that these risks can be controlled (e.g. growth under gauze), and also because of the additional profit that can be made with early yielding potatoes.

Recreational behaviour is likely to change significantly in winter in southern Finland, as an autonomous adaptation to diminishing snow cover³¹. This could involve selecting from a number of alternative options such as shifting to activities which are less sensitive to weather conditions, travelling to more distant locations, or investing in new types of (high-tech) recreational equipment that can be used in the changed climatic conditions. The participants themselves will therefore incur a cost, but others could be expected to gain (e.g. equipment manufacturers, northern resorts) and

³² Waters with low productivity, deficient in plant nutrients.

some entrepreneurs already have experience of adaptation to recent climatic variations (Figure 7).

Policy makers are challenged to provide a policy environment within which autonomous adaptation can operate effectively. If policies are too rigid, then this may stifle experimentation (e.g. a switch from food crops to biofuels) or entrepreneurial activity (e.g. to offer substitute winter recreational activities in the absence of snow). In the worst cases, ill conceived policies may lead to maladaptation.

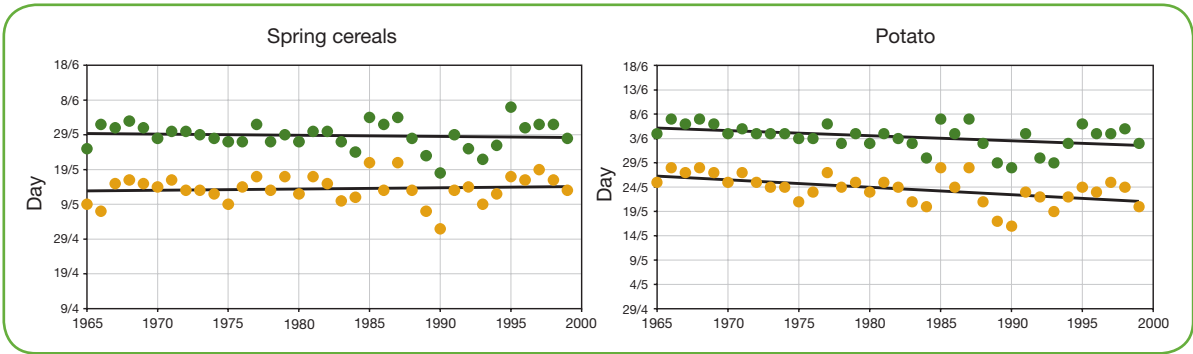


Figure 6. Change in timing of sowing for cereals and potato in Finland. Upper lines are fitted through the latest sowings; lower lines the earliest sowings.²⁷

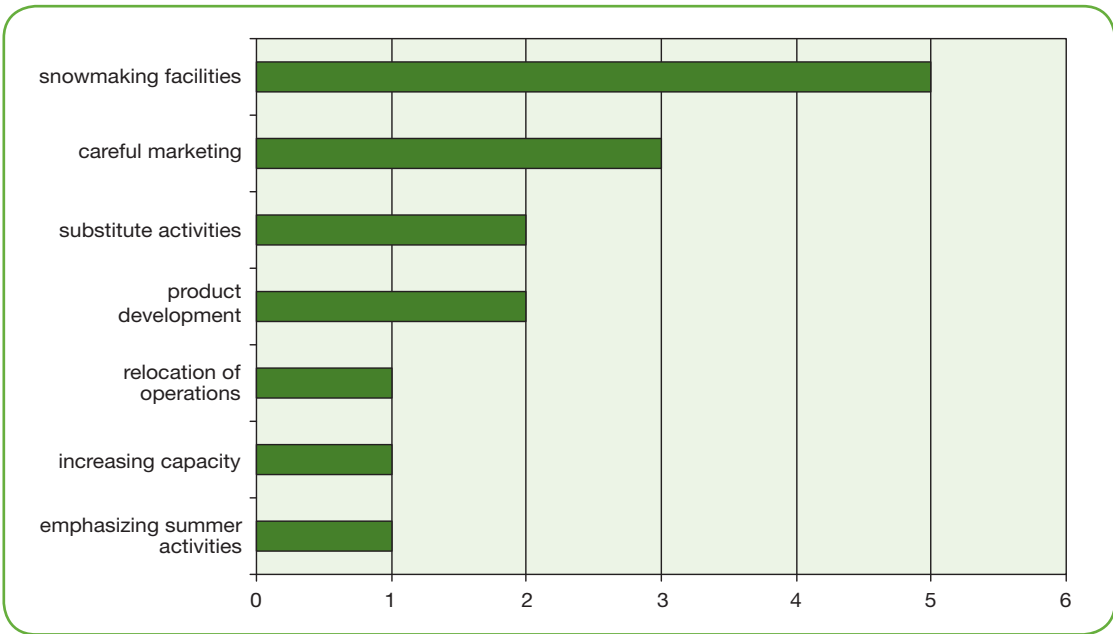


Figure 7. Adaptation methods in use to cope with climatic variation in northern Finland³¹.

12 Planned adaptation, through policy decisions, will be essential to cope with increased climate-induced risks and can be cost effective if implemented before major damage occurs

Planned adaptation to climate change will be essential in many sectors to account for increased risks of damaging impacts such as floods, droughts, windstorms and heat-waves. Anticipatory measures are likely to be more cost effective than reactive measures, and the urgency of these actions will be determined by the degree of exposure to damaging climatic conditions and the lead time required for planning and implementation of necessary measures.

Planned adaptation refers to adaptation that is the result of a deliberate policy decision, based on an awareness that conditions have changed or are about to change and that action is required to return to, maintain, or achieve a desired state¹². One issue for which intervention is likely to be required is the maintenance of biodiversity. The FINADAPT results reinforce the measures already suggested in the Strategy document, like evaluation, development and monitoring of the extent of the network of protected areas and maintenance of biodiversity rich habitats. It goes further, however, in suggesting that the use of ecological corridors and management of areas outside protected areas could enhance the possibilities for species to migrate to new areas. However, there is an urgent need for research into the effectiveness of such measures as well as a more thorough evaluation of the goals of habitat management in the context of climate change.

Predicted changes in water resources, particularly an increase in the total amount of water, reduced or earlier spring flooding and less predictable floods, will cause pressures on regulation practices²¹. In a typical hydropower and flood protection-oriented regulation, the water level is raised in autumn in order to gain larger hydropower production during winter and lowered before the spring flood to avoid flood damage. Figure 8 shows an example of a regulated lake where the upper limit (black line) of an old regulation permit is already frequently overtopped. Similar problems are expected in many areas, and it can be roughly estimated that more than half of the regulation projects will need revisions.

In the agricultural sector there is likely to be a need for public investments that extend beyond the normal capacity of individual farm operations, in order to minimise losses and capitalise on new opportunities brought by a changing climate²⁷. These include: water management and drainage of fields, enhanced and expanded irrigation systems on horticultural farms, altered agricultural equipment and infrastructure, including buildings, new agricultural technology, long-term plant breeding and reforms to agricultural policy.

Anticipatory planned adaptation is needed by the public sector bodies providing recreation opportunities as well as by private entrepreneurs³¹. Providing cross-country skiing opportunities close-to-home is a particular challenge for municipalities in southern Finland. As natural snow conditions deteriorate, sports clubs and private enterprises are likely to provide fee-based skiing opportunities on artificial snow. In Northern Finland, the warming climate may even increase demand for skiing opportunities, and for skiing tourism services. In the short term, this may have a positive impact on the tourism industry and regional economy, but over the long term, as the number of skiers declines, demand may begin to diminish.

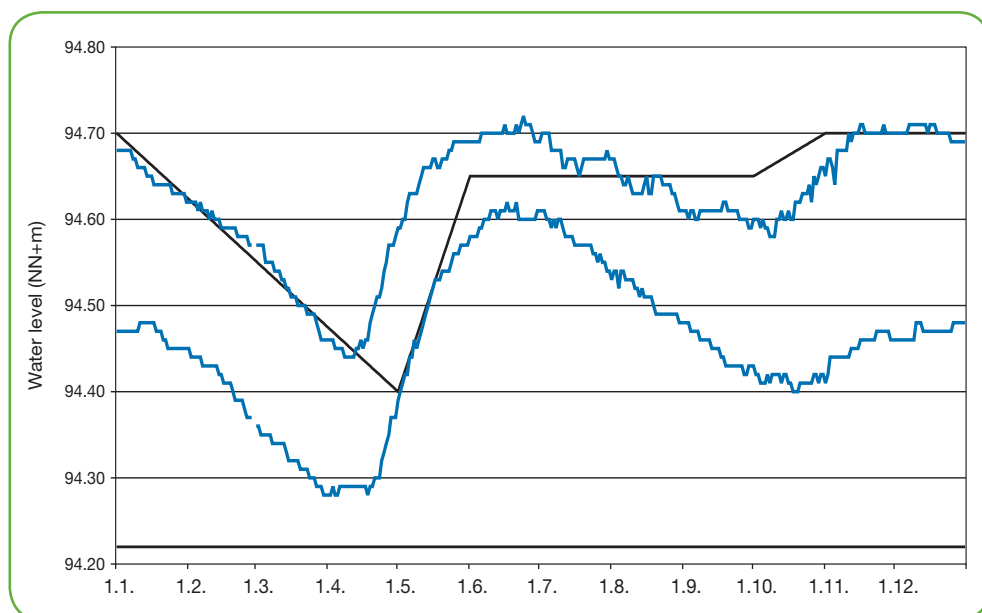


Figure 8. Lake Puula: regulation limits (black) and seasonal variation in water level (25% and 75% fractiles based on observations during 1964-2003 – blue)²¹.

There may also be obstacles to the implementation of planned adaptation. For example, present-day risk-based planning instruments to address future flood risk are poorly developed³³. Instruments that provide information beyond simple hazard mapping (showing areas potentially affected by extreme weather), such as flood risk mapping (showing what values are at risk) and regional risk management plans need to be developed in accordance with the upcoming EU floods directive. This work has recently been taken forward by the University of Turku-led EXTREFLOOD project³⁴. More generally, adaptation issues should be incorporated in environmental impact assessment procedures and strategic environmental assessments (SEAs).

³³ Peltonen, L. et al. 2005. The challenge of climate change adaptation in urban planning. FINADAPT Working Paper 13, *Finnish Environment Institute Mimeographs* 343, Helsinki, 44 pp.

³⁴ Several new projects focusing on flood risk have recently been initiated in the Climate Change Adaptation Research Programme (see note 17).

13 Some management strategies serve both adaptation and mitigation goals

Some policies and strategies can be designed to serve both adaptation and mitigation goals, whilst also fulfilling other sustainability criteria.

Land management is a prime example of an activity in which multiple objectives are commonly pursued. For instance, ecophysiological modelling studies in FINADAPT have explored the triple goals of optimising the stocking of suitable tree species, sequestering carbon and maintaining suitable conditions for promoting biodiversity (e.g. through decaying wood – Figure 9)²⁵.

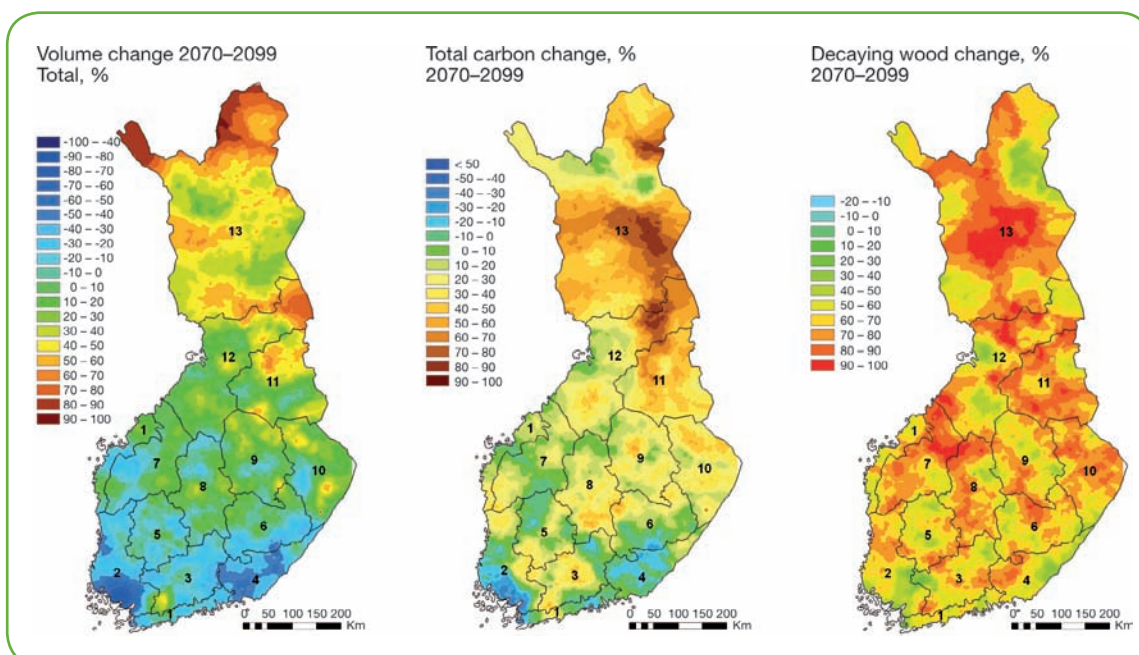


Figure 9. Simulated change by 2070-2099 relative to 1971-2000 in stocking volume (left), carbon in the forest ecosystem (centre) and the amount of decaying dead wood (right) under the A2 (Retrenchment) scenario.²⁵

14 Awareness is vital for adapting to climate change

Awareness is a vital component of adaptive capacity to climate change. Of the respondents to a questionnaire survey of stakeholders identified as likely to be affected by climate change, only about one-third consider climate change in their plans and programmes, and less than two-thirds of these address adaptation. Half of all those surveyed believed that the adaptation measures undertaken in Finland, to date, are insufficient.

Stakeholders are important actors in adaptation. They are individuals and groups who have the current and past experience of coping with and adapting to climate variability and extremes. Analysing the capacity of stakeholders to cope with and adapt to climatic events is fundamental to characterising current and possible future vulnerability. Understanding the role of stakeholders in the decision-making process will assist in implementation of adaptation policies³⁵.

Several studies in FINADAPT solicited stakeholders' opinions on the role of climate change adaptation in their planning and operations and on their requirements for information. For example, nature-based tourism entrepreneurs who were interviewed in the Lake District of eastern Finland, which is reliant on summer tourism, considered climate change to be a positive factor for business³¹. On the other hand, entrepreneurs interviewed in Northern Finland, which is dominated by skiing and other snow-related tourism, had a more negative view. Overall, there was scepticism towards the factual basis for global climate change, which may explain the paucity of adaptation plans.

A general, internet-based questionnaire was sent to more than 1100 persons representing potential users of climate change information from national, regional and local government, public utilities, the private sector, central organisations, non-governmental organisations, and higher education and schools³⁶. The questionnaire comprised 21 questions on stakeholders' general perceptions about climate change, its potential impacts and their significance, current preparedness, coverage of climate change issues in current plans, the need to respond and the measures required. The response rate was 47%, with more than 60% of the respondents from Southern Finland, 16% from Western Finland, 8% from Eastern Finland, 8% from Oulu province and 6% from Lapland. Some key findings include:

- The great majority of respondents agreed with the statement that climate change is caused by human actions and almost as many thought that the climate has already changed.
- More than half of respondents reported that their organisations do not take climate change into account in their operational plans, while 37% of the plans covered climate change issues. Of these plans, 41% dealt with both mitigation and adaptation, 32% treated only mitigation issues, and 23% only adaptation. 4% could not be categorised under either mitigation or adaptation.

³⁵ Conde, C. and Lonsdale, K. 2005. Engaging stakeholders in the adaptation process. In: B. Lim et al. *Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures*. UNDP, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 47-66.

³⁶ Kankaanpää, S. et al. 2005. Stakeholder perceptions of climate change and the need to adapt. FINADAPT Working Paper 14, *Finnish Environment Institute Mimeographs 344*, Helsinki, 36 pp.

- Reindeer husbandry and nature conservation were the sectors estimated to be the least capable of adapting to climate change of those listed in the survey.
- A large majority of stakeholders considered that the agriculture, forestry, energy, transport and health sectors were quite capable of coping with changing climate. However, almost one fifth of respondents also thought that the capacity of the forestry sector is fairly poor in adapting to changes in climate.
- Most of the respondents considered global impacts of climate change to have significance for their sector, citing in order of importance costs, energy demand, domestic production, demand for goods and services, supply of goods and services and maintenance of security.
- The most important requirements for information on climate change issues selected by respondents from a list were: climate change impacts on Finland, probabilities of occurrence of extreme events, uncertainties of estimates and regional impacts (Figure 10).
- Half of the respondents thought that measures taken so far in Finland to adapt to climate change have not been sufficient, while only a quarter considered the actions adequate.

The urban planning study identified some obstacles to awareness among planners, related to lack of climatological and hydrological training, a perception of climate change as a long-term problem and marginal compared to immediate socio-economic problems, and ambiguities at ministerial level between mitigation and adaptation in providing guidance for planners³³. It is suggested that a powerful way of communicating the impacts of climate change is through familiar events, such as recent floods or storms. The authors of the study recommend that the issue of adaptation be taken up at all levels of spatial planning, including its incorporation in environmental impact assessment and strategic environmental assessment processes. This way awareness will be raised and co-operation between various actors engaged in spatial planning will be improved. They make a plea for regional, integrated studies of climate change impacts and adaptation, rather than the conventional sectoral treatment, which has caused some institutional hindrances to adaptation following past climate extreme events.

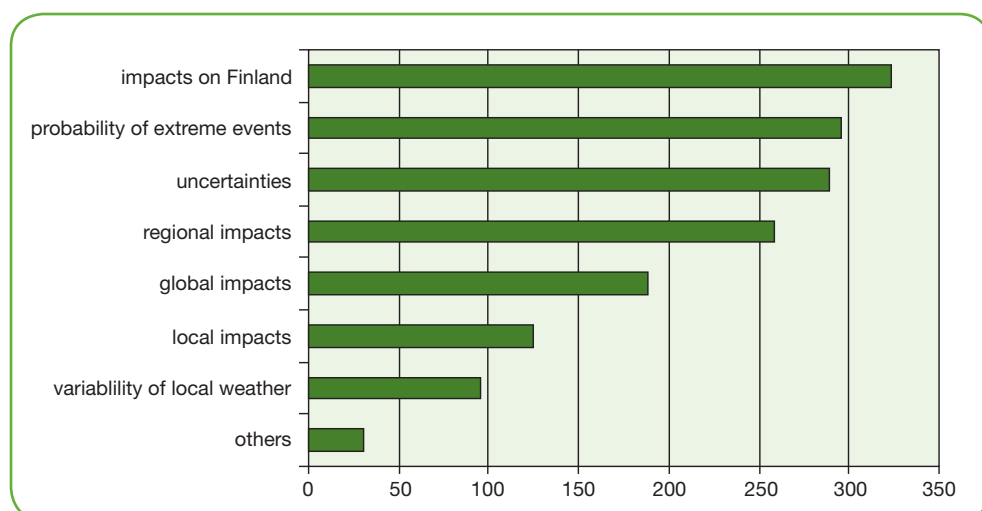


Figure 10. Information needs on climate change selected by respondents to the FINADAPT questionnaire.

15 There are many gaps in knowledge about adaptation to climate change, and research is needed to guide policy makers in selecting the most appropriate strategies for Finland

A primary objective of FINADAPT was to identify some of the main research gaps and indicate where research efforts could be profitably directed in the future. We conclude that research is required in the following areas: methodological development, monitoring and indicator studies, empirical research, field and experimental research, scenario development, predictive modelling, economic costing, integrated assessment, impacts of extreme weather events, modification of existing measures, testing and evaluation of adaptation measures, and “no regrets” adaptation.

There are some *methodological developments* that would enhance adaptation research. A priority issue for operational management is the need to develop practical guidelines for adapting to climate change in Finland. General guidelines are gradually being produced at national³⁷ and international³⁸ levels, but more specific guidance, tailored for stakeholders from different resource sectors in a national setting, will also be needed. For example, Table 2 is one of a series of tables presented in the forestry study that is designed to offer a framework to guide adaptive management. More generally, studies need to be conducted at multiple scales, both to retain a connection with the wider perspective, while allowing for detailed case studies that examine basic processes of adaptation. Strong stakeholder participation in adaptation research will help to ensure that studies are relevant and that the information generated is intelligible. Many projects stressed the need for more active international co-operation, in part to be able to link changes in Finland to concurrent changes elsewhere (e.g. in the context of world trade, regional resource availability, migration flows and international regulations and directives).

It is only through *monitoring and indicator studies* that environmental changes can be identified and tracked over time. Some suggested themes for research include the development of national monitoring systems for biodiversity, for migratory pests and pathogens, for detecting climate change impacts on forest productivity, and for recreational behaviour (including regular inventories).

Many studies identify a need for intensified *empirical research* focusing on the process of adaptive response to present-day climatic variability. In the area of human health, improved epidemiological knowledge of both the direct and indirect health impacts of climate variability and extreme weather events are emphasised. Survey methods are advocated for studying the behaviour of different actors in responding to changing conditions (e.g. in studies of recreational behaviour), or responding to extreme events (e.g. by enhancing the documentation of such events and their outcomes).

Field and experimental research is also required to enhance knowledge about basic natural processes in the environment. For instance, studies of regeneration, growth, mortality and natural adaptation in forests, along with studies of potential pest and disease organisms. To date, there has been little work in Finland on the implications

³⁷ Willows, R. and R. Connell, 2003. *Climate Adaptation: Risk, Uncertainty, and Decision-making*. UKCIP Technical Report, UK Climate Impacts Programme, Oxford, 154 pp.

³⁸ UNDP, 2005. *Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures*. Lim, B. et al. (Eds). Cambridge University Press, 258 pp.

Table 2.
Assessment of the need for adaptive management in boreal forests²⁵.

Topic area	Description of factors affecting the need for adaptive management
Climate change and climate variability	Higher temperatures and precipitation, with shorter duration of snow cover and soil frost, increasing risk of local thunder storms with high winds, increased risk of heavy snow fall with wet snow, wetter soils with lower carrying capacity.
Impacts and climate sensitivities	Enhanced regeneration and growth, increased dominance of deciduous species, thereby reducing fire risk, increased risks of wind and snow damage, enhanced risk of insect and pathogen damage, enhanced input of carbon in soils, enhanced decomposition of soil organic matter.
Capacity to adapt autonomously	Mainly native tree species are used, with large genetic variability to acclimate forests to elevating temperature and high variability in temperature. Enhanced seed production and success of natural seeding even in commercial forests, where two-thirds of the regeneration occurs by natural regeneration (seed tree and shelterwood methods). Enhanced forest productivity, with higher turnover of carbon in forest ecosystems. However, the low supply of nitrogen may limit the enhancement of growth, which is the highest in the northern part of the boreal forests. Currently, trees are well adapted to the local insects and pathogens, with low frequency of major outbreaks of insects and pathogens. The risk of the invasion of alien species and the invasion of the local species further north may increase the risk of the major outbreaks of damaging insects and pathogens. Increased risk of wind and snow damage, with possible enhanced susceptibility to biotic damage.
Vulnerability	Increased competition capacity of deciduous species may alter the species composition. Timber line may move northwards and to higher altitudes, with a disappearance of the current timber line forests. Enhanced growth rate may reduce the timber quality (branchiness, wood density, fibre length). Likely increase of abiotic and biotic damage may result in major losses in the quantity and quality of timber, which may mean an increase in unscheduled cuttings and management. Reduced soil frost along with higher precipitation will reduce the carrying capacity of soils, with problems in harvesting and transportation of timber.
Need for planned adaptation	Control of tree species composition to meet the future needs and expectations. Modifications of thinning practices (timing, intensity) and the rotation length to meet the enhancement in the increasing growth and turnover of carbon, to maintain high quality of timber, and to increase the resistance of forests to abiotic and biotic damage. Maintain infrastructure for forestry and non-timber forest production.

of climate change for groundwater, incorporating hydrological, chemical, biological and geological processes.

The role of *predictive modelling* is given prominence in some of the studies. For instance, in forestry there is need to interface weather statistics, climate scenarios, forestry statistics and ground-truth data with process-based ecological simulation models in order to determine the impacts of environmental change. Models with direct application in industry, such as for forest management and wood quality, also require development and interfacing with ecophysiological models. Modelling of climate change impacts on ecosystem functioning and species responses is only beginning to gather momentum in Finland, and needs urgent attention, especially in relation to the siting of protected areas.

Scenario development was identified as a key activity by some projects and by many stakeholders. The need for downscaled scenarios at the scale of protected areas is

emphasised in relation to modelling of biodiversity; regionalised climate scenarios are also required for tourism and recreation, both for predicting future changes in conditions for recreation and also for informing the tourism industry about prospective changes. One of the top priorities identified under this heading, and common to all studies in FINADAPT, is for estimation of future changes in extreme weather events and their associated probabilities.

The *economic costing* of climate change adaptation is one of the key new areas of research that deserves special and urgent attention. In order to provide useful information for economists to work with, it is important that impact assessments be conducted in all sectors and in such a way that within a few years reasonably adequate data on economic effects can be provided. Some studies were able to provide estimates of the damage of recent extreme climatic events, but the procedures used to document these need to be improved. There is scope for exploring different methods of analysing costs and benefits, and applying these in connection with evaluating alternative adaptation measures. There is also merit in examining the economic implications of land use change. The whole area of risk management could be enhanced by involving the financial and insurance sectors, and at the macro-economic level, a systematic treatment of risk and uncertainty deserves careful attention. In this context, it would be challenging, but instructive, to initiate an economically sound elaboration of the concept of Tolerable Windows/Safe Landing³⁹.

The need for *integrated assessment* is stressed repeatedly in the FINADAPT reports. Integration is encouraged both within sectors (e.g. studies applying consistent and comparable scenarios are recommended across the whole energy sector; linkages are encouraged between the biophysical and socio-economic aspects of both agriculture and forestry), and particularly between sectors. The Adaptation Strategy document is organised sectorally, in line with the conventional areas of responsibility of ministries, but this poses problems for treating spatial and land use issues such as planning, which impinge on landscape features, actors, institutions and regulations relevant to different sectors. Furthermore, the preliminary economic assessment conducted in FINADAPT is an initial attempt to quantify economic costs across different sectors, and the need to extend this to the interaction of different policy areas is emphasised. Various other important cross-linkages need further exploration, for example water availability for irrigation or the economic, cultural and health implications of changing recreational behaviour.

More research effort is needed to quantify the *impacts of extreme weather events* in all sectors, and especially their trickle down effects on the economy. Recent attention has also been focused on integrating studies of abrupt climate change⁴⁰ with more conventional assessments of gradual changes in climate.

Adaptation to climate change may require new research into the *modification of existing measures* designed to cope with climatic variability. Some examples include: advances in silvicultural management for forests; re-assessment of the management methods of protected areas for biodiversity; improved regulation of reservoirs; management of macrophytes and mass removal of cyprinids to counter the unfavourable effects of climate change on Finnish lakes; development of sustainable road maintenance techniques considering climate change (monitoring and prevention of icing); improvement of building regulations concerning climate-induced hazards; and technical solutions that improve reliability to the electricity network system.

³⁹ The main objective of these approaches is to constrain greenhouse gas emissions within bounds ("guardrails" defining the tolerable window) that avoid inducing a critical climate change (defined according to an impact criterion) while at the same time not exceeding a critical cost of mitigation. For more information, see: Toth, F.L. 2003. Climate policy in light of climate science: the ICLIPS project. *Climatic Change* 56: 7-36.

⁴⁰ Large-scale bifurcations of the climate system (see section 2)

The *testing and evaluation of adaptation measures* prior to their adoption is an obvious requirement entailing a research component. Examples include: the selection of ecological corridors for species migration, assessment of the capability of annual crops to adapt to a longer growing season, and evaluation of the demand for modifications to drainage infrastructure.

Finally, it would be of interest to examine further the concept of “*no regrets*” *adaptation*. In the health report it is pointed out that measures identified in any climate change health impact assessment will be of importance regardless of future climate change (“no regrets”). In other words, the work to develop adaptation strategies should be considered beneficial, even if climate change scenarios and their projected health impacts were to prove inaccurate.

Appendix

List of FINADAPT publications⁴¹

FINADAPT Working Papers

- Carter, T.R. & Kankaanpää, S. (Eds). 2004. Adapting to Climate Change in Finland: Research Priorities. Proceedings of the FINADAPT seminar, Finnish Environment Institute (SYKE), Helsinki, 14 November 2003. FINADAPT Working Paper 1, Finnish Environment Institute Mimeographs 318, Helsinki, 42 pp.
- Carter, T.R., Jylhä, K., Perrels, A., Fronzek, S. & Kankaanpää, S. 2005. FINADAPT scenarios for the 21st century: alternative futures for considering adaptation to climate change in Finland. FINADAPT Working Paper 2, Finnish Environment Institute Mimeographs 332, Helsinki, 42 pp.
- Pöyry, J. & Toivonen, H. 2005. Climate change adaptation and biological diversity. FINADAPT Working Paper 3, Finnish Environment Institute Mimeographs 333, Helsinki, 46 pp.
- Kellomäki, S., Strandman, H., Nuutinen, T., Peltola, H., Korhonen, K.T. & Väisänen, H. 2005. Adaptation of forest ecosystems, forests and forestry to climate change. FINADAPT Working Paper 4, Finnish Environment Institute Mimeographs 334, Helsinki, 44 pp.
- Hildén, M., Lehtonen, H., Bärlund, I., Hakala, K., Kaukoranta, T. & Tattari, S. 2005. The practice and process of adaptation in Finnish agriculture. FINADAPT Working Paper 5, Finnish Environment Institute Mimeographs 335, Helsinki, 28 pp.
- Silander, J., Vehviläinen, B., Niemi, J., Arosilta, A., Dubrovin, T., Jormola, J., Keskisarja, V., Keto, A., Lepistö, A., Mäkinen, R., Ollila, M., Pajula, H., Pitkänen, H., Sammalkorpi, I., Suomalainen, M. & Veijalainen, N. 2006. Climate change adaptation for hydrology and water resources. FINADAPT Working Paper 6, Finnish Environment Institute Mimeographs 336, Helsinki, 52 pp.
- Hassi, J. & Rytönen, M. 2005. Climate warming and health adaptation in Finland. FINADAPT Working Paper 7, Finnish Environment Institute Mimeographs 337, Helsinki, 22 pp.
- Saarelainen, S. 2006. Adaptation to climate change in the transport sector. FINADAPT Working Paper 8, Finnish Environment Institute Mimeographs 338, Helsinki, 19 pp.
- Saarelainen, S. 2006. Climate change and risks to the built environment. FINADAPT Working Paper 9, Finnish Environment Institute Mimeographs 339, Helsinki, 22 pp.
- Kirkinen, J., Martikainen, A., Holttinen, H., Savolainen, I., Auvinen, O. & Syri, S. 2005. Impacts on the energy sector and adaptation of the electricity network business under a changing climate in Finland. FINADAPT Working Paper 10, Finnish Environment Institute Mimeographs 340, Helsinki, 36 pp.
- Sievänen, T., Tervo, K., Neuvonen, M., Pouta, E., Saarinen, J. & Peltonen, A. 2005. Nature-based tourism, outdoor recreation and adaptation to climate change. FINADAPT Working Paper 11, Finnish Environment Institute Mimeographs 341, Helsinki, 46 pp.
- Perrels, A., Rajala, R. & Honkatukia, J. 2005. Appraising the socio-economic impacts of climate change for Finland. FINADAPT Working Paper 12, Finnish Environment Institute Mimeographs 342, Helsinki, 30 pp.
- Peltonen, L., Haanpää, S. & Lehtonen, S. 2005. The challenge of climate change adaptation in urban planning. FINADAPT Working Paper 13, Finnish Environment Institute Mimeographs 343, Helsinki, 44 pp.
- Kankaanpää, S., Carter, T.R. & Liski, J. 2005. Stakeholder perceptions of climate change and the need to adapt. FINADAPT Working Paper 14, Finnish Environment Institute Mimeographs 344, Helsinki, 36 pp.
- Ruosteenoja, K., Jylhä, K. & Tuomenvirta, H. 2005. Climate scenarios for FINADAPT studies of climate change adaptation. FINADAPT Working Paper 15, Finnish Environment Institute Mimeographs 345, Helsinki, 32 pp.

Other reports

- Carter, T.R. & Kankaanpää, S. 2004. A preliminary examination of adaptation to climate change in Finland. The Finnish Environment 640, Finnish Environment Institute, 66 pp (In Finnish and English).
- Venäläinen, A., Tuomenvirta, H., Pirinen, P. & Drebs, A. 2005. A basic Finnish climate data set 1961-2000 – description and illustrations. Reports 2005:5, Finnish Meteorological Institute, Helsinki, Finland, 27 pp.⁴²

⁴¹ Unless otherwise indicated, reports can be downloaded from: <http://www.environment.fi/syke/finadapt>

⁴² Can be ordered from the Finnish Meteorological Institute Library, Box 503, FIN-00101 Helsinki

KUVAILELEHTI

Julkaisija	Suomen ympäristökeskus			Julkaisu-aika Tammikuu 2007
Tekijä(t)	Timothy R. Carter (toim.)			
Julkaisun nimi	Suomen kyky sopeutua ilmastonmuutokseen: FINADAPT Yhteenveto päättäjille			
Julkaisusarjan nimi ja numero	Suomen ympäristö 1/2007			
Julkaisun teema	Ympäristönsuojelu			
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	Julkaisu on saatavana myös internetissä: www.ymparisto.fi/julkaisut			
Tiivistelmä	FINADAPT (Suomalaisen ympäristön ja yhteiskunnan kyky sopeutua ilmastonmuutokseen) konsortioon kuului 14 osahanketta. FINADAPT oli osa Ympäristöklusterin tutkimusohjelmaa, jota koordinoi ympäristöministeriö. FINADAPTin tavoitteena oli tuottaa tutkimusraportti Suomen haavoittuvuudesta ja sopeutumiskyvystä ilmastonmuutokseen. Tutkimus perustui kirjallisuusselvityksiin, avainryhmien osallistumiseen, seminaareihin sekä sektorikohtaiseen tutkimukseen. Konsortiota koordinoi Suomen ympäristökeskus ja siihen kuului 11 tutkimuslaitosta. FINADAPT käsitti seuraavat aihealueet: ilmastotieto ja skenaariot, luonnon monimuotoisuus, metsätalous, maatalous, vesivarat, terveys, liikenne, rakennettu ympäristö, energiainfrastruktuuri, matkailu ja luonnon virkistyskäyttö, sosio-ekonominen selvitys, yhdyskuntasuunnittelu ja kysely avainryhmille. FINADAPTin pääviestit ovat: 1. Suomen ilmasto muuttuu 2. Muutokset Suomen ilmastossa jatkuvat ja ne voivat tulevaisuudessa kiihtyä 3. Päästöjen vähentäminen voi hidastaa ilmastonmuutosta, mutta sopeutumista tarvitaan 4. FINADAPT on tutkinut suomalaisen ympäristön ja yhteiskunnan sopeutumiskykyä 5. Suomelle on kehitetty sosio-ekonomiset ja ympäristöskenaariot suurille ja pienille päästöille 6. Ilmastonmuutoksen vaikutukset näkyvät jo 7. Viimeaikaiset äärevät sääilmiöt ovat yhdenmukaisia ilmastonmuutosarvioiden kanssa 8. Ilmastonmuutoksen arvioidaan sekä heikentävän että vahvistavan ekosysteemipalveluja 9. Ilmastonmuutos merkitsee sekä riskejä että mahdollisuuksia infrastruktuurille ja ihmisen hyvinvoinnille 10. Ilmastonmuutoksen vaikutuksien ja sopeutumistoimien kustannuksista on vain epävarmoja arvioita 11. Tunnetut ja käytössä olevat keinot sopeutua ilmastoon vaihteluun voivat olla riittämättömiä 12. Lisääntyvän ilmastoriskin kustannustehokkaaksi hallitsemiseksi tarvitaan nopeita poliittisia päätöksiä 13. Tiettyjen toimintastrategioiden avulla voidaan samanaikaisesti hillitä ilmastonmuutosta ja sopeutua muutoksiin 14. Yleinen tietoisuus on sopeutumisen kannalta tärkeää 15. Lisätutkimusta tarvitaan, jotta Suomelle voitaisiin laatia sopivimmat sopeutumisstrategiat			
Asiasanat	Ilmastonmuutokset; sopeutuminen; Suomi, vaikutukset, skenaariot			
Projekti-hankkeen nimi ja projektinumero	FINADAPT A01025			
Rahoittaja/ toimeksiantaja	Ympäristöklusterin tutkimusohjelma			
	ISBN 978-952-11-2542-3 (nid.)	ISBN 978-952-11-2543-0 (PDF)	ISSN 1238-7312 (pain.)	ISSN 1796-1637 (verkkok.)
	Sivuja 76	Kieli suomi ja englanti	Luottamuksellisuus julkinen	Hinta (sis.alv 8 %) 20 €
Julkaisun myynti/ jakaja	Edita Publishing Oy, PL 800, 00043 Edita, vaihe 020 450 00 Asiakaspalvelu: puh. 020 450 05, telefaksi 020 450 2380 Sähköposti: asiakaspalvelu@edita.fi , www.edita.fi/netmarket			
Julkaisun kustantaja	Suomen ympäristökeskus (SYKE), PL 140, 00251 Helsinki			
Painopaikka ja -aika	Vammalan Kirjapaino Oy, Vammala 2007			

DOCUMENTATION PAGE

<i>Publisher</i>	Finnish Environment Institute			<i>Date</i> January 2007
<i>Authors</i>	Timothy R. Carter (ed.)			
<i>Title of publication</i>	Assessing the adaptive capacity of the Finnish environment and society under a changing climate: FINADAPT – Summary for Policy Makers			
<i>Publication series and number</i>	Finnish Environment I/2007			
<i>Theme of publication</i>	Environmental protection			
<i>Parts of publication/ other project publications</i>	The publication is available on the internet: www.environment.fi/publications			
<i>Abstract</i>	FINADAPT (Assessing the adaptive capacity of the Finnish environment and society under a changing climate) was a consortium of 14 sub-projects participating in the Finnish Environmental Cluster Research Programme co-ordinated by the Ministry of the Environment. The objective of FINADAPT was to undertake a scoping study based on literature reviews, interactions with stakeholders, seminars, and targeted research. The consortium, co-ordinated at the Finnish Environment Institute during 2004-2005, involved 11 Partner institutions covering the following topics: climate data and scenarios; biological diversity; forestry; agriculture; water resources; human health; transport; the built environment; energy infrastructure; tourism and recreation; a socio-economic preparatory study; urban planning; and a stakeholder questionnaire. The key messages of FINADAPT are summarised as follows: 1. Finland's climate is changing. 2. Changes in Finland's climate will continue and may accelerate in the future. 3. Mitigation can slow climate change but adaptation will also be needed. 4. FINADAPT has studied the adaptive capacity of the Finnish environment and society. 5. Socio-economic and environmental scenarios assuming high and low emissions have been developed for Finland. 6. The impacts of climate change are already being observed. 7. Recent extreme events are consistent with a changing climate. 8. Ecosystem services are estimated to show both adverse and beneficial effects of climate change. 9. Climate change presents risks and benefits for infrastructure and human well being. 10. There are large uncertainties in the potential costs of future climate change impacts and adaptation measures. 11. Autonomous adaptation refers to standard methods of coping with climatic variability, but may be insufficient for coping with climate change. 12. Planned adaptation, through policy decisions, will be essential to cope with increased climate-induced risks and can be cost effective if implemented before major damage occurs. 13. Some management strategies serve both adaptation and mitigation goals. 14. Awareness is vital for adapting to climate change. 15. There are many gaps in knowledge about adaptation to climate change, and research is needed to guide policy makers in selecting the most appropriate strategies for Finland.			
<i>Keywords</i>	Climate change adaptation, adaptive capacity, Finland, impacts, scenarios, research priorities			
<i>Project name and number, if any</i>	FINADAPT A01025			
<i>Financier/ commissioner</i>				
	ISBN 978-952-11-2542-3 (pbk.)	ISBN 978-952-11-2543-0 (PDF)	ISSN 1238-7312 (print)	ISSN 1796-1637 (online)
	No. of pages 76	Language Finnish and English	Restrictions Public	Price (incl. tax 8 %) 20 €
<i>For sale at/ distributor</i>	Edita Publishing Ltd., P.O.Box 800, 00043 Edita, Finland, Phone + 358 20 450 00 Mail orders: Phone + 358 20 450 05, Telefax + 358 20 450 2380 Internet: www.edita.fi/netmarket			
<i>Financier of publication</i>	Finnish Environment Institute (SYKE), P.O.Box 140, FI-00251 Helsinki, Finland			
<i>Printing place and year</i>	Vammalan Kirjapaino Oy, Vammala 2007			

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare	Finlands miljöcentral			Datum Januari 2007
Författare	Timothy R. Carter (red.)			
Publikations titel	Bedömning av anpassningsförmågan hos Finlands miljö och samhälle vid klimatförändring: FINADAPT – Sammandrag för beslutsfattare			
Publikationsserie och nummer	Finlands miljö 1/2007			
Publikationens tema	Miljövård			
Publikationens delar/andra publikationer inom samma projekt	Publikationen finns tillgänglig på internet: www.environmet.fi/publications			
Sammandrag	FINADAPT (Bedömning av anpassningsförmågan hos Finlands miljö och samhälle vid klimatförändring) var ett konsortium som bestod av 14 delprojekt och ingick i miljöklustrets forskningsprogram, som koordinerades av miljöministeriet. FINADAPT:s målsättning var att utreda sårbarhetens och anpassningsförmågans omfattning i ett föränderligt klimat i Finland. Arbetet bestod av litteraturöversikter, samverkan med avnämarna, seminarier och sektorbaserad forskning. Konsortiet, som koordinerades vid Finlands miljöcentral 2004–2005, bestod av 11 forskningsinstitut och täckte följande ämnen: klimatdata och scenarier; biologisk mångfald; skogsbruk; jordbruk; vattenresurser; hälsa; transport; byggd miljö; energisektorns infrastruktur; turism och rekreation; en förberedande socio-ekonomisk studie; urban planering och en avnämarenkät. FINADAPT:s centrala budskap är: 1. Klimatet i Finland håller på att förändras. 2. Förändringarna i Finlands klimat kommer att fortsätta och i framtiden kan de accelerera. 3. Lindring, minskning av utsläppen (eng. mitigation) kan göra klimatförändringen långsammare men anpassning behövs också. 4. FINADAPT har studerat anpassningsförmågan hos Finlands miljö och samhälle. 5. Socio-ekonomiska och miljöscenarier utgående från höga och låga utsläpp har utvecklats för Finland. 6. Klimatförändringens effekter observeras redan. 7. Den senaste tidens extrema väderförhållanden stämmer överens med klimatförändringen. 8. Klimatförändringen antas både stärka och försvaga olika former av ekosystemservice. 9. Klimatförändringen innebär risker och fördelar för infrastruktur och välmående. 10. Det är högst osäkert vad kostnaderna kan bli för klimatförändringens effekter och anpassningsåtgärderna. 11. Autonom anpassning, eller standard åtgärder för att hantera variationer i klimatet, kan visa sig otillräcklig inför klimatförändringen. 12. Planerad anpassning, genom politiska beslut, kommer att behövas för att hantera de ökade klimatbetingade riskerna och kan bli kostnadseffektiv om den vidtas innan stora skador sker. 13. En del handlingsstrategier tjänar både anpassningens och utsläppsminskningens målsättningar. 14. Anpassningen kräver medvetet handlande. 15. Det finns många luckor i kunskapen om anpassning till klimatförändringen i Finland, och det behövs forskning för att stöda beslutsfattarna att hitta de lämpligaste anpassningsstrategierna.			
Nyckelord	Klimatförändring; anpassning; anpassningsförmåga; Finland; effekter; scenarier; forskningsbehov			
Projekt namn och nummer	FINADAPT A01025			
Finansiär/uppdragsgivare	Miljöklustrets forskningsprogram			
	ISBN 978-952-11-2542-3 (hft.)	ISBN 978-952-11-2543-0 (PDF)	ISSN 1238-7312 (print)	ISSN 1796-1637 (online)
	Sidantal 76	Språk Finska och Engelska	Offentlighet Offentlig	Pris (inneh. moms 8 %) 20 €
Beställningar/distribution	Edita Publishing Oy, PB 800, 00043 Edita, Finland, växel 020 450 00 Postförsäljningen: Telefon + 358 20 450 05, telefax + 358 20 450 2380 Internet: www.edita.fi/netmarket			
Förläggare	Finlands miljöcentral, PB 140, FI-00251 Helsingfors, Finland			
Tryckeri/tryckningsort och -år	Vammalan Kirjapaino Oy, Vammala 2007			

Suomen kyky sopeutua ilmastonmuutokseen: FINADAPT

FINADAPT –konsortio, johon kuului 11 tutkimuslaitosta, selvitti ilmastonmuutoksen vaikutuksiin sopeutumista Suomessa. Tutkimus perustui kirjallisuusselvityksiin, avainryhmien osallistumiseen, seminaareihin sekä sektorikohtaiseen tutkimukseen. FINADAPT käsitti seuraavat aihealueet: ilmastotieto ja skenaariot, luonnon monimuotoisuus, metsätalous, maatalous, vesivarat, terveys, liikenne, rakennettu ympäristö, energiainfrastruktura, matkailu ja luonnon virkistyskäyttö, sosio-ekonominen selvitys, yhdyskuntasuunnittelu ja kysely avainryhmille. Tässä raportissa esitetään yhteenveto FINADAPT:n tuloksista sekä kootut suositukset tutkimusaiheista, jotka voivat olla avuksi tehtäessä päätöksiä muuttuvaan ilmastoon sopeutumisesta.

Assessing the adaptive capacity of the Finnish environment and society under a changing climate: FINADAPT

FINADAPT was a consortium of 11 Partner institutions studying adaptation to the potential impacts of climate change in Finland. Based on literature reviews, interactions with stakeholders, seminars, and targeted research, the consortium addressed the following topics: climate data and scenarios, biological diversity, forestry, agriculture, water resources, human health, transport, the built environment, energy infrastructure, tourism and recreation, a socio-economic preparatory study, urban planning, and a stakeholder questionnaire. This report summarises the main findings of FINADAPT and identifies key recommendations for future research that may assist policy makers in adapting to a changing climate.



Order Service: Edita Publishing Ltd.
P.O. Box 800, FI-00043 EDITA
Customer Service:
phone +358 20 450 05, fax +358 20 450 2380
Edita-bookstore in Helsinki:
Annankatu 44, phone +358 20 450 2566

ISBN 978-952-11-2542-3 (nid.)

ISBN 978-952-2543-0 (PDF)

ISSN 1238-7312 (print)

ISSN 1796-1637 (online)



9 789521 125423