

# LYHYT LOPPURAPORTTI

2011

**ACCLIM II – Ilmastonmuutosarviot ja asiantuntijapalvelu  
sopeutumistutkimuksia varten**

**ACCLIM II – Climate change survey and expert service  
for adaptation assessment**



ILMATIETEEN LAITOS



HELSINGIN YLIOPISTO



S Y K E

## Tiivistelmä

### TAVOITTEET

Hankkeen tehtävänä oli tuottaa ilmastonmuutoksen sopeutumistutkimusohjelman (ISTO) muiden hankkeiden tarvitsemat tiedot Suomen menneestä, nykyisestä ja tulevasta ilmastosta. Päämääränä oli laajentaa ISTO-tutkimusohjelman hankkeille yhteistä ilmastotietopohjaa ja samalla edistää ilmastonmuutostiedon hyödyntämistä mahdollisimman laajamittaisesti jo ilmastonmuutoksen sopeutumistoimien tutkimus- ja suunnittelu- vaiheessa. Päämäärän saavuttamiseksi asetettiin seuraavat tavoitteet: a) tuotetaan entistä luotettavampia tietoja jo toteutuneista muutoksista ilmastossa sekä ilmaston vaihtelevuudesta sään ääri-ilmiöineen havaintojen pohjalta, b) täydennetään ilmastoskenaarioiden ja todennäköisyysennusteiden laskentaa ottamalla mukaan uusia ilmastosuureita ja c) vahvistetaan asiantuntija- ja ilmastotietopalvelua sekä vuorovaikutusta etenkin uusimpien ISTO-hankkeiden suuntaan.

### TULOKSET

Suomen keskilämpötila on noussut viimeisen sadan vuoden (1909–2008) aikana noin 0,9 °C. Keväiden lämpeneminen on ollut voimakkainta: noin 1,6 °C. Viimeisten vuosikymmenien aikana eniten ovat kuitenkin lämmenneet talvet. Lämpeneminen on jo moninkertaistanut huippukorkeiden kuukausi- ja vuodenaikaiskeskilämpötilojen esiintymisen todennäköisyydet.

Tulevaisuuden kesinä kuumat päivät yleistyvät ja kuumat jaksot pitenevät. Samalla kylmyysennätysten lyöminen on käymässä yhä epätodennäköisemmäksi. Ilmastonmuutos vaikuttaa myös lämpötilan ja sademäärän ns. normaaliarvoihin, jotka on perinteisesti määritelty havaittujen 30-vuotisten (esim. 1971–2000) keskiarvojen perusteella.

Runsassateisten päivien määrä lisääntyy kaikkina vuodenaikoina, eniten talvella ja vähiten kesällä. Tapaukset, jolloin puolen tunnin sademäärä ylittää 1 mm, yleistyvät ja voimistuvat tulevaisuudessa, etenkin eteläisessä Suomessa kesäkuukausina. Vuoden pisimmän poutajakson pituus pysyy ennallaan, mutta kesällä poutajakset saattavat etelässä jopa hieman pidentyä.

Vuosisadan lopulla suurin osa Suomea kuuluu eri ilmastovyöhykkeeseen kuin nykyään.

Lumen vesiarvo vähenee, mutta muutos on pohjoisessa paljon pienempi kuin etelässä. Etelässä myös lumisateen määrä vähenee, mutta pohjoisessa se todennäköisesti kasvaa keskitalven kuukausina.

Ilman suhteellinen kosteus ja tuulen nopeus kasvavat hieman talvella, jolloin puolestaan auringonsäteily vähenee ja maaperän routa ohenee.

Tärkeä osa hanketta on vuorovaikutus muiden tutkimustahojen kanssa ja asiantuntijaopastus ilmastotiedon käyttämisestä sopeutumistutkimuksissa. Hankkeen tuloksista on valmistettu suomen- ja englanninkieliset esitysmateriaalit.

### TULOSTEN ARVIOINTI

Ilmaston vaihteluihin ja muutokseen varautuminen edellyttää mahdollisimman luotettavaa tietoa menneestä, nykyisestä ja tulevasta ilmastosta, sekä sen keskimääräisistä arvoista että vaihteluista ja ääri-ilmiöiden esiintymisestä. Hankkeen tulokset antavat välttämätöntä perustietoa ilmastosta ja sen muuttumisesta sopeutumisstrategioiden laadintaa sekä käytännön toimintatapojen suunnittelua varten. Unohdettu ei myöskään ole ilmastomallien tuloksiin liittyviä epävarmuustekijöitä, jotka tulee aina ottaa huomioon sopeutumistoimista päätettäessä. Eri kasvihuonekaasuskenaarioille laaditut ilmastomuutosarviot kertovat siitä, miten kasvihuonekaasujen pitoisuuksien kasvun hillitseminen hidastaisi ilmaston muuttumista Suomessa.

Ilmastohavaintojen lisäksi hankkeen tulokset perustuvat laajaan maapallonlaajuisten ilmastomallikokeiden tuottamaan aineistoon, jota on täydennetty alueellisilla ilmastomalleilla tehtyjen tarkentavien laskelmien tuloksilla. Aineiston monipuolisuus on tehnyt mahdolliseksi arvioida Suomen ilmaston muuttumista ja siihen liittyvää epävarmuutta aiempaa kattavammalla tavalla.

## SISÄLLYSLUETTELO

|  |    |
|--|----|
| 1. Tutkimuksen tavoitteet.....                 | 4  |
| 2. Tutkimusosapuolet ja yhteistyö .....        | 4  |
| 3. Tutkimuksen tulokset.....                   | 5  |
| 3.1 Tutkimusmenetelmät ja aineisto .....       | 5  |
| 3.2 Tutkimustulokset.....                      | 6  |
| 3.3 Toteutusvaiheen arviointi.....             | 9  |
| 3.4 Julkaisut .....                            | 9  |
| 4. Tulosten arviointi .....                    | 10 |
| 4.1 Tulosten käytännön sovelluskelpoisuus..... | 10 |
| 4.2 Tulosten tieteellinen merkitys .....       | 11 |
| Kirjallisuus .....                             | 12 |
| Liitteet .....                                 | 13 |

## **1. Tutkimuksen tavoitteet**

Ilmaston vaihteluihin ja muutokseen varautuminen edellyttää mahdollisimman luotettavaa tietoa menneestä, nykyisestä ja tulevasta ilmastosta, sekä sen keskimääräisistä arvoista että vaihteluista ja ääri-ilmiöiden esiintymisestä. Vuosina 2006–2008 toteutetun ACCLIM-hankkeen (Jylhä et al. 2009) työtä jatkaneen ACCLIM II -hankkeen (2008–2011) tehtävänä oli tuottaa ilmastonmuutoksen sopeutumistutkimusohjelman (ISTO) muiden hankkeiden tarvitsemat tiedot Suomen menneestä, nykyisestä ja tulevasta ilmastosta. Päämääränä oli

- 1) laajentaa ISTO-ohjelman hankkeiden yhteistä ilmastotietopohjaa ja
- 2) samalla edistää ilmastonmuutostiedon hyödyntämistä mahdollisimman laajamittaisesti jo ilmastonmuutoksen sopeutumistoimien tutkimus- ja suunnitteluvaiheessa.

Päämäärän saavuttamiseksi asetettiin seuraavat tavoitteet:

- a) tuotetaan entistä luotettavampia tietoja jo toteutuneista muutoksista ilmastossa sekä ilmaston vaihtelevuudesta sään ääri-ilmiöineen havaintojen pohjalta,
- b) täydennetään ilmastoskenaarioiden ja todennäköisyysennusteiden laskentaa ottamalla mukaan uusia ilmastosuureita ja
- c) vahvistetaan asiantuntija- ja ilmastotietopalvelua sekä vuorovaikutusta etenkin uusimpien ISTO-hankkeiden suuntaan.

Hankkeen kuluessa sen tavoitteita ei muutettu, mutta tietotarpeita täsmennettiin ohjausryhmän, yhteistyöhankkeiden ja muiden sopeutumistutkimusta tekevien tahojen kanssa. Myös työosioiden nimiä päivitettiin.

## **2. Tutkimusosapuolet ja yhteistyö**

Hankkeen toteuttivat:

- Ilmatieteen laitos, Ilmastonmuutoksen tutkimusyksikkö (IL)
- Helsingin yliopisto, Fysiikan laitos, Ilmakehätieteiden osasto (HY)
- Suomen ympäristökeskus, Globaalimuutoksen tutkimusohjelma (SYKE).

Hankkeen päätoteuttaja ja koordinaattori oli IL, ja se vastasi seuraavista osatehtävistä: tähänastiset ilmaston muutokset ja vaihtelut ääri-ilmiöineen (T1); maapallonlaajuisiin ilmastomallikokeisiin perustuvat skenaariot (T2); alueellisiin ilmastomallikokeisiin perustuvat skenaariot (T4). HY vastasi osiosta, jossa tutkittiin ilmastonmuutoksen todennäköisyysennusteita sekä lumi-ilmaston muutoksia (T3). SYKE vastasi ilmastoskenaarioiden käytön havainnollistamisesta sopeutumistutkimusten tarpeisiin (T5). Kaikki osapuolet osallistuivat vuorovaikutusosioon muiden hankkeiden kanssa (T6).

Tutkimusyhteistyötä hankkeen toteuttajien kesken koordinoitiin tutkijapalaveroin. Hankkeen ohjausryhmässä olivat edustettuina MMM, LVM, YM, Tiehallinto/Liikennevirasto ja Metsähallitus sekä ISTO-tutkimusohjelman rinnakkaishankkeiden edustajia VTT:stä, Turun yliopistosta ja SYKEstä. Tärkeä osa hanketta oli vuorovaikutus muiden tutkimustahojen kanssa ja asiantuntija-opastus ilmastotiedon käyttämisestä sopeutumistutkimuksissa.

### 3. Tutkimuksen tulokset

#### 3.1 Tutkimusmenetelmät ja aineisto

Maapallon ilmaston muuttuessa kasvihuoneilmion voimistumisen myötä myös Suomen ilmaston ennakoitaan muuttuvan. Kasvihuonekaasujen, kuten hiilidioksidin, metaanin ja typpioksiduulin, lisääntyneet pitoisuudet ilmakehässä vähentävät maanpinnan lähettämän lämpösäteilyn karkaamista avaruuteen, jolloin ilmasto lämpenee. Hiilidioksidin pitoisuus ilmakehässä on kohonnut teollistumista edeltävästä ajasta jo noin 40 % viimeaikaisen vuosittaisen kasvun ollessa keskimäärin 0,5 %. Toisaalta ihmistoiminnan aiheuttamien pienhiukkaspäästöjen takia ilmakehä on samentunut, mikä jäädyttää maanpinnan läheistä ilmaa. Maankäytön muutokset (mm. kaupungistuminen, metsien raivaus, soiden ojitus) muuttavat meilläkin paikallista ilmastoa jonkin verran.

Tulevaisuuden ilmaston arviot pohjautuvat kasvihuonekaasujen ja hiukkasten pitoisuusskenaarioihin ja ilmastomalleihin, jotka kuvaavat ilmastojärjestelmän kokemia muutoksia ilmakehän koostumuksen muuttuessa. Ilmaston tähänastisia muutoksia ja vaihteluita tutkittaessa lähtökohtana ovat mahdollisimman pitkälle menneisyyteen ulottuvat homogeeniset havaintoaikasarjat. Jo tapahtuneen lämpenemisen takia lämpötilahavainnot eivät kuitenkaan enää sellaisenaan kuvaa nykyisin ja lähitulevaisuudessa odotettavissa olevia lämpötiloja. Havaintoaikasarjoja voidaan kuitenkin muokata ottamalla huomioon tähänastinen havaittu maapallon keskilämpötilan nousu ja maailmanlaajuisten ilmastomallien antamat ennusteet lämpenemisen maantieteellisestä jakaumasta (Räisänen ja Ruokolainen 2008).

On useita syitä siihen, miksi tulevaisuuden ilmastoa ei voida ennustaa tarkasti. Ensinnäkin kasvihuonekaasujen ja hiukkasten päästöt riippuvat ihmiskunnan tulevasta toimista. Toiseksi ilmastojärjestelmän mallittamiseen liittyy epävarmuutta: miten kasvihuonekaasujen ja hiukkasten pitoisuudet riippuvat päästöjen kehityksestä ja miten ilmasto reagoi ilmakehän koostumuksen muutoksiin? Lisäksi ilmasto vaihtelee luonnostaankin mm. auringon aktiivisuuden ja tulivuoritoiminnan takia ja koska ilmakehän ja merten kiertoliikkeeseen liittyy ”satunnaista” ilmastonvaihtelua. Mitä pienempää aluetta tai lyhyempää ja lähempänä nykyaikaa olevaa ajanjaksoa tarkastellaan, sitä suurempi on luonnollisesta vaihtelusta aiheutuva ennusteen epävarmuus.

Ilmaston tähänastisten muutosten ja vaihteluiden sekä sään ääri-ilmiöiden esiintymisen todennäköisyyksien tutkimiseksi (T1) käytettiin seuraavia aineistoja, joita hankkeessa myös kehitettiin ja täydennettiin:

- Säähavaintoasemien aikasarjat, jotka asemasta riippuen ovat Suomessa pisimmillään yli 100 vuoden mittaisia.
- Havainnoista muodostettu koko maan kattava 10 km x 10 km:n hilaruudukossa esitetty vuorokautinen aineisto (Venäläinen ym., 2005), joka sisältää seuraavat suureet: vuorokauden ylin, alin ja keskilämpötila, sademäärä, vesihöyryn osapaine (v. 1961 alkaen) sekä maanpinnalle saapuvan auringon kokonaissäteily (v. 1971 alkaen).
- Lämpötilan vuosi- ja vuodenaikaiskeskiarvojen 10 km x 10 km:n hilaruudukossa esitetyt aikasarjat, jotka kattavat koko maan v. 1847 alkaen (Tietäväinen et al., 2010). Touko-elokuun sademäärien hila-aineistot ulottuvat Oulun eteläpuolella vuoteen 1909 (Ylhäisi et al., 2010) ja pohjoisempana vuoteen 1950.
- IL:n Kuukausi- ja Ilmastokatsauksiin kirjatut tavallisuudesta poikkeavat säätapahumat (Mäkelä, 2010).

Hankkeen osatehtävistä neljä koski joko ilmastomallien simuloimaa tulevaa ilmastoa (T2-T4) tai mallitulosten käytön demonstrointia (T5). Ilmastomuutosarvioiden pohjana käytettiin seuraavia malliaineistoja:

- Maailmanlaajuiset CMIP3-ilmastomalliaineistot, jotka on hankkeen tutkimuksia varten interpoloitu suureesta riippuen joko 0,5 tai 2,5 asteen hilaruudukkoihin. Kuukausiaineistot kattavat koko kuluvan vuosisadan, vuorokautiset aineistot vain kaksi erillistä 20-vuotisjaksoa.
- EU-FP6 ENSEMBLES-hankkeen alueelliset ilmastomallisimulaatiot koko vuosisadalle (kuukausikeskiarvot, mallien hilaväli 0,5°) ja EU-FP5 PRUDENCE-hankkeen alueelliset ilmastomallisimulaatiot vuosille 1961–1990 ja 2071–2100 (vuorokausiarvot, hilaväli 0,5°).
- Ruotsalaisen Rosby-keskuksen alueellisen mallin (RCA3) simulaation (ECHAM5/MPI-OM, A1B) aikasarjat (6 tunnin välein esitetyt arvot, mallin hilaväli 0,5°).

Tutkimusmenetelmät on valittu siten, että ennustetuille muutoksille saatiin parhaiden arvioiden lisäksi myös tieto tuloksien epävarmuudesta. Pitkällä tähtäimellä suurimpia virhelähteitä ovat ilmastomuutoskenaarioiden laatimiseen käytettyjen ilmastomallien rajoitukset sekä kasvihuonekaasujen ja pienhiukkasten tuleviin päästöihin liittyvät epävarmuudet. Lyhyisiin ilmastoennusteisiin eniten epävarmuutta aiheuttaa ilmaston luonnollinen vaihtelu. Mitä pienempää aluetta tai lyhyempää ajanjaksoa tarkastellaan, sitä suurempi on luonnollisesta vaihtelusta aiheutuva ennusteen epävarmuus.

### 3.2 Tutkimustulokset

ACCLIM II -hankkeessa on laajennettu ISTO-ohjelman hankkeiden yhteistä ilmastotietopohjaa täydentämällä ilmastoskenaarioiden ja todennäköisyssennusteiden laskentaa ja ottamalla mukaan uusia ilmastosuureita. Jatkohanketta edeltäneen työn tulokset on esitetty Jylhän et al. (2009) raportissa.

#### Ilmaston tähänastiset muutokset ja vaihtelut ääri-ilmiöineen

- Suomen keskilämpötila on noussut viimeisen sadan vuoden (1909–2008) aikana noin 0,9 °C. Keväiden lämpeneminen on ollut voimakkainta: noin 1,6 °C. Viimeisten vuosikymmenien aikana eniten ovat kuitenkin lämmenneet talvet, (Tietäväinen et al., 2010)
- Nykyistä ja lähitulevaisuuden ilmastoa vastaavat eri kalenterikuukausien keskilämpötilojen todennäköisyysjakaumat Helsingissä, Jyväskylässä ja Sodankylässä osoittavat, että vaikka lämpeneminen on toistaiseksi ollut melko pientä Suomen lämpöolojen suureen vuosienväliin vaihteluun verrattuna, se on kuitenkin jo moninkertaistanut huippukorkeiden kuukausi- ja vuodenaikaiskeskilämpötilojen esiintymisen todennäköisyyden (Räisänen ja Ruokolainen, 2008). Esimerkiksi ennätyslämpimän heinäkuun 2010 (tai vielä tätä helteisemmän heinäkuun) keskilämpötilan nykyiseksi toistuvuusajaksi saadaan Helsingissä noin 300 vuotta, jos jo toteutunutta lämpenemistä ei oteta huomioon, mutta maailmanlaajuinen ilmastomuutos huomioon ottaen vain noin 60 vuotta (Räisänen, 2011). Pienhiukkasten paikallinen vaikutus menneeseen ilmastoon saattaa kuitenkin vaikuttaa etenkin kesälämpötiloja koskevien tulosten luotettavuuteen.
- Touko-syyskuun kuukausisademäärät vaihtelevat paljon vuodesta toiseen eikä niissä ole toistaiseksi havaittu selkeitä trendejä.
- Neljän havaintoaseman noin 100 vuoden havaintojen perusteella kuivuusjaksojen lukumäärät ja pituudet ovat kesäpuolella vuotta keskimäärin suurimmat rannikkoalueilla ja pienimmät Lapissa. Sateettomien päivien määrissä ja kuivuusjaksojen pituuksissa ei pääsääntöisesti ole esiintynyt tilastollisesti merkitseviä trendejä, tai sitten trendit ovat olleet laskevia. (Hohenthal, 2009).

- Kymmenen aseman pitkien havaintoaikasarjojen perusteella voimakkaiden geostrofisten<sup>1</sup> tuulten nopeuksissa ja frekvensseissä on ollut laskeva trendi. Viimeisten vajaan viidenkymmenen vuoden aikana tuulen nopeudet näyttäisivät puolestaan hieman kasvaneen, mutta muutos ei ollut tilastollisesti merkitsevä (Suvilampi, 2009).

## Arviot tulevista ilmastonmuutoksista

- Kesällä kuumat päivät yleistyvät ja kuumat jaksot pitenevät. Esimerkiksi “hyvin kuumia” päiviä (keskilämpötila yli 24 °C) esiintyi v. 1971–2000 tyypillisesti vain muutamana kesänä, kuluvan vuosisadan lopulla lämpenemisen keskiskenaarionkin (A1B) toteutuessa jo useammin kuin joka toinen vuosi. On arvioitu, että heinäkuun 2010 kaltainen tai vielä lämpimämpi heinäkuu koettaisiin vuosisadan puolivälin arvioidussa, muuttuneessa ilmastossa jopa kerran 10–15 vuodessa ja että ainakin yksi vähintään yhtä lämmin heinäkuu sattuisi vuoteen 2050 mennessä 80 %:n todennäköisyydellä. Samalla kylmyysennätysten lyöminen on käymässä yhä epätodennäköisemmäksi. (Räisänen, 2010)
- Ilmastonmuutos vaikuttaa myös lämpötilan ja sademäärän ns. normaaliarvoihin, jotka on perinteisesti määritelty havaittujen 30-vuotisten (esim. 1971–2000) keskiarvojen perusteella. Tulevaisuuden normaaliarvot on syytä arvioida nimenomaan ilmastomallien tulosten perusteella, ei ekstrapoloimalla havaittuja trendejä ajassa eteenpäin (Simola 2008).
- Runsassateisten päivien määrä lisääntyy kaikkina vuodenaikoina, eniten talvella ja vähiten kesällä. Määrältään keskitasoisten kasvihuonekaasupäästöjen toteutuessa (A1B-skenaario) kovimmat vuorokausisateet voimistuvat vuosisadan loppuun mennessä noin 20 %.
- Myös 30 minuutin mittaisia jaksoja tarkasteltaessa ilmeni, että rankkasateet (sademäärä enemmän kuin 1,0 mm/30min) yleistyvät ja voimistuvat tulevaisuudessa. Muutos on selkeintä eteläisessä Suomessa kesäkuukausina. Koska nämä tulokset perustuvat ainoastaan yhden ilmastomallin laskelmiin, niihin liittyvä epävarmuus on kuitenkin suuri.
- Vuoden pisimmän poutajakson pituus pysyy ennallaan, mutta talvella ja keväällä pisimmät poutajaksot lyhenevät noin 10 %, samoin syksyllä Pohjois-Suomessa. Kesällä poutajaksot saattavat etelässä jopa hieman pidentyä. Nämä maailmanlaajuisilla malleilla saadut tulokset ovat pitkälti yhteneväisiä alueellisilla malleilla aiemmin saatujen arvioiden kanssa.
- Jos maailmanlaajuisten mallien tulosten lisäksi otetaan huomioon alueelliset ilmastomallisimulaatiot, lämpötilan ja sademäärän muutosten todennäköisyysennusteet tarkentuvat rannikoiden lähellä ja vuoristoalueilla, siten että esimerkiksi maan ja meren välinen ero lämpötilan muutoksessa tulee terävämmin esille. Suomen alueella tämä ei kuitenkaan vaikuta tuloksiin kovin paljon.
- Lumen vesiarvo maaliskuussa pienenee koko Suomen alueella siten, että suhteellisesti suurinta lumen väheneminen on etelässä. Pohjois-Suomessa muutos on pienempi, ja voi vielä lähivuosikymmeninä hukkuu satunnaisen ilmastonvaihtelun sekaan. Lumisateen määrä vähenee syksyllä ja keväällä, Etelä-Suomessa keskitalvellakin. Lapissa satavan lumen määrä sen sijaan lisääntyy keskitalvella ainakin useimmissa malleissa. Vuosien 1971–2000 mittapuun mukaan runsaslumiset talvet vähenevät ajan myötä, mutta eivät katoa kokonaan. (Räisänen and Eklund, 2011).
- Suomessa talvet ovat jo nykyisellään varsin kosteita. Ilmaston lämmitessä useimmat mallit ennustavat ilman suhteellisen kosteuden nousevan vielä nykyisestä muutamalla prosenttiyksiköllä ennen vuosisadan loppua. Jos kasvihuonekaasujen päästöjä onnistutaan rajoittamaan, muutos jää hieman lievemmäksi. Kesän ja alkusyksyn aikana suhteellinen kosteus pysynee meillä suunnilleen nykyisellään, kun katsotaan eri mallien tulosten keskiarvoa. Tämä

<sup>1</sup> Geostrofisen tuulen nopeus on verrannollinen ilmanpaineen eroon tarkastelupaikkojen välillä. Todelliseen tuuleen vaikuttaa lisäksi mm. alustan kitka. Tyypillisesti tuulen nopeus on noin puolet geostrofisen tuulen nopeudesta (maanpinnan yllä noin 40%, merellä noin 60%).

päätelmä on kuitenkin melko epävarma, koska mallien tulokset eroavat tuolloin toisistaan paljon.

- Tuulisena vuodenaikana (syys-huhtikuussa) keskimääräinen geostrofinen tuuli voimistuu v. 2081–2100 mennessä Etelä- ja osin Keski-Suomessakin 2-4 %, eteläisellä Itämerellä 4-6 %. Muutos ei ole iso, mutta kuitenkin mallitulosten välinen hajonta huomioon ottaen tilastollisesti merkitsevä. Jakson 2046–65 tuloksille tilastollisen merkitsevyyden alue ulottuu vain aivan etelärannikolle. Myös geostrofisen tuulen suurimmat arvot kasvanevat hieman. Todellisen tuulen suhteelliset muutokset lienevät samaa suuruusluokkaa kuin geostrofisenkin.
- Maaperän routa hupenee ilmaston lämmitessä sekä lumettomilla että lumisilla maa-alueilla. Mikäli lämpötila nousee mallien keskimäärin ennustamalla nopeudella, lounaiset saaristoalueet olisivat tämän vuosisadan loppuvuosikymmeninä tavanomaisena talvena valtaosin roudattomia. Toki maan pintakerros voi pakkasjakson sattua jättyä sielläkin vähäksi aikaa, mutta pian suojaus taas sulattavat roudan. Hankkeessa lasketut tulokset kuvaavat keskimääräisiä talvia; todellisuudessa roudan paksuus toki vaihtelee vuodesta toiseen.
- Auringonsäteilyä koskevien laskelmien mukaan olisi odotettavissa entistä synkempiä talvia, sillä pinnalle saatavan säteilyn määrä voi pudota talvisin jopa 15 % sadassa vuodessa. Kesällä muutokset ovat pieniä.

### **Ilmastomallitulosten käytön havainnollistaminen sopeutumistutkimuksia varten**

- Havainnollinen tapa arvioida vaikutustutkimuksissa muutosten todennäköisyyksiä on tutkia ensin tarkasteltavan vaikutussuureen riippuvuutta kahdesta ilmastosuureesta, esim. lämpötilasta ja sademäärästä, ja yhdistää sitten ns. vastepinnan (response surface) avulla keskenään tämä riippuvuus sekä lämpötilan ja sademäärän muutosten kaksikulotteinen todennäköisyysjakauma. Tätä menetelmää on sovellettu arvioitaessa palsasoiden tulevaisuutta muuttuvassa ilmastossa (Fronzek et al., 2010) sekä alustavasti metsäpalariskille (Venäläinen et al., 2011) ja ohrasadoille.
- Keskilämpötilan ja sademäärän muutosskenaarioiden käyttöä on demonstroitu viljelykasvien menestymistä muuttuvassa ilmastossa kuvaavilla indekseillä, jotka on laskettu ILMASOPU-hankkeessa (Laapas, 2008). Näiden lisäksi SYKEN kehittämässä FINESSI-verkkotyökalussa on esitetty laskemia ilmastomuutoksen vaikutuksesta maissin ja auringonkukan menestymiseen.
- Keskilämpötilojen ja keskimääräisten sadesummien muutosskenaarioita voidaan käyttää ilmastovyöhykkeiden muutosten arviointiin. Tulosten mukaan Euroopan ilmastovyöhykkeet siirtyvät kohti pohjoista. Vuosisadan lopulla suurin osa Suomea kuuluu jo eri ilmastovyöhykkeeseen kuin nykyään. Vyöhykkeiden sijainnin muutosten käyttöä ilmastomuutoksen havainnollistamiseksi on tutkittu yleisölle suunnatun verkkokyselyn avulla (Jylhä et al., 2010).

### **Vuorovaikutus muiden hankkeiden kanssa**

- Hankkeen kotisivua on päivitetty säännöllisesti, joten tulokset ilmestyivät sivulle joutuisasti kaikkien ISTO-hankkeiden tutkijoiden käyttöön. Myös hankkeen englanninkielinen kuvaus päivitettiin. Hankkeen verkkosivustolle asennettu laskuri keräsi tilastoja sivujen käytöstä. Lämpötilan ja sademäärän kuukausittaiset muutokset (kuusi päästöskenaariota, kolme ajanjaksoa) on interpoloitu 10 x 10 km<sup>2</sup> hilaan eli samaan hilaan kuin missä Suomen havaintoaineistoa on saatavilla – tätä oli toivottu tulosten käytön helpottamiseksi.
- Hankkeessa tuotettuja ilmastoskenaarioita on välitetty FINESSI-verkkotyökalua varten. Verkkotyökalussa esitettävä lämpötilan ja sademäärän muutosskenaarioiden pisteparvi antaa kuvan



muutoksen kaksiolotteisesta (lämpötila ja sademäärä) todennäköisyysjakaumasta. Se lisää sel- laisten ilmastonmuutoksen vaikutuksia koskevien tutkimustulosten vertailtavuutta, jotka ovat käyttäneet muita kuin ISTO-perusilmastoskenaarioita tulevan ilmaston arviointiin. FINESSI- verkkotyökalua suunnitellaan käytettäväksi myös ilmastoportaalissa [www.ilmasto-opas.fi](http://www.ilmasto-opas.fi).

- Hankkeen tuloksia on välitetty niin yksittäisille tutkijoille kuin hankkeille ja tutkimusohjel- millekin (kohta 4.1), ja niistä on kerrottu lukuisissa asiantuntija- ja yleisötilaisuuksissa ja mm. toimittajille järjestetyillä kursseilla ja tiedostusvälineissä (liite 3).
- Hankkeen tuloksista on viimeisteltävinä yleisöesityksiin sopivat suomen- ja englanninkieliset esitysmateriaalit. Kuvallisen aineiston tukena on lyhyitä sanallisia selityksiä.

### 3.3 Toteutusvaiheen arviointi

Hankkeen vuosittain päivitetyt tutkimussuunnitelmat oli laadittu siten, että niissä esitettiin vaihto- ehtoisia työtehtäviä ja kunkin työtehtävän vaatima henkilötyöaika. Hankkeen vuotuisen rahoituksen selvittyä tehtiin yhdessä hankkeen ohjausryhmän kanssa valinta siitä, mitkä työtehtävät toteutetaan sellaisenaan, mitä supistetaan ja mitä jätetään odottamaan mahdollista myöhempää rahoitusta. Esimerkiksi roudan tarkastelu alueellisten ilmastomallisimulaatioiden avulla jätettiin pois ohjelmas- ta. Suunnitelmien mukaisesti laadittiin kuitenkin skenaarioita roudan paksuudelle lumettomilla alueilla maapallonlaajuisten mallin avulla, ja lisäksi erillisellä rahoituksella on rinnakkaishank- keessa (ACCLIM-routa) tutkittavana roudan vuosienväliset vaihtelut säägeneraattoria hyödyntäen.

ISTO-perusilmastoskenaarioiksi ovat muodostuneet 19 maailmanlaajuisen mallin ennustamien muutosten keskiarvot. Tarkasteltaessa sitä, muuttuvatko lämpötilan ja sademäärän muutoksen todennäköisyysennusteet, kun otetaan avuksi alueelliset ilmastomallit, ilmeni nimittäin, että sopeu- tumistutkimusten tarpeita ajatellen on käytännössä sama, arvioidaanko lämpötilan ja sademäärän muutokset yksinomaan maailmanlaajuisista ilmastomalleista vai otetaanko mukaan myös alueellisen ilmastomallien antamaa tietoa. Joitakin muita asioita tarkasteltaessa (esim. erilaiset sään ääri- ilmiöt) alueellisten mallien antama lisäarvo on suurempi.

Suhteellisesta kosteudesta oli tarjolla käyttökelpoista tietoa vain seitsemästä maailmanlaajuisesta mallista. Moniin muihin ilmastosuureisiin verrattuna tämä on vähän; esimerkiksi lämpötilojen, auringon säteilyn ja sademäärien muutosennusteet voitiin perustaa 18–19 mallin tietoihin. Tietoja suhteellisen kosteuden kuukausikeskiarvoista ei myöskään ollut malleissa annettu maan pinnan ta- solla vaan 1000 hPa pinnalla. Keskimääräisen ilmanpaineen vallitessa tämä pinta sijaitsee noin 100 metrin korkeudella meren pinnasta. Lisähankaluutena oli mm. kosteutta esittävien tiedostojen suu- ruus, sillä ne sisälsivät mallitietoja myös 15 muulta tasolta ylempää ilmakehästä. Alkuperäinen aja- tus käyttää laskelmien pohjana maanpinnan läheisen ilman ominaiskosteuden kuukausikeskiarvoja oli kuitenkin jouduttu hylkäämään, sillä se johti epärealistisiin suhteellisen kosteuden arvoihin.

### 3.4 Julkaisut

Hankkeen julkaisut ja tekeillä olevat käsikirjoitukset on lueteltu liitteessä 1. Mukana on myös joita- kin hankkeeseen läheisesti liittyneitä muita julkaisuja. Kansainvälisesti referoituja artikkeleita, joissa hankkeen tutkijoita on ensimmäisenä tai toisena kirjoittajana, on noin 20. Kaiken kaikkiaan artikkeleita, raportteja, opinnäytteitä ja muita julkaisuja on yhteensä noin 60. Esitelmiä ja postereita on kirjattu muistiin pitkälle toista sataa, ja lisäksi hankkeen tuloksia on näkynyt tiedostusvälineissä lukemattomia kertoja (liite 2).

## **4. Tulosten arviointi**

### **4.1 Tulosten käytännön sovelluskelpoisuus**

Suomessa ilmastonmuutoksella arvioidaan olevan moninaisia seurauksia, jotka näkyvät yhteiskunnassa ja ympäristössä. Ilmastonmuutoksesta koituvien haittojen vähentäminen ja sen luomien mahdollisuuksien hyödyntäminen yhteiskunnan eri aloilla edellyttävät hallittua sopeutumista jo muuttuneisiin ja tulevaisuudessa yhä enemmän muuttuviin ilmasto-oloihin.

Tutkimushankkeen tulokset antavat välttämätöntä perustietoa ilmastosta ja sen muuttumisesta sopeutumisstrategioiden laadintaa sekä käytännön toimintatapojen suunnittelua varten. Unohdettu ei myöskään ole ilmastomallien tuloksiin liittyviä epävarmuustekijöitä, jotka tulee aina ottaa huomioon sopeutumistoimista päätettäessä. Eri kasvihuonekaasuskenaarioille laaditut ilmastonmuutosarviot kertovat siitä, miten kasvihuonekaasujen pitoisuuksien kasvun hillitseminen hidastaisi ilmastomuuttumista Suomessa. Niinpä hankkeen tuloksia voidaan hyödyntää myös ilmastopolitiikan taustatietona mm. kansainvälisissä päästörajoitusneuvotteluissa.

Koska hankkeen tehtävänä on ollut vastata ISTO-tutkimusohjelman muiden hankkeiden ilmastotietotarpeista, on erittäin tärkeää, että hankkeen tulokset soveltuvat käytännössä mahdollisimman hyvin eri sopeutumistutkimuksiin. Tämän vuoksi oleellinen osa hanketta on ollut vuorovaikutus muiden tutkimustahojen kanssa. On pystytty luomaan suoria yhteyksiä ilmastoaineistojen tuottajien ja käyttäjien välille. Sen ansiosta toimitettavat aineistot vastaavat mahdollisimman hyvin käyttäjien tarpeita, ja käyttäjiä voidaan opastaa ilmastotiedon soveltamisessa omissa tutkimuksissaan. Erityisesti on pyritty siihen, että ISTO-ohjelman eri hankkeita varten räätälöidyt ilmastonmuutoskenaariot vastaavat toisiaan ja että tulosten vertailu on näin mahdollista. Yhteistyö eri hankkeiden välillä auttaa myös löytämään aukot nykyisessä tietämyksessä ja viitoittamaan tietä uusille lisätutkimuksille.

Hankkeen tuloksia on hyödynnetty esimerkiksi maa- ja elintarviketaloutta (Peltonen-Sainio, 2011), elintarviketurvallisuutta (Molarius ym., 2010) sekä sosioekonomisia (Perrels ym. 2010) ja sosiaalisia (Sairinen ym. 2010) näkökohtia tarkastelleissa ISTO-hankkeissa. Hankkeen tuottamia lämpötilan ja sademäärän hilamuotoisia muutostietoja todennäköisyysjakaumina on toimitettu SYKEN hydrologista tutkimusta varten. Hankkeen digitaalisia tulosaineistoja on tarvittu myös Helsingin yliopiston ja Itä-Suomen yliopiston metsätaloutta koskeviin ISTO-tutkimuksiin.

ISTO-ohjelman tutkimusten lisäksi hankkeen tulokset ovat oleellisia myös lukuisille muille tutkijoille ja sidosryhmille. Hankkeen aineistoja on toimitettu METLAN ”Metsäekosysteemien toiminta ja metsien käyttö muuttuvassa ilmastossa (MIL)” –tutkimusohjelman tarpeisiin. Helsingin yliopiston metapopulaatiobiologista tutkimusta varten on myös toimitettu runsaasti aineistoja. Arvioita ilmastonmuutoksessa on hyödynnetty myös erilaisissa tutkimuksissa ja selvityksissä liikenteen alalla (Merenkulkulaitos, 2009; Tiehallinto, 2009; Salanne ym. 2010; Luomaranta ym., 2010), metsäalan (Niskanen ym., 2008), kulttuuriympäristön (Berghäll ja Pesu, 2008) ja korjausrakentamisen (Lahdensivu, 2010) kannalta sekä ainakin Espoon kaupungin (Soini, 2007), Pohjois-Pohjanmaan (Himanen ja Suorsa, 2010) ja Lapin ilmastostrategian valmisteluissa sekä Pääkaupunkiseudun myös muille käyttäjäryhmille (mm. energia-ala, yhdyskuntasuunnittelu, kansanterveys), ja niitä on käytetty suurelle yleisölle tarkoitetuissa yleistajuisissa julkaisuissa (Nevanlinna 2008, Karttunen ym., 2008; Rinne ym., 2008; Virtanen ja Rohweder, 2011). Hankkeen tulosaineistoja hyödynnetään myös kahdessa Life+ -rahoitteisessa hankkeessa (Ilmasto-opas.fi ja Luonnon tarjoamien palveluiden haavoittuvuusarviointi ja sopeutuminen muuttuvaan ilmastoon –VACCIA) sekä ympäristöministe-

riön ja Sitran rahoittamassa REFI-hankkeessa (Rakennusten energialaskennan ja rakennusfysiikan ilmastollisten referenssivuosien sääaineistot), samoin kuin maa- ja metsätalousministeriön ilmastomuutokseen sopeutumisen toimintaohjelmassa 2011–2015 ja Ympäristöhallinnon ilmastomuutokseen sopeutumisen toimintaohjelman päivittämisessä.

## 4.2 Tulosten tieteellinen merkitys

Suomea koskevat ilmastoskenaariot on päivitetty vastaamaan viimeisimmässä eli neljännessä IPCC:n arviointiraportissa käytettyjen ilmastomallien tuloksia. Tarkasteltavien ilmastosuureiden joukkoa on laajennettu. Samalla on saatu lisää tietoa ilmastomuutoksiin liittyvistä epävarmuustekijöistä, joita on soveltuvien osin esitetty todennäköisyysjakaumien muodossa. Hankkeessa on lisäksi tuotettu entistä tarkempia arvioita sään ääri-ilmiöiden toistuvuusajoista. Monien ääri-ilmiöiden, esimerkiksi korkeiden lämpötilojen toistuvuusajoja laskettaessa on tärkeää ottaa huomioon ilmastomuutosten vaikutus. Mm. vuosina 2006–2008 esiintyneiden lauhjojen talvien ja kuumien kesien 2010 harvinaisuusastetta arvioitaessa tämä on osoittautunut hyvin oleelliseksi.

Ilmastohavaintojen lisäksi hankkeen tulokset perustuvat laajaan maapallonlaajuisten ilmastomallikokeiden tuottamaan aineistoon, jota on täydennetty alueellisilla ilmastomalleilla tehtyjen tarkentavien laskelmien tuloksilla. Aineiston monipuolisuus on tehnyt mahdolliseksi arvioida Suomen ilmaston muuttumista ja siihen liittyvää epävarmuutta aiempaa kattavammalla tavalla.

Ilmastomuutoksen todennäköisyysennusteita sekä lumi-ilmaston muutoksia koskeneessa työosiossa T3 tieteellisen tiedon julkaiseminen kansainvälisissä julkaisusarjoissa on ollut hyvin aktiivista. Muissa työosioissa lähestymistapa on ollut käytännönläheisempi, ja vaikka tieteellisiä julkaisuja on syntynyt, painopiste on uusien tieteellisten innovaatioiden asemesta ollut suoraan yhteiskuntaamme hyödyttävän tiedon tuottamisessa. Näitä tuloksia on raportoitu suurelta osin hankkeen verkkosivustolla ja kotimaisissa raporttisarjoissa. Kaikki työosiot ovat panostaneet tuloksistaan tiedottamiseen esitelmien avulla.

Tutkimuksen tiimoilta ovat valmistuneet tai valmistumassa seuraavat opinnäytteet:

- Lehtonen, I., 2011: Äärisademäärien muutokset Euroopassa maailmanlaajuisten ilmastomallien perusteella. Helsingin yliopisto, fysiikan laitos.
- Eklund, J., 2010: Lumiolojen muutokset Pohjois-Euroopassa alueellisissa ENSEMBLES-ilmastomallisimulaatioissa. Pro gradu-tutkielma. Helsingin yliopisto, fysiikan laitos, 65+3 s.
- Hohenthal, J., 2009. Meteorologisen kuivuuden esiintyminen Pohjois-Euroopassa. Pro gradu-tutkielma. Turun yliopisto, maantieteen laitos, 86 s, 41 liites.
- Laapas, M., 2008. Puutarhakasvien talvehtiminen Manner-Suomen ilmastossa - nyt ja tulevaisuudessa Pro gradu. Helsingin yliopisto, fysiikan laitos.
- Ljungberg, K. 2009: Suomessa esiintyvien lämpötilan ääriarvojen mallintaminen yksidimensioisilla ilmakedämalleilla. Pro gradu. Helsingin yliopisto, fysiikan laitos.
- Seitola, T., 2008: Alueellinen ilmastomalli RCA3 ääri-lämpötilojen kuvaajana Suomessa 1971–2000 sekä tulevaisuuden muutokset. Pro gradu. Helsingin yliopisto, fysiikan laitos
- Simola, H., 2008: Ilmastolliset normaaliarvot muuttuvassa ilmastossa. Pro Gradu -tutkielma, Helsingin yliopiston fysiikan laitos, 65 + 6 s.
- Suvilampi, E., 2009. Voimakkaiden geostrofisten tuulten alueellisuus ja muutokset Suomessa vuosina 1884–2100. Pro Gradu-tutkielma. Turun yliopisto, maantieteen laitos, 68 s. + liitteet.
- Ylhäisi, J., 2009: Sademääräsimulaatiot ENSEMBLES-hankkeen alueellisissa ilmastomalleissa. Pro gradu. Helsingin yliopisto, fysiikan laitos, 81 s. + liitteet.

Parhailaan on käynnissä maailmanlaajuinen ponnistus uusien ilmastomallisimulaatioiden tekemiseksi. Näiden ns. CMIP5-ajojen taustalla on uudistetut kasvihuonekaasujen pitoisuusskenaariot, ja ajot suoritetaan ilmastomallien kehittyneimmillä versioilla. Ajojen tuloksia on tarkoitus hyödyntää IPCC:n viidennen arviointiraportin laatimisessa, ja ne tulevat olemaan ilmastoskenaariotyön perusaineistoa seuraavat viisi tai kuusi vuotta. Myös Suomessa on syytä tuottaa näihin uusimpiin CMIP5-ilmastomallikokeisiin perustuvat ilmastoskenaariot maallemme. Näin siksi, että tieteellisesti perusteltu käsitys Suomen ilmaston muutoksesta ja ilmaston vaihtelevuudesta tukee kansallisen ilmastomuutokseen sopeutumisen strategian tarkistamista sekä muuta lyhyen ja pitkän aikavälin ilmastopoliittista päätöksentekoa. Vaikka ACCLIM II-hanke on syventänyt ymmärtämystä Suomen ilmastosta ja sen muuttumisesta, se ei ole pystynyt täyttämään kaikkia tietotarpeita. Itse asiassa tiedon lisääntyessä on herännyt myös uusia kysymyksiä esimerkiksi ilmastomuutoksen ajallisesta etenemisestä ja alueellisista piirteistä. Ajantasaisten, viimeisimpään tietämykseen perustuvien ja aiempaa yksityiskohtaisempien ilmastomuutosskenaarioiden tarve on entisestään kasvamassa. Työ CMIP5-ajojen analysoimiseksi pääsee alkuun SETUILMU-tutkimuskokonaisuuteen kuuluvassa SETUKLIM-hankkeessa.

## **Kirjallisuus**

Tässä esitetään ne edellä mainitut kirjallisuusviitteet, joissa on hyödynnetty hankkeen tuloksia mutta jotka eivät ole hankkeen omia julkaisuja; jälkimmäiset ovat nähtävissä liitteessä 1.

- Berghäll, J. & Pesu, M., 2008. Ilmastomuutos ja kulttuuriympäristö – Tunnistetut vaikutukset ja haasteet Suomessa. Suomen ympäristö 44/2008, Rakennettu ympäristö, s. 34. Ympäristöministeriö.
- Himananen, S. ja Suorsa, A., 2010: Pohjois-Pohjanmaan ilmastostrategia.
- Karttunen, H., Koistinen, J., Saltikoff, E. & Manner, O., 2008. Ilmakehä, sää ja ilmasto. Ursan julkaisuja 107, 497 s.
- Lahdensivu, J., 2010: Julkisivujen ja parvekkeiden kestävyys muuttuvassa ilmastossa. Suomen ympäristö 17/2010, Rakennettu ympäristö, Ympäristöministeriö. 64 s.
- Luomaranta, A., Haapala, J., Gregow, H., Ruosteenoja, K., Jylhä, K. ja Laaksonen, A., 2010. Itämeren jääpeitteen muutokset vuoteen 2050 mennessä. Raportteja 2010: 4, 23 s. Ilmatieteen laitos. PDF-tiedosto (939 kt)
- Merenkulkulaitos, 2009. Ilmastomuutoksen vaikutukset Merenkulkulaitoksen toimintaan ja ilmastomuutokseen sopeutumisen edellyttämät toimenpiteet. Merenkulkulaitoksen sisäisiä julkaisuja 3/2009, 49 s.
- Molarius, R., Keränen, J., Jylhä, K., Sarlin, T. & Laitila, A., 2010. Suomen elintarviketuotannon turvallisuuden haasteita muuttuvissa ilmasto-olosuhteissa, VTT Tutkimusraportti: VTT-R-2672-10, 82 s. + liitt. 51 s.
- Nevanlinna, H. (toim.) 2008. Muutamme ilmastoa. Karttakeskus, 237 s.
- Niskanen, A., Donner-Amnell, J., Häyrynen, S. & Peltola, T., 2008. Metsän uusi aika - kohti monipuolisempaa metsäalan elinkeinorakennetta. Silva Carelica 53, 272 s.
- Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L., Hakala, K., 2011: Crop responses to precipitation and elevated temperatures in cool growing conditions at high latitudes according to long-term multi-location trials. *Journal of Agricultural Science*, 149, 49-62
- Perrels, A., Tuovinen, T., Veijalainen, N., Jylhä, K., Aaltonen, J. Molarius, R., Porthin, M., Silander, J. & Rosqvist, T., 2010: The implications of climate change for extreme weather events and their socio-economic consequences in Finland. VATT Research Reports 158/2010, 133 p.
- Rinne, J., Koistinen, J. & Saltikoff, E. (toim.), 2008. Suomalainen sääopas. Otava, 248 s.
- Salanne, I., Byring, B., Valli, R., Tikkanen, M., Peltonen, P., Haapala, J., Jylhä, K., Tolonen-Kivimäki, O. & Tuomenvirta, H., 2010. Ilmastomuutos ja tavaraliikenne. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 15/2010. ISBN 978-952-243-159-2 (verkkojulkaisu).

- Sairinen, R., Järvinen, S. & Kohl, J., 2010: Ilmastonmuutoksen ja siihen sopeutumisen sosiaaliset vaikutukset maaseudulla. Itä-Suomen yliopisto.
- Soini, S., 2007. Ilmastonmuutos ja siihen varautuminen Espoossa. Espoon ympäristökeskus Monistesarja 2/2007, 49 s.
- Tiehallinto, 2009. Ilmastonmuutoksen vaikutus tiestön hoitoon ja ylläpitoon. Tiehallinnon selvityksiä 8/2009, 66 s. + liitt. 8 s.
- Venäläinen ym., 2005 Venäläinen, A., Tuomenvirta, H., Pirinen, P., Drebs, A., 2005. A basic Finnish climate data set 1961-2000-description and illustrations. Finnish Meteorological Institute, Reports 2005:5
- Venäläinen, A., Johansson, M., Kersalo, J., Gregow, H., Jylhä, K., Ruosteenoja, K., Neitiniemi-Upola, L., Tietäväinen, H., Pimenoff, N., 2010. Pääkaupunginseudun ilmastotietoja ja -skenaarioita. Teoksessa: Pääkaupunkiseudun ilmasto muuttuu. Sopeutumisstrategian taustaselvityksiä. HSY Helsingin seudun ympäristöpalvelut, HSY:n julkaisuja 3/2010, s. 12–35.
- Virtanen, A. & L. Rohweder (toim.), 2011: Ilmastonmuutos käytännössä. Hillinnän ja sopeutumisen keinoja. 978-952-495-178-4. Gaudeamus.

## **Liitteet**

Liite 1 – Julkaisut

Liite 2 – Esitelmät ja posterit sekä lehdistötiedotteet ja näkyminen tiedotusvälineissä

## Liite 1 – Julkaisut

### ACCLIM II – Ilmastonmuutosarviot ja asiantuntijapalvelu sopeutumistutkimuksia varten

#### ACCLIM II – Climate change survey and expert service for adaptation assessment

##### Referoidut tieteelliset julkaisut v. 2008–2011

- Fronzek, S. and T.R. Carter (2009): Probabilistic projections of climate change effects on sub-arctic palsa mires using the response surface approach. *Geophysical Research Abstracts*. Vol. 11, EGU2009-8122-1. <http://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2009/EGU2009-8122-1.pdf>
- Fronzek, S., Carter, T.R., Räisänen, J., Ruokolainen, L. and Luoto, M., 2010. Applying probabilistic projections of climate change with impact models: a case study for sub-arctic palsa mires in Fennoscandia. *Climatic Change*, 99, 515-534, doi:10.1007/s10584-009-9679-y.
- Fronzek, S., Carter, T.R., Jylhä, K., Representing two centuries of past and future climate for assessing risks to biodiversity in Europe. *Global Ecology and Biogeography*, in press.
- Gregow, H., Venäläinen, A., Peltola, H., Kellomäki, S. & Schultz, D., 2008. Temporal and spatial occurrence of strong winds and large snow load amounts in Finland during 1961-2000. *Silva Fennica* 42(4), p. 515-534.
- Hohenthal, J., Venäläinen, A., Ylhäisi, J. and Käyhkö, J.. Spatio-temporal variation of meteorological drought in Northern Europe in a changing climate. *Hydrology research* (in preparation).
- Jylhä K., Fronzek S., Tuomenvirta H., Carter T.R. and Ruosteenoja K., 2008: Changes in frost, snow and Baltic Sea ice by the end of the twenty-first century based on climate model projections for Europe. *Climatic Change*. 86, 441-462.
- Jylhä, K., Tuomenvirta, H., Ruosteenoja, K., Niemi-Hugaerts, H., Keisu, K. and Karhu, J.A., 2010. Observed and projected future shifts of climatic zones in Europe, and their use to visualize climate change information. *Weather, Climate, and Society*, 2: 148-167
- Kilpeläinen, T., Tuomenvirta, H. & Jylhä, K. 2008: Climatological characteristics of summer precipitation in Helsinki during the period 1951-2000. *Boreal Env. Res.* 13: 67-80.
- Kilpeläinen, A., Kellomäki, S., Strandman, H. and Venäläinen, A., 2010. Climate change impacts on forest fire potential in boreal conditions in Finland. *Climatic Change* (2010) 103:383–398.
- Laapas, M., Jylhä K., and Tuomenvirta, H.: 2011: Climate change and future overwintering conditions of woody, horticultural plants in Finland. *Boreal Env. Res.*, in press.
- Peltonen-Sainio P., Hakala, K, Jauhiainen L. ja Ruosteenoja K., 2009: Comparing regional risks in producing turnip rape and oilseed rape - Impacts of climate change and breeding. *Acta Agriculturae Scandinavica. Section B - Soil and Plant Science*, 59, 129-138. doi: 10.1080/09064710802022895.
- Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L. and Venäläinen, A., 2009. Comparing regional risks in producing turnip rape and oilseed rape - Today in light of long-term datasets. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B - Soil and Plant Science*; 59: 118-128.
- Pudas, E., Leppälä, M., Tolvanen, A., Poikolainen, J, Venäläinen, A. and Kubin, E., 2008. Trends in phenology of *Betula pubescens* across the boreal zone in Finland. *Int J Biometeorology*, 52, 251-259.
- Ruokolainen, L. ja J. Räisänen, 2009: How soon will climate records of the 20th century be broken according to climate model simulations. *Tellus* 61A, 476-490.
- Ruosteenoja, K., Räisänen, J. and Pirinen, P., 2010. Projected changes in thermal seasons and the growing season in Finland. *International Journal of Climatology*, n/a. doi: 10.1002/joc.2171
- Räisänen, J., 2008. Warmer climate: less or more snow? *Climate Dynamics* 30, p. 307–319.
- Räisänen, J. ja L. Ruokolainen, 2008a: Estimating present climate in a warming world: a model-based approach. *Climate Dynamics*, 31, 573-585.
- Räisänen, J. ja L. Ruokolainen, 2008b: Ongoing global warming and local warm extremes: a case study of winter 2006-2007 in Helsinki, Finland. *Geophysica*, 44, 45-65.

- Räisänen, J., L. Ruokolainen ja J. Ylhäisi, 2009: Weighting of model results for improving best estimates of climate change. *Climate Dynamics*, DOI10.1007/s00382-009-0659-8.
- Räisänen, J. and J. Eklund, 2011: 21st century changes in snow climate in Northern Europe as simulated by regional climate models in the ENSEMBLES project: a high-resolution view from ENSEMBLES regional climate models. *Climate Dynamics*, DOI: 10.1007/s00382-011-1076-3.
- Spangenberg, J., Carter, T., Fronzek, S., Jaeger, J., Jylhä, K., Kühn, I., Omann, I., Paul, A., Reginster, I., Rounsevell, M., Schweiger, O., Stocker, A., Sykes, M., Settele, J. Scenarios for investigating risks to biodiversity. *Global Ecology and Biogeography*, accepted.
- Tietäväinen, H., Tuomenvirta, H., Venäläinen, A., 2010. Annual and seasonal mean temperatures in Finland during the last 160 years based on gridded temperature data. *Int. J. Climatol.*30: 15, 2247-2256.
- Venäläinen, A., K. Jylhä, T. Kilpeläinen, S. Saku, H. Tuomenvirta, A. Vajda, K. Ruosteenoja, 2009: Recurrence of heavy precipitation, dry spells and deep snow cover in Finland based on observations. *Boreal Env. Res.* 14: 166-172.
- Venäläinen, A., Jylhä, K., Jokinen, P. and Peltola, H: The predicted change of the forest fire risk in northern Europe in the 21st century based on probabilistic climate projections (submitted to *Climatic Change*).
- Ylhäisi, J.S., Tietäväinen, H., Peltonen-Sainio, P., Venäläinen, A., Eklund, J., Räisänen, J. and Jylhä, K., 2010. Growing season precipitation in Finland under recent and projected climate. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, doi:10.5194/nhess-10-1563-2010.

### **Muut julkaisut (ml. Ilmastokatsaukset) ja opinnäytteet**

- Aaltonen, J., Hohti, H., Jylhä, K., Karvonen, T., Kilpeläinen, T., Koistinen, J., Kotro, J., Kuitunen, T., Ollila, M., Parvio, A., Pulkkinen, S., Silander, J., Tiuhonen, T., Tuomenvirta, H. ja Vajda, A., 2008. Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU). Suomen ympäristö 31/2008, Luonnonvarat, 123 s. Suomen ympäristökeskus (SYKE).
- Eklund, J., 2010: Lumiolojen muutokset Pohjois-Euroopassa alueellisissa ENSEMBLES-ilmastomallisimulaatioissa. Pro gradu-tutkielma. Helsingin yliopisto, fysiikan laitos, 65 +3 s.
- Fronzek, S., T. Carter, M. Luoto, J. Lyytimäki (2009) Palsasuot muuttuvassa ilmastossa (Palsa mires in a changing climate). In: Lyytimäki, Jari. Jälkeemme vedenpaisumus? Ilmastonmuutoksen ja merien suojelun ekologiset kynnyksarvot. Helsinki, Gaudeamus: Suomen ympäristökeskus (SYKE). pp. 24-25. ISBN 978-952-495-122-7. In Finnish.
- Fronzek, S., Carter, T.R., and K. Jylhä, 2010: Scenarios of climate change for Europe. In Settele J., Penev L., Georgiev T., Grabaum R., Grobelenk V., Hammen V., Klotz S., Kotarac M. & Kuhn I., (eds): *Atlas of Biodiversity Risk*. Pensoft Publishers. ISBN 978-954-642-446-4. 68-71.
- Gregow, H., Venäläinen, A., Laine, M., Niinimäki, N., Seitola, T., Tuomenvirta, H., Jylhä, K., Tuomi, T. ja Mäkelä, A., 2008a. Vaaraa aiheuttavista sääilmiöistä Suomen muuttuvassa ilmastossa. *Ilmatieteen laitos Raportteja* 2008:3.
- Hohenthal, J., 2009. Meteorologisen kuivuuden esiintyminen Pohjois-Euroopassa. Pro Gradu, Turun yliopiston maantieteen laitos, 78 s+liitteet.
- Hohenthal, J., Venäläinen, A., Ylhäisi, J. and Käyhkö, J., 2009. Spatio-temporal variation of meteorological drought in Northern Europe in a changing climate. *Hydrology research*, (submitted).
- Huttila, A. & Jylhä, K., 2008. Rankkasateet lisääntyvät ilmaston lämpenemisen myötä. *Ilmastokatsaus* 5/2008, s. 3.
- Jokinen, P., 2009: Suomen ainoa hirmumyrsky? *Ilmastokatsaus* 09/09, s. 4-6.
- Jokinen P., Tuomenvirta H and A. Vajda, 2011: Changes in severe wind gust frequencies by the 2050s in Europe *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 13, EGU2011-7636.
- Jokinen, P. and K. Jylhä, 2011: Migration of climatic zones in Europe based on regional climate model simulations. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 13, EGU2011-7568-1.
- Jylhä, K., 2008. Suomen ilmasto tulevaisuudessa. In: Rinne, J., Koistinen, J. ja Saltikoff, E., (Eds.) *Suomalainen sääopas*. Otava. Helsinki, s. 211-216.
- Jylhä, K., 2008. Rankkasateet muuttuvassa ilmastossa. *Ympäristö ja terveys*, 39(10), s. 10–16.
- Jylhä, K., Carter, T.R., and Carter, T.R., 2010: Current climatic conditions and observed trends in Europe. In Settele J., Penev L., Georgiev T., Grabaum R., Grobelenk V., Hammen V., Klotz S., Kotarac M. & Kuhn I., (eds): *Atlas of Biodiversity Risk*. Pensoft Publishers. ISBN 978-954-642-446-4. 66-67.

- Jylhä, K. and Jokinen, P., 2010. Climatic zones in Europe as a dissemination tool of climate change information. Conference on Future Climate and Renewable Energy: Impacts, Risks and Adaptation, 31 May - 2 June 2010; Conference proceedings, p. 102-103.
- Jylhä, K., Ruosteenoja, K., Räisänen, J., Venäläinen, A., Tuomenvirta, H., Ruokolainen, L., Saku, S. ja Seitola, T., 2009: Arvioita Suomen muuttuvasta ilmastosta sopeutumistutkimuksia varten. ACCLIM-hankkeen raportti 2009. (The changing climate in Finland: estimates for adaptation studies. ACCLIM project report 2009.) Ilmatieteen laitos, Raportteja 2009:4, 102 s. (In Finnish, abstract, extended abstract and captions for figures and tables also in English)
- Jylhä, K. and R. Ruuhela, 2011: Visualization of climate change information - feedback from web page visitors. Geophysical Research Abstracts, Vol. 13, EGU2011- 5766-1.
- Jylhä K., Tietäväinen H., Ruosteenoja K., Kalamees T, Jokisalo J, Ilomets S, Hyvönen R and Saku S., 2011: Climate change and energy demand for heating and cooling of buildings in Finland. Geophysical Research Abstracts, Vol. 13, EGU2011-6251-1.
- Laapas, M. 2008. Puutarhakasvien talvehtiminen Manner-Suomen ilmastossa - nyt ja tulevaisuudessa. Pro gradu. Helsingin yliopisto, fysiikan laitos. 62 s.
- Lehtonen, I., 2011: Äärisademäärien muutokset Euroopan ja Pohjois-Atlantin alueella maailmanlaajuisissa ilmastomalleissa. Helsingin yliopisto, fysiikan laitos.
- Ljungberg, K. 2009: Suomessa esiintyvien lämpötilan ääriarvojen mallintaminen yksidimensioisilla ilmakehämalleilla. Pro gradu. Helsingin yliopisto, fysiikan laitos.
- Molarius, R., Keränen, J., Jylhä, K., Sarlin, T. & Laitila, A., 2010. Suomen elintarviketuotannon turvallisuuden haasteita muuttuvissa ilmasto-olosuhteissa, VTT Tutkimusraportti : VTT-R-2672-10, 82 s. + liitt. 51 s
- Mäkelä, M. 2010: Vanhoista Kuukausikatsauksista. Ilmastokatsaus 11/2010, IL, s. 4-5.
- Peltonen-Sainio P., Hakala, L. Jauhiainen ja K. Ruosteenoja, 2008: Rapsi korvaa rypsin jo lähivuosikymmeninä ilmastomuutoksen edetessä. Maataloustieteen päivät 11.1.2008.
- Perrels, A., Tuovinen, T., Veijalainen, N., Jylhä, K., 2008, Evaluating economic risks of extreme weather events – from costs to resilience. Futura, 4, p. 73–86.
- Perrels, A., Tuovinen, T., Veijalainen, N., Jylhä, K., Aaltonen, J. Molarius, R., Porthin, M., Silander, J. & Rosqvist, T., 2010: The implications of climate change for extreme weather events and their socio-economic consequences in Finland. VATT Research Reports 158/2010, 133 p.
- Ruosteenoja, K., 2010: Mitenkä helle hellii meitä tulevaisuudessa? Ilmastokatsaus 8/2010, IL, s. 6-8.
- Ruosteenoja, K., 2010: Ilmasto lämpenee – katoavatko talvet? Ilmastokatsaus 10/2010, IL, s. 8-9.
- Räisänen, J., 2008. Oliko vuoden 2008 lämpimyyks poikkeuksellista? Ilmastokatsaus 12/2008, IL, s. 3
- Räisänen, J., 2008: Ongoing global warming and local warm extremes: a case study of two record mild winter months in Helsinki, Finland. MISTRA SWECIA Newsletter 1, 4-6.
- Räisänen, J., 2011: Ilmastomuutos ja heinäkuun helteet. Ilmastokatsaus 9/2010, IL, s. 4-6.
- Salanne, I., Byring, B., Valli, R., Tikkanen, M., Peltonen, P., Haapala, J., Jylhä, K., Tolonen-Kivimäki, O. & Tuomenvirta, H., 2010. Ilmastomuutos ja tavaraliikenne. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 15/2010. ISBN 978-952-243-159-2 (verkkajulkaisu).
- Seitola, T., 2008: Alueellinen ilmastomalli RCA3 ääriämpötilojen kuvaajana Suomessa 1971–2000 sekä tulevaisuuden muutokset. Pro gradu. Helsingin yliopisto, fysiikan laitos
- Simola, H., 2008: Ilmastolliset normaaliarvot muuttuvassa ilmastossa. Pro gradu -tutkielma, Helsingin yliopiston fysiikan laitos, 65 + 6 s.
- Suvilampi, E., 2009. Voimakkaiden geostrofisten tuulten alueellisuus ja muutokset suomessa vuosina 1884–2100. Pro Gradu, Turun yliopiston maantieteen laitos, 68 s + liitteet.
- Venäläinen, A., Hohenthal, J., Fronzek, S., Saku, S., Drebs, A, Jylhä, K. and Carter, T., 2008. Temporal variation of dry spells in the Nordic and Baltic countries. European Conference on Applied Climatology (ECAC), 29 September - 03 October 2008, Amsterdam, The Netherlands.
- Tietäväinen, H., Ylhäisi, J. and Jylhä, K., 2010. Summertime Precipitation in Finland under Recent and Projected Climate. Conference on Future Climate and Renewable Energy: Impacts, Risks and Adaptation, 31 May - 2 June 2010; Conference proceedings, p. 26-27.
- Venäläinen A, Johansson M, Kersalo J, Gregow H, Jylhä K, Ruosteenoja K, Neitiniemi-Upola L, Tietäväinen H, Pimenoff N, 2010: Pääkaupunginseudun ilmastotietoja ja -skenaarioita. Teoksessa: Pääkaupunkiseudun ilmasto muuttuu. Sopeutumisstrategian taustaselvityksiä. HSY Helsingin seudun



ympäristöpalvelut, HSY:n julkaisu 3/2010, s. 12-35. ISBN (nid.) 978-952-6604-04-6, ISBN (pdf) 978-952-6604-05-3.

- Ylhäisi, J., 2009: Sademääräsimulaatiot ENSEMBLES-hankkeen alueellisissa ilmastomalleissa. Pro gradu. Helsingin yliopisto, fysiikan laitos, 81 s. + liitteet.

### **Tuloksia hankkeen verkkosivustolla**

- Lumiolojen muutokset Pohjois-Euroopassa ENSEMBLES hankkeen alueellisissa ilmastomallisimulaatioissa, PDF-tiedosto 82306 kt)
- Ilmaston lämpeneminen tuo kosteampia talvia
- Ilmastonmuutos ja heinäkuun helteet PDF-tiedosto (63 kt)
- Arvioita Suomen muuttuvasta ilmastosta sopeutumistutkimuksia varten. ACCLIM-hankkeen raportti 2009
- Ilmastonmuutoksen vaikutus auringonsäteilyn määrään - ennuste vuoteen 2099
- Ilmastonmuutoksen todennäköisyssennusteet - muuttuvatko tulokset, kun otetaan avuksi alueelliset ilmastomallit? PDF (1022 kt)
- Kuumien ja kylmien päivien esiintyminen ilmaston lämmitessä
- Maailmanlaajuisten ilmastomallien tuloksiin perustuva arvio lumen määrän muutoksista lähivuosisikymmeninä PDF (205 kt)
- Maailmanlaajuisten ilmastomallien tuloksiin perustuva arvio lumen määrän muutoksista lähivuosisikymmeninä PDF (205 kt)
- Roudan paksuus lumettomilla alueilla ilmaston lämmitessä (PDF 792 kt)
- Lämpötilailmasto Helsingissä, Jyväskylässä ja Sodankylässä vuonna 2010 PDF (43 kt)
- Lämpötilan ja sademäärän muutoskenaarioita Suomelle (v. 2008 syyskuu)
- Sään ääri-ilmiöistä Suomessa (23.11.2007) PDF (1416 kt)
- Maailmanlaajuisiin malleihin perustuvia lämpötila- ja sademääräskenaarioita (7.8.2007) PDF (1976 kt)
- Ilmastonmuutoksen todennäköisyssennusteita vuosikymmenille 2011-2020 (23.5.2007) PDF (85 kt)

## Liite 2 – Esitelmät ja posterit sekä lehdistötiedotteet ja näkyminen tiedotusvälineissä

### ACCLIM II – Ilmastomuutosarviot ja asiantuntijapalvelu sopeutumistutkimuksia varten

#### ACCLIM II – Climate change survey and expert service for adaptation assessment

#### Esitelmät ja posterit

2008 (60 kpl)

- 09.01.2008: Tulvariskityöryhmän kokous, MMM. "Ilmastomuutos – sadanta ja kaupunkitulvat", K. Jylhä.
- 11.01.2008: Suomen tiedeakatemian 100-vuotisjuhlaseminaari "Maan ytimeistä avaruuteen". "Ilmastomallien ennusteet tulevasta". J. Räisänen
- 22.01.2008: Ilmastomuutos ja Helsinki, Helsinki. "Globaali ilmastomuutos", H. Tuomenvirta.
- 30.01.2008: Koululaisryhmälle pidetty esitys, Ilmatieteen laitos, Helsinki. "Ilmasto muuttuu --- maailmalla ja Suomessa". IK. Ruosteenoja
- 05.02.2008: Toimittajakoulutusohjelman luento, Ilmatieteen laitos, "Ilmasto ja luonnonlait -- Ilmastomuutoksen tieteellinen pohja". K. Ruosteenoja
- 11.02.2008: Ilmastomuutosesitys MAOL-veteraaneille. Yleisoesitelmä Helsingissä. K. Ruosteenoja
- 14.02.2008: Helsingin yliopiston Fysiikan laitos, meteorologian seminaarisarja. "Climate change and mild winters: probability forecasts for present and future". J. Räisänen
- 26.02.2008: Modellers' review, Ilmatieteen laitos, Helsinki. " Probabilistic climate forecasts based on multi-model ensemble simulations ", J. Räisänen & L. Ruokolainen
- 04.03.2008: ISTO väliseminaari, Lammi. "ACCLIM", K. Jylhä
- 19.03.2008: Mistra-SWECIA seminar, Tukholma. "Assessment of climate projection uncertainties", J. Räisänen
- 27.03.2008: Itämeren tulevaisuusseminaari, Rannikkotyökistöpuseeri- ja Meriupseeriyhdistys Suomenlinna. "Itämeri ja ilmastomuutos", H. Tuomenvirta
- 01.04.2008: Ilmastostrategian toteuttaminen alkuun Espoossa. "Globaali ilmastomuutos", H. Tuomenvirta
- 01.04.2008: Kumpulakollektio, Fysiikan laitos, Helsingin yliopisto: "Ilmastomallien ennusteet tulevasta", J. Räisänen
- 04.04.2008: Ilmastomuutos – Alueellisen ympäristöntutkimuksen kolloktio, Turku. "Ilmastomuutoksen alueelliset piirteet", K. Jylhä
- 07.04.2008: Metsähallituksen suunnittelupalaveri, Vantaa. "Kasvihuoneilmiö voimistuu - ilmastomuutos Suomessa", H. Tuomenvirta ja K. Jylhä
- 15.04.2008: "Ilmastomuutoksen vaikutukset". Tulevaisuuden liikkumisen ilmasto- ja energiahaasteet - seminaari Espoossa. K. Ruosteenoja
- 16.04.2008: "Ilmastomuutoksen hillintä ja siihen sopeutuminen kuntatasolla". KUUMA-kuntien seminaari, Järvenpää. H. Tuomenvirta
17. ja 18.4.2008: "Miten voit omilla ja yrityksesi valinnoilla vaikuttaa ilmastomuutokseen? Voiko ilmastomuutosta hallita?" Areen Aamuseminaarit. J.A. Karhu
- 18.04.2008: "Miten ilmastomuutoksia ennustetaan ja miten ilmaston odotetaan muuttuvan". Suomalaisen yhteiskoulun ilmastomuutoskurssi, Hyttiälän metsäasema. J. Räisänen
- 21.04.2008: "Tulevaisuuden ilmaston alueelliset piirteet Suomessa". Ilmastomuutos ja Lounais-Suomi - seminaari Turussa. K. Ruosteenoja
- 30.04.2008: "Ilmastomuutoksen suorat ja epäsuorat vaikutukset". Pohjola-vakuutus, Helsinki. H. Tuomenvirta
- 06.05.2008: Seminar for the delegation of the Asian Development Bank, "Modelling of crop suitability, productivity and drought conditions in a changing climate", Helsinki, S. Fronzek
- 07.05.2008: TOLERATE-hankkeen ohjausryhmä, "Ilmastohavainnot ja -skenaariot", K. Jylhä
- 14.05.2008: "Ilmastomuutoksen tieteellinen perusta kansainvälisen ilmastopaneelin (IPCC) mukaan". Sanoman toimittajakoulu/Kansainväliset ilmastokysymykset. Helsinki. K. Ruosteenoja
- 16.05.2008: "Uusinta tietoa ilmastomuutoksesta". Ilmastostrategian avaus, Vantaa. H. Tuomenvirta
- 21.05.2008: "Ilmastomuutostietoa Forecan meteorologeille". Foreca OY, Helsinki. J. Räisänen

- 25.05.2008: ”Miten ilmasto muuttuu?” Hyvinkään ympäristönsuojeluyhdistyksen Suuri ilmastopaneeli Hyvinkäällä. K. Ruosteenoja
- 27.05.2008: Lisääkö ilmastonmuutos rankkasateita? Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU) -hankkeen tiedotustilaisuus, ”Kesäsateiden muuttuminen ilmastonmuutoksen myötä”, K. Jylhä
- 29.05.2008: Ilmastonmuutokseen sopeutuminen - Ympäristöhallinnon koulutusohjelma, ”Tutkimustietoa ilmastonmuutoksesta ja sen vaikutuksista”, K. Jylhä
- 29.05.2008: ”Globaali ilmastonmuutos”. Espoon valtuuston seminaari, Espoo. H.Tuomenvirta
- 02.06.2008: Regional Science Team Meeting devoted to the High Latitudes of the NEESPI domain, Helsinki: ”Climate model simulations of snow and related variables in northern Europe”, K. Jylhä, J. Räisänen and A. Parvio
- 04.06.2008: Wind Atlas kick-off meeting, Helsinki: Impacts of climate change on the wind energy potential - and how to estimate?”, K. Jylhä
- 10.06.2008: ”Ilmastonmuutoksen yhteiskunnalliset vaikutukset”. Nesteen Porvoon jalostamon työntekijöiden vierailu IL:ssa, J.A. Karhu
- 16.06.2008: ”Ilmastonmuutos ja vaikutukset - nykytilanne ja arviot tulevasta kehityksestä”. Ministeriöiden kansliapäälliköiden seminaari, Helsinki. H. Tuomenvirta
- 13.08.2008: ”Ilmastonmuutos ja vaikutukset - nykytilanne ja arviot tulevasta kehityksestä”. TAC Finland, Helsinki. H. Tuomenvirta
- 27.08.2008: ”Ilmastonmuutos ja liikenne”. Kanta-Hämeen liikenneseminaari Hämeenlinnassa. J:A. Karhu
- 31.8.-5.9.2008 ”Climatic variations in Finland based on gridded climate data" (poster). kokouksessa: 7th International NCCR Climate Summer School, Monte Verità, Switzerland. H. Tietäväinen
- 08.09.2008: Seminar for the delegation of the Korean Task Force on Climate Change ”Climate change impacts and adaptation”, Helsinki, S. Fronzek
- 12.09.2008: ”Ilmastonmuutos -- tieteellinen perusta ja maailmanlaajuiset muutokset”. Ympäristöteknikkamessut Helsingissä. K. Ruosteenoja
- 12.09.2008: Ympäristöteknikka 08 –messut, Helsinki, ”Ilmastonmuutos Suomessa - miten ilmasto muuttuu sinun kotiseudullasi”, K. Jylhä
- 18.09.2008: ”Kasvihuoneilmaston voimistumisen vaikutus ilmastoon”. TKK, arkkitehtiosasto, Espoo. J. Räisänen
- 24.09.2008: ”Ilmastonmuutoksen vaikutuksia kiinteistöalalle”. Kiinteistöjen vakuutuspäivä KIINKO-FINVA, Helsinki. H. Tuomenvirta
- 29.09.2008, ”Summertime precipitation climate in Finland - data, corrections, some results”, kokouksessa: 8th Annual Meeting of the EMS / 7th ECAC, Amsterdam. H. Tietäväinen
- 30.09.2008: Ilmastonuojelu osaksi koulujen ja päiväkotien arkipäivää, Kuuma-koulutus, Järvenpää, ”Ilmastonmuutoksen hillintä ja siihen sopeutuminen kuntatasolla”, O. Tolonen-Kivimäki
- 29.9.-3.10.2008: European Conference on Applied Climatology (ECAC), Amsterdam, The Netherlands ”Temporal variation of dry spells in the Nordic and Baltic countries”. A. Venäläinen, Hohenthal, J., Fronzek, S., Saku, S., Drebs, A, Jylhä, K. and Carter, T.
- 09.10.2008: ”Haasteena monitahoinen ilmastonmuutos”. OPEKO koulutus, Helsinki. H.Tuomenvirta
- 10.10.2008: ”Todennäköisyysennusteita lähitulevaisuuden ilmastosta”. ACCLIM-hankkeen seminaari, Ilmatieteen laitos. J. Räisänen
- 10.10.2008: ”Vuorovaikutus ilmastonmuutoksen sopeutumistutkimuksessa”. ACCLIM-seminaari, Ilmatieteen laitos. H. Tuomenvirta
- 10.10.2008: ACCLIM-seminaari ja ISTO-työpaja, Helsinki, ”Rankkasateet ja suojakelit – alueellisten ilmasto-mallien tuloksia”, K. Jylhä, A. Luomaranta, T. Seitola, S. Saku
- 16.10.2008: Ilmastonmuutoksen vaikutukset Suomessa ja maailmanlaajuisesti. Nappaako teknologia ihmisen -luentosarja, Vanajaveden opiston ja Helsingin yliopiston yleisöluentosarja. Hämeenlinna. K. Ruosteenoja
- 21.10.2008: FinLT SER-verkoston johtoryhmän kokous, Helsinki, ”Ilmastoskenaarioista”, K. Jylhä
- 23.10.2008 Matkailutoimittajien killan kuukausitapaaminen Helsingissä, ”Ilmastonmuutos ja matkailu”, Juha A. Karhu
- 03.11.2008: Estimating present climate in a warming world: combining observations with model results. Nordklim Workshop, Helsinki, J. Räisänen
- 11.11.2008: Miten Suomi varautuu ilmastonmuutokseen? - koulutuspäivä toimittajille, ”Uutta ilmastonmuutostietoa Suomesta, K. Jylhä

- 13.11.2008 Mikkelin yliopistokeskuksen Studia Generalia -luento, "Ilmastonmuutoksen yhteiskunnalliset vaikutukset Suomessa", Juha A. Karhu
- 19.11.2008 Uuden teknologian säätiön teemapäivä: Turku matkalla Turku Science Parkissa, "Ilmastonmuutos ja matkailu", Juha A. Karhu
- 26.11.2008 Ilmastonmuutosennusteet. Ilmastonmuutokseen varautuminen viheralalla -seminaari Espoossa. K. Ruosteenoja
- 03.12.2008: Ilmastotutkimuksen / IPCC:n työryhmä I:n keskeisiä tulevia haasteita. Eduskunnan ympäristövaliokunta, Helsinki, J. Räisänen
- 10.12.2008 Muuttuvan ilmaston vaikutukset puutarhakasveihin. Dendrologian seuran vuosikokous. Tieteiden Talon, Helsinki, M. Laapas
- 11.12.2008 Ilmastonmuutos -- tieteellinen perusta ja Suomen tuleva ilmasto. Ympäristölautakunnan juhlaseminaari Mikkelissä. K. Ruosteenoja
- 2009 (28 kpl)**
- 12.01.2009 Probability of mild winters: interpretation of recent observations in the light of model results, and projections for the future. Baltex-seminaari, Helsinki, J. Räisänen
- 12.01.2009 Projections of wintertime climate changes in the Baltic Sea catchment area. BALTEX-seminaari, Helsinki, K. Jylhä
- 22.01.2009 Ilmastokenaarioiden laadinta ekosysteemitarkasteluja varten. VACCIA-hankkeen aloituskokous, Helsinki, K. Jylhä
- 24.01.2009 Kuinka ilmastomme arvioidaan muuttuvan. Hortonomien Yhdistys ry:n kurssipäivä. Tilastokeskus, Helsinki, M. Laapas
- 03.02.2009 Ilmasto ja luonnonlait -- Ilmastonmuutoksen tieteellinen pohja. Toimittajakoulutusohjelman luento. K. Ruosteenoja
- 04.02.2009 Sataako vielä lunta – miltä näyttää Suomen tuleva ilmasto? Toimittajakoulutus, Ilmasto muuttuu – missä mennään? Koulutus toimittajille, Helsinki, K. Jylhä
- 10.03.2009 Uusimpia tietoja Suomen muuttuvasta ilmastosta sopeutumistutkimuksiin. YLEn Tiede ja oppiminen – ilmastonmuutuskoulutus, Helsinki, K. Jylhä
- 16.03.2009 Esitys. Ilmastonmuutos muuttaa maataloutta –seminaari, MTT, Jokioinen. H. Tuomenvirta
- 26.03.2009 Ilmasto muuttuu - auttaako päästöjen rajoittaminen? Ilmansuojeluyhdistyksen kevätseminaari Helsingissä. K. Ruosteenoja
- 26.03.2009 About future projections of snow cover. Ketkä muut tutkivat lunta IL:ssä? – Kick-off meeting for deeper snow co-operation, Helsinki, K. Jylhä
- 15.04.2009 "Ilmastonmuutokseen sopeutumisen tukeminen sääkatastrofien riskien hallintaa kehittämällä". Kansallisen IPCC-työryhmän kokous, K. Jylhä
- 23.04.2009 "Probabilistic projections of climate change effects on sub-arctic peat bogs using the response surface approach". EGU General Assembly, Vienna, Austria, S. Fronzek and T.R. Carter
- 05.05.2009 Mitä ilmastonmuutos voi merkitä Suomessa -- skenaario sadan vuoden päähän. Elintarvikepäivät Helsingin Messukeskuksessa. K. Ruosteenoja
- 11.05.2009 Ilmastonmuutos --- yleistä ja ajankohtaista. Ilmastonmuutosseminaari Yleisradiossa Helsingissä. K. Ruosteenoja
- 14.05.2009: Ilmastonmuutos ja tuoreet lämpöennätykset: aiemmat havainnot antavat harhaisen kuvan nykyisestä ilmastosta. Geofysiikan päivät, Helsinki, J. Räisänen
- 14.05.2009 Ilmastonmuutos ja siihen sopeutuminen Suomessa, Riihimäen - Hyvinkään kauppakamarin ilmastoseminaari. R. Ruuhela
- 26.05.2009 Probabilistic forecasts of climate change. Tilastopäivät, Kuopio, J. Räisänen
- 27.05.2009 Uncertainties in climate scenarios. Joensuu Forestry Networking Week 25 – 29 May 2009, K. Jylhä
- 08.06.2009 Climate Change and Health. Course on Global Health, University of Tampere. R. Ruuhela
- 23.09.2009 Viimeisimpiä tuloksia ilmastomallinnuksesta. Millä Suomessa tuotetaan tulevaisuudessa energiaa -seminaari Helsingissä. K. Ruosteenoja
- 06.10.2009 Ihmisen aiheuttaman ilmastonmuutos - ilmastopolitiikkaa tarvitaan hillintään ja sopeutumiseen. Ympäristötietoinen ja sosiaalinen talous yhteiskunnan perustana - seminaari, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. R. Ruuhela
- 06.10.2009 Hämeen ilmasto tulevaisuudessa. Valuma-alueiden ja vesistöjen herkkyys ja sopeutuminen ilmastonmuutoksen vaikutuksiin –seminaari, VACCIA, Lammi, K. Jylhä ja M. Laapas

- 08.10.2009 Ilmastonmuutoksen teoria ja arki. Luonnontieteilijäpäivät Helsingissä. K. Ruosteenoja
- 13.-16.10.2009 Wind Effect on Trees. Second international conference on 'Wind and Trees', Freiburg, Germany. Poster. H. Gregow
- 27.10.2009 Current climate change scenarios and risks of extreme events for Northern Europe. Network of Climate Change Risks on Forests (FoRisk), SNS Workshop, Tvärminne. K. Jylhä
- 28.10.2009 Storm risks on forestry in Northern Europe - occurrence and risk management. Network of Climate Change Risks on Forests (FoRisk), SNS Workshop, Tvärminne. H. Gregow
- 30.10.2009 Malliarvioita lumisuuden muutoksista alkaneella vuosisadalla, Pyryn-päivän lumiseminaari, Helsinki, J. Räisänen
- 26.11.2009 Miksi meillä on talvi? II Talvitutkimuspäivät, Koli, Lieksa, K. Jylhä
- 2010 (>30 kpl)**
- 12.01.2010 Kuinka ilmastomme arvioidaan muuttuvan. Vihannesten-, mansikan- ja omenanviljelyseminaari. Viking Amorella, M. Laapas
- 19.01.2010 Ilmasto ja muuttuva sää, Kasvinsuojelupäivät, Jokioinen, H. Tuomenvirta
- 22.01.2010 Miltä Suomen ilmasto näyttää 2040-luvulla? Elintarviketurvallisuus muuttuvassa ilmastossa – seminaari, Helsinki, K. Jylhä
- 15.01.2010 Johtuuko tämä ilmastonmuutoksesta? – Kasvihuoneilmion voimistumisen vaikutus sääolojen vaihteluun, Tekniikan päivät, Espoo, J. Räisänen
- 05.02.2010 Maantieteen teemapäivä, aiheena ilmastonmuutos; yht. 7 opetustuntia. Helsinki, K. Ruosteenoja
- 10.02.2010 Arvioita Suomen muuttuvasta ilmastosta sopeutumistutkimuksia varten. Ilmastonmuutokseen sopeutumisen koordinoitiryhmä 1/2010, Helsinki, K. Jylhä
- 11.02.2010 Ilmastonmuutos --- selviääkö ihmiskunta haasteesta? Esitys Ilmatieteen laitoksen tutkimusosaston laivaseminaarissa, K. Ruosteenoja.
- 03.03.2010 Ilmastonmuutoksen luonnontieteellinen tausta. Toimittajakoulutusohjelman luento, IL, Helsinki, K. Ruosteenoja.
- 04.03.2010 Miltä näyttää Suomen tuleva ilmasto? Toimittajakoulutus, Ilmasto muuttuu – mitä nyt? Koulutus toimittajille, Helsinki, K. Jylhä
- 05.03.2010 Ilmastonmuutoksen yhteiskunnalliset vaikutukset – hillintä ja sopeutumiskeinot, Lapin liiton Ilmastostrategiatyön avaus, H. Tuomenvirta
- 14.04.2010 Ilmastonmuutos ilmiönä ja vaikutukset Suomessa. Studia Generalia –luentosarja Ilmastonmuutos – uhka vai mahdollisuus, Joensuu, K. Jylhä
- 22.04.2010 Ilmastonmuutos --- missä mennään? Alustusluento Tiedekeskus Heurekassa, Vantaa, K. Ruosteenoja.
- 10.06.2010 Winters 2007-2008 and 2009-2010 in the context of ongoing climate change, 27<sup>th</sup> Nordic Meteorologists meeting, Helsinki, J. Räisänen
- 20.08.2010 Kuinka ilmastomme arvioidaan muuttuvan? Ilmasto, ympäristö ja luonnon monimuotoisuus Saimaalla-seminaari. Savonlinnasali, Savonlinna, M. Laapas
- 01.09.2010 Tällaisiako kesämme tulevaisuudessa ovat? Lehdistötilaisuus, IL, Helsinki, K. Jylhä
- 07.09.2010 Miten Keski-Lapin ilmasto muuttuu? VACCIA-seminaari, pallas, K. Jylhä
- 08.09.2010 Uncertainties in gridded weather data and climate projections. Workshop on crop growth modelling, MTT Agrifood Research, Jokioinen, S. Fronzek
- 24.09.2010 Entä vuonna 2100, Geologian päivän seminaari "Ilmastonmuutos kaikissa aikaskaaloissa" Helsinki, J. Räisänen
- 08.10.2010 Sääolosuhteiden muutokset ja skenaariot. Huleveisiseminaari, FinnBuild-messut, Helsinki, K. Jylhä
- 09.10.2010 Maantieteen teemapäivä, aiheena ilmastonmuutos; yhteensä 6 opetustuntia. Tampere, K. Ruosteenoja.
- 13.10.2010 Ilmastoarvioitten todennäköisyyksiä. Alustus HSY:n ilmastotyöpajassa, Helsinki, K. Ruosteenoja
- 04.10.2010 Bioclimatic envelope models of the spatial distribution of palsa mires and their application with climate change scenarios. Continuation work of the assessment of threatened habitat types in Finland, expert group meeting "Palsa mire research and monitoring", Finnish Environment Institute, Helsinki, S. Fronzek
9. ja 30.10.2010, Ilmastonmuutoksen skenaariot ja yhteiskunnalliset vaikutukset, Maantieteen ja biologian opettajien koulutus, Helsinki, H. Tuomenvirta

- 15.10.2010 Methods of climate change impact assessment: The case study of subarctic tundra mires. Research seminar in environmental sciences, University of Helsinki, Fronzek, S
- 5.11.2010 Kasvihuoneilmiö ja ilmaston mallittaminen. Esitys UHA:n seminaarisarjassa, IL, Helsinki, K. Ruosteenoja
- 15.11.2010 What will happen to the Earth? Future climate change and its impacts. Public lecture as part of the lecture series "tulevaisuuden integratioluento", Eira High School for Adults, Helsinki, S. Fronzek
- 17.11.2010 Miten pääkaupunkiseudun ilmasto muuttuu? Ilmastonmuutos ja kaupunkisuunnittelu – seminaari, Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto, K. Jylhä
- 30.11.2010 Ilmastonmuutos ja säänvaihtelut, Kondensaattori-klubi, Helsinki, J. Räisänen
- 14.12.2010 Ilmastonmuutoksen vaikutuksia, Energiatieteiden tutkimuskeskus - täydennyskoulutus, Espoo, H. Tuomenvirta
- 2011 (>20 kpl)**
- 13.01.2011 Tulevaisuuden ilmasto Suomessa, Euroopassa ja maailmanlaajuisesti. Esitys Tieteen päivien tiederaihoissa, K. Ruosteenoja
- 16.01.2011 Talvisäiden suuri vaihtelu, Tieteen päivät, Helsinki, J. Räisänen
- 26.01.2011 ACCLIM II - Ilmastonmuutosarviot ja asiantuntijapalvelu sopeutumistutkimuksia varten. ISTO-loppuseminaari, Helsinki, K. Jylhä
- 26.01.2011 Ilmastonmuutosennusteet. FRAME-hankkeen yleisöseminaari, Helsinki, K. Jylhä
- 04.02.2011 Maantieteen teemapäivä, aiheena ilmastonmuutos; yhteensä 6 opetustuntia, Turku (3. kerta), K. Ruosteenoja
- 08.02.2011 Ilmastonmuutoksen luonnontieteellinen tausta. Toimittajakoulutus, Ilmasto muuttuu – onko ratkaisuja? Koulutus toimittajille, Helsinki, (6. kerta), K. Ruosteenoja
- 08.02.2011 Miltä näyttää Suomen tuleva ilmasto? Toimittajakoulutus, Ilmasto muuttuu – onko ratkaisuja? Koulutus toimittajille, Helsinki, K. Jylhä
- 17.02.2011 Viiden vuosikymmenen ilmastoennuste Suomelle – ACCLIM-tutkimushankkeen tuloksia. Ilmaston muutokseen varautumisen neuvottelupäivät - Alueidenkäytön sekä rakennusten ja rakentamisen näkökulmasta, YM, Helsinki, K. Jylhä
- 08.03.2011 ACCLIM II –hankkeen yleisesittely: Ilmastonmuutosarviot ja asiantuntijapalvelu sopeutumistutkimuksia varten. ACCLIM-ilmastoseminaari, Helsinki; K. Jylhä
- 08.03.2011 Mitä havainnot kertovat Suomen tähänastisesta ilmastosta? ACCLIM-ilmastoseminaari, Helsinki; H. Tietäväinen, A. Venäläinen ja S. Saku
- 08.03.2011 Pakkaset ja helteet muuttuvassa ilmastossa. ACCLIM-ilmastoseminaari, Helsinki; J. Räisänen ja K. Ruosteenoja
- 08.03.2011 Aurinko paistaa vai vettä sataa? Entä suhteellinen kosteus? ACCLIM-ilmastoseminaari, Helsinki; K. Ruosteenoja, I. Lehtonen ja A. Luomaranta
- 08.03.2011 Tuulet ja routa. ACCLIM-ilmastoseminaari, Helsinki; H. Gregow, K. Ruosteenoja ja M. Mäkelä
- 08.03.2011 Lumiolojen muutokset. ACCLIM-ilmastoseminaari, Helsinki; J. Räisänen ja J. Eklund
- 08.03.2011 Ilmastonmuutoksen todennäköisyysennusteet pallasoiden ja viljasadon kannalta (in English). ACCLIM-ilmastoseminaari, Helsinki; S. Fronzek, T. Carter and N. Virtanen
- 08.03.2011 Keskustelua, palautetta ja vuorovaikutusta, ACCLIM-ilmastoseminaari, Helsinki, H. Tuomenvirta
- 10.03.2011 Miten ilmasto on kehittymässä ja pienilmaston peruspiirteitä. Marjan- ja hedelmänviljelijöitten koulutustapahtuma, Vantaa, K. Ruosteenoja
- 22.03.2011 Muuttuva ilmasto. Esitys vierailijaryhmälle Ilmatieteen laitoksessa, K. Ruosteenoja
- 25.03.2011 Sään ja ilmastonmuutoksen visuaalista viestintää – kuvat, symbolit, piirroksat ja kartat meteorologin ja ilmastonmuutoksen tutkijan työssä. Bio- ja säätaiteen praktikum -kurssin luento, Helsinki, K. Jylhä
- 05.05.2010 Ilmastonmuutoksen vaikutukset Suomessa: Säätilan lämpenemiseen ja sään ääri-ilmiöihin liittyvät riskit Kokonaisuuden hallinta ja ilmastonmuutos kunnan päätöksenteossa; neljäs teemaseminaari: Ilmastonmuutokseen varautuminen kunnissa, Kuntatalo, Helsinki, K. Jylhä (todennäköisyydet ja epävarmuudet)

## Lehdistötiedotteet ja näkyminen tiedotusvälineissä

### Joitakin esimerkkejä

- Helsingin Sanomat, 18.3.2008: ”Kevyttoppatakit ja joka sään saappaat tarpeen etelän talvessa myös vastedes”
- Helsingin Sanomat, yleisönosastokirjoitus, 11/2008
- Helsingin Sanomat, 22.9.2009: ”Suomalaisten talvipäivät synkkenevät”.
- Helsingin Sanomat, 2.11.2009
- Lehdistötiedote, IL, 19.01.2010: ACCLIM-hanke: Talvet lämpenevät selvästi kesiä nopeammin.
- Vihreä Lanka, 4.2.2010: ”Yhtä kylmä tammikuu saadaan vasta vuonna 2030”
- Karjalainen 16.4.2010
- Hymy, 19.5.2010
- Helsingin Sanomat, 15.8.2010
- Kotimaa 16.8.2010
- Kotikirkko 8/2010
- Helsingin Sanomat, 1.9.2010
- MTV:n uutiset 1.9.2010
- Suomi-TV:n uutiset 1.9.2010
- Nelosen uutiset 1.9.2010
- Raahelainen 2.9.2010
- Lehdistötiedote, IL, 03.09.2010: Hellekesien todennäköisyys kasvaa ilmastonmuutoksen myötä.
- Suomen Luonto, syyskuu 2010: ”Helteen syvin olemus”
- Tekniikka ja Talous, 23.11.2010 ”Tuleeko nyt Helsingin viimeinen kylmä talvi?”
- Helsingin sanomat, 25.11.2010
- Yle tv ja radio 7.12.2010
- Sanomalehti Karjalainen 1/2011
- Vihreä lanka 1/2011
- TV-Nytt 16.2.2011
- Maaseudun Tulevaisuus 3/2011