HALLITUSTENVÄLINEN ILMASTONMUUTOSPANEELI (IPCC)

ILMASTONMUUTOS VUONNA 2007: VAIKUTUKSET, SOPEUTUMINEN JA HAAVOITTUVUUS

YHTEENVETO PÄÄTÖKSENTEKIJÖILLE

Toisen työryhmän osuus Hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin neljännessä arviointiraportissa

Tämän päätöksentekijöille tarkoitetun yhteenvedon alkuperäinen englanninkielinen teksti on virallisesti hyväksytty IPCC:n toisen työryhmän 8. istunnossa Brysselissä huhtikuussa 2007.

Kirjoittajat:

Neil Adger, Pramod Aggarwal, Shardul Agrawala, Joseph Alcamo, Abdelkader Allali, Oleg Anisimov, Nigel Arnell, Michel Boko, Osvaldo Canziani, Timothy Carter, Gino Casassa, Ulisses Confalonieri, Rex Victor Cruz, Edmundo de Alba Alcaraz, William Easterling, Christopher Field, Andreas Fischlin, B. Blair Fitzharris, Carlos Gay García, Clair Hanson, Hideo Harasawa, Kevin Hennessy, Saleemul Huq, Roger Jones, Lucka Kajfež Bogataj, David Karoly, Richard Klein, Zbigniew Kundzewicz, Murari Lal, Rodel Lasco, Geoff Love, Xianfu Lu, Graciela Magrín, Luis José Mata, Roger McLean, Bettina Menne, Guy Midgley, Nobuo Mimura, Monirul Qader Mirza, José Moreno, Linda Mortsch, Isabelle Niang-Diop, Robert Nicholls, Béla Nováky, Leonard Nurse, Anthony Nyong, Michael Oppenheimer, Jean Palutikof, Martin Parry, Anand Patwardhan, Patricia Romero Lankao, Cynthia Rosenzweig, Stephen Schneider, Serguei Semenov, Joel Smith, John Stone, Jean-Pascal van Ypersele, David Vaughan, Coleen Vogel, Thomas Wilbanks, Poh Poh Wong, Shaohong Wu, Gary Yohe

Alkuperäinen englanninkielinen yhteenveto, "Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Summary for Policymakers", saatavissa IPCC:n verkkosivuilta (http://www.ipcc.ch). Samoin sitä laajempi "Technical Summary", johon käännöksessä viitataan.

A. Johdanto

Tässä yhteenvedossa esitetään IPCC:n Neljännen arviointiraportin toisen työryhmän keskeiset tulokset päätöksentekijöille.

Raportti on tämän hetken tieteellinen näkemys ilmastonmuutoksen vaikutuksista luontoon ja ihmisen elinoloihin. Samalla esitetään arvio, miten sopeutuvia ja haavoittuvia luonto ja ihminen ovat ilmastonmuutokselle[1]. Raportti pohjautuu IPCC:n edellisiin arvioihin ja Kolmannen arviointiraportin jälkeen kertyneeseen uuteen tietoon.

Tässä yhteenvedossa esitetyt johtopäätökset perustuvat raportin eri lukuihin; keskeiset lähdekohdat on asianomaisessa yhteydessä mainittu[2].

B. Nykyinen tieto ilmastonmuutoksen havaituista vaikutuksista luontoon ja ihmisen elinoloihin

Havaittua ilmastonmuutosta on käsitelty yksityiskohtaisesti Neljännen arviointiraportin ensimmäisen työryhmän osuudessa. Tässä toisen työryhmän osuudessa käsitellään havaitun ilmastonmuutoksen suhdetta luonnossa ja ihmisen elinoloissa havaittuihin muutoksiin.

[1] Määritelmät, ks. Loppulaatikko 1

[2] Lähdekohdat on annettu hakasuluissa. Esimerkiksi [1.2] viittaa raportin luvun 1 osaan 2. Lisäksi F = kuva, T = taulukko, B = laatikko ja ES = Executive Summary.

Johtopäätökset perustuvat paljolti vuoden 1970 jälkeisiin aineistoihin. Fysikaalisissa ja biologisissa järjestelmissä havaittuja alueelliseen ilmastonmuutokseen yhdistettäviä trendejä on nyt huomattavasti enemmän kuin vuonna 2001, jolloin Kolmas arviointiraportti laadittiin. Myös aineistojen laatu on parantunut. Havaittuja muutoksia koskevien aineistojen ja tutkimusten maantieteellinen jakauma on kuitenkin hyvin epätasainen; kehitysmaista tuloksia on huomattavan niukasti.

Havaittujen vaikutusten ja lämpenemisen välistä suhdetta voidaan viimeaikaisten tutkimusten pohjalta arvioida laajemmin ja luotettavammin kuin Kolmannessa arviointiraportissa. Siinä pääteltiin, että "viimeaikaisella alueellisella lämpenemisellä on ollut suurella luotettavuudella[3] havaittava vaikutus moniin fysikaalisiin ja biologisiin järjestelmiin".

Siirrytään seuraavaksi tämän arvioinnin päätelmiin.

Kaikilla mantereilla ja useimmilla valtamerillä tehdyt havainnot osoittavat, että alueelliset ilmastonmuutokset, erityisesti lämpötilan nousu, vaikuttavat moniin luonnon järjestelmiin.

Lumen, jään ja jäätyneen maaperän (ikirouta mukaan lukien)[4] osalta vaikutukset näkyvät suurella luotettavuudella. Esimerkkejä ovat:

- jäätikköjärvien pinta-alan ja lukumäärän kasvu [1.3];
- maaperän epävakauden kasvu ikirouta-alueilla ja kivivyöryt vuoristoissa [1.3];
- arktisten ja antarktisten ekosysteemien muutokset, kuten merijään ekosysteemit sekä saalistajat ravintoketjun yläpäässä [1.3, 4.4, 15.4].

Lisääntyneen näytön perusteella hydrologiseen kiertoon on suurella luotettavuudella kohdistunut seuraavia vaikutuksia:

- virtaamien kasvu ja kevättulvien aikaistuminen monissa jäätiköiden ja lumipeitteen sulamisen ruokkimissa vesistöissä [1.3];
- järvien ja jokien lämpeneminen monilla alueilla, mikä on vaikuttanut kerrostuneisuuteen ja veden laatuun [1.3].

Yhä useampien eliölajien osalta on lisänäyttöä, että viimeaikainen lämpeneminen on hyvin suurella luotettavuudella vaikuttanut voimakkaasti maaekosysteemeihin:

- kevään tulon merkkien aikaistuminen, esimerkkeinä lehtien puhkeaminen, lintujen muutto ja muninta [1.3];
- kasvi- ja eläinlajien siirtyminen napoja kohti ja vuoristoissa ylöspäin [1.3, 8.2, 14.2].

Satelliittihavainnot 1980-luvun alkupuolelta lähtien ovat osoittaneet suurella luotettavuudella, että kasvillisuuden entistä aikaisempi 'vihertyminen'[5] monilla alueilla liittyy lämpenemisen aiheuttamaan termisen kasvukauden pidentymiseen [1.3, 14.2].

Meren ja makean veden ekosysteemien havaitut muutokset liittyvät suurella luotettavuudella veden lämpötilan nousuun, samoin jääpeitteen, suolaisuuden, happipitoisuuden ja veden kiertoliikkeen muutokset. Näiltä osin on runsaasti uutta näyttöä. Esimerkkejä ovat:

- levien, planktonin ja kalaston määrän ja esiintymisalueiden muutokset valtamerissä korkeilla leveysasteilla [1.3];
- järvien levien ja eläinplanktonin runsastuminen korkeilla leveysasteilla ja vuoristoissa [1.3];
- jokien kalaston esiintymisalueiden muutokset ja vaellusten aikaistuminen [1.3].

---

[3] Ks. Loppulaatikko 2
[4] Ks. Neljäs arviointiraportti, työryhmä I
[5] Mittarina on ollut Normalised Difference Vegetation Index. Se on suhteellinen mitta satelliittikuvista arvioidulle vihreän kasvillisuuden määrälle.

Ihmisen toiminnasta peräisin olevan hiilen sitoutuminen on happamoittanut valtameriä 0,1 pH-yksiköllä vuodesta 1750 [IPCC:n Neljäs arviointiraportti, työryhmä I]. Havaitun happamoitumisen vaikutuksia valtamerten ekosysteemeihin ei ole kuitenkaan vielä todennettu [1.3].

Vuoden 1970 jälkeen kerättyjen aineistojen globaali arviointi osoittaa, että ihmisen aiheuttamalla lämpenemisellä on todennäköisesti[6] ollut havaittava vaikutus moniin fysikaalisiin ja biologisiin järjestelmiin.

Viiden viime vuoden aikana kertynyt runsas lisänäyttö osoittaa, että monien fysikaalisten ja biologisten järjestelmien muutokset liittyvät ihmisen aiheuttamaan ilmaston lämpenemiseen. Tämä näyttö koostuu neljästä osasta, jotka yhdistettynä tukevat tätä johtopäätöstä:

1. Havaittu maapallon keskilämpötilan nousu 1900-luvun puolivälin jälkeen on Neljännen arviointiraportin työryhmän I mukaan hyvin todennäköisesti johtunut pääosin ihmisen aiheuttamasta kasvihuonekaasujen pitoisuuden kasvusta.
2. Yli 29 000:sta fysikaalisten ja biologisten ilmiöiden havaintosarjasta[7] runsas 89 % osoittaa muutoksia, jotka ovat yhdenmukaisia havaitun lämpötilan muutoksen kanssa (Kuva SPM-1) [1.4]. Nämä havaintosarjat ovat peräisin 75 eri tutkimuksesta.
3. Tässä arvioinnissa käytettyjen tutkimusten globaali yhteenveto osoittaa vahvaa yhteensopivuutta merkittävästi lämmenneiden alueiden ja lukuisissa ilmiöissä havaittujen selvien muutosten välillä. Tämä yhteensopivuus ei hyvin suurella todennäköisyydellä johdu pelkästään lämpötilan tai näiden ilmiöiden luonnollisesta vaihtelusta (Kuva SPM-1) [1.4].
4. Lopuksi, useissa mallisovelluksissa on linkattu jonkin fysikaalisen tai biologisen ilmiön muutos erikseen luonnonpakotteesta (auringon aktiivisuus ja tulivuoritoiminta) ja ihmisperäisestä pakotteesta (kasvihuonekaasut ja aerosolit) aiheutuvaan lämpenemiseen. Mallit, joissa molemmat pakotetekijät on otettu huomioon, simuloivat ilmiöissä havaittuja muutoksia merkittävästi paremmin kuin pelkän luonnonpakotteen sisältävät mallit [1.4].

Eri ilmiöissä havaittujen lämpötilavasteiden syiden tätä täydellisempi selvittäminen ei rajoitusten ja tietoaukkojen takia ole mahdollista. Ensinnäkin tutkimuskohteina olleiden ilmiöiden määrä ja alueellinen kattavuus ovat rajalliset. Toiseksi lämpötilan luonnollinen vaihtelu on suurempi alueellisessa kuin globaalissa mittakaavassa. Edelleen, muiden tekijöiden (kuten maankäytön muutokset, saastuminen ja tulokaslajit) merkitys on alueellisessa mittakaavassa huomattava [1.4].

Havaittujen ja malleilla laskettujen muutosten yhteensopivuus on monissa tutkimuksissa kuitenkin riittävä, samoin alueellisen lämpenemisen ja eri ilmiöiden muutosten yhteensopivuus. Näin ollen voidaan suurella luotettavuudella päätellä, että ihmisen aiheuttamalla lämpenemisellä on ollut kolmen viime vuosikymmenen aikana näkyvä vaikutus moniin fysikaalisiin ja biologisiin ilmiöihin [1.4].

Alueellisten ilmastonmuutosten muut vaikutukset luontoon ja ihmisen elinoloihin ovat tulossa esiin, mutta monia näistä vaikutuksista on vaikea tunnistaa sopeutumisen ja ei-ilmastollisten tekijöiden takia.

Seuraavia lämpötilan nousun vaikutuksia on todennettu keskitason luotettavuudella:

- vaikutukset maa- ja metsätalouteen pohjoisen pallonpuoliskon korkeilla leveysasteilla, esimerkiksi kylvöjen aikaistuminen sekä metsäpalojen ja tuholaisten metsille aiheuttamien häiriöiden muutokset [1.3];

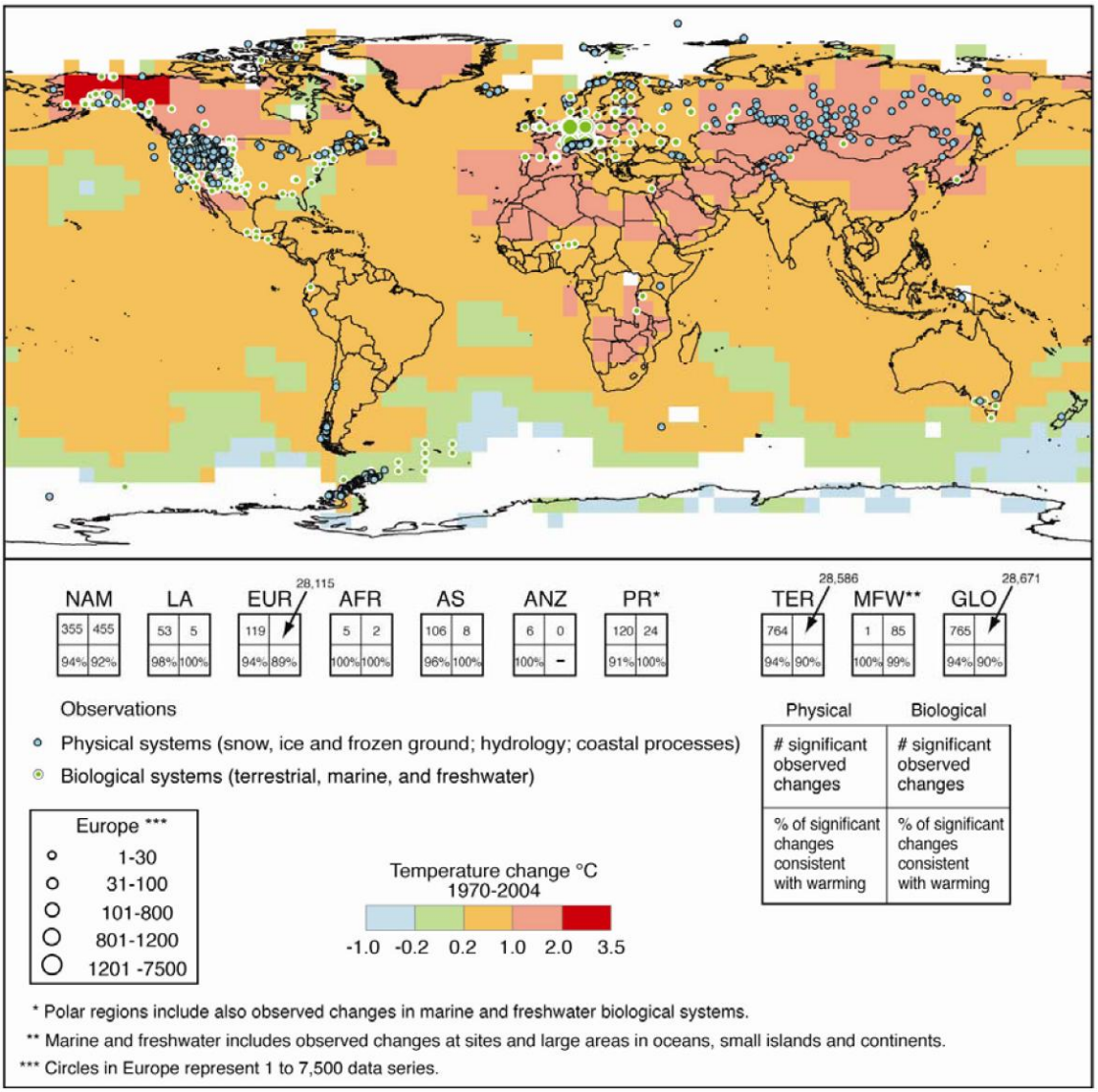
[6] Ks. Loppulaatikko 2.
[7] Noin 20 000 havaintosarjan osajoukko valittiin noin 80 000 havaintosarjasta ja yhteensä 577 tutkimuksesta. Valitut sarjat täyttivät seuraavat kriteerit: (1) Ne päättyivät vuonna 1990 tai sitä myöhemmin; (2) niiden pituus oli vähintään 20 vuotta; ja (3) niissä ilmeni merkitsevä muutos johonkin suuntaan.

- eräät terveysvaikutukset kuten helleaaltojen aiheuttama kuolleisuus Euroopassa, tartuntatautien levittäjät eräillä alueilla sekä siitepölyallergiat pohjoisen pallonpuoliskon korkeilla ja keskileveysasteilla [1.3, 8.2, 8.ES];
- eräät ihmisen toiminnat arktisilla alueilla (esim. metsästys sekä liikkuminen lumella ja jäällä) ja vuoristoissa suhteellisen alhaisilla korkeuksilla (esim. urheilu) [1.3].

Viimeaikaiset ilmaston muutokset ja vaihtelut ovat alkaneet vaikuttaa moniin muihin luonnonilmiöihin ja ihmisen elinoloihin. Julkaistujen tutkimusten perusteella ei kuitenkaan ole voitu vielä todentaa trendejä. Esimerkkejä:

- Vuoristoalueilla sijaitsevilla yhdyskunnilla on kasvanut riski joutua jäätikköjärvien puhkeamisen aiheuttamien äkkitulvien kohteiksi. Viranomaiset ovat alkaneet rakentaa patoja ja purkuputkia eräillä alueilla [1.3].
- Lämpeneminen ja kuivuminen on lyhentänyt kasvukautta Sahelin alueella Afrikassa ja vaikutukset viljelykasveille ovat olleet tuhoisat. Eteläisessä Afrikassa kuivakausien piteneminen ja sateiden epäsäännöllistyminen ovat johtamassa sopeutumistoimiin [1.3].
- Merenpinnan nousu ja rannikkoalueiden kehittäminen ovat yhdessä johtaneet mangrovemetsien ja rannikkokosteikoiden vaurioitumiseen ja lisääntyneisiin tuhoihin tulva-aikoina monilla alueilla [1.3].

Muutoksia fysikaalisissa ja biologisissa ilmiöissä sekä pintalämpötiloissa jaksolla 1970-2004.



Kuva SPM-1*. Havaitut fysikaalisten ilmiöiden (lumi, jää ja routa; hydrologia; ja rannikkoprosessit) sekä biologisten ilmiöiden (maa-, meri- ja makean veden ekosysteemit) muutokset jaksolla 1970-2004. Muutokset on esitetty 5x5 asteen hilaruuduittain; kuvasta ilmenevät myös ruutujen lämpötilamuutokset ao. jaksolla. Noin 20 000 havaintosarjan osajoukko valittiin noin 80 000 havaintosarjasta ja yhteensä 577 tutkimuksesta. Valitut sarjat täyttivät seuraavat kriteerit: (1) ne päättyivät vuonna 1990 tai sitä myöhemmin; (2) niiden pituus oli vähintään 20 vuotta; ja (3) niissä ilmeni merkitsevä muutos johonkin suuntaan. Aineisto on peräisin noin 75 tutkimuksesta, joista noin 70 ei sisältynyt Kolmanteen arviointiraporttiin. Havaintosarjoja on yhteensä noin 29 000, niistä noin 28 000 on Eurooppaa koskevista tutkimuksista.*

Valkoisella merkityiltä alueilta ei ole riittävästi ilmastohavaintoja lämpötilatrendin arvioimiseksi. Kuvan 2x2- laatikot osoittavat merkitsevän muutoksen sisältävien fysikaalisten ja biologisten havaintosarjojen lukumäärät (ylempi rivi) ja lämpötilanmuutoksen kanssa yhdenmukaisten sarjojen prosentuaalisen osuuden (alempi rivi).

Maantieteelliset alueet: *Pohjois-Amerikka (NAM), Latinalainen Amerikka (LA), Eurooppa (EUR), Afrikka (AFR), Aasia (AS), Australia ja Uusi Seelanti (ANZ), ja napa-alueet (PR).*

Mittakaavat: *terrestrinen eli maa-alueita koskeva (TER), meret ja makeat vedet (MFW), maailmanlaajuinen (GLO). Seitsemää maantieteellistä aluetta (NAM, …, PR) koskevien havaintosarjojen lukumäärät eivät summaudu maailmanlaajuiseksi kokonaislukumääriksi, koska muita kuin napa-alueita koskevat lukumäärät eivät sisällä merien ja makeiden vesien havaintoja [Neljäs arviointiraportti, työryhmä II, F1.8, F1.9; työryhmä I, F3.9b].*

C. Nykyinen tieto tulevista vaikutuksista

Seuraavassa on esitetty joukko tuloksia ilmastonmuutoksen ennakoiduista vaikutuksista, siihen sopeutumisesta ja sen haavoittavuudesta. Tulokset koskevat fysikaalisia ilmiöitä, elollista luontoa, ihmisen elinoloja, eri sektoreita ja alueita. Tulokset kattavat tämän vuosisadan ja laajan joukon IPCC:n ilmastoskenaarioita[8], joissa ilmastonmuutoksen hillintätoimia ei ole huomioitu. Tulokset on valittu niin, että ne ovat ihmisen ja ympäristön kannalta merkityksellisiä[9]. Vaikutukset heijastelevat monissa tapauksissa lämpötilan lisäksi sadannan ja muiden meteorologisten suureiden muutoksia, samoin merenpinnan sekä ilmakehän CO_2-pitoisuuden muutoksia. Vaikutusten voimakkuus ja ajoittuminen vaihtelevat ilmastonmuutoksen nopeuden myötä. Ne riippuvat joissain tapauksissa myös sopeutumiskyvystä; näitä tilanteita käsitellään tämän yhteenvedon myöhemmissä osioissa.

Aiempaa tarkempaa tietoa tulevien vaikutusten luonteesta on nyt saatavilla monista ilmiöistä ja sektoreilta. Näistä osa on sellaisia, jota ei edellisissä arviointiraporteissa ole käsitelty.

Vesivarat ja niiden hoito

Vuosisadan puoliväliin mennessä jokien keskivirtaamien ja veden saatavuuden ennakoidaan lisääntyvän 10-40 % korkeilla leveysasteilla ja paikoin kosteassa tropiikissa, mutta vähenevän 10-30 % eräillä keskileveysasteiden ja tropiikin kuivilla alueilla, joista osaa vaivaa jo nykyään vesipula. Eräin paikoin ja joinakin vuodenaikoina muutokset poikkeavat yllämainituista vuosiarvoista. ** D[10] [3.4]

Kuivuushaitoista kärsivien alueiden pinta-alat todennäköisesti laajenevat. Rankat sateet, joiden esiintymistiheys kasvaa suurella todennäköisyydellä, pahentavat tulvariskiä. ** N [Neljäs arviointiraportti, työryhmä I, työryhmä II 3.4]

Jäätiköihin ja lumipeitteeseen sitoutuneet vesivarastot pienenevät tämän vuosisadan kuluessa. Tämä vähentää veden saatavuutta seuduilla, jotka saavat vettä merkittäviltä vuoristoalueilta. Yli kuudesosa ihmiskunnasta asuu nykyään näillä seuduilla. ** N [3.4]

Vesisektorin sopeutumistoimia ja riskinhallintaa kehitetään eräissä maissa ja eräillä alueilla, koska ennakoidut hydrologiset muutokset ja niihin liittyvät epävarmuudet on tunnistettu. *** N [3.6]

Ekosysteemit

Monien ekosysteemien sietokyky tulee tällä vuosisadalla todennäköisesti ylittymään ilmastonmuutoksen ja siihen liittyvien häiriöiden (esim. tulvat, kuivuus, metsäpalot, hyönteiset, merten happamoituminen) sekä muiden globaalimuutosten (esim. maankäytön muutokset, saastuminen, luonnonvarojen liikakäyttö) takia. ** N [4.1 to 4.6]

---

[8] Lämpötilan muutokset on ilmaistu erotuksina kauteen 1980-1999. Jos verrataan kauteen 1850-1899, niihin on lisättävä 0,5°C.

[9] Valintaperusteet: vaikutuksen voimakkuus ja ajoittuminen, arvion luotettavuus, tulosten kattavuus (ilmiö, sektori, alue)

[10] Osan C tekstissä on käytetty seuraavia merkintöjä:

Vertailu Kolmanteen arviointiraporttiin:

D: päätelmää on tarkennettu

N: uusi päätelmä, joka ei sisältynyt aiempaan raporttiin

Koko päätelmän luotettavuustaso:

*** hyvin suuri luotettavuus

** suuri luotettavuus

* keskitason luotettavuus

Hiilen nettosidonta maaekosysteemeihin tulee todennäköisesti kohoamaan huippuarvoonsa ennen vuosisadan puoliväliä. Tämän jälkeen se heikkenee ja nämä ekosysteemit voivat jopa muuttua hiilen nielusta hiilen lähteeksi[11], mikä kiihdyttäisi ilmastonmuutosta. ** N [4.ES, F4.2]

Noin 20-30 prosentilla tunnetuista kasvi- ja eläinlajeista on todennäköisesti kohonnut riski kuolla sukupuuttoon, jos maapallon keskilämpötilan nousu ylittää 1,5-2,5°C. * N [4.4, T4.1]

Maapallon keskilämpötilan 1,5-2,5 astetta suuremman nousun ja siihen liittyvän ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden kasvun arvioidaan aiheuttavan suuria muutoksia ekosysteemien rakenteessa ja toiminnassa, lajien ekologisessa vuorovaikutuksessa ja niiden maantieteellisessä levinneisyydessä. Vaikutukset ovat pääasiassa haitallisia luonnon monimuotoisuudelle ja ihmisen ekosysteemeistä saamalle hyödylle, kuten vesivarat ja ravintoaineet. ** N [4.4]

Ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden nousu edistää merten happamoitumista. Tällä ennakoidaan olevan haitallisia vaikutuksia meren kalkkikuorisille eliöille (esim. korallit) ja niistä riippuville lajeille. * N [B4.4, 6.4]

Ravinto, kuidut ja metsätuotteet

Viljelykasvien satojen ennakoidaan kasvavan hieman keskileveysasteilta korkeille leveysasteille, jos seudun keskilämpötila nousee korkeintaan 1-3°C (kasvilajista riippuen). Tätä suuremmilla lämpenemisillä sadot pienenevät joillakin alueilla. * D [5.4]

Sadot pienenevät alemmilla leveysasteilla, erityisesti tropiikissa ja seuduilla, joilla on kuiva vuodenaika. Jopa vähäisten paikallisten lämmönnousujen (1-2°C) ennakoidaan niukentavan satoja, mikä voi lisätä nälänhädän riskiä. * D [5.4]

Maailman ravinnontuotantopotentiaalin arvioidaan kasvavan paikallisten lämpötilojen kohotessa 1-3°C, mutta kääntyvän tämän yläpuolella laskuun. * D [5.4, 5.6]

Kuivakausien ja tulvien esiintymistiheyden kasvun ennakoidaan vaikuttavan paikalliseen ravinnontuotantoon haitallisesti, erityisesti matalien leveysasteiden pienviljelmillä . ** D [5.4, 5.ES]

Sopeutumistoimilla (esim. kylvöaikojen siirto ja lajikkeiden vaihtaminen) saadaan viljakasvien sadot pidettyä perustasolla tai sen yläpuolella, jos lämpeneminen pysyy kohtuullisena. Tämä koskee kaikkia leveysasteita. * N [5.5]

Maailman kaupallinen puutavarantuotanto kasvaa ilmastonmuutoksen myötä jonkin verran lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä. Suuria alueellisia vaihteluita esiintyy tämän globaalin trendin molemmin puolin. * D [5.4]

Tiettyjen kalalajien esiintymisen ja tuottavuuden alueellisia muutoksia tapahtuu lämpenemisen jatkuessa. Vesiviljelylle ja kalastukselle ennakoidaan haittoja. ** D [5.4]

<u>Rannikot ja alavat alueet</u>

Ilmastonmuutoksen ja merenpinnan nousun takia rannikoihin ennakoidaan kohdistuvan kasvavia riskejä kuten eroosiota. Ihmisen aiheuttamat paineet pahentavat tilannetta. *** D [6.3, 6.4]

Korallit ovat haavoittuvia lämpöstressille ja niiden sopeutumiskyky on heikko. Meren pintalämpötilan noin 1-3°C suuruinen nousu johtaa korallien haalistumisen yleistymiseen ja niiden laajaan häviämiseen, elleivät ne sopeudu tai mukaudu lämpöolojen muutokseen. *** D [B6.1, 6.4]

[11] Jos oletetaan kasvihuonekaasupäästöjen ja muiden globaalimuutosten (kuten maankäyttö) jatkuvan nykyisellä tai sitä suuremmalla tasolla.

Merenpinnan nousun ennakoidaan vaikuttavan haitallisesti rannikkokosteikoihin, mukaan lukien suolaisen veden suot ja mangrovet. Haitat ovat suurimmat, jos nämä ekosysteemit eivät voi siirtyä maalle päin tai jos ne eivät enää saa lietettä. *** D [6.4]

Merenpinnan nousun aiheuttamien tulvien piiriin joutuvien ihmisten määrä kasvaa 2080-lukuun mennessä vuosittain useilla miljoonilla. Erityisen uhanalaisia ovat sopeutumiskyvyltään suhteellisen alhaiset ja alavat seudut, joilla jo nykyään on myös muita haasteita kuten trooppiset myrskyt ja maanpinnan vajoaminen. Näille vaikutuksille alttiita ihmisiä asuu eniten Aasian ja Afrikan suurilla jokisuistoilla, mutta haavoittuvimpia ovat pienet saaret. *** D [6.4]

Alhaisen sopeutumiskyvyn takia rannikkoalueiden haasteet ovat kehitysmaissa suuremmat kuin teollisuusmaissa. ** D [6.4, 6.5, T6.11]

Teollisuus, asutus ja yhteiskunta

Ilmastonmuutoksen hyödyt ja haitat teollisuudelle, asutukselle ja yhteiskunnalle vaihtelevat suuresti eri alueilla ja eri mittakaavoissa. Nettovaikutukset ovat kuitenkin sitä kielteisemmät, mitä suurempi ilmastonmuutos on. ** N [7.4, 7.6]

Teollisuus, asutus ja yhteiskunnat ovat yleisesti ottaen haavoittuvimmat rannikkoalueilla ja jokitasangoilla sekä siellä, missä talous riippuu merkittävästi ilmastolle herkistä luonnonvaroista. Haavoittuvuutta lisää alttius sään ääri-ilmiöille, erityisesti jos taajamien kasvu on nopeaa. ** D [7.1, 7.3, 7.4, 7.5]

Erityisen haavoittuvia ovat köyhät yhteisöt, varsinkin sellaiset, jotka ovat keskittyneet korkean riskin alueille. Näiden yhteisöjen sopeutumismahdollisuudet ovat yleisesti rajoitetut. Ne ovat myös muita riippuvaisempia ilmastolle herkistä luonnonvaroista kuten paikallisesta veden ja ravinnon saatavuudesta.** N [7.2, 7.4, 5.4]

Sään ääri-ilmiöiden taloudelliset ja sosiaaliset kustannukset lisääntyvät seuduilla, joilla näiden ilmiöiden voimakkuus ja/tai esiintymistiheys kasvaa. Kustannusten nousu on suurin välittömän vaikutuksen alueilla, mutta haitat leviävät niiltä muualle ja toisille sektoreille laajojen, mutkikkaiden vaikutusketjujen kautta. ** N [7.4, 7.5]

Terveys

Ilmastonmuutoksen terveydellisille vaikutuksille altistuvat todennäköisesti miljoonat ihmiset, erityisesti ne, joiden sopeutumiskyky on heikko:

- aliravitsemus ja sen seuraukset kasvavat, mikä hidastaa lasten kasvua ja kehitystä
- helleaallot, tulvat, myrskyt, metsäpalot ja kuivakaudet lisäävät kuolleisuutta, tauteja ja loukkaantumisia
- suolistosairaudet yleistyvät
- sydän- ja hengitystiesairaudet lisääntyvät, koska maanpinnan läheiset otsonipitoisuudet kohoavat ilmastonmuutoksen myötä
- joidenkin tartuntatautien aiheuttajien levinneisyys muuttuu. ** D [8.4, 8.ES, 8.2]

Eräät ilmastonmuutoksen terveysvaikutukset ovat kahdensuuntaisia, esimerkiksi malarian esiintymisalue ja tartuntariski sekä vähenee että kasvaa Afrikassa.** D [8.4]

Lauhkealla vyöhykkeellä[12] tehdyt tutkimukset ovat osoittaneet, että ilmastonmuutoksella ennakoidaan olevan joitakin hyötyjä, kuten kylmyyden aiheuttamien kuolemantapausten väheneminen.

[12] Tutkimuksia pääosin teollisuusmaista.

Yleisesti arvioidaan, että nousevien lämpötilojen aiheuttamat haitat ovat kuitenkin näitä hyötyjä suuremmat, erityisesti kehitysmaissa. ** D [8.4]

Terveyshyötyjen ja -haittojen suhde vaihtelee paikasta toiseen; lämpenemisen jatkuessa tämä vaihtelu kasvaa. Hyvin tärkeitä ovat terveyteen suoraan vaikuttavat tekijät kuten koulutus, terveydenhuollon taso, tautien ennaltaehkäisy sekä infrastruktuuri ja taloudellinen kehitys. *** N [8.3]

Ilmastonmuutoksen tulevista vaikutuksista on nyt käytettävissä aiempaa tarkempaa tietoa eri puolilta maailmaa ja myös alueilta, joita ei oltu käsitelty edellisissä arviointiraporteissa.

Afrikka

Vuoteen 2020 mennessä arvioidaan 75-250 miljoonan ihmisen altistuvan ilmastonmuutoksen pahentamalle vesivarojen niukkuudelle. Yhdistettynä veden tarpeen kasvuun tämä vaikuttaa haitallisesti ihmisen elinoloihin ja kärjistää veteen liittyviä ongelmia. ** D [9.4, 3.4, 8.2, 8.4]

Ilmaston vaihtelun ja muutoksen ennakoidaan vaikeuttavan merkittävästi maataloustuotantoa ja ravinnon saatavuutta monissa Afrikan maissa. Maatalouteen soveltuvan alueen pinta-ala, kasvukausien pituus ja tuotantopotentiaali vähenevät erityisesti puolikuivien ja kuivien seutujen reunaalueilla. Tämä heikentäisi edelleen ravinnon tuotannon varmuutta ja lisäisi aliravitsemusta. Sateista riippuva maataloustuotanto voi vähetä joissakin maissa jopa puoleen vuoteen 2020 mennessä. ** N [9.2, 9.4, 9.6]

Kalansaaliiden heikkeneminen niukentaa paikallista ravinnon saatavuutta suurten järvien lämpötilojen noustessa. Ylikalastuksen jatkuminen saattaa pahentaa tilannetta. ** N [9.4, 5.4, 8.4]

Ennakoitu merenpinnan nousu vaikuttaa alaviin, runsasväestöisiin rannikkoalueisiin tämän vuosisadan loppupuolella. Sopeutumisen kustannukset voisivat kasvaa ainakin 5-10 prosenttiin bruttokansantuotteesta (BKT). Mangrovet ja koralliriutat heikkenevät edelleen haitaten kalastusta ja matkailuelinkeinoa. ** D [9.4]

Uudet tutkimukset vahvistavat, että Afrikka kuuluu haavoittuvimpiin maanosiin ilmaston vaihtelun ja muutoksen takia, koska myös muita stressitekijöitä on runsaasti ja sopeutumiskyky on heikko. Sopeutumista ilmaston nykyisiin vaihteluihin tapahtuu jossain määrin, mutta tämä on kuitenkin tulevan ilmastonmuutoksen kannalta riittämätöntä. ** N [9.5]

Aasia

Himalajan jäätiköiden sulamisen ennakoidaan lisäävän tulvia samoin kuin kivivyöryjä herkiltä rinnealueilta. Se vaikuttaa myös vesivaroihin lähimmän 2-3 vuosikymmenen aikana. Tämän jälkeen jokien virtaamat pienenevät jäätiköiden kutistuessa. * N [10.2, 10.4]

Makean veden saatavuus vähenee Keski-, Etelä-, Itä- ja Kaakkois-Aasiassa erityisesti suurilla vesistöalueilla. Väestöpaineeseen ja kohoavan elintason lisäämään kysyntään yhdistettynä tällä voi olla kielteisiä vaikutuksia yli miljardin ihmisen elämään 2050-lukuun mennessä. ** N [10.4]

Riskialtteimpia alueita ovat rannikot, erityisesti Etelä-, Itä- ja Kaakkois-Aasian väkirikkaat jokisuistot. Näitä koettelevat mereltä tulevat tulvat, joitakin myös jokitulvat. ** D [10.4]

Ilmastonmuutoksen ennakoidaan hankaloittavan kestävää kehitystä useimmissa Aasian kehitysmaissa, koska ilmastonmuutos kärjistää muita luonnonvaroihin ja ympäristöön kohdistuvia paineita. Näitä ovat nopea kaupungistuminen, teollistuminen ja taloudellinen kehitys. ** D [10.5]

Sadot voivat kasvaa jopa 20 % Itä- ja Kaakkois-Aasiassa, mutta ne voivat pienetä jopa 30 % Keski- ja Etelä-Aasiassa vuosisadan puoliväliin mennessä. Yhdistettynä nopeaan väestön ja taajamien kasvuun nälkäriskin ennakoidaan pysyvän hyvin korkeana useissa kehitysmaissa. * N [10.4]

Pääasiassa tulvien ja kuivuuden aiheuttaman yleisen sairastavuuden ja kuolleisuuden odotetaan kasvavan Itä-, Etelä- ja Kaakkois-Aasiassa, koska lämpeneminen muuttaa hydrologista kiertoa. Rannikkovesien lämpötilan nousu voi lisätä koleran esiintymistä ja/tai toksisuutta Etelä-Aasiassa. **N [10.4]

Australia ja Uusi Seelanti

Sadannan pieneneminen ja haihdunnan kasvu vaikeuttavat vedenhankintaa vuoteen 2030 mennessä. Vaikutus koskee Australian etelä- ja itäosia sekä Uuden Seelannin pohjoiskärkeä ja paikoin itäosia. ** D [11.4]

Luonnon monimuotoisuuden ennakoidaan merkittävästi vähenevän vuoteen 2020 mennessä eräillä runsaslajisilla alueilla kuten Isolla Valliriutalla ja Queenslandin kosteassa tropiikissa. Muita riskikohteita ovat Kakadun kosteikot, Lounais-Australia, subantarktiset saaret sekä molempien valtioiden vuoristot. *** D [11.4]

Rannikkoseutujen kehitys ja väestönkasvu pahentavat vuoteen 2050 mennessä riskejä, joita aiheuttavat merenpinnan nousu sekä myrskyjen ja rannikkotulvien voimistuminen ja yleistyminen. Vaikutusalueita ovat Australiassa Cairns ja koillisosat, Uudessa Seelannissa pohjoiskärki ja Runsaudenlahti. *** D [11.4, 11.6]

Maa- ja metsätaloustuotannon ennakoidaan vähenevän vuoteen 2030 mennessä laajalti Etelä- ja Itä-Australiassa sekä paikoin Uuden Seelannin itäosissa. Syinä ovat kuivuuden paheneminen ja metsäpalot. Alkuvaiheessa syntyy kuitenkin hyötyjä Uuden Seelannin länsi- ja eteläosissa sekä suurimpien jokien varsilla, koska kasvukausi pitenee, sadanta kasvaa ja hallat harvinaistuvat. ** N [11.4]

Sopeutumiskyky on tällä alueella huomattava talouden kehitystason ja tieteellis-teknisen osaamisen ansiosta. Sopeutumistoimille on kuitenkin merkittäviä esteitä ja sään ääri-ilmiöiden muutokset luovat haasteita. Luonnon sopeutumiskyky on rajoitettu. ** N [11.2, 11.5]

Eurooppa

Ensimmäistä kertaa on todennettu laaja joukko nykyilmaston muuttumisen vaikutuksia: jäätiköiden vetäytyminen, pidenneet kasvukaudet, lajien esiintymisalueiden muutokset sekä terveysvaikutukset ennen kokemattoman helleaallon seurauksena. Kaikki nämä ovat yhdenmukaisia tulevan ilmastonmuutoksen ennakoitujen vaikutusten kanssa. *** N [12.2, 12.4, 12.6]

Lähes kaikkialla Euroopassa on odotettavissa joitakin tulevia ilmastonmuutoksen haittoja, jotka luovat haasteita monille talouden sektoreille. Ilmastonmuutoksen odotetaan voimistavan alueellisia eroja Euroopan luonnonvaroissa ja niistä saatavan hyödyn jakautumisessa. Kielteisiin vaikutuksiin kuuluvat vesistöjen äkkitulvien riskin kasvu sekä rannikkotulvien esiintymisen tihentyminen. Jälkimmäisen syynä ovat myrskyisyys ja merenpinnan nousu, jotka myös kiihdyttävät eroosiota. Valtaosalla eliölajeista ja ekosysteemeistä tulee olemaan vaikeuksia sopeutua ilmastonmuutokseen. Vuoristoja koettelee jäätiköiden vetäytyminen, lumipeitteen ohentuminen, talvimatkailun väheneminen sekä mittava lajien häviäminen (korkealla päästöskenaariolla paikoin jopa 60 % vuoteen 2080 mennessä). *** D [12.4]

Etelä-Euroopassa ilmastonmuutoksen arvioidaan pahentavan helteiden ja kuivuuden aiheuttamia ongelmia alueilla, jotka jo nyt ovat haavoittuvia ilmaston vaihteluille. Vesivarat niukkenevat, vesivoiman tuotanto vähenee, samoin kesäkauden matkailu ja viljelykasvien sadot. Myös terveysriskien ennakoidaan kasvavan helleaaltojen ja metsäpalojen yleistymisen myötä. ** D [12.2, 12.4, 12.7]

Kesäajan sadanta pienenee Keski- ja Itä-Euroopassa pahentaen vesipulaa. Helleaaltojen aiheuttamat terveysriskit kasvavat. Metsien tuoton arvioidaan alenevan ja suopalojen lisääntyvän. ** D [12.4]

Pohjois-Eurooppaan ilmastonmuutos tuo aluksi sekä hyötyjä että haittoja. Lämmitystarve vähenee, sadot lisääntyvät ja metsien kasvu nopeutuu. Ilmastonmuutoksen jatkuessa haitat (esim. talvitulvien yleistyminen, ekosysteemien uhanalaistuminen ja maaperän epävakauden kasvu) kuitenkin todennäköisesti kasvavat hyötyjä suuremmiksi. ** D [12.4]

Sään ääri-ilmiöiden osalta kertynyt kokemus tulee todennäköisesti helpottamaan sopeutumista ilmastonmuutokseen. Tämä kokemus on luonut erityisvalmiuksia sisällyttää ilmastoriskien hallinta sopeutumisohjelmiin. *** N [12.5]

Latinalainen Amerikka

Lämpötilan nousu ja siihen liittyvä maavesivaraston pieneneminen johtavat asteittain trooppisen metsän korvautumiseen savannilla Amazonin alueen itäosissa. Kuivan kasvillisuustyypin ennakoidaan levittäytyvän puolikuivan tilalle. Luonnon monimuotoisuuden merkittävä väheneminen ja lajien sukupuutto uhkaavat monia alueita maanosan trooppisessa vyöhykkeessä. ** D [13.4]

Kuivilla alueilla ilmastonmuutoksen odotetaan johtavan maatalousmaiden suolaantumiseen ja aavikoitumiseen. Eräiden tärkeiden viljelykasvien satojen ennakoidaan pienenevän, samoin karjatalouden tuottavuuden. Nämä muutokset heikentävät ravinnon saatavuutta. Lauhkeassa vyöhykkeessä soijasadot kasvavat. ** N [13.4, 13.7]

Merenpinnan nousu lisää tulvariskiä alavilla alueilla. Ilmastonmuutoksen aiheuttama meriveden lämpeneminen vaivaa Keski-Amerikan koralliriuttoja ja muuttaa kaakkoisen Tyynenmeren kalakantojen elinalueita. ** N [13.4, 13.7]

Sadannan jakauman muutos ja jäätiköiden häviäminen vaikuttavat merkittävästi veden saatavuuteen. Tämä koskee vesihuoltoa, maataloutta ja vesivoimantuotantoa. ** D [13.4]

Sopeutumistoimiin on ryhdytty eräissä maissa; keskeisiä ekosysteemejä on suojeltu, ennakkovaroitusjärjestelmiä ja maatalouden riskinhallintaa kehitetty, samoin tulva-, kuivuus- ja rannikkostrategioita sekä tautien seurantaa. Näiden toimien tehokkuutta heikentävät kuitenkin monet tekijät: perustietojen, havaintojen ja seurannan puuttuminen; valmiuksien rakentamisen sekä soveltuvien poliittisten, institutionaalisten ja teknologisten puitteiden heikkous; matala tulotaso; ja yhdyskuntien sijainti haavoittuvilla alueilla. ** D [13.2]

Pohjois-Amerikka

Lämpeneminen ohentaa lumipeitettä läntisissä vuoristoissa, lisää talvitulvia ja vähentää kesäajan virtaamia. Kilpailu vesivaroista kiihtyy. *** D [14.4, B14.2]

Tuholaisten, tautien ja tulen aiheuttamat häiriöt vaikuttavat lisääntyvässä määrin metsiin. Korkean metsäpaloriskin kausi pitenee ja vuosittain palava alue laajenee. *** N [14.4, B14.1]

Kohtuullisena pysyvän ilmastonmuutoksen ennakoidaan kasvattavan sadantaan perustuvan maatalouden hyötyjä 5-20 % lähivuosikymmeninä, mutta eri seutujen välillä on suurta vaihtelua. Sopivan kasvulämpötila-alueen ylärajan tuntumassa olevien kasvien viljelylle on suuria haasteita, samoin niukoista vesivaroista kilpailevien lajien. ** D [14.4]

Nykyilmaston helleaalloista kärsiville kaupungeille tulee lisää haasteita, koska helteet yleistyvät, äärevöityvät ja pitenevät vuosisadan kuluessa. Terveyshaitat ovat ilmeiset; suurin riski on iäkkäällä väestöllä. *** D [14.4].

Rannikon taajamiin ja asuinyhteisöihin kohdistuu kasvavia ilmastonmuutoksen vaikutuksia, joihin yhdistyy näiden alueiden lisääntyvä käyttö ja saastuminen. Väestönkasvu ja rannikkoinfrastruktuurin taloudellisen arvon nousu lisäävät ilmaston muutoksen ja vaihteluiden haavoittavuutta; vahinkojen ennakoidaan kasvavan, jos trooppiset myrskyt voimistuvat. Nykyinen sopeutuminen on jakautunut epätasaisesti ja valmius kasvaviin uhkiin on alhainen.*** N [14.4]

Napa-alueet

Luonnonolojen tärkeimmät ennakoidut muutokset ovat jäätiköiden ja jääkenttien oheneminen ja pieneneminen sekä ekosysteemien muutokset tuhoisine vaikutuksineen monille eliöille (esim. muuttolinnut, nisäkkäät, ravintoketjun yläpään saalistajat). Muita vaikutuksia arktisilla alueilla ovat merijään ja ikiroudan laajuuden väheneminen, rannikkoeroosion kasvu sekä ikiroudan aktiivisen sulamiskerroksen paksuuntuminen. ** D [15.3, 15.4, 15.2]

Vaikutukset arktisiin asuinyhteisöihin johtuvat erityisesti lumi- ja jääolojen muutoksista; sekä hyötyjä että haittoja ennakoidaan. Vahingollisimmat muutokset liittyvät infrastruktuuriin ja perinteiseen elämäntapaan. ** D [15.4]

Myönteisiin vaikutuksiin voivat kuulua lämmityskustannusten aleneminen ja merenkulun helpottuminen pohjoisilla reiteillä. * D [15.4]

Tietyt ekosysteemit ja eliöyhteisöt ovat molemmilla napa-alueilla haavoittuvia, koska ilmastolliset esteet tulokaslajeille madaltuvat. ** D [15.6, 15.4]

Arktiset asuinyhteisöt ovat jo sopeutumassa ilmastonmuutokseen, mutta sekä ulkoiset että sisäiset paineet heikentävät niiden sopeutumiskykyä. Vaikka alkuperäisväestön asuinyhteisöjen joustavuus muutoksille on historiallisesti ollut hyvä, eräät perinteiset elämänmuodot ovat uhattuina. Merkittäviä investointeja tarvitaan sopeutumiseen sekä rakenteiden ja yhdyskuntien siirtämiseen uusiin paikkoihin. ** D [15.ES, 15.4, 15.5, 15.7]

Pienet saaret

Pienillä saarilla, tropiikista korkeille leveysasteille, on piirteitä, joiden takia ne ovat erityisen haavoittuvia ilmastonmuutokselle, merenpinnan nousulle ja ääri-ilmiöille. *** D [16.1, 16.5]

Rannikon olosuhteiden heikkeneminen, esimerkiksi hiekkarantojen eroosio ja korallien haalistuminen, vaikuttaa paikallisiin luonnonvaroihin ja elinoloihin kuten kalastukseen. Samoin se heikentää näiden alueiden arvoa matkailukohteina. ** D [16.4]

Merenpinnan nousun arvioidaan pahentavan tulvia, hyökyaaltoja, eroosiota ja muita vaaroja. Se uhkaa näin ollen elintärkeää infrastruktuuria, asuinyhteisöjä ja ihmisten toimeentulon kannalta tärkeitä palveluita. *** D [16.4]

Ilmastonmuutoksen ennakoidaan vähentävän monien pienten saarten vesivaroja vuosisadan puoliväliin mennessä esimerkiksi Karibialla ja Tyynellämerellä. On mahdollista, että päädytään tilaan, jossa vesivarat eivät riitä tyydyttämään veden tarvetta vähäsateisina kausina. *** D [16.4]

Alkuperäiseen luontoon kuulumattomien lajien invaasiota odotetaan tapahtuvan erityisesti korkeiden ja keskileveysasteiden saarilla. ** N [16.4]

Vaikutusten voimakkuuksia voidaan nyt arvioida aiempaa järjestelmällisemmin eri suuruisille maapallon keskilämpötilan nousuille.

IPCC:n Kolmannen arviointiraportin jälkeen on tehty monia uusia tutkimuksia, joiden pohjalta ilmastonmuutoksen ja merenpinnan nousun vaikutusten suuruus ja ajoittuminen voidaan ymmärtää aiempaa järjestelmällisemmin. Nämä tutkimukset ulottuvat myös seuduille, joilta tuloksia on ennen ollut niukasti.

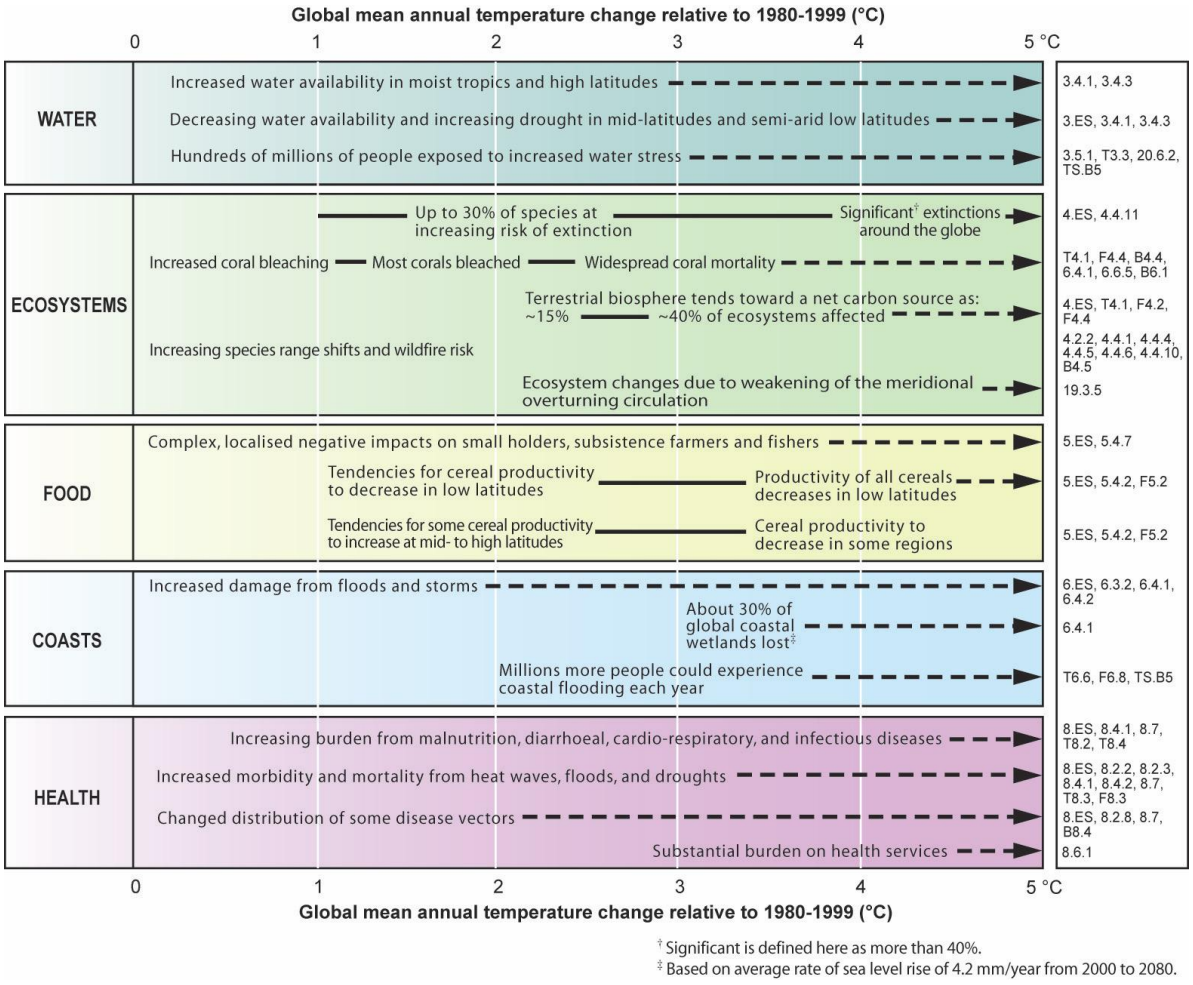
Esimerkkejä näistä uusista tutkimustuloksista on esitetty taulukossa SPM-1. Valintaperusteina ovat olleet tulosten merkitys ihmisen ja ympäristön kannalta sekä korkea luotettavuustaso. Kaikki esimerkit on poimittu arviointiraportin eri luvuista, joissa aiheita käsitellään yksityiskohtaisemmin.

Joitakin näistä vaikutuksista voidaan olosuhteiden perusteella kutsua 'avainhaavoittavuuksiksi'. Ne täyttävät tutkimustulosten mukaan tietyt kriteerit (voimakkuus, ajoittuminen, kesto/ /peruuttamattomuus, sopeutumiskyky, vaikutusten kohdentuminen, todennäköisyys ja 'tärkeys'). Avainhaavoittavuuksien valinnalla pyritään antamaan ilmastonmuutoksen nopeudesta ja tasosta tietoa, joka auttaa päätöksentekijöitä tekemään tarvittavia toimia ilmastonmuutoksen riskien vähentämiseksi [19.ES, 19.1].

Kolmannessa arviointiraportissa esitetyt 'huolestumisen syyt' muodostavat edelleen toimivan perustan avainhaavoittavuuksien arvioinnille. Joitain näistä syistä on uusien tutkimustulosten pohjalta päivitetty [19.3].

Avainvaikutuksia maapallon keskilämpötilan muutoksen kasvaessa

(Vaikutukset vaihtelevat sopeutumisen määrän, lämpötilan muutosnopeuden ja sosioekonomisen kehityskulun myötä)



Taulukko SPM-1. *Havainnollisia esimerkkejä ennakoitujen ilmastonmuutosten (ja soveltuvin osin merenpinnan ja ilmakehän CO_2-pitoisuuksien muutosten) maailmanlaajuisista vaikutuksista tällä vuosisadalla [T20.7]. Mustat viivat yhdistävät vaikutusten ketjua, katkoviivanuolet kuvaavat lämpötilannousun myötä jatkuvia vaikutuksia. Esimerkit on sijoitettu niin, että tekstin vasen reuna osoittaa vaikutuksen likimääräisen käynnistymisen. Veden niukkuuteen ja tulviin liittyvät lukuarvot kuvaavat ilmastonmuutoksen lisävaikutuksia verrattuna tilanteeseen, jota ennakoitiin SRES-raportin (Special Report on Scenarios, IPCC 2000) skenaarioissa A1FI, A2, B1 and B2 (ks. Loppulaatikko 3). Sopeutumistoimien vaikutuksia ei ole otettu huomioon. Kaikki esimerkit ovat julkaistuista tutkimuksista, joihin on viitattu tämän arviointiraportin eri luvuissa; lähdeosiot on mainittu taulukon oikean laidan sarakkeessa. Kaikkien lausumien luotettavuustaso on korkea.*

Vesi:
- *veden saatavuus paranee kosteassa tropiikissa ja korkeilla leveysasteilla*
- *veden saatavuus vähenee ja kuivuus pahenee keskileveysasteilla ja puolikuivilla alueilla tropiikissa*
- *sadat miljoonat ihmiset altistuvat veden niukkuudelle*

Ekosysteemit:
- *jopa 30 prosentilla lajeista on kohonnut sukupuuton riski; merkittävä määrä sukupuuttoja eri puolilla maailmaa*
- *korallien haalistuminen lisääntyy; useimmat korallit haalistuneita; laaja korallien kuolleisuus*
- *maaekosysteemit muuttumassa hiilen lähteeksi; 15 % (40 %) niistä vaikutusten kohteina*
- *lajien elinalueiden siirtymät lisääntyvät, samoin metsäpalojen riski*
- *ekosysteemien muutoksia valtamerten heikkenevän kiertoliikkeen takia*

Ravinto:
- monenlaisia paikallisia haittoja pienviljelijöille, toimeentulon rajalla eläville viljelijöille ja kalastajille
- joidenkin viljojen sadot pienenevät matalilla leveysasteilla; kaikkien viljojen sadot pienenevät matalilla leveysasteilla
- joidenkin viljojen sadot kasvavat korkeilla ja keskileveysasteilla; viljasadot pienenevät eräillä alueilla

Rannikot:
- kasvavia tulva- ja myrskyvahinkoja
- noin 30 % maailman rannikkokosteikoista menetetty
- miljoonat uudet ihmiset joutuvat vuosittain rannikkotulville alttiiksi

Terveys:
- aliravitsemus, suolistosairaudet, hengitystiesairaudet ja tarttuvat taudit lisääntyvät
- helleaaltojen, tulvien ja kuivuuden aiheuttama sairastavuus ja kuolleisuus kasvaa
- joidenkin taudinvälittäjien esiintymisalueet muuttuvat
- merkittävä kuormitus terveyspalveluille

[1] Merkittävä tarkoittaa tässä yli 40 prosenttia.
[2] Perustuu merenpinnan keskimääräiseen 4,2 mm/vuosi suuruiseen nousuun jaksolla 2000-2080.

Sään, ilmaston ja merenpinnan ääri-ilmiöiden voimakkuus ja esiintymistiheys muuttuvat, samoin hyvin suurella todennäköisyydellä näiden muutosten vaikutukset.

IPCC:n Kolmanteen arviointiraporttiin verrattuna nyt voidaan luotettavammin sanoa, että jotkin sääilmiöt ja ääritilanteet yleistyvät, niiden esiintymisalue laajenee ja/tai ne voimistuvat tällä vuosisadalla. Samalla näiden muutosten mahdollisista vaikutuksista tiedetään aiempaa enemmän. Joukko tällaisia vaikutuksia on esitetty taulukossa SPM-2.

Taulukko SPM-2. Esimerkkejä ilmastonmuutoksen mahdollisista vaikutuksista, jotka ovat seurausta sään ja ilmaston ääri-ilmiöiden muutoksista tällä vuosisadalla. Kaikki esimerkit ovat peräisin tämän arviointiraportin eri luvuista (lähdeosiot mainittu sarakkeiden otsikoiden yhteydessä). Taulukon keltaisella pohjatut sarakkeet on otettu suoraan Neljännen arviointiraportin työryhmän I raportista (sen taulukosta SPM-2). Toisen sarakkeen todennäköisyysarviot viittaavat ensimmäisessä sarakkeessa mainittuun ilmiöön. Trendin suunta ja ilmiön todennäköisyys perustuvat IPCC:n SRES-skenaarioihin. – Sopeutumiskyvyn muutoksia ja kehitystä ei ole otettu huomioon.

Ilmiö[a]	**Trendin todennäköisyys tällä vuosisadalla SRES-skenaarioiden mukaan**	**Esimerkkejä keskeisistä vaikutuksista sektoreittain**			
		Maatalous, metsätalous ja ekosysteemit [4.4, 5.4]	**Vesivarat [3.4]**	**Ihmisen terveys [8.2]**	**Teollisuus, asutus ja yhteiskunta [7.4]**
Entistä vähemmän (ja entistä leudompia) kylmiä päiviä ja öitä useimmilla maa-alueilla	Lähes varma[b]	Kylmillä alueilla sadot kasvavat; lämpimillä sadot pienenevät; hyönteistuhot lisääntyvät	Vaikutuksia lumen sulamisesta riippuviin vesivaroihin; samoin joihinkin vesihuoltojärjestel-	Kuolleisuus pienenee kylmäaltistuksen vähetessä	Lämmitysenergian tarve pienenee; jäähdytysenergian tarve kasvaa; kaupunkien ilmanlaatu heikkenee; lumen ja

[a] Tarkemmat määritelmät, ks. Neljäs arviointiraportti, työryhmä I, Taulukko 3.7
[b] Vuoden äärevimpien päivien ja öiden lämpeneminen

			miin		jään aiheuttamat liikennehäiriöt vähenevät; vaikutuksia talvimatkailuun
Entistä enemmän lämpöjakso- ja/helleaaltoja useimmilla maa-alueilla	Hyvin todennäköinen	Lämpöstressi pienentää satoja lämpimillä alueilla; metsäpalojen riski kasvaa	Vedenkulutus kasvaa; veden laatuongelmat, esim. leväkukinnot	Korkeiden lämpötilojen aiheuttama kuolleisuus kasvaa, suurimmassa vaarassa iäkkäät, kroonisesti sairaat, hyvin nuoret ja sosiaalisesti eristyneet	Elämänlaatu heikkenee puutteellisissa asunnoissa lämpimillä alueilla; vaikutuksia iäkkäisiin, hyvin nuoriin ja köyhiin
Rankkasateet yleistyvät useimmilla alueilla	Hyvin todennäköinen	Vahinkoja viljelykasveille; maaperän vettyminen estää viljelyn	Haittoja pinta- ja pohjavesien laadulle; raakaveden pilaantuminen; veden saatavuus voi helpottua	Kuolemanvaara kasvaa, samoin loukkaantumiset sekä tartuntatautien, hengitystiesairauksien ja ihotautien riski	Tulvahaittoja asutukselle, kaupalle, liikenteelle ja yhdyskunnille; paineita taajamien ja maaseudun infrastruktuurille; omaisuusvahinkoja
Kuivuuden vaivaama alue laajenee	Todennäköinen	Maaperän laatu heikkenee; sadot pienenevät, vahingoittuvat ja/tai epäonnistuvat; kotieläinten kuolevuus lisääntyy; metsäpalojen riski kasvaa	Veden niukkuus pahenee entistä laajemmilla alueilla	Ruoka- ja vesipula pahenee; aliravitsemus lisääntyy; veden ja ravinnon kautta tarttuvat taudit yleistyvät	Veden niukkuutta asutukselle, teollisuudelle ja yhteiskunnille; vesivoiman tuotantopotentiaali heikkenee; väestön muuttoliike lisääntyy
Entistä enemmän voimakkaita troppisia myrskyjä	Todennäköinen	Vahinkoja viljelykasveille; metsissä myrskytuhoja; koralliriutat vahingoittuvat	Sähkön jakeluhäiriöt johtavat vesikatkoihin	Kuolemanvaara kasvaa, samoin loukkaantumiset, veden ja ravinnon kautta tarttuvat taudit sekä järkytyksestä aiheutuvat stressioireet	Tulvan ja voimakkaiden tuulten aiheuttamia häiriöitä; vakuutusten kattavuuden supistuminen haavoittuvilla alueilla; väestön muuttopaineet lisääntyvät; omaisuusvahingot
Meren pinta nousee hyvin korkealle entistä useammin[c] (muista syistä kuin tsunameista johtuen)	Todennäköinen[d]	Kasteluvesi suolaantuu; samoin jokisuistot ja makean veden ekosysteemit	Suolaantumisen takia vesihuolto vaikeutuu	Hukkumistapaukset ja loukkaantumiset lisääntyvät; evakkoon joutuminen synnyttää terveyshaittoja	Rannikonsuojauksen ja maankäytön muutosten kustannuksia on vertailtava; väestön ja infrastruktuurin siirtoja on harkittava; ks. myös edellinen rivi

Eräät laaja-alaiset ilmastolliset ilmiöt voivat aiheuttaa hyvin suuria vaikutuksia erityisesti tämän vuosisadan jälkeen.

Merenpinta voi nousta hyvin voimakkaasti, jos Grönlannin ja Länsi-Antarktiksen mannerjäätiköt sulavat. Tämä aiheuttaisi merkittäviä muutoksia rannikoihin ja ekosysteemeihin ja tulvittaisi laajoja alueita; suurimmat vaikutukset kohdistuisivat jokisuistoihin. Väestön sekä taloudellisen toiminnan

[c] Pinnan keskitaso ja paikalliset säähäiriöt vaikuttavat ylimpiin pinnankorkeuksiin. Ne on tässä määritelty tuntiarvoina, jotka sisältyvät ylimpään 1 % osuuteen kaikista havaituista tuntiarvoista annetun jakson aikana.

[d] Ennakoitu merenpinnan keskikorkeus on vuonna 2100 kaikissa skenaarioissa vertailujaksoa ylempänä [Neljäs arviointiraportti, työryhmä I, 10.6]. Alueellisten säähäiriöiden muutosten vaikutusta merenpinnan äärikorkeuksiin ei ole arvioitu.

ja infrastruktuurin siirrot olisivat kalliita ja haastavia. Grönlannin mannerjää sulaa osittain keskitason luotettavuudella vuosisatojen tai vuosituhanten aikajänteellä, jos maapallon keskilämpötila kohoaa 1-4°C, myös Länsi-Antarktiksen osittainen sulaminen on mahdollista. Nämä nostaisivat valtamerten pintaa vähintään 4-6 metriä. Grönlannin jäiden täydellinen sulaminen kohottaisi merenpintaa jopa seitsemän metriä, Länsi-Antarktiksen noin viisi metriä [Neljäs arviointiraportti, työryhmä I, 6.4, 10.7; työryhmä II, 19.3].

Ilmastomallien mukaan on hyvin epätodennäköistä, että Pohjois-Atlantin kiertoliike (MOC) muuttuisi äkillisesti tämän vuosisadan aikana. Kiertoliikkeen hidastuminen on hyvin todennäköistä, mutta ilman lämpötilan ennakoidaan kuitenkin kohoavan Atlantilla ja Euroopassa maapallon lämmetessä. Kiertoliikkeen laajojen ja peruuntumattomien muutosten vaikutukset kohdistuisivat meren ekosysteemien tuottavuuteen, kalastukseen, meren hiilensidontaan ja happipitoisuuksiin sekä maa-alueiden kasvillisuuteen [Neljäs arviointiraportti, työryhmä I, 10.3, 10.7; työryhmä II, 12.6, 19.3].

Ilmastonmuutoksen vaikutukset vaihtelevat alueittain. Yhdistettyinä ja nykyhetkeen muunnettuina taloudelliset nettovaikutukset ovat hyvin todennäköisesti negatiiviset ja vuotuinen kokonaiskustannus tulee kasvamaan ajan myötä lämpötilojen noustessa.

Tässä arviointiraportissa osoitetaan selvästi, että tulevan ilmastonmuutoksen vaikutukset vaihtelevat alueittain. Kun maapallon keskilämpötila nousee vähemmän kuin 1-3°C vuoden 1990 tasosta, eräät vaikutukset ovat hyödyllisiä joillekin alueille ja sektoreille, mutta aiheuttavat toisaalla kustannuksia. Tropiikissa ja napa-alueilla nettokustannuksia syntyy paikoin jo pienen lämpötilan nousun vaikutuksesta. On hyvin todennäköistä, että kaikilla alueilla nettohyödyt pienenevät tai nettokustannukset kasvavat, jos lämpötilan nousu on suurempi kuin noin 2-3°C [9.ES, 9.5, 10.6, T109, 15.3, 15.ES]. Nämä havainnot vahvistavat Kolmannen arviointiraportin näytön, jonka mukaan maailman bruttokansantuote voisi pienetä 1-5 % neljän asteen lämpenemisellä. Kehitysmaat kokisivat tätä suuremmat suhteelliset menetykset [F20.3].

Ilmastonmuutoksen maailmanlaajuisista nettokustannuksista on olemassa useita arvioita. Mittarina voidaan käyttää esimerkiksi hiilen yhteiskunnallista kustannusta (SCC), joka tarkoittaa nykyhetkeen diskontattujen nettohyötyjen ja -kustannusten erotusta. Referoiduista tutkimuksista laskettu SCC:n keskiarvo vuodelle 2005 oli 43 USD hiilitonnilta eli 12 USD hiilidioksiditonnilta, mutta arviot vaihtelivat suuresti. Esimerkiksi eräässä selvityksessä, johon sisältyi sata arviota, saatiin vaihteluväliksi -10…350 USD/tC eli -3…95 USD/tCO_2 [20.6].

Hiilen yhteiskunnallisen kustannuksen suuret vaihteluvälit johtuvat pääosin erilaisista taustaoletuksista. Ne koskevat ilmaston herkkyyttä, vaikutusten viiveitä, riskin ja tasa-arvon käsittelyä, taloudellisia ja ei-taloudellisia vaikutuksia, diskonttausta sekä sitä, otetaanko mahdolliset katastrofaaliset vaikutukset huomioon. On hyvin todennäköistä, että maailmanlaajuiset kokonaisarviot ovat liian pieniä, koska monet vaikutukset eivät ole taloudellisesti mitattavissa. Yleisesti voidaan todeta, että julkaistu näyttö osoittaa ilmastonmuutoksen nettohaittojen olevan huomattavat ja ajan mittaan kasvavat [T20.3, 20.6, F20.4].

On käytännössä varmaa, että kokonaiskustannusten arviot eivät tuo esiin huomattavia eroja eri sektoreihin, alueisiin, valtioihin ja väestöryhmiin kohdistuvissa vaikutuksissa. Eräät alueet ja väestöryhmät ovat hyvin riskialttiita, herkkiä ja/tai sopeutumiskyvyltään heikkoja. Näiden osalta nettokustannukset ovat paljon maailmanlaajuista keskiarvoa suurempia [20.6, 20.ES, 7.4].

D. Nykyinen tieto sopeutumisesta ja hillinnästä

Havaittuun ja ennakoituun ilmastonmuutokseen on jossain määrin sopeuduttu, mutta rajoitetusti.

IPCC:n Kolmannen arviointiraportin jälkeen on kertynyt lisänäyttöä sopeutumisesta havaittuun ja ennakoituun ilmastonmuutokseen. Tämä asia on otettu huomioon esimerkiksi rannikonsuojaushankkeissa Malediiveillä ja Alankomaissa sekä Confederation-sillan[i] rakentamisessa Kanadassa. Muita esimerkkejä ovat jäätikköjärvien aiheuttaman tulvauhan torjunta Nepalissa, vesihuoltohankkeet Australiassa sekä hellejaksojen haittojen vähentäminen eräissä Euroopan maissa [7.6, 8.2, 8.6, 17.ES, 17.2, 16.5, 11.5].

Sopeutuminen on välttämätöntä niiden vaikutusten osalta, jotka ovat seurausta jo aiheutetusta lämpenemisestä.

Tähänastisten päästöjen arvioidaan aiheuttavan tämän vuosisadan aikana 0,6 asteen suuruisen lämpenemisen verrattuna jaksoon 1980-1999, vaikka ilmakehän kasvihuonekaasupitoisuus pysyisi vuoden 2000 tasolla (ks. Neljäs arviointiraportti, työryhmä I). Tästä aiheutuu vaikutuksia, joiden osalta sopeutuminen on ainoa käytettävissä oleva ja soveltuva vaihtoehto. Esimerkkejä tällaisista vaikutuksista on taulukossa SPM-1.

Laaja valikoima sopeutumistoimia on käytettävissä, mutta tulevan ilmastonmuutoksen haavoittavuuden vähentäminen edellyttää nykyistä kattavampaa sopeutumista. Tämän tiellä on esteitä, rajoituksia ja kustannuksia, joita ei täysin ymmärretä.

Vaikutusten odotetaan lisääntyvän merkittävästi maapallon keskilämpötilan nousun myötä (ks. Taulukko SPM-1). Sopeutumistoimilla voidaan vähentää monia alkuvaiheen vaikutuksia, mutta ilmastonmuutoksen edetessä sopeutumisen teho heikkenee ja kustannukset kasvavat. Tällä hetkellä sopeutumisen rajoista tai kustannuksista ei ole tarkkaa kuvaa. Tämä johtuu osittain siitä, että tehokkaat sopeutumistoimet vaihtelevat suuresti maantieteellisen alueen, ilmastoriskin sekä yhteiskunnallisten, poliittisten ja taloudellisten rajoitusten myötä [7.6, 17.2, 17.4].

Ihmisyhteisöjen käytettävissä olevien sopeutumistoimien joukko on hyvin laaja. Se käsittää puhtaasti teknisiä ratkaisuja (esim. rannikon suojausrakenteet), ihmisten käyttäytymiseen vaikuttamista (ruokavalio ja vapaa-ajan valinnat), elinkeino-ohjausta (viljelykäytäntöjen muuttaminen) ja normiohjausta (suunnittelusäädökset). Useimmat teknologiat ja strategiat tunnetaan ja niitä on kehitetty vain joissakin maissa. Käytettävissä oleva tieto ei osoita, kuinka tehokkaita eri vaihtoehdot[13] ovat riskien kokonaishallinnassa (erityisesti voimakas lämpeneminen ja sen vaikutukset) ja haavoittuvien väestöryhmien osalta. Lisäksi sopeutumisen toimeenpanolle on merkittäviä ympäristöön, talouteen, tiedonkulkuun, yhteiskuntaan, asenteisiin ja käyttäytymiseen liittyviä esteitä. Kehitysmaissa voimavarojen ja sopeutumiskyvyn kasvattaminen on erityisen tärkeää [ks. lukujen 3–16 osiot 5 ja 6; myös 17.2, 17.4].

Pelkällä sopeutumisella ei voida välttää kaikkia ilmastonmuutoksen vaikutuksia, erityisesti koska useimmat niistä voimistuvat pitkällä aikavälillä [Taulukko SPM-1].

Muut stressitekijät voivat kärjistää ilmastonmuutoksen haavoittavuutta.

Ei-ilmastolliset stressitekijät voivat lisätä ilmastonmuutoksen haavoittavuutta. Jousto vähenee ja myös sopeutumiskyky voi heiketä, koska kilpailevat tarpeet pienentävät voimavaroja. Esimerkiksi joitakin koralliriuttoja uhkaa nykyään veden lämpenemisen ja happamoitumisen ohella meriympäristön pilaantuminen ja maatalouden kuormitus. Haavoittuviin alueisiin kohdistuu monia stressitekijöitä, jotka altistavat ja herkistävät näitä alueita ja vaikuttavat sopeutumiskykyyn. Tällaisia tekijöitä ovat ilmastouhkien ohella köyhyys ja luonnonvarojen epätasainen saatavuus, ravinnonsaannin epävarmuus, talouden globalisaatiokehitys, konfliktit sekä taudit kuten HIV/AIDS [7.4, 8.3, 17.3, 20.3]. Sopeutumistoimia otetaan harvoin käyttöön pelkästään ilmastonmuutoksen takia, vaan ne

[i] Suom. huom: Tämä silta yhdistää Prinssi Edwardin saaren mantereeseen ja on maailman pisin (13 km) jääolosuhteisiin rakennettu silta.
[13] taulukko eri vaihtoehdoista, ks. Technical Summary.

liitetään esimerkiksi vesivarojen hallintaan, rannikon suojaukseen ja riskien vähentämisen strategioihin [17.2, 17.5].

Tuleva haavoittuvuus ei riipu vain ilmastonmuutoksesta vaan myös kehityspoluista.

IPCC:n Kolmannen arviointiraportin jälkeen on edistytty merkittävästi selvitettäessä ilmastonmuutoksen vaikutuksia eri kehityskuluilla. Tällöin on siis otettu huomioon myös ennakoitu sosiaalinen ja taloudellinen kehitys, ilmastonmuutoksen ohella. Useimmat uudet selvitykset ovat perustuneet Ilmastopaneelin SRES-raportissa esitettyihin väestön ja tulotason skenaarioihin (ks. Loppulaatikko 3) [2.4].

Yllämainitut selvitykset osoittavat, että ilmastonmuutoksen vaikutukset voivat suuresti vaihdella riippuen siitä, millaiseksi kehityksen kulku arvioidaan. Eri kehityskulkujen välillä voi esimerkiksi olla huomattavia eroja alueellisissa väestömäärissä, tulotasoissa ja teknologian käyttöönotossa. Kaikki nämä tekijät vaikuttavat usein oleellisesti ilmastonmuutoksen haavoittavuuteen [2.4].

Joukko viimeaikaisia tutkimuksia käsittelee esimerkiksi ilmastonmuutoksen maailmanlaajuisia vaikutuksia ravinnontuotantoon, rannikkotulviin ja veden niukkuuteen. Vaikutuksille altistuvien ihmisten lukumäärät ovat suurimmat A2-skenaariossa, jota luonnehtivat suhteellisen alhainen tulotaso ja voimakas väestönkasvu. Muissa SRES-skenaarioissa altistuvien määrät ovat pienemmät [T20.6]. Tätä eivät niinkään selitä eri skenaarioista aiheutuvien ilmastonmuutosten erot, vaan haavoittuvuuksien erilaisuus [T6.6].

Kestävä kehitys[14] voi vähentää ilmastonmuutoksen haavoittavuutta ja ilmastonmuutos voi haitata kansojen kykyä saavuttaa kestäviä kehityskulkuja.

Haavoittuvuutta ilmastonmuutokselle voidaan vähentää kestävällä kehityksellä, koska se vahvistaa sopeutumiskykyä ja lisää joustavuutta. Nykytilanteessa kuitenkin vain harvat kestävän kehityksen edistämisohjelmat sisältävät suoranaisesti ilmastonmuutoksen vaikutuksiin sopeutumisen tai sopeutumiskyvyn vahvistamisen [20.3].

Toisaalta on hyvin todennäköistä, että ilmastonmuutos voi hidastaa etenemistä kohti kestävää kehitystä. Tämä voi tapahtua joko suoraan lisäämällä alttiutta ilmastonmuutoksen haitoille tai välillisesti heikentämällä sopeutumiskykyä. Tämä tulee selvästi esille tämän raportin sektori- ja aluekohtaisissa osioissa, joissa arvioidaan ilmastonmuutoksen heijastumia kestävään kehitykseen [ks. osio 7 luvuissa 3-8 sekä 20.3, 20.7].

Vuosituhattavoitteet (MDGs) ovat yksi mitta kestävän kehityksen edistymiselle. Seuraavan puolen vuosisadan aikana ilmastonmuutos voi hidastaa näiden tavoitteiden saavuttamista [20.7].

Monia ilmastonmuutoksen vaikutuksia voidaan välttää, lieventää tai lykätä hillintätoimilla.

Jonkin verran vaikutustutkimuksia on nyt tehty skenaarioille, joissa ilmakehän kasvihuonekaasupitoisuudet on vakiinnutettu. Vaikka näissä tutkimuksissa ei täysin oteta huomioon vakiinnutukseen perustuvan ilmaston epävarmuuksia, ne antavat kuitenkin viitteitä vältettävissä olevista vahingoista tai uhkien ja riskien pienenemisestä, jotka päästöjen vakiinnuttamisella eri tasoille voidaan saavuttaa [2.4, T20.6].

Ilmastonmuutoksen riskejä voidaan pienentää sopeutumis- ja hillintätoimia yhdistämällä.

[14] Tässä arviointiraportissa on käytetty Brundtlandin komission määritelmää: "Kestävä kehitys on kehitystä, joka tyydyttää nykyhetken väestön tarpeet vaarantamatta tulevien sukupolvien mahdollisuutta tyydyttää omat tarpeensa." Samaa määritelmää käytti IPCC:n Kolmannen arviointiraportin työryhmä II.

Ilmastonmuutoksen vaikutusten lisääntymistä lähivuosikymmeninä ei voida välttää tiukimmillakaan hillintätoimilla. Sopeutuminen on välttämätöntä nimenomaan näiden vaikutusten osalta. Hillitsemätön ilmastonmuutos tulisi todennäköisesti pitkällä aikavälillä ylittämään sekä luonnon että ihmisen ja hänen hoitamiensa järjestelmien sopeutumiskyvyn [20.7].

Tämä nostaa arvoon sellaisen toimenpidevalikon tai strategioiden yhdistelmän, johon sisältyy hillintää, sopeutumista, teknologian kehittämistä ja tutkimusta. Teknologiaa tarvitaan sekä sopeutumiseen että hillintään, tutkimusta näitä molempia varten sekä meteorologian ja ilmastonmuutosten vaikutusten osalta. Näillä menetelmäpaketeilla voitaisiin yhdistää politiikkatoimet kannustaviin lähestymistapoihin ja tekoihin kaikilla tasoilla, yksittäisestä kansalaisesta hallituksiin ja kansainvälisiin järjestöihin [18.1, 18.5].

Eräs tapa sopeutumiskyvyn lisäämiseen on ottaa ilmastonmuutoksen vaikutukset huomioon suunnittelussa [18.7] esimerkiksi seuraavasti:

- sisällyttämällä sopeutumistoimet maankäytön ja infrastruktuurin suunnitteluun [17.2];
- sisällyttämällä haavoittavuuden vähentämistoimet olemassa oleviin riskien vähentämisen strategioihin [17.2, 20.8].

E. Havaintojärjestelmät ja tutkimustarpeet

Tiede tarjoaa nyt päätöksentekijöille enemmän tietoa ilmastonmuutoksen vaikutuksista ja sopeutumisen keinoista kuin Kolmannessa arviointiraportissa oli mahdollista. Monet tärkeät kysymykset jäävät kuitenkin yhä vaille vastausta. Tämän arviointiraportin eri luvuissa on esitetty joukko keskeisiä havaintojärjestelmiin ja tutkimukseen liittyviä lisätarpeita, joita on pohdittava vakavasti[15].

[15] Ks. lista näistä havaintojärjestelmiä ja tutkimusta koskevista lisätarpeista: Technical Summary, Section TS-6.

Loppulaatikko 1. Keskeisten käsitteiden määritelmät

Ilmastonmuutos tarkoittaa IPCC:n määritelmän mukaan kaikkia ilmaston ajallisia muutoksia riippumatta siitä, johtuvatko ne luonnollisesta vaihtelusta tai ihmisen toiminnasta. Tämä poikkeaa YK:n Ilmastosopimuksen määritelmästä; sen mukaan ilmastonmuutos aiheutuu suoraan tai välillisesti ihmisen toiminnasta, joka muuttaa ilmakehän koostumusta ja esiintyy luonnollisen vaihtelun lisänä pitkäkestoisesti.

Sopeutumiskapasiteetti on systeemin kyky sopeutua ilmastonmuutokseen (vaihtelevuus ja ääriarvot mukaan lukien), lievittää potentiaalisia vahinkoja, käyttää hyväksi eri mahdollisuuksia ja selviytyä seurauksista.

Haavoittuvuus on mitta systeemin alttiudelle ja selviytymiselle ilmastonmuutoksen haittojen suhteen, muutoksen vaihtelevuus ja ääriarvot mukaan lukien. Haavoittuvuuteen vaikuttavat ilmaston muutoksen ja vaihtelun luonne, suuruus ja nopeus sekä ao. systeemin herkkyys ja sopeutumiskapasiteetti.

Tämä laatikko perustuu Kolmanteen arviointiraporttiin ja Ilmastopaneeli on hyväksynyt sen rivi riviltä.

Loppulaatikko 2. Epävarmuuksien käsittely Neljännessä arviointiraportissa

Nykyisen tiedon epävarmuuksia kuvataan samalla tavalla kaikissa IPCC:n Neljännen arviointiraportin osissa.

Luotettavuuden kuvaus

Tekijät ovat liittäneet luotettavuustason kaikkiin Teknisen yhteenvedon (Technical Summary) keskeisiin lausumiin seuraavasti:

Ilmaisu	Oikeellisuusaste
Hyvin suuri luotettavuus	Vähintään 9/10
Suuri luotettavuus	Noin 8/10
Keskitason luotettavuus	Noin 5/19
Matala luotettavuus	Noin 2/10
Hyvin matala luotettavuus	Alle 1/10

Todennäköisyyden kuvaus

Tämä ilmaisu viittaa tarkoin määritellyn, havaitun tai tulevan tapahtuman esiintymisen todennäköisyyteen, joka perustuu aineistosta tehtyyn tai asiantuntijoiden esittämään arvioon. Tekijöiden käyttämät todennäköisyyttä koskevat määrittelyt Teknisessä yhteenvedossa (Technical Summary) ovat seuraavat:

Ilmaisu	Esiintymisen todennäköisyys
Lähes varma	yli 99 %
Hyvin todennäköinen	90-99 %
Todennäköinen	66-90 %
Vaihtoehdot lähes samanarvoiset	33-66 %
Epätodennäköinen	10-33 %
Hyvin epätodennäköinen	1-10 %
Poikkeuksellisen epätodennäköinen	alle 1 %

Loppulaatikko 3. Päästöskenaariot

[Ks. IPCC Special Report on Emission Scenarios (SRES), 2000]

A1. Maailman tuleva talouskasvu on hyvin nopeaa, väestö kasvaa vuosisadan puoliväliin asti ja kääntyy sitten laskuun, nykyistä tehokkaampia teknologioita otetaan käyttöön. Alueiden väliset erot pienenevät selvästi, tämä koskee myös tulotasoa. Valmiuksien rakentaminen edistyy, sosiaalinen ja kulttuurinen vuorovaikutus on vilkasta. Tähän vaihtoehtoon sisältyy useita alaskenaarioita, jotka poikkeavat energialähteiden painotuksen suhteen: A1FI perustuu vahvasti fossiilisiin polttoaineisiin, A1T ei-fossiilisiin, A1B on näiden väliltä (mitään energialähdettä ei erityisesti korosteta; kaikkien osalta tapahtuu samankaltaista tuotanto- ja loppukäyttöteknologian kehitystä).

A2. Maailma on hyvin heterogeeninen. Lähtökohtina ovat omaehtoisuus ja paikallisten erityispiirteiden säilyttäminen. Alueelliset syntyvyyden erot pienenevät hyvin hitaasti, mistä seuraa väestön jatkuva kasvu. Taloudellinen kehitys vaihtelee alueittain, henkilökohtainen tulotason nousu ja teknologinen muutos ovat hajautuneemmat ja hitaammat kuin muissa skenaarioissa.

B1. Tässä vaihtoehdossa maailma yhtenäistyy ja väestökehitys on samankaltainen kuin A1-skenaarioissa. Erona on taloudellisten rakenteiden nopea muutos kohti palvelu- ja tietoyhteiskuntaa, luonnonvarojen tuhlauksen väheneminen ja puhtaan, tehokkaan teknologian käyttöönotto. Kestävää kehitystä edistetään maailmanlaajuisesti sekä talouden, sosiaalisten näkökohtien ja tasa-arvon että ympäristön osalta. Uusia ilmastoaloitteita ei kuitenkaan tehdä.

B2. Kestävää kehitystä koskevat ratkaisut ovat pääosin paikallisia. Väestönkasvu on jatkuvaa, mutta hitaampaa kuin A2-skenaariossa. Taloudellinen kehitys on keskimääräistä, teknologinen muutos hitaampaa ja monimuotoisempaa kuin B1- ja A1-skenaarioissa. Vaikka myös tämä vaihtoehto suuntautuu ympäristönsuojeluun ja yhteiskunnalliseen tasa-arvoon, se painottuu paikalliselle ja alueelliselle tasolle.

Kaikista kuudesta ryhmästä (A1B, A1FI, A1T, A2, B1 ja B2) valittiin havainnollistava skenaario, joita on pidettävä yhtä luotettavina.

SRES-skenaariohin ei sisälly ilmastollisia lisäaloitteita. YK:n Ilmastosopimuksen toimeenpanoa tai Kioton pöytäkirjan päästötavoitteita ei siis ole otettu huomioon.

Tämä laatikko perustuu Kolmanteen arviointiraporttiin ja Ilmastopaneeli on hyväksynyt sen rivi riviltä.