

# IPCC:N KUUDENNEN ARVIOINTIRAPORTIN YHTEENVETORAPORTTI (AR6)

## Yhteenveto päättäjille

**Core Writing Team:** Hoesung Lee (puheenjohtaja), Katherine Calvin (Yhdysvallat), Dipak Dasgupta (Intia, Yhdysvallat), Gerhard Krinner (Ranska/Saksa), Aditi Mukherji (Intia), Peter Thorne (Irlanti, Yhdistynyt kuningaskunta), Christopher Trisos (Etelä-Afrikka), José Romero (Sveitsi), Paulina Aldunce (Chile), Ko Barrett (Yhdysvallat), Gabriel Blanco (Argentiina), William W. L. Cheung (Kanada), Sarah L. Connors (Ranska, Yhdistynyt kuningaskunta), Fatima Denton (Gambia), Aïda Diongue-Niang (Senegal), David Dodman (Jamaika/Yhdistynyt kuningaskunta/Alankomaat), Matthias Garschagen (Saksa), Oliver Geden (Saksa), Bronwyn Hayward (Uusi-Seelanti), Christopher Jones (Yhdistynyt kuningaskunta), Frank Jotzo (Australia), Thelma Krug (Brasilia), Rodel Lasco (Filippiinit), kesäkuu-Yi Lee (Korean tasavalta), Valérie Masson-Delmotte (Ranska), Malte Meinshausen (Australia/Saksa), Katja Mintenbeck (Saksa), Abdalah Mokssit (Marokko), Friederike E. L. Otto (Yhdistynyt kuningaskunta/Saksa), Minal Pathak (Intia), Anna Pirani (Italia), Elvira Poloczanska (UK, Australia), Hans-Otto Pörtner (Saksa), Aromar Revi (Intia), Debra C. Roberts (Etelä-Afrikka), Joyashree Roy (Intia/Thaimaa), Alex C. Ruane (Yhdysvallat), Jim Skea (Yhdistynyt kuningaskunta), Priyadarshi R. Shukla (Intia), Raphael Slade (Yhdistynyt kuningaskunta), Aimée Slangen (Alankomaat), Youba Sokona (Mali), Anna A. Sörensson (Argentiina), Melinda Tignor (Yhdysvallat, Saksa), Detlef van Vuuren (Alankomaat), Yi-Ming Wei (Kiina), Harald Winkler (Etelä-Afrikka), Panmao Zhai (Kiina), Zinta Zommers (Latvia)

**Laajennettu kirjoitustiimi:** Jean-Charles Hourcade (Ranska), Francis X. Johnson (Thaimaa/Ruotsi), Shonali Pachauri (Itävalta, Intia), Nicholas P. Simpson (Etelä-Afrikka/Zimbabwe), Chandni Singh (Intia), Adelle Thomas (Bahamas), Edmond Totin (Benin)

**Avustavat kirjoittajat:** Andrés Alegría (Saksa/Honduras), Kyle Armour (Yhdysvallat), Birgit Bednar-Friedl (Itävalta), Kornelis Blok (Alankomaat) Guéladio Cissé (Sveitsi/Mauritania/Ranska), Frank Dentener (EU, Alankomaat), Siri Eriksen (Norja), Erich Fischer (Sveitsi), Gregory Garner (Yhdysvallat), Céline Guivarch (Ranska), Marjolijn Haasnoot (Alankomaat), Gerrit Hansen (Saksa), Matthias Hauser (Sveitsi), Ed Hawkins (Yhdistynyt kuningaskunta), Tim Hermans (Alankomaat), Robert Kopp (Yhdysvallat), Noémie Leprince-Ringuet (Ranska), Debora Ley (Meksiko/Guatemala), Jared Lewis (Australia/Uusi-Seelanti), Chloé Ludden (Saksa/Ranska), Zebebe Nicholls (Australia), Leila Niamir (Iran/Alankomaat/Itävalta), Shreya Some (Intia/Thaimaa), Sophie Szopa (Ranska), Blair Trewin (Australia), Kaj-Ivar van der Wijst (Alankomaat), Gundula Winter (Alankomaat/Saksa), Maximilian Witting (Saksa)

**Arvostelun toimittajat:** Paola Arias (Colombia), Mercedes Bustamante (Brasilia), Ismail Elgizouli (Sudan), Gregory Flato (Kanada), Mark Howden (Australia), Carlos Méndez (Venezuela), Joy Pereira (Malaysia), Ramón Pichs-Madruga (Cuba), Steven K Rose (Yhdysvallat), Yamina Saheb (Algeria/Ranska), Roberto Sánchez (Meksiko), Diana Üрге-Vorsatz (Unkari), Cunde Xiao (Kiina), Noureddine Yassa (Algeria)

**Tieteellinen ohjauskomitea:** Hoesung Lee (IPCC:n puheenjohtaja), Amjad Abdulla (Maldives), Edwin Aldrian (Indonesia), Ko Barrett (Amerikan yhdysvallat), Eduardo Calvo (Peru), Carlo Carraro (Italia), Fatima Driouech (Marokko), Andreas Fischlin (Sveitsi), Jan Fuglestad (Norja), Diriba Korecha Dadi (Ethiopia), Thelma Krug (Brasilia), Nagmeldin G.E. Mahmoud (Sudan), Valérie Masson-Delmotte (Ranska), Carlos Méndez (Venezuela), Joy Jacqueline Pereira (Malaysia), Ramón Pichs-Madruga (Kuuba), Hans-Otto Pörtner (Saksa), Andy Reisinger (Uusi-Seelanti), Debra Roberts (Etelä-Afrikka), Sergey Semenov (Venäjän federaatio), Priyadarshi Shukla (Intia), Jim Skea (Yhdistynyt kuningaskunta), Youba Sokona (Mali), Kiyoto Tanabe (Japani), Muhammad Tariq (Pakistan), Diana Üрге-Vorsatz (Unkari), Carolina Vera (Argentiina), Pius Yanda (Tansanian yhdistynyt tasavalta), Noureddine Yassaa (Algeria), Taha M. Zatari (Saudi-Arabia), Panmao Zhai (Kiina)

**Visuaalinen konsepti ja tietosuunnittelu:** Arlene Birt (Yhdysvallat), Meeyoung Ha (Korean tasavalta)

**Huomautukset:** Tsu Kokonaisversio

## Sisällysluettelo

Esittely.....	4
A. Nykyinen tila ja trendit.....	5
Laatikko SPM.1 skenaarioiden ja mallinnettujen reittien käyttö AR6-yhteenvetoreportissa.....	10
B. Tulevaisuuden ilmastonmuutos, riskit ja pitkän aikavälin reaktiot.....	15
C. Vastaukset lähiajalla.....	30

Lähteet, jotka mainitaan tässä yhteenvedossa päättäjille (SPM)

Tähän kertomukseen sisältyvää aineistoa koskevat viittaukset ovat kunkin kohdan lopussa kiharat suluissa {}.

Poliittisille päättäjille tarkoitetussa yhteenvedossa viittaukset viittaavat yhteenvetoreportin pitkän aikavälin raportin jaksojen, lukujen, taulukoiden ja ruutujen numeroihin tai muihin SPM:n osiin (pyöreässä suluissa).

Muut IPCC:n raportit, joihin viitataan tässä yhteenvetoreportissa:

AR5 Viides arviointiraportti



*Eüropo  
Demokratio  
Esperanto*

Pierre Dieumegardin laatimaasiakirja [Euroopalle –demokratia-Esperanto](#)

Tämän ”väliaikaisen” asiakirjan tarkoituksena on antaa yhä useammille Euroopan unionin kansalaisille mahdollisuus tutustua tärkeisiin asiakirjoihin. Without käännökset, ihmiset on suljettu pois keskustelusta.

Tämä dokumentti ilmastonmuutoksesta oli [vain englanniksi](#) pdf-tiedostossa. Tästä alkuperäisestä tiedostosta tehtiin Libre Office -ohjelmiston laatima odt-tiedosto konekäännöstä varten muille kielille. Tulokset ovat [saatavilla kaikilla virallisilla kielillä](#).

**On toivottavaa, että EU:n hallinto ottaa hoitaakseen tärkeiden asiakirjojen käännöksen. ”Tärkeät asiakirjat” eivät ole vain lakeja ja asetuksia, vaan myös tärkeitä tietoja, joita tarvitaan tietoon perustuvien päätösten tekemiseen yhdessä.**

Jotta voisimme keskustella yhteisestä tulevaisuudestamme yhdessä ja mahdollistaa luotettavat käännökset, kansainvälinen esperanto olisi erittäin hyödyllinen sen yksinkertaisuuden, säännöllisyyden ja tarkkuuden vuoksi.

Ota yhteyttä:

[Kontaktto \(europokune.eu\)](mailto:Kontaktto@europokune.eu)

<https://e-d-e.org/-Kontakti-EDE>

## Esittely

Tässä IPCC:n kuudennen arviointiraportin (AR6) yhteenvetoraportissa esitetään yhteenveto ilmastonmuutoksen laajalle levinneistä vaikutuksista ja riskeistä sekä ilmastonmuutoksen hillitsemisestä ja siihen sopeutumisesta. Siinä on otettu huomioon kuudennessa arviointikertomuksessa esitetyt keskeiset havainnot, jotka perustuvat kolmen työryhmän kannanottoihin<sup>1</sup>, ja kolmeen erityiskertomukseen<sup>2</sup>. Poliittisten päättäjien yhteenveto koostuu kolmesta osasta: SPM.A Nykyinen tila ja trendit, SPM.B Tulevaisuuden ilmastonmuutos, riskit ja pitkän aikavälin vasteet, ja SPM.C vastaukset lähiajalla<sup>3</sup>.

Tässä kertomuksessa tunnustetaan ilmaston, ekosysteemien ja biologisen monimuotoisuuden sekä ihmisyhteiskuntien keskinäinen riippuvuus; erilaisten tietämyksen muotojen arvo; sekä ilmastonmuutoksen sopeutumisen, ilmastonmuutoksen hillitsemisen, ekosysteemien terveyden, ihmisten hyvinvoinnin ja kestävä kehityksen väliset läheiset yhteydet ja heijastaa ilmastotoimiin osallistuvien toimijoiden kasvavaa moninaisuutta.

Tieteellisen ymmärryksen perusteella keskeiset havainnot voidaan muotoilla tosiasioita koskeviksi toteamuksiksi tai liittää arvioituun luottamustasoon käyttäen IPCC:n kalibroitu kieltä<sup>4</sup>.

- 
- 1 Kolme työryhmän panosta AR6-arviointiin ovat seuraavat: AR6 Ilmastonmuutos 2021: Fysiikan perusteet; AR6 Ilmastonmuutos 2022: Vaikutukset, sopeutuminen ja haavoittuvuus; ja AR6 Ilmastonmuutos 2022: Ilmastonmuutoksen hillitseminen. Niiden arvioinnit kattavat tieteellisen kirjallisuuden, joka on hyväksytty julkaistavaksi viimeistään 31. tammikuuta 2021, 1. syyskuuta 2021 ja 11. lokakuuta 2021 mennessä.
  - 2 Kolme erityiskertomusta ovat seuraavat: Ilmaston lämpeneminen 1,5 °C (2018): IPCC:n erityiskertomus maapallon 1,5 celsiusasteen lämpenemisen vaikutuksista esiteollisella kaudella vallinneeseen tasoon ja siihen liittyviin maailmanlaajuisiin kasvihuonekaasupäästöväylyihin liittyen ilmastonmuutoksen uhkaan, kestävään kehitykseen ja köyhyyden poistamiseen tähtäävien maailmanlaajuisien toimien vahvistamiseen (SR1.5); Ilmastonmuutos ja maa (2019): IPCC:n erityisraportti ilmastonmuutoksesta, aavikoitumisesta, maaperän huonontumisesta, kestävästä maanhoidosta, elintarviketurvasta ja kasvihuonekaasuvirroista maaekosysteemeissä (SRCCL); ja valtameri ja kryosfääri muuttuvassa ilmastossa (2019) (SROCC). Erityiskertomukset kattavat tieteellisen kirjallisuuden, joka on hyväksytty julkaistavaksi viimeistään 15.5.2018, 7. huhtikuuta 2019 ja 15. toukokuuta 2019.
  - 3 Tässä raportissa lähiaika määritellään ajanjaksoksi vuoteen 2040 asti. Pitkällä tähtäimellä tarkoitetaan vuoden 2040 jälkeistä aikaa.
  - 4 Jokainen havainto perustuu perustana olevan näytön ja yhteisymmärryksen arviointiin. IPCC:n kalibroitu kieli käyttää viittä kriteeriä ilmaistakseen luottamustason: erittäin alhainen, matala, keskikokoinen, korkea ja erittäin korkea ja kursivoitu, esimerkiksi *keskinkertainen luottamus*. Tuloksen tai tuloksen arvioidun todennäköisyyden osoittamiseksi käytetään seuraavia termejä: *lähes varma* 99–100 prosentin todennäköisyys, *erittäin todennäköinen* 90–100 %, *todennäköisesti* 66–100 %, *todennäköisempi kuin* 50–100 %, *suunnilleen yhtä todennäköinen kuin* 33–66 %, *epätodennäköinen* 0–33 %, *erittäin epätodennäköinen* 0–10 %, *poikkeuksellisen epätodennäköinen* 0–1 %. Lisäehdot (erittäin todennäköisesti 95–100 %; *todennäköisempi kuin enintään* 50–100 prosenttia; ja erittäin epätodennäköistä 0–5 %) käytetään myös tarvittaessa. Arvioitu todennäköisyys on kursivoitu, esim. *hyvin todennäköinen*. Tämä on yhdenmukainen AR5:n ja muiden AR6-raporttien kanssa.

## A. Nykyinen tila ja trendit

### Havaittu lämpeneminen ja sen syyt

**A.1 Ihmisen toiminta, pääasiassa kasviuonekaasupäästöjen kautta, on yksiselitteisesti aiheuttanut ilmaston lämpenemisen, ja maapallon pintalämpötila on noussut 1,1 celsiusasteeseen yli 1850–1900 vuosina 2011–2020. Maailmanlaajuiset kasviuonekaasupäästöt ovat kasvaneet edelleen, ja historialliset ja jatkuvat erot johtuvat kestävämmästä energiankäytöstä, maankäytöstä ja maankäytön muutoksesta, elintavoista ja kulutus- ja tuotantotavoista eri alueilla, maiden välillä ja sisällä sekä yksilöiden keskuudessa (*korkea luottamus*). {2.1, kuva 2.1, kuva 2.2}**

**A.1.1** Globaali pintalämpötila oli 1,09 °C [0,95 °C–1,20 °C]<sup>5</sup> korkeampina vuosina 2011–2020 kuin 1850–1900<sup>6</sup>, ja maanpinnan nousu oli suurempi (1,59 °C [1,34 °C–1,83 °C]) kuin merenpinnan yläpuolella (0,88 °C [0,68 °C–1,01 °C]). Maapallon pintalämpötila 2000-luvun kahden ensimmäisen vuosikymmenen aikana (2001–2020) oli 0,99 [0,84–11,10] astetta korkeampi kuin 1850–1900. Maapallon pintalämpötila on noussut nopeammin vuodesta 1970 kuin missään muussa 50-vuotijaksossa ainakin viimeisten 2000 vuoden aikana (*korkea luottamus*). {2.1.1, kuva 2.1}

**A.1.2** Ihmisen aiheuttaman kokonaispintalämpötilan nousun *todennäköinen* vaihteluväli 1850–1900:sta 2010–2019 vuoteen 2019<sup>7</sup> on 0,8 °C–1,3 °C, ja paras arvio on 1,07 °C. Tänä ajanjaksona on *todennäköistä*, että hyvin sekoitetut kasviuonekaasut (GHG) vaikuttivat 1,0 °C–2,0 °C:n lämpenemiseen,<sup>8</sup> ja muut inhimilliset kuljettajat (pääasiassa aerosolit) jäähdytivät 0,0 °C–0,8 °C, luonnolliset (aurinko- ja vulkaaniset) elementit muuttivat maapallon pintalämpötilaa –0,1 °C:sta + 0,1 °C:seen, ja sisäinen vaihtelu muutti sitä –0,2 °C:sta + 0,2 °C:seen. {2.1.1, kuva 2.1}

**A.1.3** Havaittu hyvin sekoittuneiden kasviuonekaasupitoisuuksien nousua, koska noin 1750 ihmisen toiminnasta aiheutuvat kasviuonekaasupäästöt ovat aiheuttaneet kiistatta noin 1750 tänä aikana. Historialliset kumulatiiviset CO<sub>2</sub>-*nettopäästöt* vuosina 1850–2019 olivat 2400 ± 240 GtCO<sub>2</sub>, josta yli puolet (58 %) tapahtui vuosina 1850–1989 ja noin 42 % vuosina 1990–2019 (*korkea luotettavuus*). Vuonna 2019 ilmakehän CO<sub>2</sub>-*pitoisuudet* (410 miljoonaa osaa) olivat korkeammat kuin milloin tahansa vähintään 2 miljoonassa vuodessa (*korkea luotettavuus*) ja metaanipitoisuudet (1866 miljardia) ja typpioksiduuli (332 osaa miljardia) olivat korkeammat kuin missään vaiheessa vähintään 800 000 vuodessa (*erittäin korkea luottamus*). {2.1.1, kuva 2.1}

**A.1.4** Ihmistoiminnan maailmanlaajuisten kasviuonekaasupäästöjen arvioidaan olevan 59 ± 6,6 GtCO<sub>2</sub>-eq<sup>9</sup> vuonna 2019, noin 12 prosenttia (6,5 GtCO<sub>2</sub>-eq) kuin vuonna 2010 ja 54 prosenttia (21 GtCO<sub>2</sub>-eq) enemmän kuin vuonna 1990, ja suurin osuus kasviuonekaasujen bruttopäästöistä ja kasvusta fossiilisten polttoaineiden poltosta ja teollisista prosesseista (CO<sub>2</sub>-FFI) peräisin olevassa hiilidioksidissa (CO<sub>2</sub>-FFI) ja metaani, kun taas suurin suhteellinen kasvu tapahtui fluorattujen kaasujen (F-kaasut) osalta alhaisesta tasosta vuonna 1990. Keskimääräiset vuotuiset

- 5 Koko SPM-alueella annetut vaihteluvälit ovat *hyvin todennäköisiä* vaihteluvälejä (5–95 %), ellei toisin mainita.
- 6 Maapallon pintalämpötilan arvioitu nousu AR5:n jälkeen johtuu pääasiassa siitä, että lämpeneminen jatkuu vuodesta 2003–2012 (+ 0,19 °C [0,16 °C–0,22 °C]). Lisäksi metodologiset edistysaskeleet ja uudet aineistot ovat tarjonneet kattavamman paikkakuvan pintalämpötilan muutoksista myös arktisella alueella. Nämä ja muut parannukset ovat myös lisänneet arviota maapallon pintalämpötilan muutoksesta noin 0,1 °C: lla, mutta tämä nousu ei edusta ylimääräistä fysikaalista lämpenemistä AR5: n jälkeen.
- 7 Ajanjakso jakaantuu A.1.1:ään, koska attribuutiotutkimuksissa tarkastellaan tätä hieman aikaisempaa ajanjaksona. Havaittu lämpeneminen vuosina 2010–2019 on 1,06 °C [0,88 °C–1,21 °C].
- 8 Päästöjen vaikutus vuosien 2010–2019 lämpenemiseen verrattuna vuosina 1850–1900 arvioituihin säteilypakotteita koskeviin tutkimuksiin ovat seuraavat: CO<sub>2</sub> 0,8 [0,5–2,2]°C; metaani 0,5 [0,3–0,8] °C; typpioksiduuli 0,1 [0,0–1,2]°C ja fluoratut kaasut 0,1 [0,0–1,2]°C. {2.1.1}
- 9 Kasviuonekaasupäästöjen mittareita käytetään eri kasviuonekaasujen päästöjen ilmaisemiseen yhteisessä yksikössä. Tässä raportissa aggregoidut kasviuonekaasupäästöt ilmoitetaan CO<sub>2</sub>-ekvivalentteina (CO<sub>2</sub>-<sub>eq</sub>) käyttäen globaalia lämpenemispotentiaalia, jonka aikahorisontti on 100 vuotta (GWP100), ja arvot perustuvat työryhmän I panokseen AR6: lle. AR6 WGI- ja WGIII-raportit sisältävät päivitettyt päästömetriset arvot, eri mittareiden arvioinnit hillitsemistavoitteiden osalta ja arvioidaan uusia lähestymistapoja kaasujen yhdistämiseen. Mittarin valinta riippuu analyysin tarkoituksesta, ja kaikissa kasviuonekaasupäästöjen mittareissa on rajoituksia ja epävarmuustekijöitä, koska ne yksinkertaistavat fyysisen ilmastojärjestelmän monimutkaisuutta ja sen reagoitua aiempiin ja tuleviin kasviuonekaasupäästöihin. {2.1.1}

kasvihuonekaasupäästöt vuosina 2010–2019 olivat suuremmat kuin millään edellisellä vuosikymmenellä, kun taas kasvuvauhti vuosina 2010–2019 (1,3 prosenttia vuonna -1<sup>10</sup> oli pienempi kuin vuosina 2000–2009 (2,1 prosenttia vuonna<sup>-1</sup>). Vuonna 2019 noin 79 prosenttia maailman kasvihuonekaasupäästöistä tuli energia-, teollisuus-, liikenne- ja rakennussektoreilta ja 22 prosenttia maa-,<sup>10</sup> metsä- ja muusta maankäytöstä (AFOLU). BKT:n energiaintensiteetin ja energian hiili-intensiteetin parantumisesta<sup>10</sup> johtuvat CO<sub>2</sub>-FFI:n päästövähennykset ovat olleet pienemmät kuin päästöt, jotka johtuvat teollisuuden, energiantuotannon, liikenteen, maatalouden ja rakennusten kasvavasta maailmanlaajuisesta tuotantotasosta. (*korkea luottamus*) {2.1.1}

**A.1.5** CO<sub>2</sub>-päästöjen historialliset vaikutukset vaihtelevat huomattavasti alueittain, mutta myös maankäytöstä, maankäytön muutoksesta<sup>10</sup> ja metsätaloudesta (CO<sub>2</sub>-LULUCF) aiheutuvien CO<sub>2</sub>-nettopäästöjen (CO<sub>2</sub>-LULUCF) osalta. Vuonna 2019 noin 35 prosenttia maailman väestöstä asuu maissa, joissa päästöt ovat yli 9 tonnia hiilidioksidiekvivalentttonnia henkeä<sup>11</sup> (lukuun ottamatta CO<sub>2</sub>-LULUCF-yhdistettä), kun taas 41 prosenttia asuu maissa, joissa päästöt ovat alle 3 tonnia hiilidioksidiekvivalentttonnia henkeä<sup>11</sup>; jälkimmäisestä osasta puuttuu nykyaikaisten energiapalvelujen saatavuus. Vähiten kehittyneissä maissa (LDC) ja pienissä kehittyvissä saarivaltioissa (SIDS) päästöt henkeä kohti ovat paljon pienemmät (1,7 tCO<sub>2</sub>ekv ja 4,6 tCO<sub>2</sub>ekv) kuin globaali keskiarvo (6,9 tCO<sub>2</sub>-eq), lukuun ottamatta CO<sub>2</sub>-LULUCFia. Kotitalouksista, joiden päästöt henkeä kohti ovat suurimmat, 10 prosentin osuus on 34–45 prosenttia maailman kulutukseen perustuvista kotitalouksien kasvihuonekaasupäästöistä, kun taas alimman 50 prosentin osuus on 13–15 prosenttia. (*korkea luotettavuus*) {2.1.1, kuva 2.2}

## Havaitut muutokset ja vaikutukset

**A.2 Ilmakehässä, meressä, kryosfäärissä ja biosfäärissä on tapahtunut laajoja ja nopeita muutoksia. Ihmisen aiheuttama ilmastonmuutos vaikuttaa jo moniin sää- ja ilmaston äärimmäisyyksiin kaikilla alueilla ympäri maailmaa. Tämä on johtanut laajalle levinneisiin haittavaikutuksiin ja niihin liittyviin menetyksiin ja vahinkoihin luonnolle ja ihmisille (*korkea luottamus*). Heikommassa asemassa olevat yhteisöt, jotka ovat historiallisesti vähiten vaikuttaneet nykyiseen ilmastonmuutokseen, kärsivät suhteettoman paljon (*korkea luottamus*). {2.1, taulukko 2.1, kuvat 2.2 ja 2.3} (Kuva SPM.1)**

**A.2.1** On kiistatonta, että ihmisen vaikutus on lämmittänyt ilmakehää, merta ja maata. Merenpinnan maailmanlaajuinen keskiarvo nousi 0,20 [0,15–0,25] metriä vuosien 1901 ja 2018 välillä. Keskimääräinen merenpinnan nousu oli 1,3 [0,6–2,1] millimetriä v<sup>-1</sup> vuosina 1901–1971, nousten 1,9 [0,8–2,9] mm v<sup>-1</sup> välillä 1971–2006 ja edelleen 3,7 [3,2–4,2] mm v<sup>-1</sup> vuosien 2006 ja 2018 välillä (*korkea luottamus*). Inhimillinen vaikutus oli *hyvin todennäköisesti* suurin tekijä näissä kasvussa ainakin vuoden 1971 jälkeen. Todisteet havaituista muutoksista äärimmäisyyksissä, kuten helleaalloissa, raskaassa sademäärässä, kuivuudessa ja trooppisissa hirmumyrskyissä, ja erityisesti niiden vaikutus ihmisen vaikutukseen, ovat vahvistuneet entisestään AR5:n jälkeen. Ihmisen vaikutus on *todennäköisesti* lisännyt äärimmäisten tapahtumien mahdollisuutta 1950-luvulta lähtien, mukaan lukien samanaikaisten helleaaltojen ja kuivuuden yleistymisen (*korkea luottamus*). {2.1.2, taulukko 2.1, kuva 2.3, kuva 3.4} (Kuva SPM.1)

**A.2.2** Noin 3,3–3,6 miljardia ihmistä elää olosuhteissa, jotka ovat erittäin alttiita ilmastonmuutokselle. Ihmisten ja ekosysteemien haavoittuvuus on toisistaan riippuvaista. Alueet ja ihmiset, joilla on huomattavia kehitysrajoitteita, ovat erittäin alttiita ilmatoriskeille. Sään ja ilmaston äärimmäisten tapahtumien lisääntyminen on altistanut miljoonia ihmisiä akuutille ruokaturvalle<sup>12</sup> ja vesiturvallisuuden heikkenemiselle. Suurimmat haittavaikutukset ovat havaittu monissa paikoissa ja/tai yhteisöissä Afrikassa, Aasiassa, Keski- ja Etelä-Amerikassa, vähiten kehittyneissä maissa, pienillä saarilla ja arktisella alueella sekä maailmanlaajuisesti alkuperäiskansojen, pienimuotoisten elintarvikkeiden tuottajien ja pienituloisten kotitalouksien kannalta. Vuosina 2010–2020 ihmisten kuolleisuus tulvista, kuivuudesta ja myrskyistä oli 15 kertaa suurempi erittäin haavoittuvilla alueilla kuin alueilla, joiden haavoittuvuus on erittäin alhainen. (*korkea luottamus*) {2.1.2, 4.4} (Kuva SPM.1)

10 Kasvihuonekaasupäästöjen tasot pyöristetään kahteen merkittävään numeroon; tämän seurauksena pyöristyksestä johtuvissa summissa voi esiintyä pieniä eroja. {2.1.1}

11 Alueelliset päästöt.

12 Akuutti elintarviketurva voi ilmetä milloin tahansa vakavalla tavalla, joka uhkaa ihmishenkiä, toimeentuloa tai molempia syistä, asiayhteydestä tai kestosta riippumatta elintarviketurvaan ja ravitsemukseen vaikuttavien häiriöiden vuoksi, ja sitä käytetään humanitaaristen toimien tarpeen arviointiin {2.1}.

**A.2.3** Ilmastonmuutos on aiheuttanut merkittäviä vahinkoja ja yhä peruuttamattomia menetyksiä maalla, makeassa vedessä, krysosfäärissä sekä rannikko- ja avomeriekosysteemeissä (*korkea luottamus*). Sadat paikalliset lajihäviöt ovat aiheuttaneet lämmön äärimmäisyyksien (*korkea luotettavuus*) *suuruuden lisääntymistä, ja massakuolleisuus ontodettu maalla ja valtamerissä (erittäin suuri luottamus)*. Vaikutukset joihinkin ekosysteemeihin lähestyvät peruuttamattomuutta, kuten jäätiköiden vetäytymisestä johtuvien hydrologisten muutosten vaikutukset tai joidenkin vuoristojen muutokset (*keskiluottamus*) ja arktisten ekosysteemien vaikutukset, jotka johtuvat ikiroudan sulamisesta (*korkea luotettavuus*). {2.1.2, kuva 2.3} (Kuva SPM.1)

**A.2.4** Ilmastonmuutos on vähentänyt elintarviketurvaa ja vaikuttanut vesiturvallisuuuteen, mikä haittaa pyrkimyksiä saavuttaa kestävä kehitys tavoitteet (*korkea luottamus*). Vaikka maatalouden kokonaistuottavuus on lisääntynyt, ilmastonmuutos on hidastanut kasvua viimeisten 50 vuoden aikana maailmanlaajuisesti (*keskiluottamus*) ja siihen liittyvät kielteiset vaikutukset pääasiassa keski- ja matalan leveysasteen alueilla, mutta myönteiset vaikutukset joillakin korkean leveysasteen alueilla (*korkea luottamus*). Valtamerten lämpeneminen ja merien happamoituminen ovat vaikuttaneet haitallisesti kalastuksesta ja äyriäisten vesiviljelystä peräisin olevaan elintarviketuotantoon joillakin valtamerialueilla (*korkea luottamus*). Noin puolet maailman väestöstä kärsii tällä hetkellä vakavasta veden niukkuudesta ainakin osan vuodesta johtuen ilmastollisten ja ei-ilmastollisten tekijöiden yhdistelmästä (*keskiluottamus*). {2.1.2, kuva 2.3} (Kuva SPM.1)

**A.2.5** Kaikilla alueilla äärimmäisten lämpötapauhtumien lisääntyminen on johtanut ihmisten kuolleisuuteen ja sairastuvuuteen (*erittäin suuri luottamus*). Ilmatoon liittyvien elintarvike- ja vesivälitteisten tautien esiintyminen (*erittäin korkea luottamus*) ja vektorivälitteisten tautien esiintyvyys (*korkea luottamus*) ovat lisääntyneet. Arvioituilla alueilla jotkin mielenterveyshaasteet liittyvät lämpötilan nousuun (*korkea luottamus*), äärimmäisten tapahtumien aiheuttamiin traumaaihin (*erittäin korkea luottamus*) sekä toimeentulon ja kulttuurin menetykseen (*korkea luottamus*). Ilmasto ja sää äärimmäiset äärimmäiset sääilmiöt ajavat yhä enemmän pakkosiirtoja Afrikassa, Aasiassa, Pohjois-Amerikassa (*korkea luottamus*) sekä Keski- ja Etelä-Amerikassa (*keskiluottamus*), ja Karibian ja Etelä-Tyynenmeren pienet saarivaltiot kärsivät suhteettoman paljon suhteessa niiden pieneen väestömäärään (*korkea luottamus*). {2.1.2, kuva 2.3} (Kuva SPM.1)

**A.2.6** Ilmastonmuutos on aiheuttanut laajalle levinneitä haittavaikutuksia ja niihin liittyviä menetyksiä ja vahinkoja<sup>13</sup> luonnolle ja ihmisille, jotka jakautuvat epätasaisesti järjestelmien, alueiden ja alojen välillä. Ilmastonmuutoksen aiheuttamia taloudellisia vahinkoja on havaittu ilmastoaltistuneilla aloilla, kuten maa- ja metsätaloudessa, kalastuksessa, energiassa ja matkailussa. Yksilön toimeentuloon on vaikuttanut esimerkiksi asuntojen ja infrastruktuurin tuhoutuminen sekä omaisuuden ja tulojen menetykset, ihmisten terveys ja elintarviketurva, mikä on vaikuttanut haitallisesti sukupuoleen ja sosiaaliseen tasa-arvoon. (*korkea luottamus*) {2.1.2} (Kuva SPM.1)

**A.2.7** Kaupunkialueilla havaittu ilmastonmuutos on aiheuttanut haitallisia vaikutuksia ihmisten terveyteen, toimeentuloon ja keskeiseen infrastruktuuriin. Kuumat ääripäät ovat voimistuneet kaupungeissa. Äärimmäiset ja hitaat tapahtumat ovat vaarantaneet kaupunkiinfrastruktuurin, mukaan lukien liikenne-, vesi-, sanitaatio- ja energijärjestelmät<sup>14</sup>, mistä on aiheutunut taloudellisia menetyksiä, palveluhäiriöitä ja kielteisiä vaikutuksia hyvinvointiin. Havaitut haittavaikutukset keskittyvät taloudellisesti ja sosiaalisesti syrjäytyneiden kaupunkilaisten keskuudessa. (*korkea luottamus*) {2.1.2}

## [ALKAA KUVA SPM.1 TÄÄLTÄ]

<sup>13</sup> Tässä raportissa ”tappiot ja vahingot” viittaavat havaittuihin haittavaikutuksiin ja/tai ennustettuihin riskeihin ja voivat olla taloudellisia ja/tai muita kuin taloudellisia. (Ks. liite I: Sanasto)

<sup>14</sup> Hitaasti alkavia tapahtumia kuvataan WGI AR6:n ilmastovaikutuksia aiheuttavien tekijöiden joukossa, ja niissä viitataan riskeihin ja vaikutuksiin, jotka liittyvät esimerkiksi lämpötilan nousuun, aavikoitumiseen, sademäärän vähenemiseen, biologisen monimuotoisuuden vähenemiseen, maaperän ja metsien tilan heikkenemiseen, jäätiköiden vetäytymiseen ja siihen liittyviin vaikutuksiin, valtamerien happamoitumiseen, merenpinnan nousuun ja suolanmuodostukseen. {2.1.2}

# Ihmisen aiheuttaman ilmastonmuutoksen haittavaikutukset lisääntyvät edelleen

a) Havaitut laajat ja merkittävät vaikutukset sekä niihin liittyvät ilmastonmuutoksen aiheuttamat menetykset ja vahingot

Veden saatavuus ja ruoantuotanto

Fyysinen veden saatavuus	Maatalous/viljelyn tuotanto	Eläinten ja eläinten terveys ja tuottavuus	Kalastustot ja vesiviljelytuotanto

Terveys ja hyvinvointi

Tartuntataudit	Lämpö, aliravitsemus ja metsäpalo aiheuttamat haitat	Mielenterveys	Siirtyminen

Avain

Maailmanlaajuisesti arvioitu ilmastovaikutusten lisääntyminen ihmisen järjestelmiin ja ekosysteemeihin

- Kielteiset ja myönteiset vaikutukset
- Havaitut ilmaston perustuvat muutokset, ei vaikutusten suunnan kokonaisarviointia

Kaupungit, taajamat ja infrastruktuuri

Sisämaan tulvat ja niihin liittyvät vahingot	Tulvien/myrskyjen aiheuttamat vahingot rannikkoalueilla	Infrastruktuureille aiheutuvat vahingot	Vahingot keskeisille talouden aloille

Biologinen monimuotoisuus ja ekosysteemit

Maaekosysteemit	Makean veden ekosysteemit	Meriekosysteemit
Sisältää muutokset ekosysteemin rakenteessa, lajien vaihteluväleissä ja kausittaisessa ajoituksessa		

Luottamus attribuutioon ilmastonmuutokseen

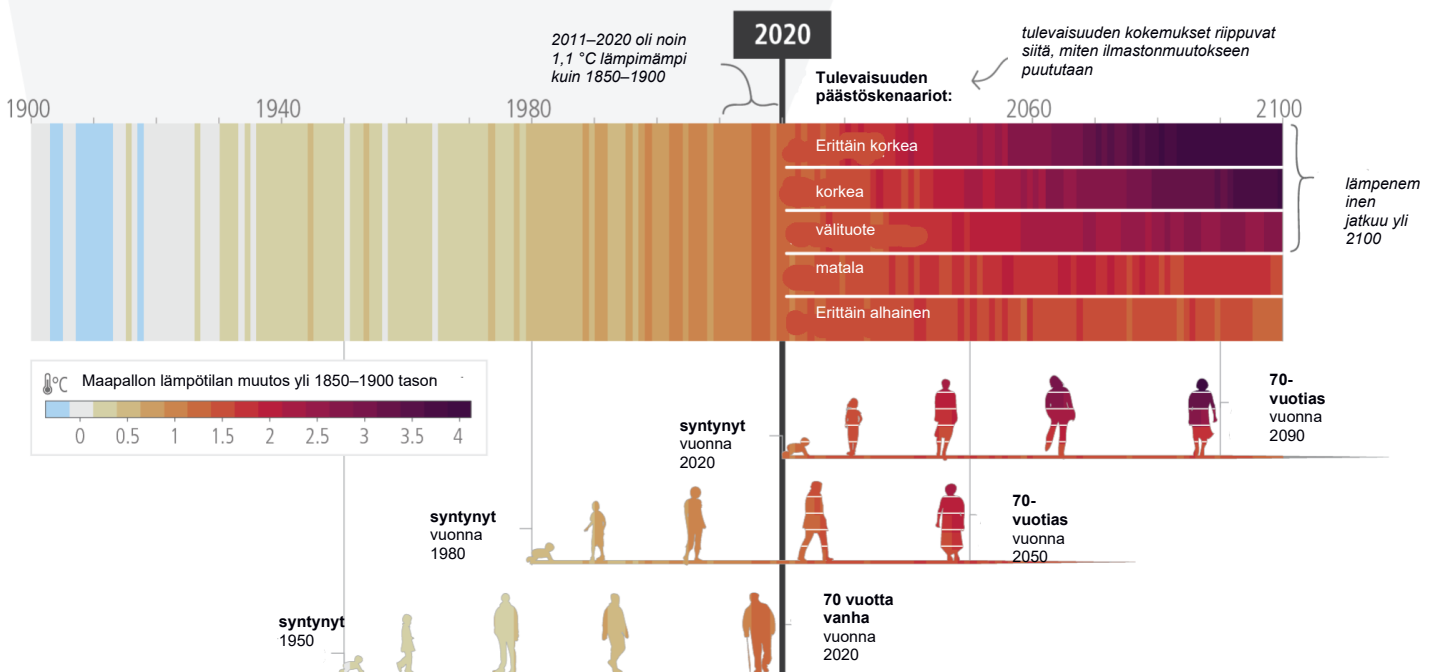
- Korkea tai erittäin korkea luottamus
- Keskinen luottamus
- Alhainen luottamus

b) Vaikutukset johtuvat useiden fyysisten ilmastojen muutoksista olosuhteet, jotka johtuvat yhä enenevässä määrin ihmisen vaikutuksesta

Havaittujen fyysisten ilmastomuutosten kohdistaminen ihmisen vaikutuksesta

Käytännössä varmaa	Todennäköinen	Todennäköinen	Käytännössä varmaa
Maatalouden ja ekologisen kuivuuden lisääntyminen Tulipalon sään kasvu Yhdistettyjen tulvien lisääntyminen	Raskaan sademäärän lisääntyminen	Jäätikköretriitti Meren pinnan nousu maailmanlaajuisesti	Ylämeren happamoituminen Kuumien äärimmäisyyksien lisääntyminen

c) Se, missä määrin nykyiset ja tulevat sukupolvet kokevat kuumemman ja erilaisen maailman, riippuu valinnoista nyt ja lähitulevaisuudessa.





**Kuva SPM.1: (a)** Ilmastonmuutos on jo aiheuttanut laajalle levinneitä vaikutuksia ja niihin liittyviä menetyksiä ja vahinkoja ihmisen järjestelmiin ja muuttanut maa-, makean veden ja valtamerien ekosysteemejä maailmanlaajuisesti. Fyysiseen veden saatavuuteen sisältyy veden tasapaino eri lähteistä, kuten pohjavedestä, veden laadusta ja veden kysynnästä. Maailmanlaajuiset mielenterveyden ja väestön siirtymisen arvioinnit heijastavat vain arvioituja alueita. Luottamustasot kuvastavat arviota havaitun vaikutuksen kohdentamisesta ilmastonmuutokseen. **(b)** Havaitut vaikutukset liittyvät fyysiseen ilmastomuutokseen, mukaan lukien monet, joiden on katsottu johtuvan ihmisen vaikutuksesta, kuten valitut ilmastovaikutuksen aiheuttajat. Luottamus- ja todennäköisyystasot kuvastavat arviota havaitun ilmastovaikutuksen aiheuttajan kohdentamisesta ihmisen vaikutukseen. C) havaitut (1900–2020) ja ennustetut (2021–2100) muutokset maapallon pintalämpötilassa (suhteessa 1850–1900:een), jotka liittyvät ilmasto-olosuhteiden ja -vaikutusten muutoksiin, osoittavat, miten ilmasto on jo muuttunut ja muuttuu kolmen edustavan sukupolven (syntyneet 1950, 1980 ja 2020) elinkaarella. Tulevaisuuden ennusteet (2021–2100) maapallon pintalämpötilan muutoksista esitetään hyvin alhaisissa (SSP1–1.9), alhaisissa (SSP1–2.6), välitasoissa (SSP2–4.5), korkeissa (SSP3–7.0) ja erittäin korkeissa (SSP5–0,5) kasvihuonekaasupäästökkenaarioissa. Maailmanlaajuisen vuotuisten pintalämpötilojen muutokset esitetään ”ilmastoraidoina”, ja tulevat ennusteet osoittavat ihmisen aiheuttamat pitkän aikavälin suuntaukset ja jatkuvat modulaatiot luonnollisella vaihtelulla (esitelyssä käyttäen aiemmin havaittuja luonnollisen vaihtelun tasoja). Sukupolven kuvakkeiden värit vastaavat kunkin vuoden globaaleja pintalämpötilarajoja, ja tulevien kuvakkeiden segmentit erottavat mahdolliset tulevaisuuden kokemukset. {2.1, 2.1.2, kuva 2.1, taulukko 2.1, kuva 2.3, ristikkäiskohta.2, 3.1, kuva 3.3, 4.1, 4.3} (laatikko SPM.1)

## [LÄHETÄ KUVA SPM.1 TÄÄLLÄ]

### Nykyinen edistyminen sopeutumisessa, kuiluissa ja haasteissa

**A.3 Sopeuttamisen suunnittelu ja täytäntöönpano ovat edenneet kaikilla aloilla ja alueilla, ja niiden hyödyt ja vaikuttavuus vaihtelevat. Edistyksestä huolimatta sopeutumisessa on puutteita, ja se kasvaa edelleen nykyisellä täytäntöönpanovauhdilla. Joillakin ekosysteemeillä ja alueilla on saavutettu tiukat ja pehmeät sopeutumisrajat. Joillakin sektoreilla ja alueilla esiintyy pahoinvointia. Sopeutumistoimien nykyiset maailmanlaajuiset rahoitusvirrat ovat riittämättömiä sopeutusvaihtoehtojen toteuttamiseen ja rajoittavat niiden täytäntöönpanoa erityisesti kehitysmaissa (*korkea luottamus*). {2.2, 2.3}**

**A.3.1** sopeutumisen suunnittelussa ja täytäntöönpanossa on edistytty kaikilla sektoreilla ja alueilla, mikä on tuottanut monia etuja (*erittäin suuri luottamus*). Kasvava yleinen ja poliittinen tietoisuus ilmastovaikutuksista ja -riskeistä on johtanut ainakin 170 maahan ja moniin kaupunkeihin, mukaan lukien sopeutuminen ilmastopolitiikassaan ja suunnitteluprosesseissaan (*korkea luottamus*). {2.2.3}

**A.3.2** Sopeuttamisen tehokkuus ilmatoriskien<sup>15</sup> vähentämisessä<sup>16</sup> on dokumentoitu tietyissä yhteyksissä, sektoreilla ja alueilla (*korkea luottamus*). Esimerkkejä tehokkaista sopeutusvaihtoehdoista ovat: lajikkeiden parantaminen, tilavesien hoito ja varastointi, maaperän kosteuden suojeleminen, kastelu, peltometsätalous, yhteisölähtöinen sopeutuminen, maatalojen ja maiseman tason monipuolistaminen maataloudessa, kestävä maankäytön lähestymistavat, agroekologisten periaatteiden ja käytäntöjen käyttö ja muut luonnonprosessien kanssa toimivat lähestymistavat (*korkea luottamus*). Ekosysteemeihin perustuvat sopeutumismenetelmät<sup>17</sup>, kuten kaupunkien viherryttäminen, kosteikkojen ennallistaminen ja yläjuoksun metsäekosysteemien ennallistaminen, ovat vähentäneet tehokkaasti tulvariskejä ja kaupunkien lämpöä (*korkea luottamus*). Muiden kuin rakenteellisten toimenpiteiden, kuten varhaisvaroitusjärjestelmien ja vuotojen kaltaisten rakenteellisten toimenpiteiden, yhdistelmät ovat vähentäneet ihmishenkien menetyksiä sisämaan tulvissa (*keskiluottamus*). Sopeutusvaihtoehdot, kuten katastrofiriskien hallinta, varhaisvaroitusjärjestelmät, ilmastopalvelut ja sosiaaliset turvaverkot, ovat laajasti sovellettavissa useilla aloilla (*korkea luottamus*). {2.2.3}

**A.3.3** Useimmat havaitut sopeutusvastaukset ovat hajanaisia,<sup>18</sup> vaiheittaisia, alakohtaisia ja epätasaisesti jakautuneita alueiden kesken. Edistyksestä huolimatta sopeutumisessa on puutteita eri aloilla ja alueilla, ja se jatkaa

15 Vaikuttavuudella tarkoitetaan tässä sitä, missä määrin sopeutusvaihtoehtoa ennakoidaan tai havaitaan ilmastoon liittyvän riskin vähentämiseksi. {2.2.3}

16 Ks. liite I: Sanasto {2.2.3}

17 Ekosysteemiin perustuva sopeutuminen (EbA) tunnustetaan kansainvälisesti biologista monimuotoisuutta koskevan yleissopimuksen (CBD14/5) nojalla. Tähän liittyvä käsite on luontopohjaiset ratkaisut (NbS), ks. liite I: Se on sanastoa.

18 Ilmastonmuutoksen asteittaisella mukautumisella tarkoitetaan sellaisten toimien ja käyttäytymisen laajentamista, jotka jo vähentävät menetyksiä tai lisäävät äärimmäisten sää- ja ilmastotapahtumien luontaisten vaihtelujen hyötyjä. {2.3.2}

kasvuun nykyisellä täytäntöönpanotasolla, ja pienituloisten ryhmien sopeutumiserot ovat suurimmat. (*korkea luottamus*) {2.3.2}

**A.3.4** Useilla sektoreilla ja alueilla on yhä enemmän näyttöä huonontumisesta (*luottamus on korkea*). Huonovointisuus vaikuttaa erityisesti syrjäytyneisiin ja haavoittuvassa asemassa oleviin ryhmiin (*korkea luottamus*). {2.3.2}

**A.3.5** Pienviljelijät ja kotitaloudet kokevat tällä hetkellä sopeutumisen pehmeitä rajoituksia joillakin matalilla rannikkoalueilla (*keskiluottamus*), jotka johtuvat taloudellisista, hallinnollisista, institutionaalisista ja poliittisista rajoitteista (*korkea luottamus*). Jotkin trooppiset, rannikko-, napa- ja vuoristoekosysteemit ovat saavuttaneet tiukat sopeutumisrajat (*korkea luottamus*). Sopeutuminen ei estä kaikkia menetyksiä ja vahinkoja edes tehokkaalla sopeutumisella ja ennen pehmeiden ja kovien rajojen saavuttamista (*korkea luottamus*). {2.3.2}

**A.3.6** Tärkeimpiä sopeutumisen esteitä ovat rajalliset resurssit, yksityisen sektorin ja kansalaisten osallistumisen puute, rahoituksen riittämättömyys (mukaan lukien tutkimus), alhainen ilmastolukutaito, poliittisen sitoutumisen puute, vähäinen tutkimus ja/tai hidas ja alhainen sopeutumistutkimuksen käyttö sekä vähäinen kiireellisyys. Sopeutumisen arvioituissa kustannuksissa ja sopeutumiseen osoitetussa rahoituksessa on yhä suurempia eroja (*luottamus on korkea*). Sopeutumisrahoitusta on saatu pääasiassa julkisista lähteistä, ja pieni osa maailmanlaajuisesta ilmastorahoituksesta kohdennettiin sopeutumiseen ja ylivoimaisesti suurin osa ilmastomuutoksen hillitsemiseen (*erittäin suuri luottamus*). Vaikka maailmanlaajuisesti seurattu ilmastorahoitus on osoittanut noususuuntausta AR5:n jälkeen, nykyiset maailmanlaajuiset sopeutumisen rahoitusvirrat, myös julkisista ja yksityisistä rahoituslähteistä, ovat riittämättömiä ja rajoittavat sopeutusvaihtoehtojen täytäntöönpanoa erityisesti kehitysmaissa (*korkea luottamus*). Haitalliset ilmastovaikutukset voivat vähentää taloudellisten resurssien saatavuutta kärsimällä tappioita ja vahinkoja ja estämällä kansallista talouskasvua, mikä lisää entisestään sopeutumisen taloudellisia rajoitteita erityisesti kehitysmaiden ja vähiten kehittyneiden maiden osalta (*keskiluottamus*). {2.3.2; 2.3.3}

## [KÄYNNISTÄ LAATIKKO SPM.1 TÄÄLTÄ]

### Laatikko SPM.1 skenaarioiden ja mallinnettujen reittien käyttö AR6-yhteenvetoraportissa

Mallinnettuja skenaarioita ja kehityspolkuja<sup>19</sup> käytetään tulevien päästöjen, ilmastomuutoksen, niihin liittyvien vaikutusten ja riskien sekä mahdollisten hillitsemis- ja sopeutumisstrategioiden tutkimiseen, ja ne perustuvat useisiin oletuksiin, kuten sosioekonomisiin muuttujiin ja hillitsemisvaihtoehtoihin. Nämä ovat määrällisiä ennusteita, eivätkä ne ole ennusteita eikä ennusteita. Maailmanlaajuiset mallinnetut päästöväylät, myös kustannustehokkaihin lähestymistapoihin perustuvat, sisältävät alueellisesti eriytettyjä oletuksia ja tuloksia, ja niitä on arvioitava ottaen huolellisesti huomioon nämä oletukset. Useimmat eivät tee nimenomaisia oletuksia globaalista tasa-arvosta, ympäristöoikeudenmukaisuudesta tai alueellisesta tulojaosta. IPCC on neutraali tässä raportissa arvioidussa kirjallisuudessa esitettyjen skenaarioiden taustalla olevien oletusten suhteen, jotka eivät kata kaikkia mahdollisia futuureja.<sup>20</sup> {Cross-Section Box.2}

WGI arvioi ilmastovastetta viiteen havainnollistavaan skenaarioon, jotka perustuvat yhteisiin sosioekonomisiin polkuihin (SSP)<sup>21</sup>, jotka kattavat kirjallisuudessa esiintyvän ihmisen toiminnan aiheuttamien ilmastomuutoksen

19 Kirjallisuudessa termit Pathways ja skenaariot ovat vaihdettavissa, ja ensin mainittuja käytetään useammin suhteessa ilmastotavoitteisiin. WGI käytti pääasiassa termiä skenaariot ja WGIII enimmäkseen termiä mallinnetut päästö- ja hillitsemisreitit. SYR käyttää ensisijaisesti skenaarioita, kun viitataan WGI:ään ja mallinnettuihin päästö- ja hillitsemispolkuihin, kun viitataan WGIII:ään.

20 Noim puolet kaikista mallinnetuista maailmanlaajuisista päästöväylistä perustuu kustannustehokkaihin lähestymistapoihin, jotka perustuvat maailmanlaajuisesti edullisimpiin hillitsemis- ja vähentämisvaihtoehtoihin. Toisessa puoliskossa tarkastellaan nykyisiä poliittikkoja sekä alueellisesti ja alakohtaisesti eriytettyjä toimia.

21 SSPX-pohjaisista skenaarioista käytetään nimitystä SSPX-y, jossa 'SSPX' viittaa yhteiseen sosioekonomiseen polkuun, jossa kuvataan skenaarioiden taustalla olevia sosioekonomisia suuntauksia, ja "y" viittaa vuoden 2100 skenaariosta johtuvaan

tekijöiden mahdollisen tulevan kehityksen. Korkeiden ja erittäin suurten kasvihuonekaasupäästöjen skenaarioissa (SSP3–7.0 ja SSP5–8,5<sup>22</sup>) CO<sub>2</sub>-päästöt ovat noin kaksinkertaistuneet nykytasosta vuoteen 2100 ja vuoteen 2050 mennessä. Kasvihuonekaasupäästöjen väliskenaarioissa (SSP2–4.5) CO<sub>2</sub>-päästöt pysyvät nykyisellä tasolla vuosisadan puoliväliin asti. Hyvin vähäisten kasvihuonekaasupäästöjen skenaarioissa (SSP1–1.9 ja SSP1–2.6) CO<sub>2</sub>-päästöt vähenevät nettonollaan noin vuonna 2050 ja 2070, minkä jälkeen negatiivisten CO<sub>2</sub>-nettopäästöjen taso vaihtelee. Lisäksi WGI ja WGII<sup>23</sup> käyttivät edustajakeskittymäpolkuja alueellisten ilmastomuutosten, vaikutusten ja riskien arviointiin. Kolmannessa työryhmässä arvioitiin suuri määrä maailmanlaajuisia mallinnettuja päästöväyliä, joista 1202 reittiä luokiteltiin 2000-luvun arvioidun ilmaston lämpenemisen perusteella; luokat vaihtelevat poluista, jotka rajoittavat lämpenemisen 1,5 °C:een ja joiden todennäköisyys on yli 50 % (tässä raportissa ylitetään > 50 %) ja joilla ei ole lainkaan tai rajoitettua ylitystä (C1), reitteihin, jotka ylittävät 4 °C (C8). (Laatikko SPM.1, taulukko 1). {Cross-Section Box.2}

Ilmaston lämpenemistä (GWL) suhteessa 1850–1900:een käytetään ilmastomuutoksen ja siihen liittyvien vaikutusten ja riskien arvioinnin integroimiseen, koska monien muuttujien muutosmallit tietyssä GWL:ssä ovat yhteisiä kaikissa tarkastelluissa skenaarioissa ja riippumatta siitä, milloin kyseinen taso saavutetaan. {Cross-Section Box.2}

[ALOITUSLAATIKKO SPM.1, TAULUKKO 1 TÄSSÄ]

**Laatikko SPM.1, taulukko 1:** AR6-työryhmän raporteissa tarkasteltujen skenaarioiden ja mallinnettujen reittien kuvaus ja suhde. {Cross-Section Box.2, kuva 1}

Luokka WGIII	Kategorian kuvaus	Kasvihuonekaasupäästöjen skenaariot (SSPX-y*) WGI- ja WGII-järjestelmissä	RCPy** sisään WGI & WGII
C1	lämpenemisen rajaaminen 1,5 °C:een (> 50 %) ilman ylitystä tai rajallista ylitystä*	Erittäin alhainen (SSP1–1.9)	
C2	palauta lämpeneminen 1,5 °C:een (> 50 %) korkean ylityksen jälkeen***		
C3	lämpenemisen rajaaminen 2 °C:een (> 67 %)	Alhainen (SSP)	P2.6

säteilypakotteen tasoon (watteina neliometriä kohti tai Wm<sup>-2</sup>). {Cross-Section Box.2}

- 22 Erittäin suurten päästöjen skenaariot ovat muuttuneet vähemmän todennäköisiksi, mutta niitä ei voida sulkea pois. Yli 4 °C:n lämpeneminen voi johtua erittäin suurista päästöskenaarioista, mutta se voi ilmetä myös matalammassa päästöskenaarioissa, jos ilmaston herkkyys tai hiilikierron takaisinkytkentä ovat korkeammat kuin paras arvio. {3.1.1}
- 23 RCP-pohjaisista skenaarioista käytetään nimitystä RCPy, jossa ”y” viittaa vuoden 2100 skenaarion mukaiseen säteilypakotteen tasoon (watteina neliometriä kohti tai Wm<sup>-2</sup>). Kestävän infrastruktuurin skenaariot kattavat laajemman valikoiman kasvihuonekaasujen ja ilman epäpuhtauksien futuureja kuin RCP:t. Ne ovat samankaltaisia, mutta eivät identtisiä, ja niillä on eroja pitoisuuskehityksessä. Kokonaistehokas säteilevä pakottaminen on yleensä suurempi SSP:n osalta kuin sama merkintä (*keskiluottamus*). {Cross-Section Box.2}

C4	lämpenemisen rajaaminen 2 °C:een (> 50 %)		
C5	lämpenemisen rajaaminen 25 °C:een (> 50 %)		
C6	lämpenemisen rajaaminen 3 °C:een (> 50 %)	Välituote (SSP2–4.5)	RCP 4.5
C7	lämpenemisen rajaaminen 4 °C:een (> 50 %)	Korkea (SSP3–7.0)	
C8	lämpeneminen yli 4 °C (> 50 %)	Erittäin korkea (SSP5–8.5)	RCP 8.5

\* Ks. SSPX-y-terminologian alaviite 27.

\*\* Katso RCPy-terminologian alaviite 28.

\*\*\* Rajallinen ylitys tarkoittaa, että ilmaston lämpeneminen ylittää 1,5 °C jopa 0,1 °C, korkea ylitys 0,1 °C-0,3 °C, molemmissa tapauksissa jopa useita vuosikymmeniä.

## [PÄÄTELAATIKKO SPM.1 TÄÄLLÄ]

### Tämänhetkinen edistys, kuilut ja haasteet

**A.4 hillintää koskevat politiikat ja lait ovat jatkuvasti laajentuneet AR5:n jälkeen. Lokakuuhun 2021 mennessä ilmoitetuista kansallisesti määritellyistä panoksista johtuvat maailmanlaajuiset kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2030 tekevät *todennäköiseksi*, että lämpeneminen ylittää 1,5 celsiusastetta 2000-luvulla ja vaikeuttaa lämpenemisen rajoittamista alle kahteen celsiusasteeseen. Toteutetuista politiikoista ja kansallisesti määritellyistä panoksista ja rahoitusvirroista aiheutuvien ennustettujen päästöjen välillä on eroja, jotka eivät riitä ilmastotavoitteiden saavuttamiseen kaikilla sektoreilla ja alueilla. (*korkea luotettavuus*) {2.2, 2.3, kuva 2.5, taulukko 2.2}**

**A.4.1 UNFCCC, Kioton pöytäkirja ja Pariisin sopimus tukevat kansallisten tavoitteiden nousua. UNFCCC:n puiteissa hyväksytty Pariisin sopimus, johon liittyy lähes yleismaailmallinen osallistuminen, on johtanut politiikan kehittämiseen ja tavoitteiden asettamiseen kansallisella ja sitä alemmalla tasolla, erityisesti ilmastonmuutoksen hillitsemisen osalta, sekä ilmastotoimien avoimuuden ja tuen lisäämiseen (*keskiluottamus*). Monia sääntely- ja taloudellisia välineitä on jo otettu käyttöön menestyksekkäästi (*korkea luottamus*). Monissa maissa politiikat ovat parantaneet energiategokkuutta, vähentäneet metsäkatoa ja nopeuttaneet teknologian käyttöönottoa, mikä on johtanut päästöjen välttämiseen ja joissakin tapauksissa vähenemiseen tai poistamiseen (*korkea luottamus*). Useat näyttölinjat**

viittaavat siihen, että hillitsemispolitiikat ovat johtaneet useisiin<sup>24</sup> Gt CO<sub>2</sub>-eq v<sup>-1</sup> vältettyihin globaaleihin päästöihin (*keskiluottamus*). Vähintään 18 maata on säilyttänyt absoluuttisen tuotannon kasvihuonekaasupäästöjen ja kulutusperusteisten CO<sub>2</sub>-päästöjen vähennykset<sup>25</sup> yli 10 vuoden ajan. Nämä vähennykset ovat vain osittain kompensoineet maailmanlaajuisten päästöjen kasvua (*korkea luottamus*). {2.2.1, 2.2.2}

**A.4.2** Useita hillitsemisvaihtoehtoja, erityisesti aurinkoenergiaa, tuulienergiaa, kaupunkijärjestelmien sähköistämistä, kaupunkien vihreää infrastruktuuria, energiatehokkuutta, kysyntäpuolen hallintaa, metsien ja viljelykasvien/ruohojen hallinnan parantamista sekä ruokahävikin ja -hävikin vähentämistä, ovat teknisesti toteuttamiskelpoisia, niistä tulee yhä kustannustehokkaampia ja ne ovat yleisesti yleisön tukemia. Vuosina 2010–2019 aurinkoenergian (85 %), tuulienergian (55 %) ja litiumioniakkujen (85 %) yksikkökustannukset ovat laskeneet jatkuvasti ja niiden käyttöönotto on kasvanut huomattavasti, esimerkiksi > 10x aurinkoenergian ja > 100x sähköajoneuvojen osalta, jotka vaihtelevat suuresti eri alueilla. Kustannusten alentamiseen ja käyttöönottoon kannustavien poliittisten välineiden yhdistelmään kuuluvat julkinen T & K-toiminta, demonstrointi- ja pilottihankkeiden rahoitus sekä kysynnän vetovälineet, kuten käyttöönottotuet mittakaavan saavuttamiseksi. Päästöintensiivisten järjestelmien ylläpitäminen voi joillakin alueilla ja sektoreilla olla kalliimpaa kuin siirtyminen vähäpäästöisiin järjestelmiin. (*korkea luotettavuus*) {2.2.2, kuva 2.4}

**A.4.3** Ennen COP26-kokousta ilmoitettujen kansallisten panosten täytäntöönpanoon liittyvien maailmanlaajuisten kasvihuonekaasupäästöjen välillä on huomattava ”päästökuilu” vuonna 2030<sup>26</sup> ja niiden päästöjen välillä, jotka liittyvät mallinnettuihin hillitsemispolkuihin, jotka rajoittavat lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen (> 50 %) ilman ylitystä tai rajaavat lämpenemisen kahteen celsiusasteeseen (> 67 %) olettaen välittömiä toimia (*korkea luottamus*). Tämä tekisi todennäköiseksi, että lämpeneminen ylittää 1,5 °C 2000-luvulla (*korkea luottamus*). Maailmanlaajuiset mallinnetut hillitsemisreitit, jotka rajoittavat lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen (> 50 %) ilman ylitystä tai rajaavat lämpenemisen kahteen celsiusasteeseen (> 67 %) olettaen, että välittömät toimet merkitsevät suuria kasvihuonekaasupäästöjen vähennyksiä tällä vuosikymmenellä (*korkea luottamus*) (ks. SPM:n laatikko 1, taulukko 1, B.6)<sup>27</sup>. Mallinnetut polut, jotka ovat yhdenmukaisia ennen COP26-kokousta vuoteen 2030 asti ilmoitettujen kansallisesti määriteltyjen panosten kanssa eivätkä olettaneet tavoitetasoa nousua sen jälkeen, ovat suuremmat päästöt, mikä johtaa ilmaston lämpenemisen mediaaniarvoon 2,8 [2,1–3,4]°C vuoteen 2100 mennessä (*keskiluottamus*). Monet maat ovat ilmaisseet aikomuksensa saavuttaa kasvihuonekaasujen nettonolla tai CO<sub>2</sub>-nettopäästöt vuosisadanpuoliväliin mennessä, mutta sitoumukset vaihtelevat eri maissa soveltamisalan ja erityisluonteen osalta, ja niiden toteuttamiseksi on toistaiseksi käytössä vain vähän toimintalinjoja. {2.3.1, taulukko 2.2, kuva 2.5; Taulukko 3.1; 4.1}

**A.4.4** Poliitiikan kattavuus vaihtelee eri aloilla (*korkea luottamus*). Vuoden 2020 loppuun mennessä toteutettujen politiikkojen ennustetaan johtavan siihen, että maailmanlaajuiset kasvihuonekaasupäästöt ovat vuonna 2030 suuremmat kuin kansallisesti määriteltyjen panosten päästöt, mikä osoittaa ”täytäntöönpanokuilun” (*korkea luottamus*). Ilman politiikkojen vahvistamista ilmaston lämpenemisen ennustetaan olevan 3,2 [2,2–3,5] astetta 2100 astetta (*keskiluottamus*). {2.2.2, 2.3.1, 3.1.1, kuva 2.5} (laatikko SPM.1, kuva SPM.5)

**A.4.5** Vähäpäästöisten teknologioiden käyttöönotto viivästyy useimmissa kehitysmaissa, erityisesti vähiten kehittyneissä maissa, mikä johtuu osittain rajallisesta rahoituksesta, teknologian kehittämisestä ja siirrosta sekä kapasiteetista (*keskisuuresta luottamuksesta*). Ilmatorahoitusvirtojen suuruus on kasvanut viime vuosikymmenen aikana ja rahoituskanavat ovat laajentuneet, mutta kasvu on hidastunut vuodesta 2018 (*korkea luottamus*). Rahoitusvirrat ovat kehittyneet epäyhtenäisesti eri alueilla ja sektoreilla (*korkea luottamus*). Fossiilisten polttoaineiden julkiset ja yksityiset rahoitusvirrat ovat edelleen suuremmat kuin ilmastomuutokseen sopeutumisen ja ilmastomuutoksen hillitsemisen (*korkea luottamus*). Ylivoimaisesti suurin osa seurattua ilmatorahoituksesta

24 Vähintään 1,8 GtCO<sub>2</sub>-ekvivalenttivuosi<sup>-1</sup> voidaan ottaa huomioon yhdistämällä erilliset arviot taloudellisten ja sääntelyvälineiden vaikutuksista. Yhä useammat lait ja toimeenpanomääräykset ovat vaikuttaneet maailmanlaajuisiin päästöihin, ja niiden arvioitiin johtavan 5,9 GtCO<sub>2</sub>-eq yr<sup>-1</sup> vähemmän päästöjä vuonna 2016 kuin ne muutoin olisivat olleet. (*keskisuuri luottamus*) {2.2.2}

25 Vähennykset liittyivät energiahuollon hiilestä irtautumiseen, energiatehokkuuden paranemiseen ja energian kysynnän vähenemiseen, jotka johtuivat sekä politiikoista että talousrakenteen muutoksista (*korkea luottamus*). {2.2.2}

26 Työryhmän III kirjallisuuden cut off -päivämäärän vuoksi 11 päivän lokakuuta 2021 jälkeen toimitettuja uusia kansallisia tietokeskuksia ei arvioida tässä. {Alaviite 32 pidemmässä raportissa}

27 Vuoden 2030 kasvihuonekaasupäästöt ovat 50 (47–55) GtCO<sub>2</sub>-eq, jos kaikki ehdolliset NDC-tekijät otetaan huomioon. Ilman ehdollisia tekijöitä maailmanlaajuisten päästöjen ennustetaan olevan suunnilleen samanlaiset kuin mallinnetut vuoden 2019 tasot, 53 (50–57) GtCO<sub>2</sub>-eq. {2.3.1, taulukko 2.2}

suunnataan hillitsemiseen, mutta se ei kuitenkaan vastaa tasoja, joita tarvitaan lämpenemisen rajoittamiseksi alle kahteen celsiusasteeseen tai 1,5 celsiusasteeseen kaikilla sektoreilla ja alueilla (ks. C7.2) (*erittäin korkea luottamus*). Vuonna 2018 kehitysmaihin suuntautuvat julkiset ja julkisesti mobilisoidut yksityiset ilmasto-rahitusvirrat jäivät alle UNFCCC:n ja Pariisin sopimuksen mukaisen yhteisen tavoitteen, jonka mukaan vuoteen 2020 mennessä saadaan käyttöön 100 miljardia Yhdysvaltain dollaria vuodessa merkittävien hillitsemistoimien ja täytäntöönpanon avoimuuden (*keskiluottamus*) puitteissa. {2.2.2, 2.3.1, 2.3.3}

## B. Tulevaisuuden ilmastonmuutos, riskit ja pitkän aikavälin reaktiot

### Tuleva ilmastonmuutos

**B.1 Liitännäisetkasvihuonekaasupäästöt johtavat ilmaston lämpenemisen lisääntymiseen, ja parhaaksi arvioiduksi arvioiduksi arvioiduksi ennusteeksi katsotaan, että lähitulevaisuudessa saavutetaan 1,5 °C, kun tarkastellaan skenaarioita ja mallinnettuja polkuja. Jokainen ilmaston lämpenemisen kasvu voimistaa useita ja samanaikaisia vaaroja (*korkea luottamus*). Kasvihuonekaasupäästöjen syvät, nopeat ja jatkuvat vähennykset johtaisivat havaittavaan ilmaston lämpenemisen hidastumiseen noin kahden vuosikymmenen kuluessa sekä havaittaviin muutoksiin ilmakehän koostumuksessa muutamassa vuodessa (*korkea luottamus*). {Ristikkäiset kohdat 1 ja 2, 3.1, 3.3, taulukko 3.1, kuva 3.1, 4.3} (Kuva SPM.2, laatikko SPM.1)**

**B.1.1** Ilmaston lämpeneminen<sup>28</sup> jatkuu lähitulevaisuudessa (2021–2040), mikä johtuu pääasiassa kumulatiivisten hiilidioksidipäästöjen lisääntymisestä lähes kaikissa tarkastelluissa skenaarioissa ja mallinnettuina. Lähitulevaisuudessa ilmaston lämpeneminen on *todennäköisempää, että se ei nouse 1,5 celsiusasteeseen edes erittäin vähäisten kasvihuonekaasupäästöjen skenaariossa (SSP1–1.9) ja todennäköisesti tai hyvin todennäköisesti yli 1,5 °C korkeammassa päästöskenaariossa*. Tarkastelluissa skenaarioissa ja mallinnetut reitit, parhaat arviot ajasta, jolloin ilmaston lämpeneminen taso 1,5 °C saavutetaan, ovat lähitulevaisuudessa<sup>29</sup>. Ilmaston lämpeneminen hidastuu jälleen alle 1,5 celsiusasteeseen 2000-luvun loppuun mennessä joissakin skenaarioissa ja mallinnettuina (ks. B.7). Arvioitu ilmastovaste kasvihuonekaasupäästöskenaarioihin johtaa parhaaseen arvioon lämpenemisestä kaudella 2081–2100, joka ulottuu 1,4 °C:sta erittäin alhaisiin kasvihuonekaasupäästöskenaarioihin (SSP1–1.9) 2,7 celsiusasteeseen keskitason kasvihuonekaasupäästöjen skenaariossa (SSP2–4,5) ja 4,4 °C:seen erittäin korkeiden kasvihuonekaasupäästöjen skenaariossa (SSP5–8.5)<sup>30</sup>, ja epävarmuuden vaihteluväli on kapeampi<sup>31</sup> kuin vastaavissa skenaarioissa AR5. {Ristikkäiset kohdat 1 ja 2, 3.1.1, 3.3.4, taulukko 3.1, 4.3} (laatikko SPM.1)

**B.1.2** Maanpinnan lämpötilan kehityssuuntien erot poikkeavat toisistaan kasvihuonekaasupäästöskenaarioiden (SSP1–1.9 ja SSP1–2.6 vs. SSP3–7.0 ja SSP5–8.5) välillä noin 20 vuoden<sup>32</sup> kuluessa. Näissä vastakkaisissa skenaarioissa kasvihuonekaasupitoisuuksien havaittavia vaikutuksia syntyy vuosien kuluessa ja nopeammin ilmanlaadun parantamisessa, mikä johtuisi kohdennetuista ilmansaasteiden vähentämisistä ja voimakkaista ja kestävästä metaanipäästöjen vähennyksistä. Ilman epäpuhtauspäästöjen kohdennetut vähennykset johtavat ilmanlaadun nopeampaan paranemiseen vuosien kuluessa verrattuna pelkästään kasvihuonekaasupäästöjen vähenemiseen, mutta pitkällä aikavälillä ennustetaan lisäparannuksia skenaarioissa, joissa yhdistetään toimet ilman epäpuhtauksien ja

28 Ilmaston lämpeneminen (ks. liite I: Sanasto) on tässä raportoitu käynnissä 20 vuoden keskiarvot, ellei toisin mainita, suhteessa 1850–1900. Maapallon pintalämpötila voi yhden vuoden aikana vaihdella ihmisen aiheuttaman pitkän aikavälin trendin ylä- tai alapuolella luonnollisen vaihtelun vuoksi. Maapallon pintalämpötilan sisäisen vaihtelun arvioidaan olevan yhden vuoden aikana noin  $\pm 0,25$  °C (5–95 %:n vaihteluväli, *hyvä luotettavuus*). Yksittäisten vuosien esiintyminen, kun maapallon pintalämpötilan muutos ylittää tietyn tason, ei tarkoita, että tämä ilmaston lämpeneminen olisi saavutettu. {4.3, Cross-Section Box.2}

29 Viiden vuoden mediaani, jolla saavutetaan maapallon lämpenemisen 1,5 celsiusasteen taso (50 prosentin todennäköisyys) WGIII:n mallinnettujen reittien luokissa, on 2030–2035. Vuoteen 2030 mennessä maapallon pintalämpötila voi jonakin yksittäisenä vuotena olla yli 1,5 °C verrattuna 1850–1900-asteeseen 40–60 prosentin todennäköisyydellä WGI:n arvioiduissa viidessä skenaariossa (*keskiluottamus*). Kaikissa WGI-skenaariossa tarkastelluissa skenaarioissa lukuun ottamatta erittäin suuria päästöjä koskevaa skenaariota (SSP5–0,5), 2030-luvun alkupuoliskolla on ensimmäisen 20 vuoden juoksevan keskiarvon keskipiste, jonka aikana arvioitu keskimääräinen maailmanlaajuinen pintalämpötilan muutos saavuttaa 1,5 celsiusastetta. Erittäin korkeiden kasvihuonekaasupäästöjen skenaariossa keskipiste on 2020-luvun lopulla. {3.1.1, 3.3.1, 4.3} (laatikko SPM.1)

30 Eri skenaarioiden parhaat arviot [ja erittäin todennäköiset vaihteluvälit] ovat seuraavat: 1,4 °C [1,0 °C–1,8 °C] (SSP1–1.9); 1,8 °C [1,3 °C–2,4 °C] (SSP1–2.6); 2,7 °C [2,1 °C–3,5 °C] (SSP2–4,5); 3,6 °C [2,8 °C–4,6 °C] (SSP3–7,0); ja 4,4 °C [3,3 °C–5,7 °C] (SSP5–0,5 °C). {3.1.1} (laatikko SPM.1)

31 Maailman pintalämpötilan tulevia muutoksia on rakennettu ensimmäistä kertaa yhdistämällä monimalliennusteet havaintorajoitteisiin ja arvioituun ilmaston tasapainon herkkyyteen ja ohimenevään ilmaston vasteeseen. Epävarmuuden vaihteluväli on kapeampi kuin AR5: ssa, koska ilmastoprosesseista, paleoilmastotodisteista ja malliin perustuvista rajoitteista on saatu enemmän tietoa. {3.1.1}

32 Ks. liite I: Se on sanastoa. Luonnollinen vaihtelu sisältää luonnolliset tekijät ja sisäinen vaihtelu. Tärkeimmät sisäiset vaihteluilmiöt ovat El Niño-Southern Oscillation, Pacific Decadal Variability ja Atlantic Multi-dekadal Variability. {4.3}

kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi<sup>33</sup>. (*korkea luottamus*) {3.1.1} (laatikko SPM.1)

**B.1.3** Jatkuvat päästöt vaikuttavat edelleen kaikkiin ilmastojärjestelmän tärkeimpiin komponentteihin. Ilmaston lämpenemisen jokaisen lisäkasvun myötä äärimmäisyyksien muutokset kasvavat edelleen. Ilmaston lämpenemisen jatkumisen ennustetaan voimistavan entisestään veden kiertokulkua, mukaan lukien sen vaihtelu, maailmanlaajuinen monsuunisateet ja erittäin märkä ja erittäin kuiva sää- ja ilmastotapahtumat ja vuodenajat (*korkea luottamus*). Skenaarioissa, joissa hiilidioksidipäästöt lisääntyvät, luonnonmaan ja valtamerten hiilinielujen odotetaan vievän pienenevän osan näistä päästöistä (*korkea luottamus*). Muita ennustettuja muutoksia ovat lähes kaikkien kryosfäärin elementtien määrän ja/tai määrän pieneneminen<sup>34</sup> (*korkea luotettavuus*), merenpinnan maailmanlaajuisen keskiarvon nousu (*melkein varma*) ja lisääntynyt merien happamoituminen (*melkein varma*) ja hapenpoisto (*korkea luotettavuus*). {3.1.1, 3.3.1, kuva 3.4} (Kuva SPM.2)

**B.1.4** Kun lämpeneminen jatkuu, jokaisen alueen ennustetaan kokevan yhä enemmän samanaikaisia ja useita muutoksia ilmastovaikutuksen aiheuttajissa. Yhdistettyjen helleaaltojen ja kuivuuden ennustetaan yleistyvän, mukaan lukien samanaikaiset tapahtumat eri paikoissa (*korkea luottamus*). Merenpinnan suhteellisen nousun vuoksi nykyisten 1-in-100-vuoden äärimmäisten merenpinnan tapahtumien ennustetaan esiintyvän vähintään vuosittain yli puolessa kaikista vuorovesimittarin paikoista vuoteen 2100 mennessä kaikissa tarkastelluissa skenaarioissa (*korkea luotettavuus*). Muita ennustettuja alueellisia muutoksia ovat trooppisten hirmumyrskyjen ja/tai ekstratrooppisten myrskyjen voimistuminen (*keskiluottamus*) sekä kuivuuden ja palosään lisääntyminen (keskisuuresta *korkeaan luotettavuuteen*) {3.1.1, 3.1.3}

**B.1.5** Luonnollinen vaihtelu jatkaa ihmisen aiheuttamien ilmastomuutosten mukauttamista joko vaimentamalla tai voimistamalla ennustettuja muutoksia, mikä vaikuttaa vain vähän sadan vuoden mittaiseen ilmaston lämpenemiseen (*korkea luottamus*). Nämä mukautukset on tärkeää ottaa huomioon sopeutumisen suunnittelussa, erityisesti alueellisessa mittakaavassa ja lähitulevaisuudessa. Jos suuri räjähdysmäinen tulivuorenpurkaus tapahtuisi,<sup>35</sup> se peittäisi tilapäisesti ja osittain ihmisen aiheuttaman ilmastomuutoksen vähentämällä maapallon pintalämpötilaa ja sademäärää 1–3 vuodeksi (*keskiluottamus*). {4.3}

**[ALKAA KUVA SPM.2 TÄÄLTÄ]**

33 Lisäskenaarioiden perusteella.

34 Ikirouta, kausiluonteinen lumipeite, jäätiköt, Grönlanti ja Etelämantereen jääpeite sekä Jäämeren jää.

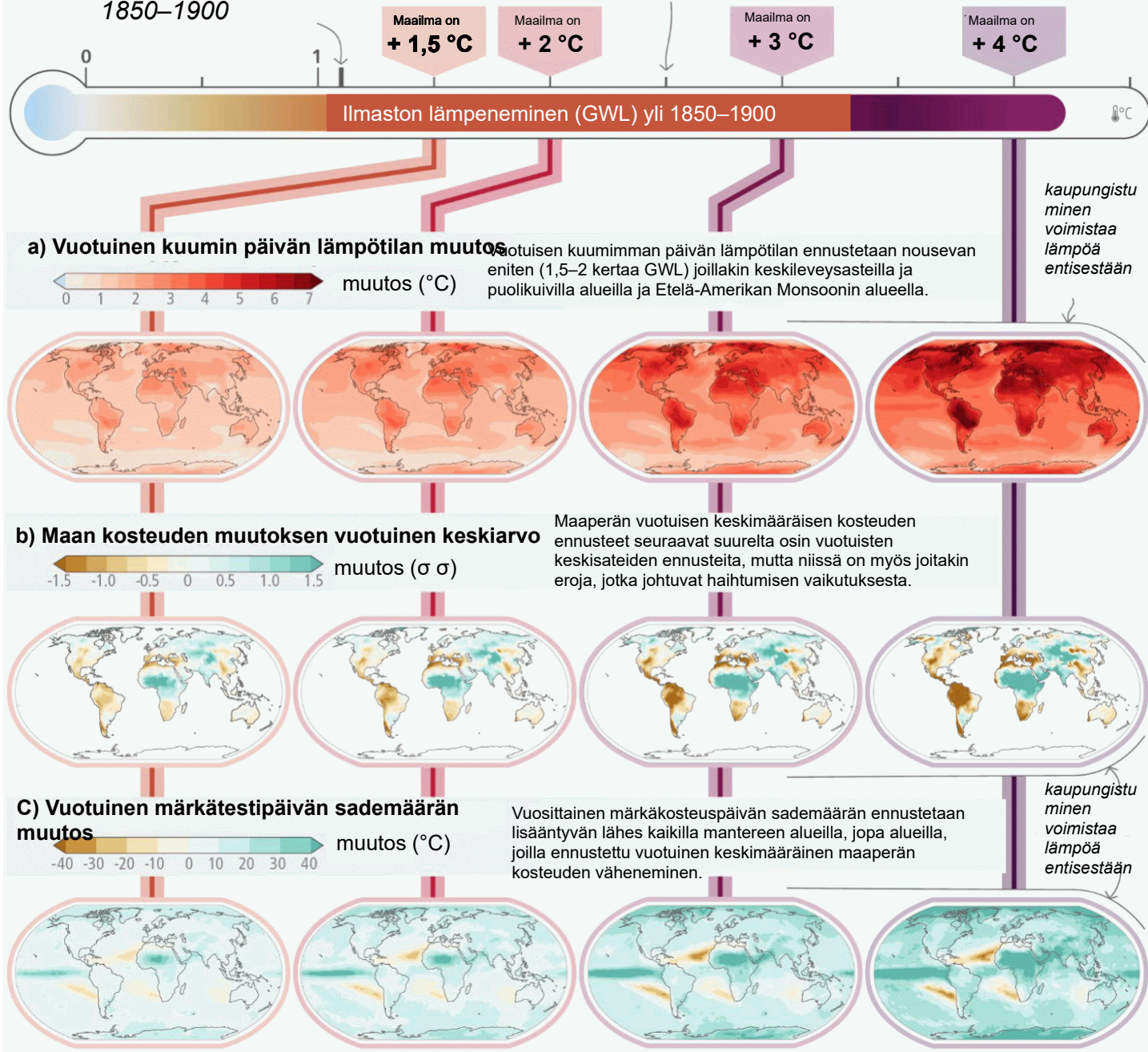
35 Perustuen 2500 vuoden rekonstruktioihin, purkauksia, joiden säteilypakotteet ovat negatiivisempia kuin -1 Wm<sup>-2</sup>, jotka liittyvät vulkaanisten stratosfääristen aerosolien säteilyvaikutukseen tässä raportissa arvioidussa kirjallisuudessa, esiintyvät keskimäärin kaksi kertaa vuosisadassa. {4.3}



## Ilmaston lämpenemisen jokaisen kasvun myötä alueelliset muutokset keskiilmastossa ja äärimmäisyyksissä yleistyvät ja korostuvat.

viimeksi maapallon pintalämpötilaa pidettiin vähintään 2,5 celsiusasteessa yli 3 miljoonaa vuotta sitten.

2011–2020 oli noin 1,1 °C lämpimämpi kuin 1850–1900



**Kuva SPM.2: Ennustetut muutokset vuotuisessa enimmäisvuorokautisessa enimmäislämpötilassa, maaperän kokonaiskosteuden vuotuisessa keskiarvossa ja vuotuisessa enintään yhden päivän sademäärässä ilmaston lämpenemisen ollessa 1,5 °C, 2 °C, 3 °C ja 4 °C suhteessa 1850–1900:een.** Ennustettu a) vuotuinen suurin päivittäinen lämpötilan muutos (°C), b) maaperän kokonaiskosteuden vuotuinen keskiarvo (keskipoikkeama), c) vuotuinen enintään yhden päivän sademäärän muutos (%). Paneelit näyttävät CMIP6-monimallin mediaanimuutoksia. Paneelien b ja c kohdalla suuret positiiviset suhteelliset muutokset kuivilla alueilla voivat vastata pieniä absoluuttisia muutoksia. Paneelissa (b) yksikkö on maaperän kosteuden vuosittaisen vaihtelun keskihajonta vuosina 1850–1900. Keskihajonta on laajalti käytetty mittari kuivuuden vakavuuden kuvaamisessa. Maaperän keskimääräisen kosteuden ennustettu väheneminen yhdellä keskihajonnalla vastaa maaperän kosteusolosuhteita, jotka ovat tyypillisiä kuivuudelle, joka tapahtui noin kerran kuudessa vuodessa vuosina 1850–1900. WGI:n interaktiivista atlasia (<https://interactive-atlas.ipcc.ch/>) voidaan käyttää tutkimaan ilmastojärjestelmän lisämuutoksia tässä kuvassa esitetyillä ilmaston lämpenemistasoilla. {Kuva 3.1, Cross-Section Box.2}

## [LÄHETÄ KUVA SPM.2 TÄÄLLÄ]

### Ilmastomuutoksen vaikutukset ja ilmastoon liittyvät riskit

**B.2 Jokaisella tulevalla lämpenemistasolla monet ilmastoon liittyvät riskit ovat korkeammat kuin AR5: ssa on arvioitu, ja ennustetut pitkän aikavälin vaikutukset ovat jopa moninkertaisesti suuremmat kuin tällä hetkellä (korkea luottamus). Riskit ja ennustetut haittavaikutukset ja niihin liittyvät ilmastomuutoksen aiheuttamat menetykset ja vahingot kärjistyvät, kun ilmaston lämpeneminen lisääntyy (erittäin suuri luottamus). Ilmastoriskit ja muut kuin ilmastoriskit ovat yhä enemmän vuorovaikutuksessa, mikä luo monimutkaisempia ja vaikeammin hallittavissa olevia yhdiste- ja porrastettuja riskejä (korkea luottamus). {Ristikkäinen kohta.2, 3.1, 4.3, kuva 3.3, kuva 4.3} (Kuva SPM.3, kuva SPM.4)**

**B.2.1** Lähes aikavälillä jokaisen maailman alueen ennustetaan kohtaavan ilmastoriskien lisääntymisen ( *keskikorkea luottamus* alueesta ja vaarasta riippuen), mikä lisää ekosysteemeille ja ihmisille koituvia riskejä (*erittäin suuri luottamus*). Lähitulevaisuudessa odotettavissa olevia vaaroja ja niihin liittyviä riskejä ovat muun muassa lämpökuolleisuuden ja sairastuvuuden lisääntyminen (*korkea luottamus*), elintarvikeväitteiset, vesivälitteiset ja vektorivälitteiset taudit (*korkea luottamus*) ja mielenterveyshaasteet<sup>36</sup> (*erittäin korkea luottamus*), tulvat rannikkoalueilla ja muissa matalissa kaupungeissa ja alueilla (*korkea luottamus*), biologisen monimuotoisuuden köyhtyminen maalla, makeassa vedessä ja valtameriekosysteemeissä (*keskisuuri erittäin suuri luottamus* ekosysteemistä riippuen) ja elintarviketuotannon väheneminen joillakin alueilla (*korkea luottamus*). Kryosfääriin liittyvät tulvat, maanvyörymät ja veden saatavuus voivat aiheuttaa vakavia seurauksia ihmisille, infrastruktuurille ja taloudelle useimmilla vuoristoalueilla (*korkea luottamus*). Rankkasateiden esiintymistiheyden ja voimakkuuden ennustettu lisääntyminen (*korkea luotettavuus*) lisää sateen aiheuttamia paikallisia tulvia (*keskiluottamus*). {Kuva 3.2, kuva 3.3, 4.3, kuva 4.3} (Kuva SPM.3, kuva SPM.4)

**B.2.2** Riskit ja ennustetut haitalliset vaikutukset sekä ilmastomuutoksesta aiheutuvat menetykset ja vahingot kärjistyvät, kun ilmaston lämpeneminen lisääntyy (*erittäin korkea luottamus*). Ne ovat korkeampia ilmaston lämpenemisessä 1,5 °C kuin tällä hetkellä, ja jopa korkeampi 2 °C (*korkea luottamus*). AR5-arvoon verrattuna maailmanlaajuisten aggregoitujen riskitasojen<sup>37</sup> arvioidaan<sup>38</sup> nousevan korkeiksi erittäin korkeiksi ilmaston lämpenemisen alemmilla tasoilla, mikä johtuu viimeaikaisista todisteista havaituista vaikutuksista, parannetusta prosessien ymmärtämyksestä ja uudesta tietämyksestä ihmisten ja luonnon järjestelmien altistumisesta ja haavoittuvuudesta, mukaan lukien sopeutumisen rajat (*korkea luottamus*). Merenpinnan väistämättömän nousun

36 Kaikilla arvioituilla alueilla.

37 Huolenpidon syyt (Reasons for Concern, RCC) viestivät tieteellistä ymmärrystä riskin kertymisestä viidessä laajassa luokassa.

38 Havaitsematon riskitaso osoittaa, että niihin liittyviä vaikutuksia ei voida havaita ja ne johtuvat ilmastomuutoksesta; kohtalainen riski osoittaa, että siihen liittyvät vaikutukset ovat sekä havaittavia että ilmastomuutoksesta johtuvia vähintään keskinkertaisella luotettavuudella, mikä vastaa myös muita keskeisiä riskejä koskevia erityisiä kriteerejä; suuri riski viittaa vakaviin ja laajalle levinneisiin vaikutuksiin, joiden katsotaan olevan suuria yhden tai useamman keskeisten riskien arviointikriteerin perusteella; ja erittäin korkea riskitaso viittaa siihen, että vakavien vaikutusten riski on erittäin suuri ja että ilmastoon liittyviä vaaroja esiintyy merkittävästi peruuttamattomasti tai että ilmastoon liittyviä vaaroja esiintyy edelleen, ja niiden sopeutumiskyky on rajallinen vaaran tai vaikutusten/riskien luonteen vuoksi. {3.1.2}

vuoksi (ks. myös B.3) rannikkoekosysteemeihin, ihmisiin ja infrastruktuuriin kohdistuvat riskit kasvavat edelleen yli 2100:n (*korkea luottamus*). {3.1.2, 3.1.3, kuva 3.4, kuva 4.3} (kuvat SPM.3, kuva SPM.4)

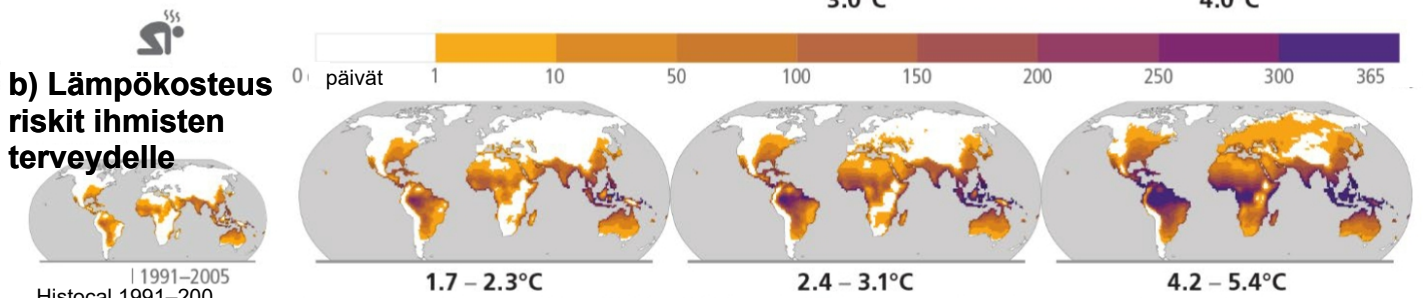
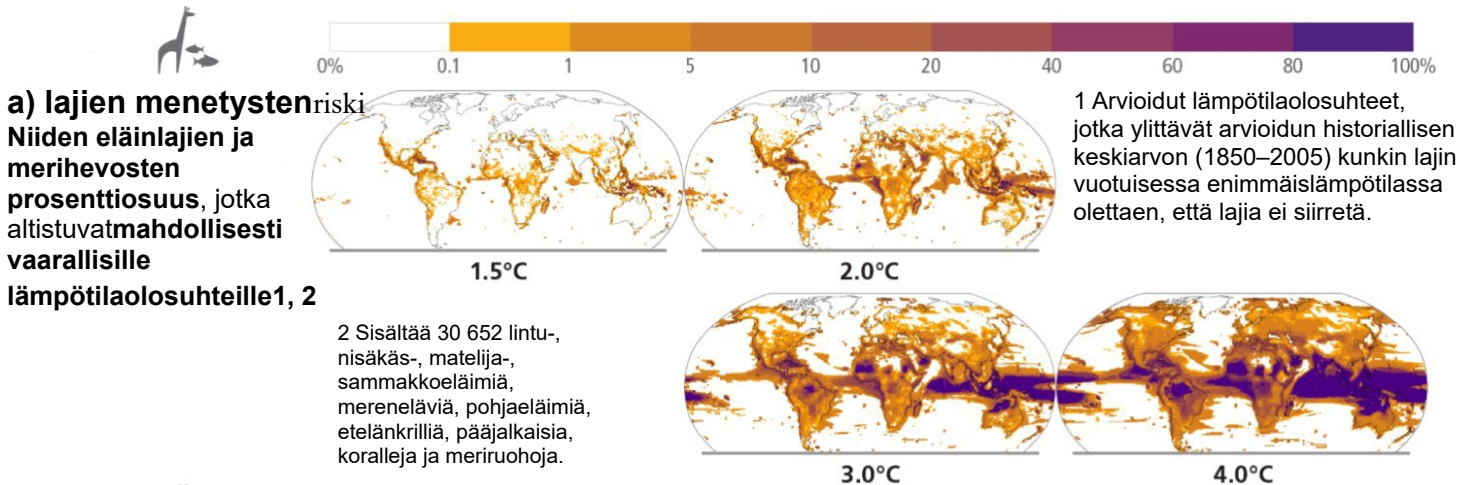
**B.2.3** Kun ilmaston lämpeneminen jatkuu, ilmastonmuutoksen riskit muuttuvat yhä monimutkaisemmiksi ja vaikeammiksi hallita. Vuorovaikutuksessa on useita ilmastoon ja muihin kuin ilmatoriskeihin vaikuttavia tekijöitä, mikä lisää kokonaisriskiä ja -riskejä eri sektoreilla ja alueilla. Esimerkiksi ilmastoon perustuvan puutteellisen elintarviketurvan ja tarjonnan epävakauden ennustetaan lisääntyvän ilmaston lämpenemisen lisääntyessä ja vuorovaikutuksessa muiden kuin ilmatoriskien tekijöiden kanssa, kuten maan kilpailu kaupunkien laajentumisen ja elintarviketuotannon, pandemioiden ja konfliktien välillä. (*korkea luotettavuus*) {3.1.2, 4.3, kuva 4.3}

**B.2.4** Jokaisella lämpenemistasolla riskitaso riippuu myös ihmisten ja ekosysteemien haavoittuvuuden ja altistumisen suuntauksista. Tuleva altistuminen ilmatoriskeille lisääntyy maailmanlaajuisesti sosioekonomisten kehityssuuntausten, kuten muuttoliikkeen, kasvavan eriarvoisuuden ja kaupungistumisen vuoksi. Ihmisten haavoittuvuus keskittyy epävirallisiin asutuksiin ja nopeasti kasvaviin pienempiin siirtokuntiin. Maaseutualueilla haavoittuvuutta lisäävät korkea riippuvuus clim-herkstä toimeentulosta. Ekosysteemien haavoittuvuuteen vaikuttavat voimakkaasti kestäättömän kulutuksen ja tuotannon aiemmat, nykyiset ja tulevat mallit, lisääntyvät väestöpaineet sekä jatkuva kestäättömän maan, valtameren ja veden käyttö ja hoito. Ekosysteemien ja niiden palvelujen menetyksellä on perustarpeiden tyydyttämiseksi porrastettuja ja pitkäaikaisia vaikutuksia ihmisiin maailmanlaajuisesti, erityisesti alkuperäiskansoihin ja paikallisyhteisöihin, jotka ovat suoraan riippuvaisia ekosysteemeistä. (*korkea luotettavuus*) {Cross-Section Box.2, kuva 1c, 3.1.2, 4.3}

[ALKAA KUVA SPM.3 TÄÄLTÄ]

# Ilmastonmuutoksen ennustetaan lisäävän vaikutusten vakavuutta kaikissa luonnon- ja ihmisjärjestelmissä ja lisäävän alueellisia eroja.

Esimerkkejä vaikutuksista ilman lisämukautuksia

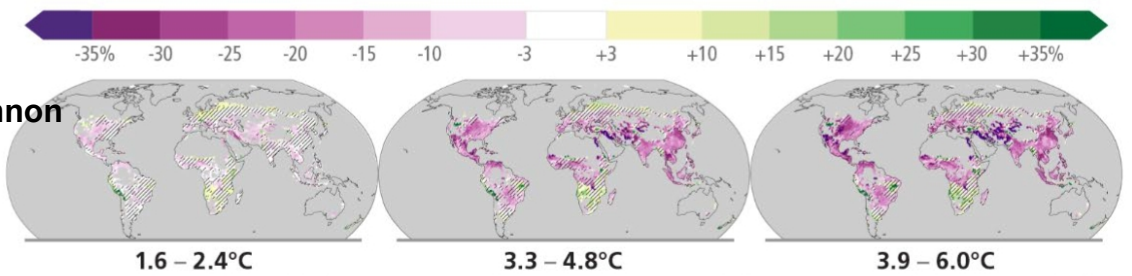


**Päivät vuodessa, jolloin yhdistetyt lämpötila- ja kosteusolosuhteet aiheuttavat kuolleisuuden riskin yksilöille 3**

3 ennakoituissa alueellisissa vaikutuksissa käytetään yleistä raja-arvoa, jonka ylityessä päivittäinen keskimääräinen pintailman lämpötila ja suhteellinen kosteus voivat aiheuttaa hypertermiaa, joka aiheuttaa kuolleisuusriskin. Lämpöaaltojen kestoa ja voimakkuutta ei esitetä tässä. Lämpöön liittyvät terveystulokset vaihtelevat sijainnin mukaan, ja niitä hillitsevät suuresti sosioekonomiset, ammatilliset ja muut yksilöllisen terveyden sosioekonomisen haavoittuvuuden taustatekijät. Näissä kartoissa käytetty raja-arvo perustuu yhteen tutkimukseen, jossa yhdistettiin 783 tapauksen tiedot lämpö-kosteusolosuhteiden ja kuolleisuuden välisestä suhteesta, joka on saatu suurelta osin lauhkeassa ilmastossa tehdyistä havainnoista.

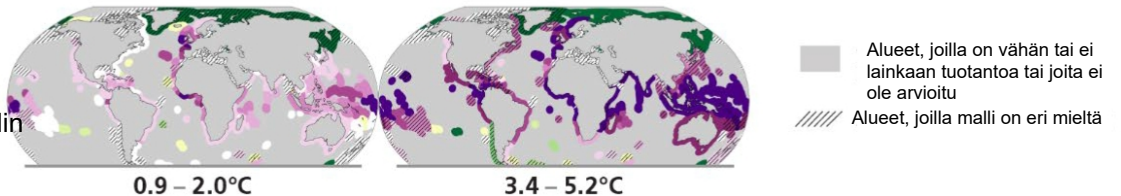
**C) Elintarviketuotannon vaikutukset**

**C1) Maissin tuotto 4**  
 Tuottojen muutokset (%)



Ennustetut alueelliset vaikutukset kuvastavat biofysisiä reaktioita lämpötilan muuttumiseen, sademäärään, auringon säteilyyn, kosteuteen, tuuleen ja CO<sub>2</sub>: n kasvuun ja vedenpidätyksen tehostamiseen tällä hetkellä viljelyillä alueilla. Mallit olettavat, että kastellut alueet eivät ole vesirajoitteisia. Mallit eivät edusta tuholaisia, tauteja, tulevia agroteknologisia muutoksia ja joitakin äärimmäisiä ilmastoreaktioita.

**C2) Kalastustuotot 5**  
 Enimmäissaalispotentiaalnin muutokset (%)



Ennustetut alueelliset vaikutukset kuvastavat kalastusta ja meriekosysteemien reagoitua valtamerien fyysisiin ja biogeokemiallisiin olosuhteisiin, kuten lämpötilaan, happipitoisuuteen ja nettoprimaärituotantoon. Mallit eivät edusta muutoksia kalastustoiminnassa ja eräissä äärimmäisissä ilmasto-oloissa. Arktisen alueen ennustetut muutokset ovat heikkoja, mikä johtuu epävarmuustekijöistä, jotka liittyvät vuorovaikutukseen vaikuttavien tekijöiden ja ekosysteemien reaktioiden mallintamiseen.

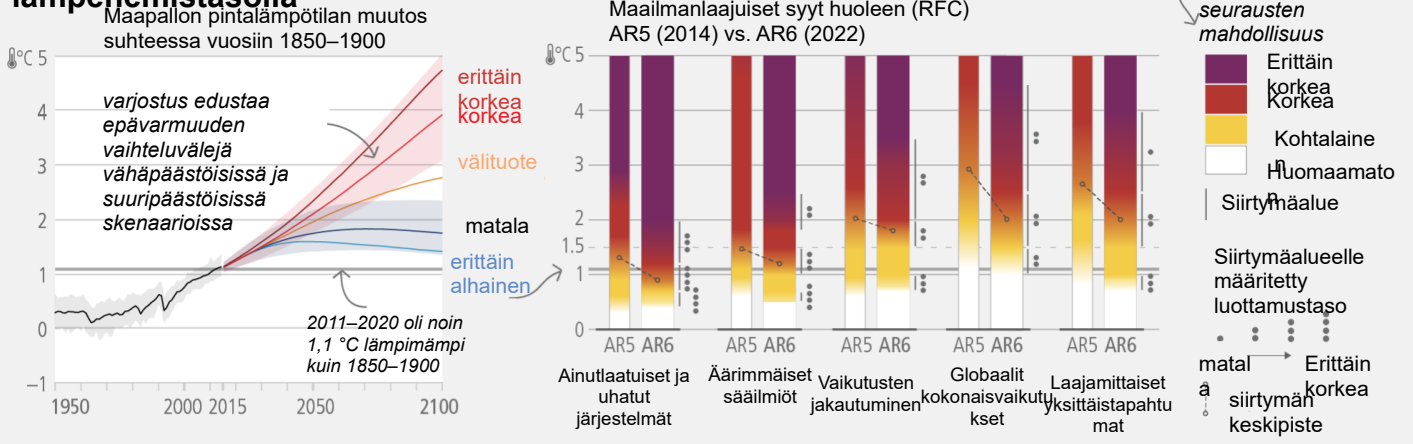
**Kuva SPM.3:** Ilmastonmuutoksen ennustetut riskit ja vaikutukset luonnon- ja ihmisen järjestelmiin erilaisilla ilmaston lämpenemistasoilla (GWL) verrattuna 1850–1900-tasoihin. Kartoissa esitetyt ennustetut riskit ja vaikutukset perustuvat maajärjestelmän eri osakokonaisuuksien tuotoksiin ja vaikutusmalleihin, joita käytettiin kunkin vaikutusindikaattorin projektointiin ilman lisämukautuksia. Työryhmä antaa lisäarvioita vaikutuksista ihmisen ja luonnon järjestelmiin käyttäen näitä ennusteita ja lisänäyttöjä. **a)** lajien häviämiskäsitteet, jotka ilmenevät niiden arvioitujen lajien prosenttiosuutena, jotka altistuvat mahdollisesti vaarallisille lämpötilaolosuhteille, sellaisina kuin ne on määritelty kunkin lajin arvioidun keskimääräisen vuotuisen keskimääräisen lämpötilan (1850–2005) ylittävien olosuhteiden perusteella, kun GWL-arvo on 1,5 °C, 2 °C, 3 °C ja 4 °C. Lämpötilaennusteet ovat peräisin 21:stä maapallon järjestelmämallista, eivätkä niissä oteta huomioon arktisen alueen kaltaisia ekosysteemeihin vaikuttavia äärimmäisiä tapahtumia. **b)** ihmisten terveydelle aiheutuvat riskit, jotka ilmenevät niiden päivien perusteella, joihin väestö altistuu hypertermisille olosuhteille, jotka aiheuttavat kuolleisuuden riskin pintailman lämpötilasta ja kosteusolosuhteista historiallisella kaudella (1991–2005) ja 1,7 °C–2,3 °C:n GWL-arvoissa (keskiarvo = 1,9 °C; 13 ilmastomallia), 2,4 °C–3,1 °C (2,7 °C; 16 ilmastomallia) ja 4,2 °C – 5,4 °C (4,7 °C; 15 ilmastomallia). Kvartiiliväli GWL-arvojen välillä vuoteen 2081–2100 mennessä RCP2.6:n, RCP4.5:n ja RCP8.5:n mukaisesti. Esitetty indeksi on yhdenmukainen monien WGI- ja WGII-arviointien sisältämien indeksien yhteisten ominaisuuksien kanssa **(c)** Vaikutukset elintarviketuotantoon: (c1) Maissin tuotoksen muutokset vuoteen 2080–2099 verrattuna vuosiin 1986–2005, kun projisoitu GWL-arvo on 1,6 °C–2,4 °C (2,0 °C), 3,3 °C–4,8 °C (4,1 °C) ja 3,9 °C–6,0 °C (4,9 °C). Mediaanituotto muuttuu 12 satomallin yhdistelmästä, joista kukin perustuu viiteen Earth-järjestelmämalliin, maatalousmallin Intercomparison and Improvement Project (AgMIP) ja Inter-Sectoral Impact Model Intercomparison Project (ISIMIP). Kartoissa esitetään vuosina 2080–2099 verrattuna vuosiin 1986–2005 nykyisillä kasvualueilla (> 10 hehtaaria), ja vastaavat ilmaston lämpenemistasot esitetään SSP1–2.6 kohdassa, SSP3–7.0 ja SSP5–8.5. Kuoriutumisen tarkoittaa alueita, joilla 10 % ilmasto- ja viljelymalliyhdistelmästä on samaa mieltä vaikutuksen merkistä. (c2) Kalastuksen enimmäissaalispotentiaalin muutos vuoteen 2081–2099 verrattuna vuosiin 1986–2005 verrattuna ennustettuihin GWL-arvoihin 0,9 °C–2,0 °C (1,5 °C) ja 3,4 °C–5,2 °C (4,3 °C). GWL-arvot vuoteen 2081–2100 mennessä RCP2.6:n ja RCP8.5:n osalta. Kuoriutumisen osoittaa, missä kaksi ilmastokalastusmallia ovat eri mieltä muutoksen suunnasta. Suuret suhteelliset muutokset alhaisen sadon alueilla voivat vastata pieniä absoluuttisia muutoksia. Etelämantereen biologista monimuotoisuutta ja kalastusta ei analysoitu datarajoitteiden vuoksi. Elintarviketurvaan vaikuttavat myös viljely- ja kalastuspuutteet, joita ei ole esitetty tässä. {3.1.2, Kuvio 3.2, Cross-Section Box.2} (laatikko SPM.1)

[LÄHETÄ KUVA SPM.3 TÄÄLLÄ]

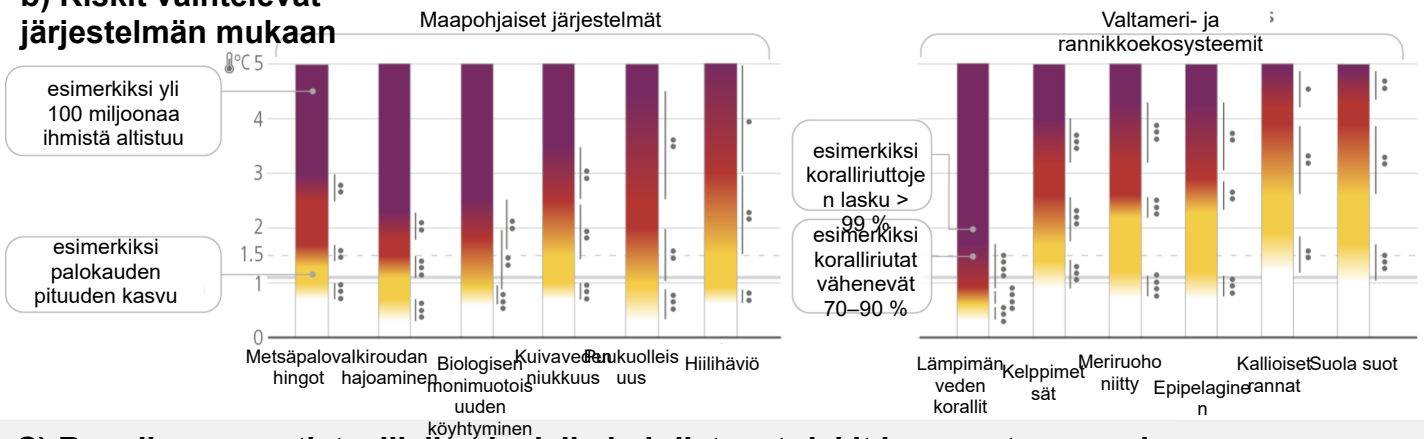
[ALKAA KUVA SPM.4 TÄÄLTÄ]

## Riskit lisääntyvät jokaisen lämpenemisen myötä

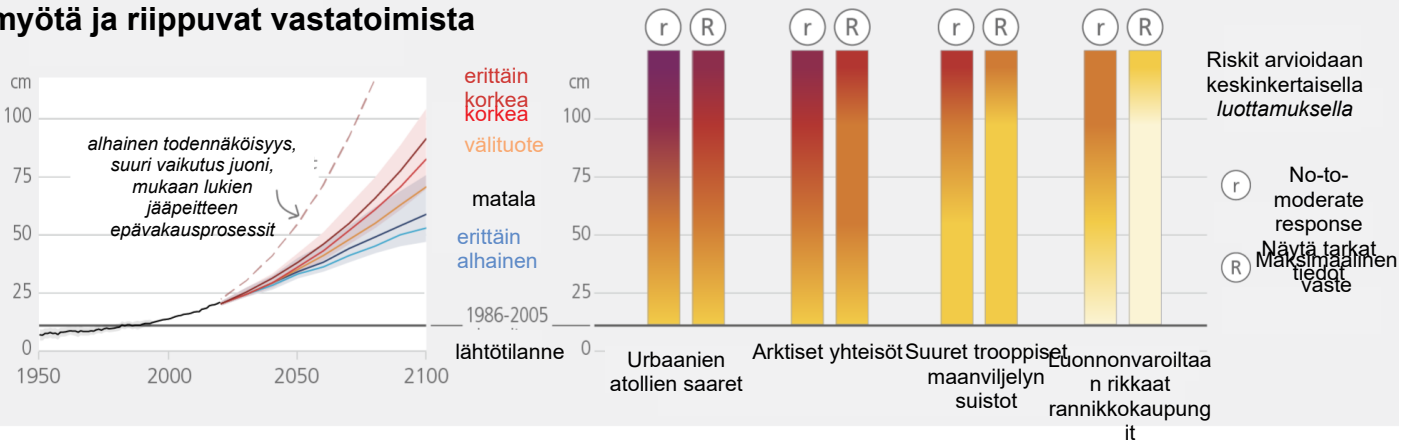
### a) Suurien riskien arvioidaan esiintyvän alhaisemmalla ilmaston lämpenemistasolla



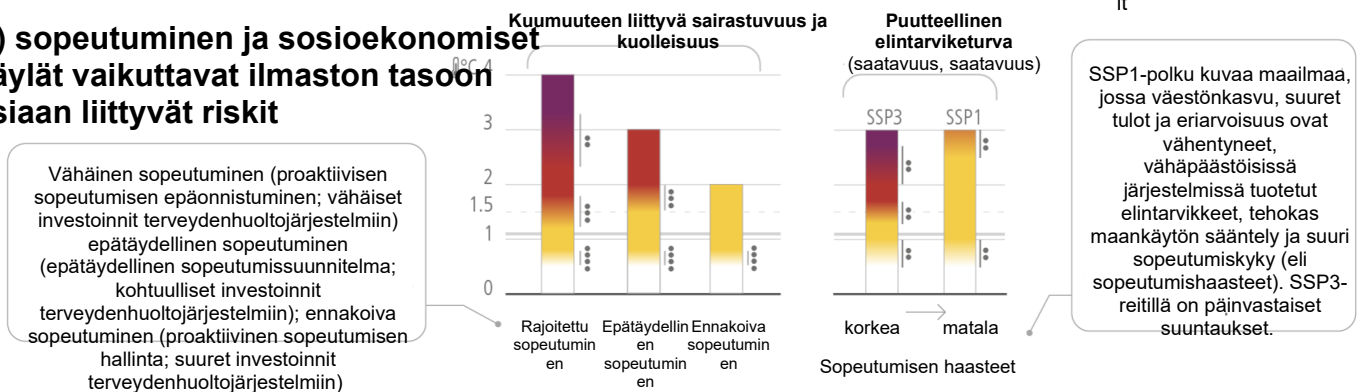
### b) Riskit vaihtelevat järjestelmän mukaan



### c) Rannikon maantieteellisiin alueisiin kohdistuvat riskit kasvavat merenpinnan nousun myötä ja riippuvat vastatoimista



### d) sopeutuminen ja sosioekonomiset välit vaikuttavat ilmaston tasoon asiaan liittyvät riskit



**Kuva SPM.4: Arvioitujen ilmastotulosten ja niihin liittyvien maailmanlaajuisten ja alueellisten ilmastoriskien osajoukko.** Palavat hihnot ovat seurausta kirjallisuuteen perustuvasta asiantuntijasta. **Paneeli (a): Vasen** – Maailmapinnan lämpötilan muutokset °C:ssa suhteessa 1850–1900:een. Nämä muutokset saatiin yhdistämällä CMIP6-mallisimulaatiot aiemmin simuloituun lämpenemiseen perustuviin havaintorajoitteisiin sekä päivitetty arvio ilmaston tasapainon herkkyydestä. *Alhaisia ja suuria kasvihuonekaasupäästöjä koskevissa skenaarioissa esitetään hyvin todennäköiset vaihteluvälit (SSP1–2.6 ja SSP3–7.0) (Ryhmäruutu 2); Oikea* – Global Reasons for Concern (RFC), jossa verrataan AR6:n (paksu hiukkanen) ja AR5:n (ohuet hiemmers) arviointeja. Riskisiirtymät ovat yleensä siirtyneet alempiin lämpötiloihin, ja niiden tieteellinen ymmärrys on ajantasainen. Kunkin RFC:n kaaviot on esitetty, olettaen, että mukautus on alhainen tai ei lainkaan. Linjat yhdistävät keskipisteet siirtymisestä kohtalaisesta suureen riskiin AR5:n ja AR6:n välillä. **Paneeli (b):** Valitut maailmanlaajuiset riskit maa- ja valtameriekosysteemeille, mikä kuvaa riskien yleistä lisääntymistä, kun ilmaston lämpeneminen on alhainen tai ei lainkaan sopeutumista. **Paneeli (c): Vasen** – merenpinnan keskimääräinen muutos senttimetreinä verrattuna vuoteen 1900.

Historialliset muutokset (musta) havaitaan vuorovesimittarit ennen vuotta 1992 ja korkeusmittarit sen jälkeen. Tulevia muutoksia 2100:een (värilliset viivat ja varjostus) arvioidaan johdonmukaisesti CMIP-, jääpeitte- ja jäätikkömallien emulointiin perustuvien havaintorajoitteiden kanssa, ja SSP1–2.6:n ja SSP3–7.0:n todennäköiset vaihteluvälit esitetään. **Oikeus** – Rannikon tulvien, eroosion ja suolapitoisuuden yhteisriskin arviointi neljälle rannikkomaantieteelle vuonna 2100, jotka johtuvat meren keskitason ja äärimmäisten tasojen muuttumisesta, kahdessa vasteskenaariossa SROCC:n viiteajanjakson (1986–2005) osalta. Arvioinnissa ei oteta huomioon merenpinnan keskimääräisen nousun aiheuttamia muutoksia äärimmäisessä merenpinnassa; riskitasot voivat nousta, jos harkitaan muita muutoksia äärimmäisissä merenpinnoissa (esim. sykloni-intensiteetin muutosten vuoksi). ”No-to-moderate response” kuvaa toimia nykyhetkestä lähtien (ei uusia merkittäviä toimia tai uudentyyppisiä toimia). ”Enimmäispotentiaalinen reagointi” tarkoittaa koko laajuudessaan toteutettujen vastausten yhdistelmää ja näin ollen merkittäviä lisäponnisteluja nykyhetkeen verrattuna, jolloin taloudelliset, sosiaaliset ja poliittiset esteet ovat minimaaliset. (Tässä yhteydessä ”tänään” viitataan vuoteen 2019.) Arviointikriteereihin kuuluvat altistuminen ja haavoittuvuus, rannikkoalueiden vaarat, paikalla toteutettavat toimet ja suunnitellut siirrot. Suunnitelluilla siirroilla tarkoitetaan hallittua uudelleensijoittamista tai uudelleensijoittamista. Termiä ”vaste” käytetään tässä sopeutumisen sijaan, koska joitakin vastauksia, kuten vetäytymistä, voidaan tai ei voida pitää mukautumisena. **Paneeli (d):** Valitut riskit eri sosioekonomisissa väylissä, mikä osoittaa, miten kehitysstrategiat ja sopeutumishaasteet vaikuttavat riskeihin. **Vasen** – Lämpöherkät ihmisten terveyden tulokset kolmessa sopeutumisen tehokkuuden skenaariossa. Kaaviot katkaistaan lähimpään kokonaiseen °C:seen lämpötilamuutosalueella 2100 kolmen SSP-skenaarion mukaisesti. **Elintarviketurvaan** liittyvät riskit, jotka johtuvat ilmastonmuutoksesta ja sosioekonomisesta kehityksestä. Elintarviketurvaan kohdistuvia riskejä ovat muun muassa elintarvikkeiden saatavuus ja saatavuus, mukaan lukien nälänhätävaaressa oleva väestö, elintarvikkeiden hinnankorotukset ja lapsuuden alipainosta johtuva vammaisuuteen mukautettujen elinvuosien kasvu. Riskejä arvioidaan kahden vastakkaisen sosioekonomisen kehityspotentialin (SSP1 ja SSP3) osalta, lukuun ottamatta kohdennettujen hillitsemis- ja sopeutumispolitiikkojen vaikutuksia. {Kuva 3.3} (laatikko SPM.1)

## [LÄHETÄ KUVA SPM.4 TÄÄLLÄ]

### Väistämättömien, erehtymättömien tai keskeytettyjen muutosten todennäköisyys ja riskit

**B.3 Jotkin tulevat muutokset ovat väistämättömiä ja/tai peruuttamattomia, mutta niitä voidaan rajoittaa syvällä, nopealla ja kestäväällä maailmanlaajuisella kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisellä. Äkillisten ja/tai peruuttamattomien muutosten todennäköisyys kasvaa, kun ilmaston lämpeneminen on korkeampaa. Vastaavasti todennäköisyys alhaisen todennäköisyyden tuloksiin, jotka liittyvät mahdollisesti hyvin suuriin haittavaikutuksiin, kasvaa, kun ilmaston lämpeneminen on korkeampaa. (korkea luottamus) {3.1}**

**B.3.1** Maapallon pintalämpötilan rajoittaminen ei estä jatkuvia muutoksia ilmastojärjestelmän komponenteissa, joilla on monikerroksinen tai pidempi vasteaika (*korkea luottamus*). Merenpinnan nousu on väistämätön vuosisatojen ajan, koska syvänmeren lämpeneminen ja jääpeitteen sulaminen jatkuu, ja merenpinta pysyy koholla tuhansien vuosien ajan (*korkea luottamus*). Syvät, nopeat ja kestävät kasvihuonekaasupäästöjen vähennykset rajoittaisivat kuitenkin merenpinnan nousun kiihtymistä entisestään ja pitkän aikavälin sitoutumista merenpinnan nousuun. Vuoteen 1995–2014 verrattuna todennäköinen merenpinnan keskimääräinen nousu SSP1–1,9-kasvihuonekaasupäästöjen skenaariossa on 0,15–0,23 m vuoteen 2050 mennessä ja 0,28–0,55 m vuoteen 2100 mennessä; SSP5–8,5 kasvihuonekaasupäästöjen skenaariossa se on 0,20–0,29 m vuoteen 2050 mennessä ja 0,63–1,01 m 2100 (*keskiluottamus*). Seuraavien 2000 vuoden aikana maapallon keskimääräinen merenpinta nousee noin 2–3 metriä, jos lämpeneminen on rajoitettu 1,5 celsiusasteeseen ja 2–6 metriin, jos se on rajoitettu 2 °C:een (alhainen luotettavuus). {3.1.3, kuva 3.4} (laatikko SPM.1)

**B.3.2** Ilmastojärjestelmän äkillisten ja/tai peruuttamattomien muutosten todennäköisyys ja vaikutukset, mukaan lukien muutokset, jotka syntyvät kärkipisteiden saavuttamisen yhteydessä, lisääntyvät entisestään ilmaston lämpenemisen myötä (*korkea luottamus*). Lämpenemisen lisääntyessä myös lajien sukupuuttoon tai biologisen monimuotoisuuden

peruuttamattomaan häviämiseen liittyvät riskit ekosysteemeissä, kuten metsissä (*keskiluottamus*), koralliriutat (*erittäin korkea luottamus*) ja arktisilla alueilla (*korkea luottamus*). Jatkuva lämpeneminen välillä 2 °C-3 °C, Grönlannin ja Länsi-Antarktiksien jäätiköt menetetään lähes kokonaan ja peruuttamattomasti useiden vuosituhansien aikana, mikä aiheuttaa useita metrejä merenpinnan nousua (rajoitettu näyttö). Jään massahäviön todennäköisyys ja nopeus kasvavat, kun globaalit pintalämpötilat ovat korkeammat (*korkea luottamus*). {3.1.2, 3.1.3}

**B.3.3** Mahdollisesti erittäin suuriin vaikutuksiin liittyvien matalan todennäköisyyden todennäköisyys kasvaa, kun ilmaston lämpeneminen on korkeampaa (*korkea luottamus*). Jäätikköprosesseihin liittyvän syvän epävarmuuden vuoksi merenpinnan nousu todennäköisen vaihteluvälin yläpuolelle – lähestyy 2 metriä vuoteen 2100 mennessä ja yli 15 metriä 2300 erittäin korkeiden kasvihuonekaasupäästöjen skenaariossa (SSP5–8.5) (*epäluottamus*) – ei voida sulkea pois. On *keskinkertainen luottamus siihen*, että Atlantin meridional Overturning Circulation ei romahtaisi äkillisesti ennen vuotta 2100, mutta jos se tapahtuisi, se aiheuttaisi *hyvin todennäköisesti* äkillisiä muutoksia alueellisissa sääolosuhteissa ja suuria vaikutuksia ekosysteemeihin ja ihmisen toimintaan. {3.1.3} (laatikko SPM.1)

## Sopeutumisvaihtoehdot ja niiden rajat lämpimässä maailmassa

**B.4** Tänä päivänä toteuttamiskelpoiset ja tehokkaat sopeutumisvaihtoehdot tulevat olemaan vähemmän tehokkaita ja vähemmän tehokkaita, kun ilmaston lämpeneminen lisääntyy. Ilmaston lämpenemisen myötä menetykset ja vahingot lisääntyvät ja ihmisen ja luonnon järjestelmät saavuttavat sopeutumisraajat. Sopeutustoimet voidaan välttää joustavalla, monialaisella, osallistavalla ja pitkän aikavälin suunnittelulla ja täytäntöönpanolla, mistä on hyötyä monille aloille ja järjestelmiin. (*korkea luottamus*) {3.2, 4.1, 4.2, 4.3}

**B.4.1** Sopeuttamisen tehokkuus, mukaan lukien ekosysteemipohjaiset ja useimmat veteen liittyvät vaihtoehdot, vähenee lämpenemisen lisääntyessä. Vaihtoehtojen toteutettavuus ja tehokkuus paranevat integroiduilla, monialaisilla ratkaisuilla, joilla eriytetään ilmatoriskien perustuvia ratkaisuja, käsitellään järjestelmiä ja puututaan sosiaaliseen epätasa-arvoon. Koska sopeutumisvaihtoehdoilla on usein pitkiä toteutusaikoja, pitkän aikavälin suunnittelu lisää niiden tehokkuutta. (*korkea luotettavuus*) {3.2, kuva 3.4, 4.1, 4.2}

**B.4.2** Ilmaston lämpenemisen lisääntymisen myötä sopeutumisen sekä tappioiden ja vahinkojen rajat, jotka keskittyvät voimakkaasti heikossa asemassa olevien väestöryhmien keskuudessa, tulevat yhä vaikeammiksi välttää (*korkea luottamus*). Jos ilmaston lämpeneminen on yli 1,5 °C, makean veden rajalliset luonnonvarat asettavat mahdollisia kovia sopeutumisrajoja pienille saarille ja alueille, jotka ovat riippuvaisia jäätiköstä ja lumen sulamisesta (*keskiluottamus*). Tämän tason yläpuolella ekosysteemit, kuten jotkin lämpimän veden koralliriutat, rannikkokosteikot, sademetsät sekä napa- ja vuoristokesysteemit, ovat saavuttaneet tai ylittäneet kovat sopeutumisraajat, minkä seurauksena myös jotkin ekosysteemiin perustuvat sopeutumistoimenpiteet menettävät tehokkuutensa (*korkea luottamus*). {2.3.2, 3.2, 4.3}

**B.4.3** Toimet, joissa keskitytään aloihin ja riskeihin eristyksissä ja lyhyen aikavälin hyötyihin, johtavat usein huonoon sopeutumiseen pitkällä aikavälillä, mikä luo lukkiutuvia haavoittuvuus-, altistumis- ja riskitekijöitä, joita on vaikea muuttaa. Esimerkiksi merimuurit vähentävät tehokkaasti ihmisiin ja omaisuuteen kohdistuvia vaikutuksia lyhyellä aikavälillä, mutta ne voivat myös johtaa lukkiutumiseen ja ilmatoriskien lisääntymiseen pitkällä aikavälillä, ellei niitä ole sisällytetty pitkän aikavälin sopeutussuunnitelmaan. Maladaptiiviset reaktiot voivat pahentaa erityisesti alkuperäiskansojen ja syrjäytyneiden ryhmien eriarvoisuutta ja heikentää ekosysteemiä ja biologisen monimuotoisuuden sietokykyä. Sopeutustoimet voidaan välttää joustavalla, monialaisella, osallistavalla, pitkän aikavälin suunnittelulla ja täytäntöönpanolla, mistä on hyötyä monille aloille ja järjestelmiin. (*korkea luottamus*) {2.3.2, 3.2}

## Hiilibudjetit ja nollanettopäästöt

**B.5** Ihmisen aiheuttaman ilmaston lämpenemisen rajoittaminen edellyttää nollanettohiilidioksidipäästöjä. Kumulatiiviset hiilipäästöt ennenhiilidioksidin nettonollapäästöjen saavuttamista ja kasvihuonekaasupäästöjen rionientasoatama dcaademäärittävät suurelta osin, voidaanko lämpeneminen rajoittaa 1,5 celsiusasteeseen vai 2 °C:een (*korkea luotettavuus*). Ennustetut hiilidioksidipäästöt olemassa olevasta fossiilisten polttoaineiden infrastruktuurista ilman lisävähennyksiä ylittäisivät jäljellä olevan 1,5 °C:n hiilibudjetin (50 %) (*korkealuottamus*). {2.3, 3.1, 3.3, taulukko 3.1}



**B.5.1** Fysiikan näkökulmasta ihmisen aiheuttaman ilmaston lämpenemisen rajoittaminen tietylle tasolle edellyttää kumulatiivisten CO<sub>2</sub>-päästöjen rajoittamista, vähintään nollanettopäästöjen saavuttamista sekä muiden kasvihuonekaasupäästöjen voimakasta vähentämistä. Kasvihuonekaasujen nollanettopäästöjen saavuttaminen edellyttää ennen kaikkea CO<sub>2</sub>-, metaani- ja muiden kasvihuonekaasupäästöjen suuria vähennyksiä, ja se edellyttää nettonegatiivisten CO<sub>2</sub>-päästöjen vähentämistä<sup>39</sup>. Hiilidioksidin poisto (CDR) on tarpeen hiilidioksidin nettonegatiivisten CO<sub>2</sub>-päästöjen saavuttamiseksi (ks. B.6). Jos kasvihuonekaasupäästöt pysyvät nollanettoina, niiden ennustetaan johtavan maapallon pintalämpötilojen asteittaiseen laskuun aiemman huippupiikin jälkeen. (*korkea luottamus*) {3.1.1, 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3, taulukko 3.1, ristikkäiskohta 1}

**B.5.2** Jokaista ihmisen toiminnan aiheuttamaa 1000 GtCO<sub>2</sub>:ta kohden maapallon pintalämpötila nousee 0,45 °C (paras arvio, todennäköinen vaihteluväli 0,27–0,63 °C). Parhaat arviot jäljellä olevista hiilibudjeteista vuoden 2020 alusta ovat 500 GtCO<sub>2</sub> 50 prosentin todennäköisyydellä rajoittaa ilmaston lämpeneminen 1,5 celsiusasteeseen ja 1150 GtCO<sub>2</sub> siten, että 67 prosentin todennäköisyys rajoittaa lämpeneminen kahteen celsiusasteeseen<sup>40</sup>. Mitä voimakkaampi muiden kuin CO<sub>2</sub>-päästöjen vähennykset sitä pienemmät lämpötilat ovat tietyille jäljellä olevalle hiilibudjetille tai suuremmalle jäljellä olevalle hiilibudjetille samalla lämpötilan muutoksella<sup>41</sup>. {3.3.1}

**B.5.3** Jos vuotuiset CO<sub>2</sub>-päästöt pysyisivät vuosina 2020–2030 keskimäärin samalla tasolla kuin vuonna 2019, kumulatiiviset päästöt poistaisivat lähes kokonaan jäljelle jäävän 1,5 celsiusasteen (50 %) hiilibudjetin ja vähentäisivät yli kolmanneksen jäljellä olevasta 2 °C:n hiilibudjetista (67 %). Arviot nykyisistä fossiilisten polttoaineiden infrastruktuureista ilman lisävähennyksiä syntyvistä tulevista hiilidioksidipäästöistä ylittävät<sup>42</sup> jo jäljellä olevan hiilibudjetin, jotta lämpeneminen voidaan rajoittaa 1,5 celsiusasteeseen (50 %) (*korkea luottamus*). Ennustetut kumulatiiviset hiilidioksidipäästöt nykyisen ja suunnitellun fossiilisten polttoaineiden infrastruktuurin elinkaaren aikana, jos aiempia toimintamalleja ylläpidetään ja ilman lisävähennyksiä,<sup>43</sup> ovat suunnilleen yhtä suuret kuin jäljellä oleva hiilibudjetti, jotta lämpeneminen voidaan rajoittaa kahteen celsiusasteeseen, ja todennäköisyys on 83 prosenttia<sup>44</sup> (*korkea luottamus*). {2.3.1, 3.3.1, kuva 3.5}

**B.5.4** Ainoastaan keskitettyjen arvioiden mukaan vuosina 1850–2019 historialliset kumulatiiviset CO<sub>2</sub>-nettopäästöt ovat noin neljä viidesosaa hiilen<sup>45</sup> kokonaisbudjetista 50 prosentin todennäköisyydellä rajoittaa maapallon lämpeneminen 1,5 celsiusasteeseen (keskiarvio noin 2900 GtCO<sub>2</sub>) ja noin kaksi kolmasosaa hiilen<sup>46</sup> kokonaisbudjetista 67 prosentin todennäköisyydellä rajoittaa ilmaston lämpeneminen kahteen celsiusasteeseen (keskiarvio noin 3550 GtCO<sub>2</sub>). {3.3.1, kuva 3.5}

## Hillintäpolut

**B.6 Kaikki globaalit mallinnetut polut, jotka rajoittavat lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen (> 50 %) ilman ylitystä tairaajaavat ne2 °C:een (> 67 %), sisältävät nopeita ja syviä ja useimmissa tapauksissa välittömiä kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä kaikillasektoreilla tällä vuosikymmenellä. CO<sub>2</sub>-nettopäästöt otetaan huomioon näidenreittiluokkien osalta 2050-luvun alussa ja noin 2070-luvun alussa. (*korkea***

39 Kasvihuonekaasujen nollanettopäästöt määritellään 100 vuoden ilmaston lämpenemisvaikutuksella. Ks. alaviite 9.

40 Maailmanlaajuiset tietokannat tekevät erilaisia valintoja siitä, mitkä maan päästöt ja poistumat katsotaan antropogeenisiksi. Useimmat maat ilmoittavat ihmisen toiminnasta aiheutuvan maan CO<sub>2</sub> -vuot, mukaan lukien ihmisen aiheuttamasta ympäristön muutoksesta (esim. CO<sub>2</sub>-lannoituksesta) johtuvat virrat, ”hallinnetulla” maalla kansallisissa kasvihuonekaasuinventaariorissaan. Näiden inventaarioiden perusteella jäljellä olevia hiilibudjetteja on vastaavasti pienennettävä. {3.3.1}

41 Esimerkiksi jäljellä oleva hiilibudjetti voisi olla 300 GtCO<sub>1,5</sub> °C:ssa (50 %), kun kyseessä ovat korkeat ja vähäiset muut kuin CO<sub>2</sub>-päästöt, kun taas keskimmaisessa tapauksessa vastaava luku on 500 GtCO<sub>2</sub>. {3.3.1}

42 Vähentämällä tarkoitetaan tässä ihmisen toimia, jotka vähentävät fossiilisten polttoaineiden infrastruktuurista ilmakehään vapautuvien kasvihuonekaasujen määrää.

43 Älä viitsi.

44 WGI tarjoaa hiilibudjetit, jotka vastaavat maapallon lämpenemisen rajoittamista lämpötilarajoihin eri todennäköisyyksillä, kuten 50 %, 67 % tai 83 %. {3.3.1}

45 Kokonaishiilibudjetteja koskevia epävarmuustekijöitä ei ole arvioitu, ja ne voivat vaikuttaa laskennallisiin jakeisiin.

46 Älä viitsi.

**luotettavuus) {3.3, 3.4, 4.1, 4.5, taulukko 3.1} (Kuva SPM.5, Box SPM.1)**

**B.6.1** Globaalit mallinnetut reitit antavat tietoa lämpenemisen rajoittamisesta eri tasoille; nämä tiet, erityisesti niiden alakohtaiset ja alueelliset näkökohdat, riippuvat laatikossa SPM.1. kuvatuista oletuksista. Maailmanlaajuisille mallinnetuille poluille, jotka rajoittavat lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen (> 50 %) ilman ylitystä tai rajataan lämpeneminen kahteen celsiusasteeseen (> 67 %), on ominaista syvät, nopeat ja useimmissa tapauksissa välittömät kasvihuonekaasupäästöjen vähennykset. Polut, jotka rajoittavat lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen (> 50 %) ja joilla ei ole lainkaan tai rajoitettua ylitystä, saavuttavat 2050. luvun alussa nollan CO<sub>2</sub>-nettopäästön ja sen jälkeen negatiiviset CO<sub>2</sub>-nettopäästöt. Ne polut, jotka saavuttavat nollanettopäästöt, tekevät sen noin 2070-luvulla. Polut, jotka rajoittavat lämpenemisen 2C:een (> 67 %), saavuttavat nollatason<sub>CO<sub>2</sub></sub> -päästöt 2070-luvun alussa. Maailmanlaajuisen kasvihuonekaasupäästöjen ennustetaan nousevan huippuunsa vuoden 2020 ja viimeistään vuoteen 2025 mennessä maailmanlaajuisilla mallinnetuilla poluilla, jotka rajoittavat lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen (> 50 %) ilman ylitystä tai rajallisesti ylittyen ja niillä, jotka rajoittavat lämpenemisen kahteen celsiusasteeseen (> 67 %) ja joihin ryhdytään välittömiin toimiin. (*korkea luotettavuus*) {3.3.2, 3.3.4, 4.1, taulukko 3.1, kuva 3.6} (taulukko XX)

**[ALOITUSTAULUKKO XX]**

**Tpystyy XX:** Kasvihuonekaasujen ja CO<sub>2</sub>-päästöjen vähennykset vuodesta 2019, mediaani ja 5–95 prosenttipistettä {3.3.1; 4.1. Taulukko 3.1; Kuva 2.5; Laatikko SPM1}

		Vähennykset vuoden 2019 päästötasoista (%)			
		2030	2035	2040	2050
Lämpenemisen rajaaminen 1,5 °C:een (> 50 %) ilman ylitystä tai rajallista ylitystä	GHG	43 [34–60]	60 [49–77]	69 [58–90]	84 [73–98]
	CO <sub>2</sub>	48 [36–69]	65 [50–96]	80 [61–109]	99 [79–119]
Lämpenemisen rajaaminen 2 °C:een (> 67 %)	GHG	21 [1–42]	35 [22–55]	46 [34–63]	64 [53–77]
	CO <sub>2</sub>	22 [1–44]	37 [21–59]	51 [36–70]	73 [55–90]

**[LOPPUTAULUKKO XX]**

**B.6.2** CO<sub>2</sub>-nettopäästöjen<sup>tai</sup> kasvihuonekaasujen nollanettopäästöjen saavuttaminen edellyttää ennen kaikkea<sup>hiilidioksidin</sup> bruttopäästöjen suuria ja nopeita vähennyksiä sekä muiden kuin CO<sub>2</sub>-kaasupäästöjen merkittäviä vähennyksiä (*korkea luotettavuus*). Esimerkiksi mallinnetuilla poluilla, jotka rajoittavat lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen (> 50 %) ilman ylitystä tai rajallista ylitystä, maailmanlaajuiset metaanipäästöt vähenevät 34 [21–57] prosenttia vuoteen 2030 mennessä vuoteen 2019 verrattuna. Joitakin kasvihuonekaasujen jäännöspäästöjä (esim. maatalouden, ilmailun, merenkulun ja teollisten prosessien päästöjä) on kuitenkin edelleen jäljellä, ja niitä olisi tasapainotettava ottamalla käyttöön hiilidioksidin poistomenetelmiä<sup>hiilidioksidin</sup> nollanettopäästöjen tai kasvihuonekaasupäästöjen (*korkea luotettavuus*) saavuttamiseksi. Tämän seurauksena CO<sub>2</sub> -nettoarvo saavutetaan ennen kasvihuonekaasujen nettonollaa (*korkea luotettavuus*). {3.3.2, 3.3.3, taulukko 3.1, kuva 3.5} (Kuva SPM.5)

**B.6.3** Maailmanlaajuinen mallinnettu hillitsemispolku, jolla päästään nollanettohiilidioksidipäästöihin<sup>ja</sup> kasvihuonekaasupäästöihin, sisältää siirtymisen fossiilisista polttoaineista ilman hiilidioksidin talteenottoa ja varastointia (CCS) erittäin vähähiilisiin tai vähähiilisiin energialähteisiin, kuten uusiutuviin energialähteisiin tai

fossiilisiin polttoaineisiin, joihin liittyy hiilidioksidin talteenotto ja varastointi, kysyntäpuolen toimenpiteet ja tehokkuuden parantaminen, muiden kuin hiilidioksidipäästöjen vähentäminen ja CDR<sup>47</sup>. Useimmissa globaaleissa mallinnetuissa väylissä maankäytön muutos ja metsätalous (uudelleenmetsityksen ja metsäkadon vähenemisen kautta) ja energiahuoltosektori saavuttavat nollatason CO<sub>2</sub>-päästöt nopeammin kuin rakennus-, teollisuus- ja liikennesektorit. (*korkea luotettavuus*) {3.3.3, 4.1, 4.5, kuva 4.1} (Kuva SPM.5, Box SPM.1)

**B.6.4** Mitigaatiovaihtoehdoilla on usein synergioita muiden kestävä kehityksen näkökohtien kanssa, mutta joihinkin vaihtoehtoihin voi liittyä myös kompromisseja. Kestävä kehityksen ja esimerkiksi energiatehokkuuden ja uusiutuvan energian välillä on mahdollisia synergioita. Vastaavasti<sup>48</sup> biologiset CDR-menetelmät, kuten uudelleenmetsitys, parempi metsänhoito, maaperän hiilen sitominen, turvemaiden ennallistaminen ja rannikon sinisen hiilen hoito, voivat parantaa biologista monimuotoisuutta ja ekosysteemien toimintoja, työllisyyttä ja paikallisia elinkeinoja kontekstista riippuen. Biomassakasvien metsityksellä tai tuotannolla voi kuitenkin olla haitallisia sosioekonomisia ja ympäristövaikutuksia, kuten biologiseen monimuotoisuuteen, elintarvike- ja vesiturvallisuuteen, paikalliseen toimeentuloon ja alkuperäiskansojen oikeuksiin, erityisesti, jos niitä toteutetaan laajamittaisesti ja maanomistus on epävarmaa. Mallinnettuihin väyliin, joissa oletetaan resurssien tehokkaampi käyttö tai jotka siirtävät globaalin kehityksen kohti kestävä kehitystä, sisältyy vähemmän haasteita, kuten vähemmän riippuvuutta urakehitystä koskevasta kertomuksesta ja painetta maahan ja biologiseen monimuotoisuuteen. (*korkea luottamus*) {3.4.1}

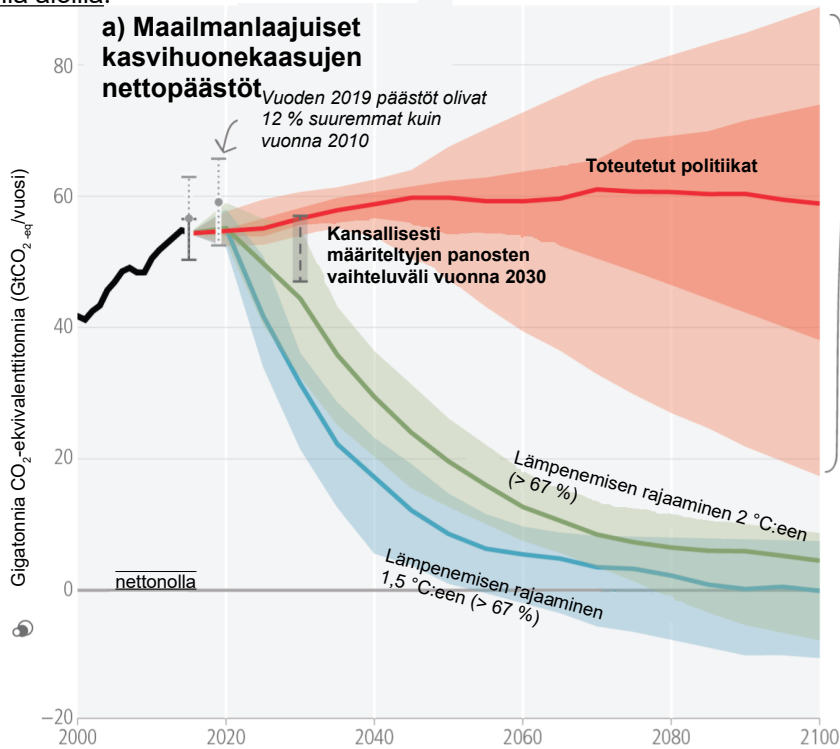
[ALKAA KUVA SPM.5 TÄÄLTÄ]

47 CCS on vaihtoehto vähentää laajamittaisista fossiilipohjaisista energialähteistä ja teollisuuden lähteistä peräisin olevia päästöjä edellyttäen, että geologista varastointia on saatavilla. Kun CO<sub>2</sub> otetaan talteen suoraan ilmakehästä (DACCS) tai biomassasta (BECCS), CCS tarjoaa näiden CDR-menetelmien varastointikomponentin. CO<sub>2</sub> talteenotto ja pinnanalainen injektointi on kypsä tekniikka kaasun käsittelyyn ja öljyn talteenottoon. Toisin kuin öljy- ja kaasualalla, hiilidioksidin talteenotto ja varastointi on vähemmän kypsää energia-alalla sekä sementin ja kemikaalien tuotannossa, jossa se on kriittinen hillitsemisvaihtoehto. Teknisen geologisen varastointikapasiteetin arvioidaan olevan noin 1000 GtCO<sub>2</sub>, mikä on enemmän kuin CO<sub>2</sub>-varastointivaatimukset vuoteen 2100 asti, jotta ilmaston lämpeneminen voidaan rajoittaa 1,5 celsiusasteeseen, vaikka geologisen varastoinnin alueellinen saatavuus voisi olla rajoittava tekijä. Jos geologinen varastointipaikka valitaan ja sitä hallinnoidaan asianmukaisesti, on arvioitu, että CO<sub>2</sub> voidaan pysyvästi eristää ilmakehästä. CCS:n täytäntöönpanossa on tällä hetkellä teknisiä, taloudellisia, institutionaalisia, ekologisia, ympäristöön liittyviä ja sosiokulttuurisia esteitä. Tällä hetkellä hiilidioksidin talteenoton ja varastoinnin maailmanlaajuiset käyttöasteet ovat paljon pienempiä kuin mallinnetut kehityspotit, joilla maapallon lämpeneminen rajoitetaan 1,5 celsiusasteeseen kahteen celsiusasteeseen. Näitä esteitä voitaisiin vähentää mahdollistamalla esimerkiksi poliittiset välineet, julkisen tuen lisääminen ja teknologinen innovointi. (*korkea luottamus*) {3.3.3}

48 CDR:n käyttöönoton vaikutukset, riskit ja sivuhyödyt ekosysteemien, biologisen monimuotoisuuden ja ihmisten kannalta vaihtelevat suuresti menetelmän, aluekohtaisen kontekstin, täytäntöönpanon ja laajuuden mukaan (*korkea luottamus*).

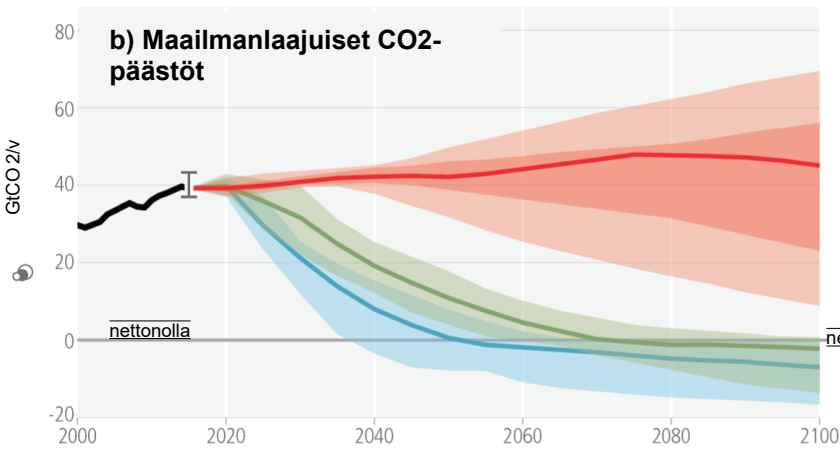
# Lämpenemisen rajoittaminen 1,5 celsiusasteeseen ja 2 °C: een edellyttää nopeita, syviä ja useimmissa tapauksissa välittömiä kasvihuonekaasupäästöjen vähennyksiä.

CO<sub>2</sub>-nettopäästöt ja kasvihuonekaasujen nollanettopäästöt voidaan saavuttaa tekemällä voimakkaita vähennyksiä kaikilla aloilla.

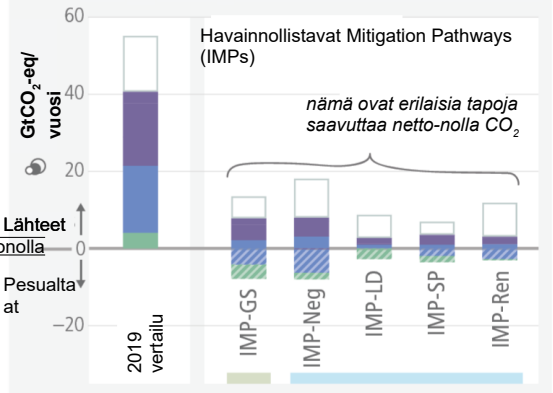


Toteutetut politiikat johtavat ennustettuihin päästöihin, jotka johtavat 0,2 °C:n lämpenemiseen 2,2 °C:sta 3,5 °C:seen (keskiuuri luotettavuus)

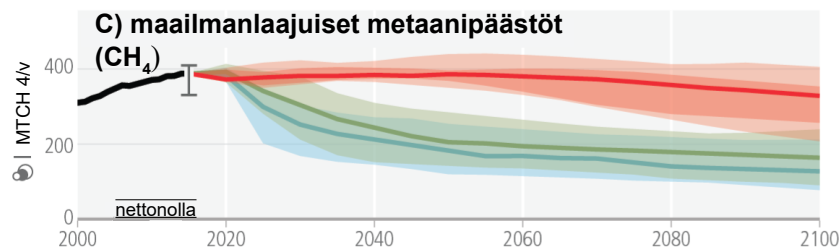
- Avain
- Toteutetut politiikat (mediaani, prosenttipisteet 25–75 % ja 5–95 %)
  - Lämpenemisen rajaaminen 2 °C:een (> 67 %)
  - Lämpenemisen rajaaminen 15 °C:een (> 50 %) ilman ylitystä tai rajallista ylitystä
  - Aikaisemmat päästöt (2000–2015)
  - Aikaisemmat kasvihuonekaasupäästöt ja epävarmuus vuosina 2015 ja 2019 (piste osoittaa mediaani)



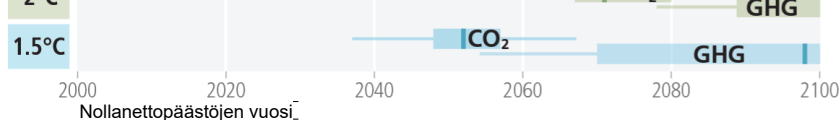
## E) Kasvihuonekaasupäästöt sektoreittain nollanettohiilidioksidin aikaan verrattunavuoteen 2019



- Avain
- Muut kuin CO<sub>2</sub>-päästöt
  - Liikenne, teollisuus ja rakennukset
  - Energiantuotto (sähkö mukaan luettuna)
  - Maankäytön muutos ja metsätalous



## D) Nolla CO<sub>2</sub> saavutetaan ennen kasvihuonekaasujen nettopäästöjen nollaan saamista



**Kuva SPM.5: Maailmanlaajuiset päästövälit, jotka ovat yhdenmukaisia toteutettujen politiikkojen ja hillitsemisstrategioiden kanssa. Paneelit a, b ja c osoittavat maailmanlaajuisen kasvihuonekaasu-, CO<sub>2</sub>- ja metaanipäästöjen kehityksen mallinnetuilla poluilla, kun taas paneeli (d) osoittaa, milloin kasvihuonekaasu- ja CO<sub>2</sub>-päästöt saavuttavat nollanettoarvon. Värilliset vaihteluvälit tarkoittavat 5.–95. persentiiliä maailmanlaajuisilla mallinnetuilla poluilla, jotka kuuluvat tiettyyn luokkaan, kuten laatikossa SPM.1. kuvataan. Punaiset vaihteluvälit kuvaavat päästöpolkuja olettaen, että toimintapolitiikat oli toteutettu vuoden 2020 loppuun mennessä. Mallinnettujen reittien vaihteluvälit, jotka rajoittavat lämpenemisen 1,5 °C:een (> 50 %) ilman ylitystä tai rajallista ylitystä, esitetään vaaleansinisinä (luokka C1), ja polut, jotka rajoittavat lämpenemisen 2 °C:een (> 67 %), esitetään vihreinä (luokka C3). Maailmanlaajuiset päästövälit, jotka rajoittaisivat lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen (> 50 %) ilman ylitystä tai rajallista ylitystä ja saavuttavat myös nollanettokasvihuonekaasun vuosisadan jälkipuoliskolla, tekevät niin vuosina 2070–2075. Paneelissa e) esitetään CO<sub>2</sub>-päästöjen ja muiden kuin hiilidioksidin päästölähteiden alakohtaiset panokset, ja siinä vaiheessa, kun CO<sub>2</sub>-nettopäästöt saavutetaan havainnollistavilla hillitsemisväylillä (IMP-SP), jotka vastaavat lämpenemisen rajoittamista 1,5 celsiusasteeseen siten, että ne ovat erittäin riippuvaisia negatiivisista nettopäästöistä (IMP-Neg) ("korkea ylitys"), korkea resurssitehokkuus (IMP-LD), keskitytään kestävään kehitykseen (IMP-SP), uusiutuvat energialähteet (IMP-Ren) ja lämpenemisen rajoittaminen kahteen celsiusasteeseen vähemmällä hillitsemisellä, jota seuraa aluksi asteittainen vahvistaminen (IMP-GS). Eri yhdenmukaisen meripolitiikan positiivisia ja negatiivisia päästöjä verrataan kasvihuonekaasupäästöihin vuodesta 2019 alkaen. Energiahuolto (sähkö mukaan luettuna) sisältää bioenergian, johon liittyy hiilidioksidin talteenotto ja varastointi sekä suora ilman hiilidioksidin talteenotto ja varastointi. Maankäytön muutoksesta ja metsätaloudesta aiheutuvat CO<sub>2</sub>-päästöt voidaan esittää nettolukuina vain, koska monet mallit eivät ilmoita tämän luokan päästöjä ja nieluja erikseen. {Kuva 3.6, 4.1} (laatikko SPM.1)**

## [LÄHETÄ KUVA SPM.5 TÄÄLLÄ]

### Ylitys: Lämpenevän tason ylittäminen ja paluu

**B.7 Jos lämpeneminen ylittää määritellyn tason, kuten 1,5 °C, se voidaan vähitellen vähentää uudelleen saavuttamalla kestävä maailmanlaajuiset negatiiviset hiilidioksidipäästöt. Tämä edellyttäisi hiilidioksidin poiston lisäämistä verrattuna väyliin, joissa ei ylitetä, mikä lisäisi toteutettavuutta ja kestävyyttä koskevia huolenaiheita. Ylittyminen aiheuttaa haittavaikutuksia, joitakin peruuttamattomia ja lisäriskejä ihmis- ja luonnonjärjestelmille, jotka kaikki kasvavat ylityksen suuruuden ja keston myötä. (korkea luotettavuus) {3.1, 3.3, 3.4, taulukko 3.1, kuva 3.6}**

**B.7.1** Vain pieni osa kunnianhimoisimmista maailmanlaajuisista mallinnoista rajoittaa maapallon lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen (> 50 %) vuoteen 2100 mennessä ylittämättä tätä tasoa väliaikaisesti. Maailmanlaajuisen negatiivisten CO<sub>2</sub>-nettopäästöjen saavuttaminen ja ylläpitäminen, kun vuotuinen CDR-aste on suurempi kuin CO<sub>2</sub>-jäämääpäästöt, vähentäisi asteittain lämpenemistä (korkea luotettavuus). Tämän ylityksen aikana ilmenevät haittavaikutukset, jotka aiheuttavat ylimääräistä lämpenemistä palautemekanismin, kuten metsäpalojen lisääntymisen, puiden massakuolleisuuden, turvemaiden kuivaamisen ja ikiroudan sulamisen, luonnollisen maan hiilinielujen heikkenemisen ja kasvihuonekaasupäästöjen lisääntymisen kautta, tekisivät paluusta haastavampaa (keskiluotettavuus). {3.3.2, 3.3.4, taulukko 3.1, kuva 3.6} (laatikko SPM.1)

**B.7.2** Mitä suurempi ja mitä pitempi ylityksen kesto on, sitä enemmän ekosysteemejä ja yhteiskuntia altistetaan yhä laajemmille ilmastovaikutusten aiheuttajien muutoksille, mikä lisää monien luonnon- ja ihmisten järjestelmien riskejä. Verrattuna väyliin, joilla ei ole ylittymistä, yhteiskunnille aiheutuisi suurempia riskejä infrastruktuurille, matalille rannikon asutusalueille ja niihin liittyville elinkeinoille. Ylitys 1,5 celsiusasteessa johtaa peruuttamattomiin haittavaikutuksiin tiettyihin ekosysteemeihin, joilla on heikko sitkeys, kuten napa-, vuoristo- ja rannikkoekosysteemeihin, jotka vaikuttavat jääpeitteeseen, jäätiköiden sulamiseen tai merenpinnan nopeutumiseen ja voimakkaampaan nousuun. (korkea luotettavuus) {3.1.2, 3.3.4}

**B.7.3** Mitä suurempi ylitys on, sitä enemmän nettomääräisiä negatiivisia CO<sub>2</sub>-päästöjä tarvittaisiin 1,5 celsiusasteeseen pääsemiseksi vuoteen 2100 mennessä. Siirtyminen hiilidioksidin nollanettopäästöihin nopeammin ja muiden kuin hiilidioksidipäästöjen, kuten metaanipäästöjen, vähentäminen nopeammin rajoittaisi huippulämpenemistasoa ja vähentäisi vaatimusta negatiivisista CO<sub>2</sub>-nettopäästöistä, mikä vähentäisi toteutettavuus- ja kestävyysongelmia sekä CDR:n laajamittaiseen käyttöönottoon liittyviä sosiaalisia ja ympäristöriskejä. (korkea luotettavuus) {3.3.3, 3.3.4, 3.4.1, taulukko 3.1}

## C. Vastaukset lähiajalla

### Lähiajan yhdennettyjen ilmastotoimien kiireellisyys

**C.1 Ilmastomuutos on uhka ihmisten hyvinvoinnille ja maapallon terveydelle (hyvin suuri luottamus). On nopeasti closing ikkuna mahdollisuus turvata elinkelpoinen ja kestävä tulevaisuus kaikille (erittäin korkea luottamus). Ilmastomuutoksen kestävässä kehityksessä otetaan huomioon sopeutuminen ja hillitseminen kestävä kehityksen edistämiseksi kaikille, ja se on mahdollista lisäämällä kansainvälistä yhteistyötä, mukaan lukien riittävien rahoitusvarojen saatavuuden parantaminen erityisesti haavoittuvien alueiden, alojen ja ryhmien kannalta sekä osallistava hallinto ja koordinoitua politiikkaa (korkea luottamus). Tällä vuosikymmenellä toteutetuilla valinnoilla ja toimilla on vaikutuksia nyt ja tuhansien vuosien ajan (korkea luottamus). {3.1, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.7, 4.8, 4.9, kuva 3.1, 3.3, kuva, kuva 4.2} (kuva SPM.1; Kuva SPM.6)**

**C.1.1** Todisteet havaituista haittavaikutuksista ja niihin liittyvistä menetyksistä ja vahingoista, ennakoituista riskeistä, haavoittuvuus- ja sopeutumisrajojen tasoista ja suuntauksista osoittavat, että maailmanlaajuiset ilmastomuutoksen kestävä kehitystoimet ovat kiireellisempiä kuin AR5:ssä aiemmin arvioitiin. Ilmastomuutoksen kestävässä kehityksessä yhdistyvät sopeutuminen ja kasvihuonekaasupäästöjen hillitseminen kestävä kehityksen edistämiseksi kaikille. Aiempi kehitys, päästöt ja ilmastomuutos ovat rajoittaneet ilmastomuutoksen kestäviä kehitysväyliä, ja niitä rajoittavat asteittain jokainen lämpenemisen lisääntyminen, erityisesti yli 1,5 celsiusasteen. (erittäin korkea luottamus) {3.4; 3.4.2; 4.1}

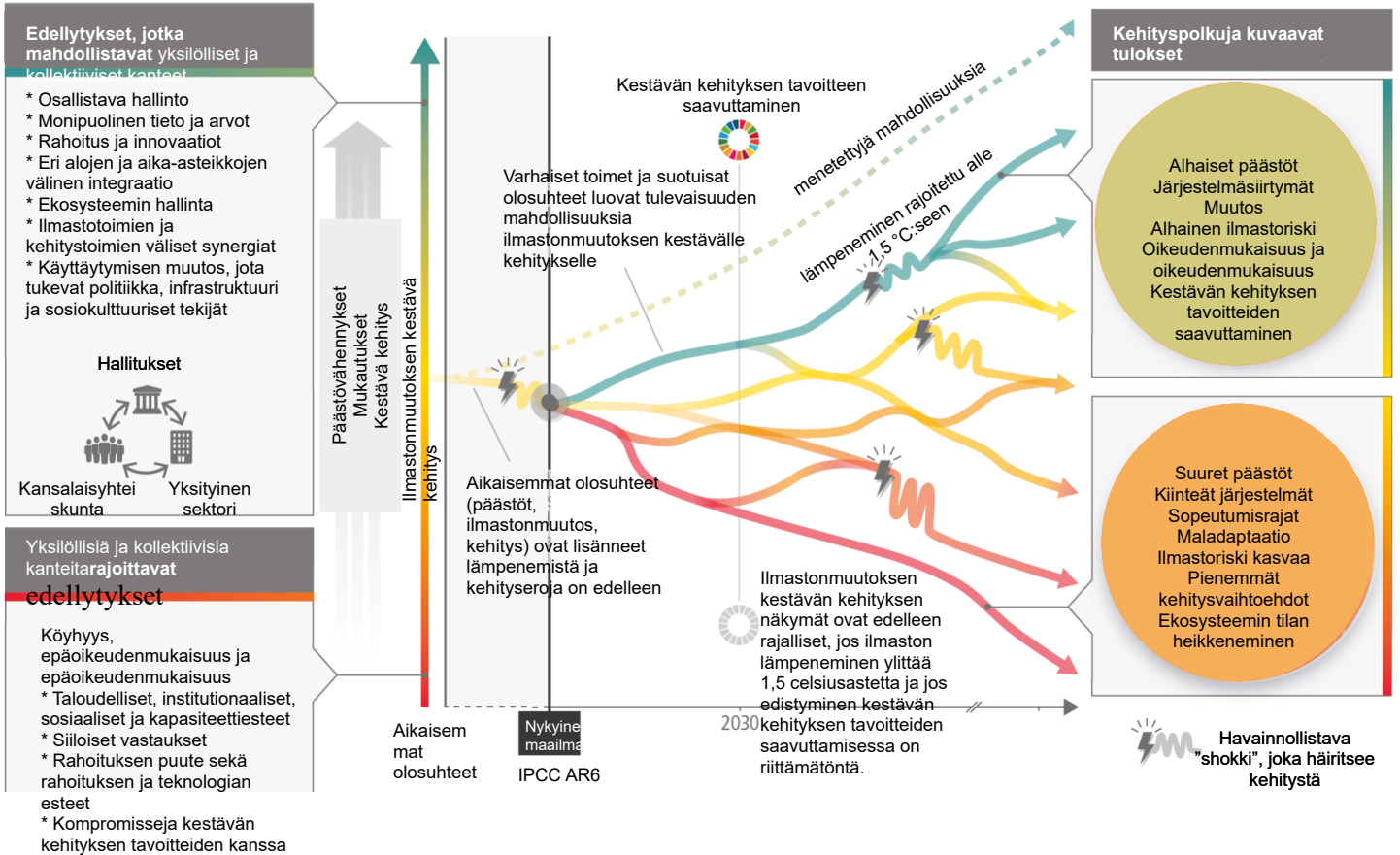
**C.1.2** Valtiotasoa alemmalla, kansallisella ja kansainvälisellä tasolla toteutettavat hallituksen toimet kansalaisyhteiskunnan ja yksityisen sektorin kanssa ovat keskeisessä asemassa, kun pyritään mahdollistamaan ja nopeuttamaan kehitysväyliä kohti kestävä kehitystä ja ilmastomuutoksen kestävä kehitystä (erittäin korkea luottamus). Ilmastomuutoksen kestävä kehitys on mahdollista, kun hallitukset, kansalaisyhteiskunta ja yksityinen sektori tekevät osallistavia kehitysvaihtoehtoja, joissa asetetaan etusijalle riskien vähentäminen, oikeudenmukaisuus ja oikeudenmukaisuus, ja kun päätöksentekoprosessit, rahoitus ja toimet on integroitu hallinnon tasoille, sektoreille ja aikatauluille (erittäin korkea luottamus). Mahdollistavat olosuhteet eriytetään kansallisten, alueellisten ja paikallisten olosuhteiden ja maantieteellisten olosuhteiden mukaan valmiuksien mukaan, ja niihin kuuluvat: poliittinen sitoutuminen ja seuranta, koordinoitu politiikka, sosiaalinen ja kansainvälinen yhteistyö, ekosysteemien hallinta, osallistava hallinto, tietämyksen monimuotoisuus, teknologinen innovointi, seuranta ja arviointi sekä riittävien taloudellisten resurssien parempi saatavuus erityisesti heikossa asemassa olevien alueiden, alojen ja yhteisöjen kannalta (korkea luottamus). {3.4; 4.2, 4.4, 4.5, 4.7, 4.8} (Kuva SPM.6)

**C.1.3** Jatketut päästöt vaikuttavat edelleen kaikkiin ilmastojärjestelmän tärkeimpiin komponentteihin, ja monet muutokset ovat peruuttamattomia sadan vuoden välein ja tulevat suuremmiksi ilmaston lämpenemisen lisääntyessä. Ilman kiireellisiä, tehokkaita ja oikeudenmukaisia hillitsemis- ja sopeutumistoimia ilmastomuutos uhkaa enenevässä määrin ekosysteemejä, biologista monimuotoisuutta sekä nykyisten ja tulevien sukupolvien toimeentuloa, terveyttä ja hyvinvointia. (korkea luottamus) {3.1.3; 3.3.3; 3.4.1, kuva 3.4; 4.1, 4.2, 4.3, 4.4} (Kuva SPM.1, kuva SPM.6).

[ALKAA KUVA SPM.6 TÄÄLTÄ]

# Mahdollisuudet ovat nopeasti kaventuneet ilmastomuutoksen kestävä kehityksen mahdollistamiseksi.

Useat vuorovaikutuksessa olevat valinnat ja toimet voivat siirtää kehityspolkuja kohti kestävyttä



**Kuva SPM.6:** Havainnollistavat kehityspolut (punainen vihreäksi) ja niihin liittyvät tulokset (oikea paneeli) osoittavat, että on nopeasti kaventunut mahdollisuus turvata elinkelpoinen ja kestävä tulevaisuus kaikille. Ilmastomuutoksen kestävä kehitys on prosessi, jossa toteutetaan kasvihuonekaasujen hillitsemis- ja sopeutumistoimenpiteitä kestävä kehityksen tukemiseksi. Erilaiset kehityspolut osoittavat, että vuorovaikutuksessa olevat valinnat ja toimet, joita eri hallinnon, yksityisen sektorin ja kansalaisyhteiskunnan toimijat tekevät, voivat edistää ilmastomuutoksen kestävä kehitystä, siirtyä kohti kestävyttä ja mahdollistaa pienemmät päästöt ja sopeutumisen. Monipuoliseen tietoon ja arvoihin kuuluvat kulttuuriarvot, alkuperäiskansojen osaaminen, paikallinen tietämys ja tieteellinen tietämys. Ilmastolliset ja muut kuin ilmasto-olot, kuten kuivuus, tulvat tai pandemiat, aiheuttavat vakavampia häiriöitä kehitysväylille, joilla on vähemmän ilmastomuutosta kestävä kehitys (punainen keltaiseksi) kuin kehitysväylille, joilla on korkeampi ilmastomuutoksen kestävä kehitys (vihreä). Joidenkin ihmisen ja luonnon järjestelmien sopeutumiskyvyille ja sopeutumiskyvyille on rajansa, kun ilmaston lämpeneminen on 1,5 °C, ja jokainen lämpenemisen lisääntyminen, menetykset ja vahingot lisääntyvät. Maiden toteuttamat kehityspolut talouskehityksen kaikissa vaiheissa vaikuttavat kasvihuonekaasupäästöihin ja ilmastomuutoksen hillitsemisen haasteisiin ja mahdollisuuksiin, jotka vaihtelevat maittain ja alueittain. Toimintaväyliä ja toimintamahdollisuuksia muokkaavat aiemmat toimet (tai menetetyt toimet ja mahdollisuudet; katkottu tie) ja mahdollistavat ja rajoittavat olosuhteet (vasen paneeli), ja ne tapahtuvat ilmastoriskien, sopeutumisrajojen ja kehityspuutteiden yhteydessä. Mitä pidempiä päästövähennyksiä lykätään, sitä vähemmän tehokkaita sopeutusvaihtoehtoja on. {Kuva 4.2; 3.1. 3.2. 3.4; 4.2; 4.4; 4.5; 4.6; 4.9}

[LÄHETÄ KUVA SPM.6 TÄÄLLÄ]

## Near-Term Action -toiminnan hyödyt

**C.2 Syvä, nopea ja kestävä hillitseminen ja sopeutumistoimien täytäntöönpanon nopeutettu toteuttaminen tällä vuosikymmenellä vähentäisivät ihmisille ja ekosysteemeille aiheutuvia ennakoituja menetyksiä ja vahinkoja (erittäinluotettava), mikä johtaa moniin lisähyötyihin erityisesti ilmanlaadun ja terveyden kannalta (korkea luottamus). Viivästynyt hillitsemis- ja sopeutuminen toimii lukitsena suuripäästöiseen infrastruktuuriin, lisäksi hukkainvestointien ja kustannusten lisääntymisen riskinä, vähentäisi toteutettavuutta ja lisäisi tappioita ja**

**vahinkoja (*korkea luottamus*). Lyhyen aikavälin toimiin sisältyy suuria alkuinvestointeja ja mahdollisesti häiritseviä muutoksia, joita voidaan vähentää erilaisten mahdollistavien politiikkojen avulla (*korkea luottamus*). {2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8}**

**C.2.1** Syvä, nopea ja kestävä hillitseminen ja sopeutumistoimien täytäntöönpanon nopeuttaminen tällä vuosikymmenellä vähentäisivät ilmastonmuutokseen liittyviä tulevia menetyksiä ja vahinkoja ihmisille ja ekosysteemeille (*erittäin suuri luottamus*). Koska sopeutusvaihtoehdoilla on usein pitkiä täytäntöönpanoaikoja, sopeutumisen nopeutettu täytäntöönpano tällä vuosikymmenellä on tärkeää sopeutusvajaiden kuromiseksi umpeen (*korkea luottamus*). Kattavilla, tehokkailla ja innovatiivisilla ratkaisuilla, joissa yhdistetään sopeutumista ja hillitsemistä, voidaan hyödyntää synergioita ja vähentää sopeutumisen ja hillitsemisen välisiä kompromisseja (*korkea luottamus*). {4.1, 4.2, 4.3}.

**C.2.2** Viivästyneet hillitsemistoimet lisäävät entisestään ilmaston lämpenemistä, menetykset ja vahingot lisääntyvät, ja ihmisten ja luonnonjärjestelmien lisäykset saavuttavat sopeutumisraajat (*korkea luottamus*). Viivästyneistä sopeutus- ja lieventämistoimista johtuvia haasteita ovat muun muassa kustannusten nousun riski, infrastruktuurin lukkiutuminen, hukkainvestoinnit sekä sopeutus- ja hillitsemisvaihtoehtojen toteutettavuuden ja tehokkuuden heikkeneminen (*korkea luottamus*). Ilman nopeita, syvällisiä ja kestäviä hillitsemistoimia ja nopeutettuja sopeutumistoimia menetykset ja vahingot lisääntyvät edelleen, mukaan lukien ennakoitujen haitallisten vaikutusten Afrikassa, vähiten kehittyneissä maissa, pienissä ja keskisuurissa maissa, Keski- ja Etelä-Amerikassa,<sup>49</sup> Aasiassa ja arktisella alueella, ja ne vaikuttavat suhteettoman paljon heikoimmassa asemassa oleviin väestöryhmiin (*korkea luottamus*). {2.1.2; 3.1.2, 3.2, 3.3.1, 3.3.3; 4.1, 4.2, 4.3} (Kuva SPM.3, kuva SPM.4)

**C.2.3** Nopeutetuista ilmastotoimista voi myös olla oheishyötyjä (ks. myös C.4). Monilla hillitsemistoimilla olisi terveyshyötyjä, koska ilmansaasteet vähenevät, aktiivinen liikkuvuus (esim. kävely, pyöräily) ja siirtyminen kestäväan terveelliseen ruokavalioon. Metaanipäästöjen voimakkaat, nopeat ja kestävät vähennykset voivat rajoittaa lähiajan lämpenemistä ja parantaa ilmanlaatua vähentämällä maailmanlaajuisia pinta-otsonia. (*korkea luottamus*) Sopeuttamisella voi olla monia lisähyötyjä, kuten maatalouden tuottavuuden, innovoinnin, terveyden ja hyvinvoinnin, elintarviketurvan, toimeentulon ja biologisen monimuotoisuuden säilyttämisen (*erittäin korkea luottamus*) parantaminen. {4.2, 4.5.4, 4.5.5, 4.6}

**C.2.4** Kustannus-hyötyanalyysi on edelleen rajallinen sen kyvyssä edustaa kaikkia ilmastonmuutoksen aiheuttamia vahinkoja (*korkea luottamus*). Ilmanlaadun parantamisesta ihmisten terveydelle saatava taloudellinen hyöty voi olla yhtä suuri kuin hillitsemiskustannusten suuruusluokka ja mahdollisesti jopa suurempi (*keskiluottamus*). Vaikka kaikkia mahdollisia vahinkojen välttämisen hyötyjä ei oteta huomioon, ilmaston lämpenemisen rajoittamisesta kahteen celsiusasteeseen saatava maailmanlaajuinen taloudellinen ja sosiaalinen hyöty ylittää useimmissa arvioidussa kirjallisuudessa hillitsemiskustannukset (*keskiluottamus*).<sup>50</sup> Ilmastonmuutoksen hillitseminen nopeammin, kun päästöt ovat suurimmillaan aikaisemmin, lisää sivuhyötyjä ja vähentää toteutettavuusriskejä ja -kustannuksia pitkällä aikavälillä, mutta vaatii suurempia alkuinvestointeja (*korkea luottamus*). {3.4.1, 4.2}

**C.2.5** Ambitious-vähentämisväylät merkitsevät suuria ja joskus häiritseviä muutoksia nykyisissä taloudellisissa rakenteissa, millä on merkittäviä jakautumisvaikutuksia maiden sisällä ja niiden välillä. Ilmastotoimien nopeuttamiseksi näiden muutosten kielteisiä seurauksia voidaan lieventää finanssipoliittisilla, rahoituksellisilla, institutionaalisilla ja sääntelyyn liittyvillä uudistuksilla ja integroimalla ilmastotoimet makrotalouspolitiikkaan i) koko talouden laajuisilla paketeilla, jotka ovat kansallisten olosuhteiden mukaisia ja tukevat kestäviä vähäpäästöisiä kasvupolkuja; II) ilmastonmuutoksen kestävät turvaverkot ja sosiaalinen suojele; ja iii) vähäpäästöisten infrastruktuurien ja teknologioiden rahoituksen saatavuuden parantaminen erityisesti kehitysmaissa. (*korkea luottamus*) {4.2, 4.4, 4.7, 4.8.1}

49 Meksikon eteläosa kuuluu Etelä-Keski-Amerikkaan (SCA) WGI: n osalta. Meksikoa arvioidaan osana Pohjois-Amerikkaa WGII:n osalta. SCA-alueen ilmastonmuutuskirjallisuus sisältää toisinaan Meksikon, ja näissä tapauksissa WGII-arvioinnissa viitataan Latinalaiseen Amerikkaan. Meksikoa pidetään osana Latinalaista Amerikkaa ja Karibiaa WGIII-työryhmässä.

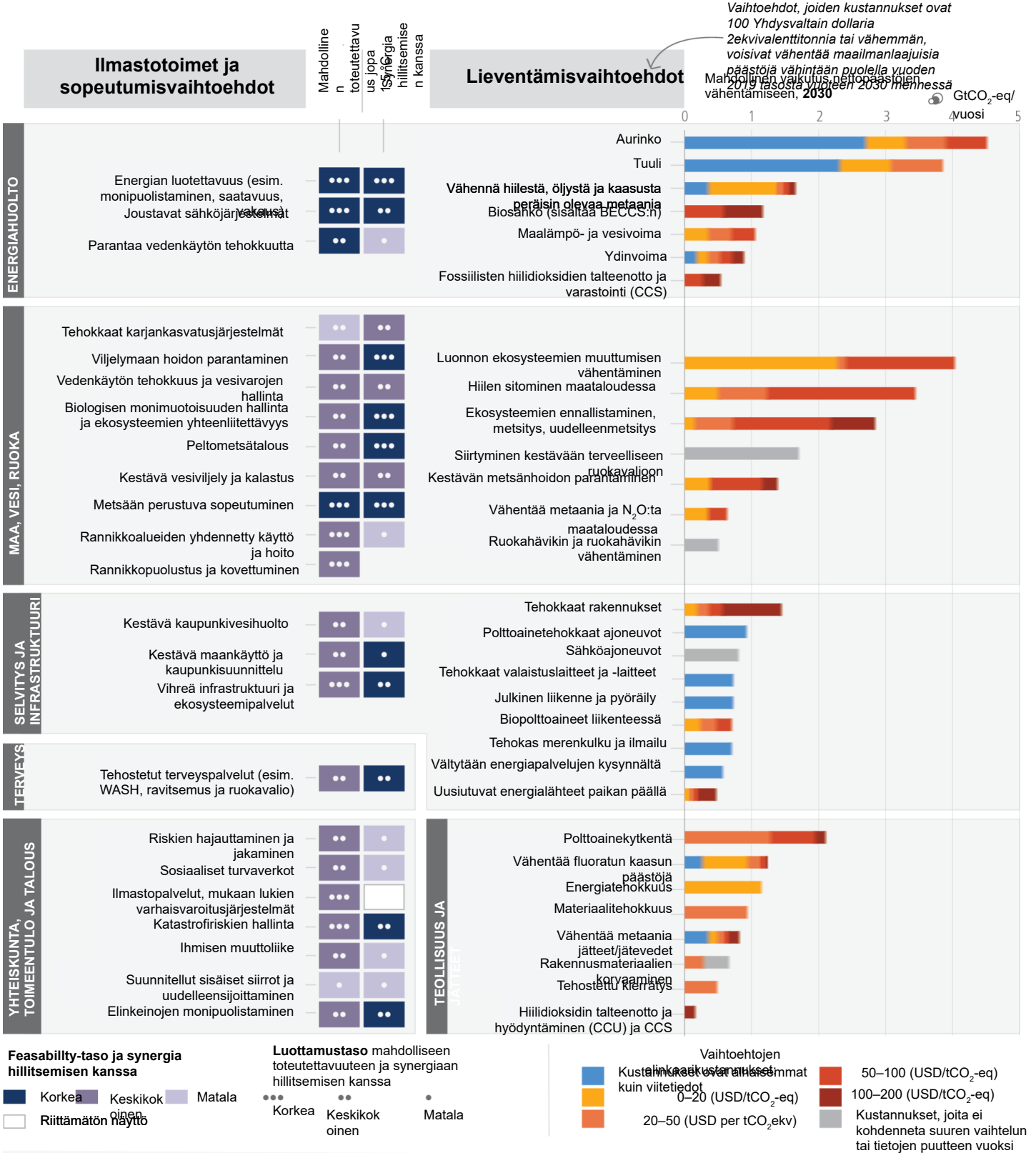
50 Näyttö on liian rajallista, jotta voidaan tehdä samanlainen vankka päätelmä lämpenemisen rajoittamisesta 1,5 celsiusasteeseen. Ilmaston lämpenemisen rajaaminen 1,5 celsiusasteeseen kahden celsiusasteen asemasta lisäisi hillitsemiskustannuksia, mutta myös lisäisi hyötyjä vaikutusten vähenemisen ja siihen liittyvien riskien sekä sopeutumistarpeiden vähenemisen muodossa (*korkea luottamus*).



**[ALKAA KUVA SPM.7 TÄÄLTÄ]**

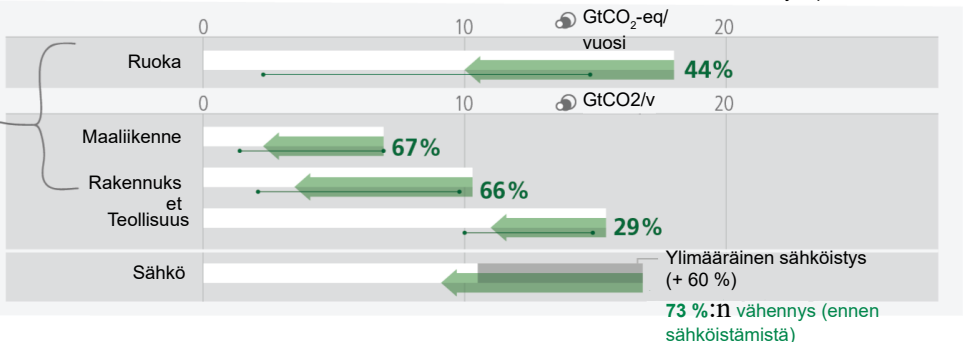
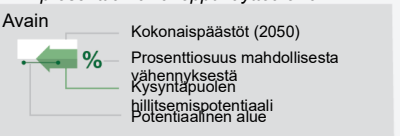
## Ilmastotoimien laajentamiseen on monia mahdollisuuksia

a) Ilmastotoimien ja siihen sopeutumisen toteutettavuus ja hillitsemisvaihtoehtojen mahdollisuudet lyhyellä aikavälillä



### b) kysyntäpuolen potentiaali hillitsemisvaihtoehtot vuoteen 2050 mennessä

Maailmanlaajuiset päästöjen vähennyspotentiaali on 40–70 prosenttia näillä loppukäyttöaloilla.



**Kuva SPM.7: Useita mahdollisuuksia ilmastotoimien laajentamiseen. Paneelissa a** esitetään valitut lieventämis- ja sopeutumisvaihtoehdot eri järjestelmissä. Paneelin vasen puoli näyttää ilmastoreaktioita ja sopeutumisvaihtoehtoja, jotka on arvioitu niiden moniulotteisen toteutettavuuden kannalta globaalissa mittakaavassa, lyhyellä aikavälillä ja jopa 1,5 °C: n ilmaston lämpenemiseksi. Koska yli 1,5 celsiusasteen kirjallisuus on rajallista, korkeampien lämpenemistasojen toteutettavuus saattaa muuttua, mitä ei ole tällä hetkellä mahdollista arvioida luotettavasti. Tässä yhteydessä käytetään termiä ”vastaus” sopeutumisen lisäksi, koska joitakin vastauksia, kuten muuttoliikettä, sisäisiä siirtoja ja uudelleensijoittamista, voidaan pitää sopeutumisenä. Metsäpohjaiseen sopeutumiseen kuuluu kestävä metsänhoito, metsien suojeleminen ja ennallistaminen, uudelleenmetsitys ja metsitys. Pesu tarkoittaa vettä, sanitaatiota ja hygieniaa. Ilmastotoimien ja sopeutumisvaihtoehtojen mahdollisen toteutettavuuden laskemiseen käytettiin kuutta toteutettavuuslottuvuutta (taloudelliset, teknologiset, institutionaaliset, sosiaaliset, ympäristölliset ja geofysikaaliset) sekä niiden synergiaa ilmastomuutoksen hillitsemisen kanssa. Mahdollisten toteutettavuus- ja toteutettavuuslottuvuuksien osalta kaaviossa esitetään korkea, keskitason tai alhainen toteutettavuus. Vaikutusten lieventämisen kanssa syntyvät synergiat ovat korkeat, keskiuuret ja alhaiset.

Paneelin oikealla puolella on yleiskatsaus valituista hillitsemisvaihtoehdoista ja niiden arvioiduista kustannuksista ja mahdollisuuksista vuonna 2030. Kustannukset ovat vältettyjen kasvihuonekaasupäästöjen eliniän diskontattu nettomääräisiä rahallisia kustannuksia, jotka on laskettu suhteessa vertailuteknologiaan. Suhteelliset mahdollisuudet ja kustannukset vaihtelevat paikan, asiayhteyden ja ajan mukaan ja pidemmällä aikavälillä vuoteen 2030 verrattuna. Potentiaalinen (horisontaalinen akseli) on kasvihuonekaasupäästöjen nettovähennys (vähennysten ja/tai parannettujen nielujen summa) jaoteltuna kustannusluokkiin (värilliset palkkisegmentit) suhteessa päästöjen perustasoon, joka koostuu nykyisistä (noin 2019) viiteskenaarioista AR6-skenaariotietokannasta. Mahdollisuudet arvioidaan erikseen kunkin vaihtoehdon osalta, eivätkä ne ole lisäaineita. Terveydenhuoltojärjestelmien hillitsemisvaihtoehdot sisältyvät pääasiassa asutukseen ja infrastruktuuriin (esim. tehokkaat terveydenhuoltorakennukset), eikä niitä voida yksilöidä erikseen. Teollisuudessa polttoaineen vaihtamisella tarkoitetaan siirtymistä sähköön, vetyyn, bioenergiaan ja maakaasuun. Asteittaiset värisiirtymät osoittavat epävarmaa jakautumista kustannusluokkiin epävarmuuden tai suuren riippuvuuden vuoksi. Epävarmuus kokonaispotentiaalista on tyypillisesti 25–50 prosenttia.

**Paneelissa b** esitetään kysynnän hillitsemisvaihtoehtojen ohjeelliset mahdollisuudet vuoteen 2050 mennessä. Potentiaalit arvioidaan noin 500 alhaalta ylöspäin suuntautuvan tutkimuksen perusteella, jotka edustavat kaikkia maailman alueita. Perustaso (valkopalkki) perustuu kahden skenaarion (IEA-STEPS ja IP\_ModAct) alakohtaisiin keskimääräisiin kasvihuonekaasupäästöihin vuonna 2050 kansallisten hallitusten vuoteen 2020 asti ilmoittamien politiikkojen mukaisesti. Vihreä nuoli edustaa kysyntäpuolen päästövähennyspotentiaalia. Potentiaalinen vaihteluväli näkyy viivalla, joka yhdistää kirjallisuudessa ilmoitetut suurimmat ja pienimmät potentiaalit. Elintarvikkeet osoittavat sosiokulttuuristen tekijöiden ja infrastruktuurin käytön kysyntäpuolen potentiaalia ja maankäytön muutoksia, jotka johtuvat elintarvikkeiden kysynnän muutoksesta. Kysyntäpuolen toimenpiteillä ja uusilla loppukäyttöpäalvelujen tarjoamisella voidaan vähentää maailmanlaajuisia kasvihuonekaasupäästöjä loppukäyttöaloilla (rakennukset, maaliikenne, elintarvikkeet) 40–70 prosenttia vuoteen 2050 mennessä perusskenaarioihin verrattuna, kun taas jotkin alueet ja sosioekonomiset ryhmät tarvitsevat lisäenergiaa ja -resursseja. Viimeisellä rivillä esitetään, miten kysyntäpuolen hillitsemisvaihtoehdot muilla aloilla voivat vaikuttaa sähkön kokonaiskysyntään. Tummanharmaa palkki osoittaa, että sähkön kysynnän ennustetaan kasvavan yli vuoden 2050 perustason, mikä johtuu sähköistymisen lisääntymisestä muilla aloilla. Alhaalta ylöspäin suuntautuvan arvioinnin perusteella sähkön kysynnän ennustettu kasvu voidaan välttää kysynnän hillitsemisvaihtoehdoilla infrastruktuurin käytön ja sähkön käyttöön teollisuudessa, maaliikenteessä ja rakennuksissa vaikuttavien sosiokulttuuristen tekijöiden (vihreä nuoli) avulla. {Kuva 4.4}

## [LÄHETÄ KUVA SPM.7 TÄÄLLÄ]

### Vaihto- ja sopeutumisvaihtoehdot eri järjestelmissä

**C.3 Kaikilla aloilla ja järjestelmissä tarvitaan nopeita ja kauaskantoisia siirtymiä, jotta voidaan saavuttaa syvät ja värjäytyypäästövähennykset ja turvata kaikille elinkelpoinen ja kestävä tulevaisuus. Nämä järjestelmäsiirtymät lisäävät merkittävästi laajaa lieventämis- ja sopeutumisvaihtoehtojen valikoimaa. Toteuttamiskelpoisia, tehokkaita ja edullisia vaihtoehtoja hillitsemiseksi ja siihen sopeutumiseksi on jo saatavilla, ja järjestelmien ja alueiden välillä on eroja. (korkea luottamus) {4.1, 4.5, 4,6} (Kuva SPM.7)**

**C.3.1** Nopeat ja syvät päästövähennykset ja ilmastomuutokseen sopeutumisen edellyttämät systeemiset muutokset ovat mittakaavaltaan ennennäkemättömiä, mutta eivät välttämättä nopeuden (*keskiuuren luottamuksen*) kannalta. Järjestelmäsiirtymiä ovat: vähäpäästöisten tai päästöttömien teknologioiden käyttöönotto; kysynnän vähentäminen ja muuttaminen infrastruktuurin suunnittelun ja saatavuuden, sosiokulttuuristen ja käyttäytymistapojen muutosten sekä teknologisen tehokkuuden ja käyttöönoton avulla; sosiaalinen suojeleminen, ilmastopalvelut tai muut palvelut; sekä ekosysteemien suojeleminen ja ennallistaminen (*korkea luottamus*). Käytettävissä on jo toteuttamiskelpoisia, tehokkaita ja edullisia vaihtoehtoja ilmastomuutoksen hillitsemiseksi ja siihen sopeutumiseksi (*korkea luottamus*). Lieventämis- ja

sopeutumisvaihtoehtojen saatavuus, toteutettavuus ja mahdollisuudet lyhyellä aikavälillä vaihtelevat järjestelmien ja alueiden välillä (*erittäin suuri luottamus*). {4.1, 4.5.1–4.5.6} (Kuva SPM.7)

### **Energiajärjestelmät**

**C.3.2** Nolla CO<sub>2</sub> nettoenergiajärjestelmiin kuuluvat seuraavat: vähennetään merkittävästi fossiilisten polttoaineiden kokonaiskäyttöä, vähennetään vähintämättä olevien fossiilisten polttoaineiden käyttöä<sup>51</sup> ja käytetään hiilidioksidin talteenottoa ja varastointia jäljellä olevissa fossiilisten polttoaineiden järjestelmissä; sähköjärjestelmät, jotka eivät aiheuta CO<sub>2</sub>-nettopäästöjä; laajalle levinnyt sähköistäminen; vaihtoehtoiset energiankantajat sovelluksissa, joita ei voida sähköistää; energiansäästö ja energiatehokkuus; ja energiajärjestelmän integroinnin lisääminen (*korkea luottamus*). Suuret päästövähennykset, joiden kustannukset ovat alle 20 tCO<sub>2</sub>ekvivalenttitonnia, johtuvat aurinko- ja tuulienergiasta, energiatehokkuuden parantamisesta ja metaanipäästöjen vähennyksistä (hiilikaivos, öljy ja kaasu, jäte) (*keskiluottamus*). On toteuttamiskelpoisia sopeutumisvaihtoehtoja, jotka tukevat infrastruktuurin häiriönsietokykyä, luotettavia energiajärjestelmiä ja tehokasta vedenkäyttöä nykyisissä ja uusissa energiantuotantojärjestelmissä (*erittäin korkea luottamus*). Energiantuotannon monipuolistaminen (esim. tuulivoiman, aurinkoenergian ja pienimuotoisen vesivoiman avulla) ja kysyntäpuolen hallinta (esim. varastoinnin ja energiatehokkuuden parantaminen) voivat lisätä energian luotettavuutta ja vähentää ilmastonmuutoksen haavoittuvuutta (*korkea luottamus*). Ilmastonmuutokseen sopeutuvat energiamarkkinat, energiaomaisuutta koskevat päivitettyt suunnittelustandardit nykyisen ja ennustetun ilmastonmuutoksen mukaisesti, älykkäät verkkoteknologiat, vankat siirtojärjestelmät ja parempi kapasiteetti toimitusvajaisiin vastaamiseksi ovat erittäin toteuttamiskelpoisia keskipitkällä ja pitkällä aikavälillä, ja niihin liittyy lieventämisen sivuhyötyjä (*erittäin suuri luottamus*). {4.5.1} (Kuva SPM.7)

### **Teollisuus ja liikenne**

**C.3.3** Teollisuuden kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen edellyttää koordinoituja toimia kaikissa arvoketjuissa kaikkien hillitsemisvaihtoehtojen edistämiseksi, mukaan lukien kysynnän hallinta, energia- ja materiaalitehokkuus, kiertotalouden materiaalivirrat sekä vähentämisteknologiat ja tuotantoprosessien muutosmuutokset (*korkea luottamus*). Liikenteessä kestävät biopolttoaineet, vähäpäästöinen vety ja johdannaiset (mukaan lukien ammoniakki ja synteettiset polttoaineet) voivat tukea merenkulun, ilmailun ja raskaan maaliikenteen hiilidioksidipäästöjen vähentämistä, mutta ne edellyttävät tuotantoprosessin parantamista ja kustannusten vähentämistä (*keskiluottamus*). Kestävät biopolttoaineet voivat tarjota lisähyötyjä maaliikenteen hillitsemiseksi lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä (*keskimääräinen luottamus*). Vähäpäästöisillä sähköajoneuvoilla on suuret mahdollisuudet vähentää maanpäällisen liikenteen kasvihuonekaasupäästöjä elinkaaren perusteella (*korkea luottamus*). Akkuteknologioiden edistyminen voisi helpottaa raskaiden kuorma-autojen sähköistämistä ja perinteisten sähköisten rautatiejärjestelmien täydentämistä (*keskiluottamus*). Akkujen tuotannon ympäristöjalanjälkeä ja kriittisten mineraalien kasvavaa huolta voidaan käsitellä materiaalien ja tarjonnan monipuolistamisstrategioilla, energia- ja materiaalitehokkuuden parantamisella sekä kiertotalouden materiaalivirroilla (*keskiluottamus*). 4.5.2, 4.5.3} (Kuva SPM.7)

### **Kaupungit, järjestelyt ja infrastruktuuri**

**C.3.4** Kaupunkijärjestelmät ovat ratkaisevan tärkeitä, jotta voidaan saavuttaa pitkälle meneviä päästövähennyksiä ja edistää ilmastonmuutoksen kestävää kehitystä (*korkea luottamus*). Kaupunkien keskeisiin sopeutumis- ja hillitsemistekijöihin kuuluu ilmastonmuutoksen vaikutusten ja riskien huomioon ottaminen (esim. ilmastopalvelujen avulla) asutusalueiden ja infrastruktuurin suunnittelussa ja suunnittelussa; maankäytön suunnittelu tiiviin kaupunkimuodon saavuttamiseksi, työpaikkojen sijoittaminen rinnakkain ja asuminen; julkisen liikenteen ja aktiivisen liikkuvuuden tukeminen (esim. kävely ja pyöräily); rakennusten tehokas suunnittelu, rakentaminen, jälkiasennus ja käyttö; energian ja materiaalien kulutuksen vähentäminen ja muuttaminen; riittävyys<sup>52</sup>; materiaalin korvaaminen; ja sähköistäminen yhdessä vähäpäästöisten lähteiden kanssa (*korkea luottamus*). Kaupunkisiirtymää, joka hyödyttää hillitsemistä, sopeutumista, ihmisten terveyttä ja hyvinvointia, ekosysteemipalveluja ja vähätuloisten yhteisöjen haavoittuvuuden vähentämistä, edistetään osallistavalla pitkän aikavälin suunnittelulla, jossa noudatetaan yhdennettyä

51 Tässä yhteydessä 'abaturoimattomilla fossiililla polttoaineilla' tarkoitetaan fossiilisia polttoaineita, joita tuotetaan ja käytetään ilman toimenpiteitä, jotka vähentävät merkittävästi kasvihuonekaasupäästöjen määrää koko elinkaaren ajan; esimerkiksi 90 prosenttia tai enemmän hiilidioksidia voimalaitoksilta tai 50–80 prosenttia energiahuollosta peräisin olevista hajametaanipäästöistä.

52 Joukko toimenpiteitä ja päivittäisiä käytäntöjä, jotka välttävät energian, materiaalien, maan ja veden kysyntää ja tuottavat samalla ihmisten hyvinvointia kaikille planeettarajojen rajoissa {4.5.3}

lähestymistapaa fyysiseen, luonnolliseen ja sosiaaliseen infrastruktuuriin (*korkea luottamus*). Vihreä/luonnollinen ja sininen infrastruktuuri tukee hiilen saantia ja varastointia, ja yhdessä harmaan infrastruktuurin kanssa se voi vähentää energian käyttöä ja äärimmäisten tapahtumien, kuten helleaaltojen, tulvien, rankkasateiden ja kuivuuden aiheuttamia riskejä, samalla kun se tuottaa lisähyötyjä terveydelle, hyvinvoinnille ja elinkeinoille (*keskivertoluottamus*). {4.5.3}

### ***Maa, valtameri, ruoka ja vesi***

**C.3.5** Monet maa-, metsätalous- ja muut maankäyttövaihtoehdot (AFOLU) tarjoavat sopeutumis- ja hillitsemisetuja, joita voitaisiin lisätä lyhyellä aikavälillä useimmilla alueilla. Metsien ja muiden ekosysteemien suojeleminen, parempi hoito ja ennallistaminen tarjoavat suurimman osan talouden hillitsemispotentiaalista, ja metsäkato on vähentynyt trooppisilla alueilla, joilla on suurin kokonaislievennyspotentiaali. Ekosysteemien ennallistaminen, uudelleenmetsittäminen ja metsittäminen voivat johtaa kompromisseihin, jotka johtuvat maata koskevista kilpailevista vaatimuksista. Kompromissien minimoiminen edellyttää yhdenmukaisia lähestymistapoja, jotta voidaan saavuttaa useita tavoitteita, kuten elintarviketurvaa. Kysyntäpuolen toimenpiteet (siirtyminen kestäviin terveellisiin ruokavalioihin<sup>53</sup> ja ruokahävikin ja -jätteen vähentäminen) ja kestävä maatalouden tehostaminen voivat vähentää ekosysteemien muuntumista sekä metaani- ja typpioksidipäästöjä ja vapauttaa maata uudelleenmetsittämistä ja ekosysteemien ennallistamista varten. Kestävästi hankittuja maatalous- ja metsätuotteita, myös pitkäikäisiä puutuotteita, voidaan käyttää muilla aloilla kasvihuonekaasuintensiivisten tuotteiden sijaan. Tehokkaita sopeutumisvaihtoehtoja ovat muun muassa lajikkeiden parantaminen, peltometsätalous, yhteisölähtöinen sopeutuminen, maatalouden ja maiseman monipuolistaminen sekä kaupunkiviljely. Nämä AFOLU-vastevaihtoehdot edellyttävät biofyysisten, sosioekonomisten ja muiden mahdollistavien tekijöiden integrointia. Jotkin vaihtoehdot, kuten runsaasti hiilidioksidipäästöjä aiheuttavien ekosysteemien (esim. turvemaat, kosteikot, levinneisyysalueet, mangrovet ja metsät) suojeleminen, tuottavat välittömiä hyötyjä, kun taas toiset, kuten korkeahiilisten ekosysteemien ennallistaminen, vie vuosikymmeniä, jotta saavutettaisiin mitattavissa olevia tuloksia. {4.5.4} (Kuva SPM.7)

**C.3.6** Biodiversiteetin ja ekosysteemipalvelujen häiriönsietokyvyn säilyttäminen maailmanlaajuisesti edellyttää tehokasta ja tasapuolista suojeleminen, joka on noin 30–50 prosenttia maapallon maa-, makean veden ja valtamerien alueista, mukaan lukien tällä hetkellä lähellä luonnonmukaisia ekosysteemejä (*korkea luottamus*). Maa-, makean veden, rannikko- ja valtameriekosysteemien säilyttäminen, suojeleminen ja ennallistaminen sekä kohdennettu hoito ilmastonmuutoksen väistämättömiin vaikutuksiin mukautumiseksi vähentävät biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteemipalvelujen alttiutta ilmastonmuutokselle (*korkea luottamus*), vähentävät rannikoiden eroosiota ja tulvia (*korkea luottamus*) ja voisivat lisätä hiilen saantia ja varastointia, jos ilmaston lämpeneminen on vähäistä (*keskiluottamus*). Liikakalastuksen uudelleenrakentaminen vähentää ilmastonmuutoksen kielteisiä vaikutuksia kalastukseen (*keskiluottamus*) ja tukee elintarviketurvaa, biologista monimuotoisuutta, ihmisten terveyttä ja hyvinvointia (*korkea luottamus*). Maan ennallistaminen edistää ilmastonmuutoksen hillitsemistä ja siihen sopeutumista synergiaetujen avulla parantamalla ekosysteemipalveluja ja tuomalla taloudellisesti myönteisiä tuotteita ja sivuhyötyjä köyhyyden vähentämiseksi ja toimeentulon parantamiseksi (*korkea luottamus*). Yhteistyö ja osallistava päätöksenteko alkuperäiskansojen ja paikallisyhteisöjen kanssa sekä alkuperäiskansojen luontaisten oikeuksien tunnustaminen ovat olennainen osa metsien ja muiden ekosysteemien onnistunutta sopeutumista ja hillitsemistä (*korkea luottamus*). {4.5.4, 4.6} (Kuva SPM.7)

### ***Terveys ja ravitsemus***

**C.3.7** Ihmisten terveys hyötyy yhdenmukaisista hillitsemis- ja sopeutumisvaihtoehdoista, joilla terveys otetaan huomioon elintarvikkeissa, infrastruktuurissa, sosiaaliturvassa ja vesipolitiikassa (*erittäin korkea luottamus*). Ihmisten terveyden ja hyvinvoinnin suojelemiseksi on olemassa tehokkaita sopeutumisvaihtoehtoja, kuten vahvistetaan ilmastolle herkkiin sairauksiin liittyviä kansanterveysohjelmia, parannetaan terveydenhuoltojärjestelmien häiriönsietokykyä, parannetaan ekosysteemien terveyttä, parannetaan juomaveden saatavuutta, vähennetään veden ja sanitaatiojärjestelmien altistumista tulville, parannetaan seurantaa ja varhaisvaroitussjärjestelmiä, kehitetään rokotteen kehittämistä (*erittäin luotettava*), parannetaan mielenterveyspalvelujen saatavuutta ja parannetaan lämpöterveyttä koskevia toimintasuunnitelmia, joihin sisältyy varhaisvaroitus- ja reagointijärjestelmiä (*korkea luottamus*).

53 ”Kestävät terveelliset ruokavalit” edistävät ihmisten terveyden ja hyvinvoinnin kaikkia ulottuvuuksia; ympäristöpaineet ja -vaikutukset ovat alhaiset; ovat helposti saatavilla, kohtuuhintaisia, turvallisia ja tasapuolisia; ja ovat kulttuurisesti hyväksyttävissä, kuten FAO:ssa ja WHO:ssa on kuvattu. Tähän liittyvällä ’tasapainoisen ruokavalion’ käsitteellä tarkoitetaan kasviperäisiä elintarvikkeita sisältäviä ruokavalioita, kuten karkeaa viljaa, palkokasveja, hedelmiä ja vihanneksia, pähkinöitä ja siemeniä sekä eläinperäisiä elintarvikkeita, jotka on tuotettu kestävässä, kestävässä ja vähäpäästöisissä järjestelmissä SRCCL:n mukaisesti.

Sopeutumisstrategiat, joilla vähennetään ruokahävikkiä ja ruokahävikkiä tai tuetaan tasapainoisia ja kestäviä terveellisiä ruokavalioita, edistävät ravitsemusta, terveyttä, biologista monimuotoisuutta ja muita ympäristöhyötyjä (*korkea luottamus*). {4.5.5} (Kuva SPM.7)

### **Yhteiskunta, toimeentulo ja talous**

**C.3.8** Politiikkayhdistelmät, joihin kuuluvat sää- ja sairausvakuutus, sosiaaliturva ja mukautuvat sosiaaliset turvaverkot, ehdolliset rahoitus- ja vararahastot sekä yleinen pääsy varhaisvaroitussjärjestelmiin yhdistettynä tehokkaisiin varautumissuunnitelmiin, voivat vähentää ihmisjärjestelmien haavoittuvuutta ja altistumista. Katastrofiriskien hallinta, varhaisvaroitussjärjestelmät, ilmastopalvelut sekä riskien hajauttamista ja jakamista koskevat lähestymistavat ovat laajasti sovellettavissa eri aloilla. Koulutuksen lisääminen, mukaan lukien valmiuksien kehittäminen, ilmastolukutaito sekä ilmastopalvelujen ja yhteisöllisten lähestymistapojen kautta annettava tieto, voi helpottaa riskien havaitsemista ja nopeuttaa käyttäytymismuutoksia ja suunnittelua. (*korkea luottamus*) {4.5.6}

### **Synergiat ja kaupan vaikutukset kestävästä kehityksestä**

**C.4** Nopeutetut ja oikeudenmukaiset toimet ilmastonmuutoksen vaikutusten lieventämiseksi ja niihin sopeutumiseksi ovat keskeisiä kestävästä kehityksestä kannalta. Hillitsemis- ja sopeutumistoimilla on enemmän synergiaa kuin kompromisseilla kestävästä kehityksestä tavoitteiden kanssa. Synergiat ja kompromissit riippuvat täytäntöönpanon asiayhteydestä ja laajuudesta. (*korkea luottamus*) {3.4, 4.2, 4.4, 4.5, 4.6, 4.9, kuva 4.5}

**C.4.1 Mitigaatiotoimet**, jotka sisältyvät laajempaan kehitysympäristöön, voivat lisätä päästövähennysten tahtia, syvyyttä ja laajuutta (*keskiluottamus*). Talouskehityksen kaikissa vaiheissa olevat maat pyrkivät parantamaan ihmisten hyvinvointia, ja niiden kehitysprioriteetit heijastavat erilaisia lähtökohtia ja konteksteja. Eri yhteyksissä ovat muun muassa sosiaaliset, taloudelliset, ympäristöön liittyvät, kulttuuriset, poliittiset olosuhteet, resurssivarat, valmiudet, kansainvälinen ympäristö ja aiempi kehitys (*korkea luottamus*). Alueilla, joilla on suuri riippuvuus fossiilisista polttoaineista muun muassa tulojen ja työpaikkojen tuottamiseksi, kestävästä kehityksestä riskin vähentäminen edellyttää toimia, joilla edistetään talouden ja energia-alan monipuolistamista sekä oikeudenmukaisen siirtymien periaatteita, prosesseja ja käytäntöjä (*korkea luottamus*). Äärimmäisen köyhyyden ja energiaköyhyyden poistaminen ja kohtuullisen elintason tarjoaminen vähäpäästöisissä maissa/alueilla kestävästä kehityksestä tavoitteiden saavuttamiseksi voidaan saavuttaa lähitulevaisuudessa ilman merkittävää maailmanlaajuista päästöjen kasvua (*korkea luottamus*). {4.4, 4.6, liite I: Sanastoa}

**C.4.2** Monilla hillitsemis- ja sopeutumistoimilla on useita synergioita kestävästä kehityksestä tavoitteiden ja yleensä kestävästä kehityksestä kanssa, mutta joillakin toimilla voi olla myös kompromisseja. Mahdolliset synergiat kestävästä kehityksestä tavoitteiden kanssa ylittävät mahdolliset kompromissit; synergiat ja kompromissit riippuvat muutoksen tahdistuksesta ja laajuudesta sekä kehitysympäristöstä, mukaan lukien eriarvoisuus ilmasto-oikeudenmukaisuuden huomioon ottaen. Kompromisseja voidaan arvioida ja minimoida korostamalla valmiuksien kehittämistä, rahoitusta, hallintoa, teknologian siirtoa, investointeja, kehitystä, kontekstiin perustuvia sukupuolisidonnaisia ja muita sosiaalisen oikeudenmukaisuuden näkökohtia, joihin alkuperäiskansojen, paikallisyhteisöjen ja haavoittuvassa asemassa olevien väestöryhmien osallistuminen on mielekästä. (*korkea luottamus*) {3.4.1, 4.6, kuva 4.5, 4.9}

**C.4.3** Lieventämis- ja sopeutumistoimien toteuttaminen yhdessä ja kompromissien huomioon ottaminen tukee ihmisten terveyden ja hyvinvointiin liittyviä sivuhyötyjä ja synergioita. Esimerkiksi puhtaiden energialähteiden ja teknologioiden parempi saatavuus tuottaa terveyshyötyjä erityisesti naisille ja lapsille. sähköistäminen yhdistettynä vähäpäästöiseen energiaan sekä siirtymiset aktiiviseen liikkuvuuteen ja julkiseen liikenteeseen voivat parantaa ilmanlaatua, terveyttä ja työllisyyttä sekä saada aikaan energiavarmuutta ja tasapuolisuutta. (*korkea luottamus*) {4.2, 4.5.3, 4.5.5, 4.6, 4.9}

### **Tasa-arvo ja osallisuus**

**C.5** Kohtuullisuuden, ilmasto-oikeudenmukaisuuden, sosiaalisen oikeudenmukaisuuden, osallisuuden ja oikeudenmukaisen siirtymän prosessien priorisointi voi mahdollistaa sopeutumista ja kunnianhimoisia hillitsemistoimia ja ilmastonmuutoksen kestävästä kehityksestä. Sopeutumiskykyä parannetaan entistä enemmän alueita ja ihmisiä, jotka ovat erittäin alttiita climati c-riskille. Ilmastonmuutokseen sopeutumisen sisällyttäminen sosiaalisen

**suojelun ohjelmiin parantaa selviytymiskykyä. Käytettävissä on monia vaihtoehtoja päästöintensiivisen kulutuksen vähentämiseksi muun muassa käyttäytymis- ja elämäntapamuutoksilla, joista koituisi lisähyötyjä yhteiskunnalliselle hyvinvoinnille. (korkea luottamus) {4.4, 4.5}**

**C.5.1** Oma pääoma on edelleen keskeinen osa YK:n ilmastojärjestelmää, vaikka valtioiden välillä on ajan mittaan tapahtunut eriytymistä ja oikeudenmukaisten osuuksien arviointiin liittyviä haasteita. Kunnianhimoiset hillitsemiskeinot merkitsevät suuria ja joskus häiritseviä muutoksia talouden rakenteessa, millä on merkittäviä jakautumisvaikutuksia maiden sisällä ja niiden välillä. Tulonjaon seurauksia maiden sisällä ja niiden välillä ovat muun muassa tulojen ja työllisyyden siirtyminen siirryttäessä suuripäästöisestä toiminnasta vähäpäästöiseen toimintaan. (korkea luottamus) {4.4}

**C.5.2** Sopeuttamis- ja hillitsemistoimet, joissa asetetaan etusijalle tasapuolisuus, sosiaalinen oikeudenmukaisuus, ilmasto-oikeudenmukaisuus, oikeuksiin perustuvat lähestymistavat ja osallistavuus, johtavat kestävämpiin tuloksiin, vähentävät kompromisseja, tukevat muutosvoimaista muutosta ja edistävät ilmastomuutoksen kestävä kehitystä. Köyhiä ja haavoittuvia sosiaalisia turvaverkkoja, tasapuolisuutta, osallisuutta ja oikeudenmukaisia siirtymiä suojaavien alojen ja alueiden väliset uudelleenjakopolitiikat voivat kaikenlaajuisesti mahdollistaa syvemmät yhteiskunnalliset tavoitteet ja ratkaista kompromissit kestävä kehityksen tavoitteiden kanssa. Huomion kiinnittäminen oikeudenmukaisuuteen ja kaikkien asiaankuuluvien toimijoiden laajaan ja mielekkääseen osallistamiseen päätöksentekoon kaikilla tasoilla voi lisätä sosiaalista luottamusta, joka perustuu vaikutusten lieventämisestä aiheutuvien hyötyjen ja rasitteiden tasapuoliseen jakamiseen, joka syventää ja laajentaa tukea muutosvoimaisille muutoksille. (korkea luottamus) {4.4}

**C.5.3** Alueilla ja ihmisillä (3,3–3,6 miljardia), joilla on huomattavia kehitysrajoitteita, on suuri haavoittuvuus ilmatoriskeille (ks. A.2.2). Kaikkein heikoimmassa asemassa olevien maiden ja alueiden sopeutumistuloksia parannetaan lähestymistavoilla, joissa keskitytään tasapuolisuuteen, osallistavuuteen ja oikeuksiin perustuviin lähestymistapoihin. Haavoittuvuutta pahentaa epätasa-arvoisuus ja syrjäytyminen, jotka liittyvät esimerkiksi sukupuoleen, etniseen alkuperään, pienituloisiin, epävirallisiin siirtokuntiin, vammaisuuteen, ikään ja historiallisiin ja jatkuviin eriarvoisuusmalleihin, kuten kolonialismiin, erityisesti monille alkuperäiskansoille ja paikallisyhteisöille. Ilmastomuutokseen sopeutumisen sisällyttäminen sosiaalisen suojelun ohjelmiin, mukaan lukien rahansiirrot ja julkisten töiden ohjelmat, on erittäin mahdollista ja parantaa ilmastomuutoksen sietokykyä erityisesti peruspalvelujen ja infrastruktuurin tuella. Kaupunkialueiden hyvinvoinnin suurin hyöty voidaan saavuttaa asettamalla etusijalle rahoituksen saanti pienituloisten ja syrjäytyneiden yhteisöjen, myös epävirallisissa asutuskeskuksissa asuvien, ilmatoriskin vähentämiseksi. (korkea luottamus.) {4.4, 4.5.3, 4.5.5, 4.5.6}

**C.5.4** Säätelyvälineiden ja taloudellisten välineiden sekä kulutukseen perustuvien lähestymistapojen suunnittelu voi edistää oikeudenmukaisuutta. Henkilöt, joilla on korkea sosioekonominen asema, vaikuttavat suhteettomasti päästöihin ja heillä on suurimmat mahdollisuudet päästöjen vähentämiseen. Käytettävissä on monia vaihtoehtoja päästövaltaisen kulutuksen vähentämiseksi ja yhteiskunnallisen hyvinvoinnin parantamiseksi. Sosiokulttuuriset vaihtoehdot, käyttäytymisen ja elämäntapojen muutokset, joita tuetaan politiikoilla, infrastruktuurilla ja teknologialla, voivat auttaa loppukäyttäjää siirtymään vähäpäästöiseen kulutukseen, josta on monia rinnakkaishyötyjä. Huomattavalla osalla vähäpäästöisten maiden väestöstä ei ole saatavilla nykyaikaisia energiapalveluja. Teknologian kehittämällä, siirrolla, valmiuksien kehittämällä ja rahoituksella voidaan tukea kehitysmaita tai -alueita, jotka siirtyvät vähäpäästöisiin liikennejärjestelmiin, mikä tuo monia rinnakkaishyötyjä. Ilmastomuutoksen kestävä kehitys etenee, kun toimijat työskentelevät oikeudenmukaisilla, oikeudenmukaisilla ja osallistavilla tavoilla erilaisten etujen, arvojen ja maailmankatsomusten sovittamiseksi kohti oikeudenmukaisia ja oikeudenmukaisia tuloksia. (korkea luottamus) {2.1, 4.4}

## Hallinto ja politiikat

**C.6** Tehokkaat ilmastotoimet mahdollistavat poliittinen sitoutuminen, hyvin sovitettu monitasoinen hallinto, säätelevätkehykset, lait, politiikat ja strategiat sekä rahoituksen ja teknologian parempi saatavuus. Selkeät tavoitteet, koordinointi useilla politiikan aloilla ja osallistavahallintoprosessiedistävät tehokkaita ilmastotoimia. Lainsäädännöllisillä ja taloudellisilla välineillä voidaan tukea pitkälle meneviä päästövähennyksiä ja ilmastomuutoksen sietokykyä, jos niitä laajennetaan ja sovelletaan laajasti. Ilmastomyönteinen kehitys hyötyy monipuolisen tietämyksen hyödyntämisestä. (korkea luottamus) {2.2, 4.4, 4.5, 4.7}

**C.6.1** Tehokas ilmastohallinto mahdollistaa ilmastomuutoksen hillitsemisen ja siihen sopeutumisen. Tehokas hallinto antaa yleisen suunnan tavoitteiden ja painopisteiden asettamiselle ja ilmastotoimien valtavirtaistamiselle kaikilla politiikan aloilla ja tasoilla kansallisten olosuhteiden perusteella ja kansainvälisen yhteistyön puitteissa. Se parantaa seurantaa ja arviointia sekä sääntelyvarmuutta, asettaa etusijalle osallistavan, avoimen ja tasapuolisen päätöksenteon sekä parantaa rahoituksen ja teknologian saatavuutta (ks. C.7). (*korkea luottamus*) {2.2.2, 4.7}

**C.6.2** Tehokkaat paikalliset, kunnalliset, kansalliset ja valtiotasoa alemmat instituutiot rakentavat ilmastotoimia koskevaa konsensusta erilaisten intressien kesken, mahdollistavat koordinoinnin ja tiedottamisen strategialle, mutta edellyttävät riittäviä institutionaalisia valmiuksia. Poliittiseen tukeen vaikuttavat kansalaisyhteiskunnan toimijat, kuten yritykset, nuoret, naiset, työvoima, tiedotusvälineet, alkuperäiskansat ja paikallisyhteisöt. Tehokkuutta lisäävät poliittinen sitoutuminen ja yhteiskunnan eri ryhmien väliset kumppanuudet. (*korkea luottamus*) {2.2; 4.7}

**C.6.3** Tehokas monitasoinen hallinto hillitsemistä, sopeutumista, riskinhallintaa ja ilmastomuutoksen kestävästä kehitystä varten on mahdollista osallistavilla päätöksentekoprosesseilla, joissa asetetaan etusijalle oikeudenmukaisuus ja oikeudenmukaisuus suunnittelussa ja täytäntöönpanossa, asianmukaisten resurssien kohdentamisessa, institutionaalisessa tarkastelussa sekä seurannassa ja arvioinnissa. Haavoittuvuuksia ja ilmatoriskeitä vähennetään usein huolellisesti suunnitelluilla ja täytäntöön pantavilla laeilla, politiikoilla, osallistavilla prosesseilla ja toimilla, joilla puututaan erityisiin epäoikeudenmukaisuuksiin, kuten sukupuoleen, etniseen alkuperään, vammaisuuteen, ikään, sijaintiin ja tuloihin. (*korkea luottamus*) {4.4, 4.7}

**C.6.4** Säännöllisillä ja taloudellisilla välineillä voitaisiin tukea pitkälle meneviä päästövähennyksiä, jos niitä laajennetaan ja sovelletaan laajemmin (*korkea luottamus*). Sääntelyvälineiden käytön lisääminen ja käytön lisääminen voi parantaa hillitsemistuloksia alakohtaisissa sovelluksissa kansallisten olosuhteiden mukaisesti (*korkea luottamus*). Hiilen hinnoitteluvälineillä on toteutettu kannustimia edullisiin päästövähennyksiin, mutta ne ovat olleet vähemmän tehokkaita yksinään ja arviointijakson aikana vallitsevilla hinnoilla edistääkseen lisävähennyksien edellyttämiä korkeampia kustannuksia koskevia toimenpiteitä (*keskiluottamus*). Tällaisten hiilen hinnoitteluvälineiden, kuten hiiliverojen ja päästökaupan, oman pääoman ja jakauman vaikutuksiin voidaan puuttua käyttämällä tuloja muun muassa pienituloisten kotitalouksien tukemiseen. Fossiilisten polttoaineiden tukien poistaminen vähentäisi päästöjä<sup>54</sup> ja tuottaisi hyötyjä, kuten julkisten tulojen paranemista sekä makrotaloudellista ja kestävästä kehitystä. tukien poistamisella voi olla haitallisia jakaumavaikutuksia, erityisesti taloudellisesti heikoimmassa asemassa oleviin ryhmiin, joita voidaan joissakin tapauksissa lieventää esimerkiksi säästettyjen tulojen uudelleenjakamisella, jotka kaikki riippuvat kansallisista olosuhteista (*korkea luottamus*). Talouden laajuisilla politiikkapaketeilla, kuten julkisia menoja koskevilla sitoumuksilla ja hinnoitteluuudistuksilla, voidaan saavuttaa lyhyen aikavälin taloudelliset tavoitteet vähentäen samalla päästöjä ja siirtymällä kehityspolkuja kohti kestävyttä (*keskiluottamus*). Tehokkaat toimenpidepaketit olisivat kattavia, johdonmukaisia, tasapainoisia eri tavoitteiden välillä ja räätälöityjä kansallisiin olosuhteisiin (*korkea luottamus*). {2.2.2, 4.7}

**C.6.5** Erilaisen tietämyksen ja kulttuuriarvojen, mielekkään osallistumisen ja osallistavan osallistumisen prosessien – mukaan lukien alkuperäiskansojen tietämys, paikallinen tietämys ja tieteellinen tietämys – hyödyntäminen helpottaa ilmastomuutoksen kestävästä kehitystä, kehittää valmiuksia ja mahdollistaa paikallisesti tarkoituksenmukaiset ja sosiaalisesti hyväksyttävät ratkaisut. (*korkea luottamus*) {4.4, 4.5.6, 4.7}

## Rahoitus, teknologia ja kansainvälinen yhteistyö

**C.7 Rahoitus, teknologia ja kansainvälinen yhteistyö ovat ratkaisevan tärkeitä mahdollisuuksia nopeuttaa ilmastotoimia. Ilmastotavoitteet on määrä saavuttaa, ja sekä sopeutumis-että hillitsemisrahoituksen on moninkertaistettava. Globaalia pääomaa on riittävästi, jotta voidaan kuroa umpeen maailmanlaajuiset investointivajeet, mutta pääoman suuntaamiselle ilmastotoimiin on esteitä. ENH-teknologian innovaatiojärjestelmät ovat avainasemassa teknologioiden ja käytäntöjen laajamittaisen käyttöönoton nopeuttamisessa. Kansainvälisen yhteistyön tehostaminen on mahdollista useiden kanavien kautta. (*korkea luottamus*) {2.3, 4,8}**

<sup>54</sup> Fossiilisten polttoaineiden tukien poistamisen ennustetaan useissa tutkimuksissa vähentävän maailmanlaajuisia CO<sub>2</sub>-päästöjä 1–4 prosenttia ja kasvihuonekaasupäästöjä jopa 10 prosenttia vuoteen 2030 mennessä, ja ne vaihtelevat alueiden välillä (*keskiluottamus*).



**C.7.1** rahoituksen saatavuuden ja saatavuuden parantaminen<sup>55</sup> mahdollistaisi nopeutetut ilmastotoimet (*erittäin korkea luottamus*). Tarpeiden ja puutteiden korjaaminen ja kotimaisen ja kansainvälisen rahoituksen tasapuolisen saatavuuden laajentaminen yhdistettynä muihin tukitoimiin voivat toimia katalysaattorina sopeutumisen ja hillitsemisen nopeuttamisessa ja ilmastomuutoksen kestävä kehityksen mahdollistamisessa (*korkea luottamus*). Jotta ilmastotavoitteet voidaan saavuttaa ja jotta voidaan puuttua kasvaviin riskeihin ja nopeuttaa investointeja päästövähennyksiin, sekä sopeutumis- että hillitsemisrahoituksen olisi moninkertaistettava (*korkea luottamus*). {4.8.1}

**C.7.2** Rahoituksen saannin lisääminen voi lisätä valmiuksia ja puuttua sopeutumisen pehmeisiin rajoihin ja ehkäistä kasvavia riskejä erityisesti kehitysmaissa, haavoittuvassa asemassa olevissa ryhmissä, alueilla ja sektoreilla (*korkea luottamus*). Julkinen rahoitus on tärkeä sopeutumisen ja hillitsemisen mahdollistaja, ja se voi myös vipuvaikuttaa yksityistä rahoitusta (*korkea luottamus*). Keskimääräiset vuotuiset hillitsemisinvestointivaatimukset vuosina 2020–2030 skenaarioissa, joissa lämpeneminen rajoitetaan kahteen celsiusasteeseen tai 1,5 celsiusasteeseen, ovat kolmesta kuuteen nykyistä tasoa suuremmat,<sup>56</sup> ja hillitsemisinvestointien kokonaismäärän (julkiset, yksityiset, kotimaiset ja kansainväliset) olisi lisättävä kaikilla sektoreilla ja alueilla (*keskitasoinen luottamus*). Vaikka laajamittaisia maailmanlaajuisia hillitsemistoimia toteutettaisiin, sopeutumista varten tarvitaan taloudellisia, teknisiä ja inhimillisiä voimavaroja (*korkea luottamus*). {4.3, 4.8.1}

**C.7.3** Maailmanlaajuinen pääoma ja likviditeetti ovat riittävät maailmanlaajuisten investointivajeiden kuromiseksi umpeen, kun otetaan huomioon maailmanlaajuisen rahoitusjärjestelmän koko, mutta pääoman suuntaamiselle ilmastotoimiin on esteitä sekä maailmanlaajuisella rahoitussektorilla että sen ulkopuolella, kun otetaan huomioon kehitysmaiden talouden haavoittuvuus ja velkaantuminen. Rahoitusvirtojen lisäämiseen liittyvien rahoitusesteiden vähentäminen edellyttäisi selkeää opastusta ja tukea hallituksilta, mukaan lukien julkisen talouden voimakkaampi mukauttaminen, jotta voidaan vähentää todellisia ja havaittuja sääntely-, kustannus- ja markkinaesteitä ja -riskejä ja parantaa investointien riski-tuottoprofiilia. Samaan aikaan finanssialan toimijat, mukaan lukien sijoittajat, rahoituksen välittäjät, keskuspankit ja rahoitusalan sääntelyviranomaiset, voivat kansallisista olosuhteista riippuen siirtää ilmastoon liittyvien riskien systeemistä alihinnoittelua ja vähentää käytettävissä olevien pääoma- ja investointitarpeiden välisiä alakohtaisia ja alueellisia eroja. (*korkea luottamus*) {4.8.1}

**C.7.4** Seuratut rahavirrat eivät riitä sopeutumiseen ja hillitsemistavoitteiden saavuttamiseen kaikilla sektoreilla ja alueilla. Nämä puutteet luovat monia mahdollisuuksia, ja erojen korjaamisen haaste on suurin kehitysmaissa. Nopeutettu rahoitustuki kehittyneistä maista ja muista lähteistä kehitysmaalle on ratkaisevan tärkeä tekijä, jonka avulla voidaan tehostaa sopeutumis- ja hillitsemistoimia ja puuttua rahoituksen saannin epätasa-arvoisuuteen, mukaan lukien sen kustannukset, ehdot ja edellytykset sekä taloudellinen haavoittuvuus ilmastomuutokselle kehitysmaissa. Pienemmät julkiset avustukset hillitsemis- ja sopeutumisrahoitukseen haavoittuville alueille, erityisesti Saharan eteläpuolisessa Afrikassa, olisivat kustannustehokkaita ja niillä olisi korkeat sosiaaliset tuotot perusenergian saatavuuden kannalta. Vaihtoehtoja ilmastomuutoksen hillitsemisen lisäämiseksi kehitysmaissa ovat seuraavat: lisätään julkista rahoitusta ja julkisia yksityisiä rahoitusvirtoja kehitysmaista kehitysmaihin 100 miljardin Yhdysvaltain dollarin vuotuisen tavoitteen puitteissa; julkisten takausten käytön lisääminen riskien vähentämiseksi ja yksityisten virtojen houkuttelemiseksi halvemmalla; paikallisten pääomamarkkinoiden kehittäminen; ja lisää luottamusta kansainvälisiin yhteistyöprosesseihin. Koordinoidut toimet, joilla pandemian jälkeinen elpyminen saadaan kestäväksi pitkällä aikavälillä, voivat nopeuttaa ilmastotoimia myös kehitysmaissa ja maissa, joissa velkakustannukset ovat korkeat, velkavaikeudet ja makrotalouden epävarmuustekijät. (*korkea luottamus*) {4.8.1}

**C.7.5** Teknologian innovaatiojärjestelmien tehostaminen voi tarjota mahdollisuuksia vähentää päästöjen kasvua, luoda sosiaalisia ja ympäristöön liittyviä sivuhyötyjä ja saavuttaa muita kestävä kehityksen tavoitteita. Kansallisiin olosuhteisiin ja teknologisiin ominaisuuksiin räätälöidyt toimenpidepaketit ovat tukeneet tehokkaasti vähäpäästöisiä innovaatioita ja teknologian leviämistä. Julkisilla politiikoilla voidaan tukea koulutusta ja T & K-toimintaa, jota täydennetään sekä sääntely- että markkinapohjaisilla välineillä, jotka luovat kannustimia ja markkinamahdollisuuksia. Teknologisella innovoinnilla voi olla kompromisseja, kuten uusia ja suurempia ympäristövaikutuksia, sosiaalista eriarvoisuutta, yli-riippuvuutta ulkomaisesta tietämyksestä ja tarjoajista, jakautumisvaikutuksia ja

55 Rahoitus on peräisin useista lähteistä: julkiset tai yksityiset, paikalliset, kansalliset tai kansainväliset, kahdenväliset tai monenväliset ja vaihtoehtoiset lähteet. Se voi olla avustuksia, teknistä apua, lainoja (ylimääräisiä ja ei-suositteita), joukkovelkakirjalainoja, oman pääoman ehtoisia vakuutuksia, riskivakuutuksia ja (erityyppisiä) rahoitusvakuuksia.

56 Nämä arviot perustuvat skenaariooletuksiin.

elpymisvaikutuksia,<sup>57</sup> mikä edellyttää asianmukaista hallintoa ja toimintalinjoja potentiaalini lisäämiseksi ja kompromissien vähentämiseksi. Innovaatiot ja vähäpäästöisten teknologioiden käyttöönotto viivästyvät useimmissa kehitysmaissa, erityisesti vähiten kehittyneissä maissa, mikä johtuu osittain heikommista mahdollistavista olosuhteista, kuten rajallisesta rahoituksesta, teknologian kehittamisestä ja siirrosta sekä valmiuksien kehittämisestä. (*korkea luottamus*) {4.8.3}

**C.7.6** Kansainvälinen yhteistyö on ratkaisevan tärkeä tekijä kunnianhimoisen ilmastonmuutoksen hillitsemisen, siihen sopeutumisen ja ilmastonmuutokseen sopeutumisen kannalta (*korkea luottamus*). Ilmastonmuutoksen kestävä kehitys on mahdollista lisäämällä kansainvälistä yhteistyötä, mukaan lukien rahoituksen saannin mobilisointi ja parantaminen erityisesti kehitysmaiden, haavoittuvassa asemassa olevien alueiden, alojen ja ryhmien osalta ja ilmastotoimien rahoitusvirtojen yhdenmukaistaminen tavoitetasojen ja rahoitustarpeiden mukaisesti (*korkea luottamus*). Rahoituksen, teknologian ja valmiuksien kehittämisen alalla tehtävän kansainvälisen yhteistyön tehostaminen voi mahdollistaa kunnianhimoisempia tavoitteita ja toimia katalysaattorina hillitsemisen ja siihen sopeutumisen nopeuttamisessa sekä kehityspolkujen siirtämisessä kohti kestävyyttä (*korkea luottamus*). Tähän sisältyy kansallisten tietokeskusten tukeminen ja teknologian kehittämisen ja käyttöönoton nopeuttaminen (*korkea luottamus*). Valtioiden väliset kumppanuudet voivat edistää politiikan kehittämistä, teknologian levittämistä, sopeutumista ja lieventämistä, vaikka niiden kustannuksiin, toteutettavuuteen ja tehokkuuteen liittyy edelleen epävarmuutta (*keskiluottamus*). Kansainväliset ympäristö- ja alakohtaiset sopimukset, instituutiot ja aloitteet auttavat ja joissakin tapauksissa voivat auttaa edistämään vähäpäästöisiä investointeja ja vähentämään päästöjä (*keskiluottamus*). {2.2.2, 4.8.2}

---

57 Johtaa pienempiin nettopäästövähennyksiin tai jopa päästöjen lisääntymiseen.