

Ilmastomuutos 2023

Yhteenvetoraportti

Hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin raportti



*Eŭropo
Demokratio
Esperanto*

Pierre Dieumegardin laatima asiakirja ["Eurooppa-demokratia-Esperanto"](#)

Tämän "väliaikaisen" asiakirjan tarkoituksena on antaa yhä useammille Euroopan unionin kansalaisille mahdollisuus saada tietoa tärkeistä asiakirjoista. Käännöksissäihmiset suljetaan pois keskustelusta.

Tämä ilmastonmuutosta koskeva asiakirja oli [vain englanniksi pdf-tiedostossa](#). Tästä alkuperäisestä tiedostosta teimme Libre Office -ohjelmiston valmisteleman odt-tiedoston konekäännöstävarten muille kielille. Nyt tulokset ovat [saatavilla kaikilla virallisilla kielillä](#).

On toivottavaa, että tärkeiden asiakirjojen kääntäminen siirtyy EU:n hallinnolle. "Tärkeät asiakirjat" eivät ole pelkästään lakeja ja asetuksia vaan myös tärkeitä tietoja, joita tarvitaan tietoon perustuvien päätösten tekemiseksi yhdessä.

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

Ota yhteyttä:

[Kontakto \(europokune.eu\)](mailto:europokune.eu)

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

Ilmastomuutos 2023

Yhteenvetoraportti

Keskeinen kirjoitustiimi

Yhteenvetoraportti
IPCC

Leikkaaja

Hoesung Lee

puheenjohtaja
IPCC

José Romero

Teknisen tuen yksikön päällikkö
IPCC

Core kirjoittaminen 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 (Jamaica/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), June-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 (Yhdistynyt kuningaskunta/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)

Yhteenvetoraportin teknisen tuen yksikkö

José Romero (Sveitsi), Jinmi Kim (Korean tasavalta), Erik F. Haites (Kanada), Yonghun Jung (Korean tasavalta), Robert Stavins (Yhdysvallat), Arlene Birt (Yhdysvallat), Meeyoung Ha (Korean tasavalta), Dan Jezreel A. Orendain (Filippiinit), Lance Ignon (Yhdysvallat), Semin Park (Korean tasavalta), Youngin Park (Korean tasavalta)

Tähän kertomukseen viitaten:

IPCC, 2023: *Ilmastomuutos 2023: Yhteenvetoraportti. Työryhmien I, II ja III panos hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin kuudenteen arviointiraporttiin* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (toim.)]. IPCC, Geneve, Sveitsi, 184 s., doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.

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)

Review Editors

Paola Arias (Kolumbia), Mercedes Bustamante (Brasilia), Ismail Elgizouli (Sudan), Gregory Flato (Kanada), Mark Howden (Australia), Carlos Méndez (Venezuela), Joy Jacqueline Pereira (Malesia), Ramón Pichs-Madruga (Kuuba), Steven K Rose (Yhdysvallat), Yamina Saheb (Algeria/Ranska), Roberto Sánchez Rodríguez (Meksiko), Diana Ürge-Vorsatz (Unkari), Cunde Xiao (Kiina), Nouredine Yassaa (Algeria)

Osallistuvat tekijät

Andrés Alegría (Saksa/Honduras), Kyle Armour (Yhdysvallat), Birgit Bednar-Fiedl (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), Mathias Hauser (Sveitsi), Ed Hawkins (Yhdistynyt kuningaskunta), Tim Hermans (Alankomaat), Robert Kopp (Yhdysvallat), Noémie Leprince-Ringuet (Ranska), Jared Lewis (Australia/Uusi-Seelanti), Debora Ley (Meksiko/Guatemala), Chloé Ludden (Saksa/Ranska), Leila Niamir (Iran/Alankomaat/Itävalta), Zebedee Nicholls (Australia), Shreya Some (Intia/Thaimaa), Sophie Szopa (Ranska), Blair Trewin (Australia), Kaj-Ivar van der Wijst (Alankomaat), Gundula Winter (Alankomaat/Saksa), Maximilian Witting (Saksa)

Tieteellinen ohjauskomitea

Hoesung Lee (IPCC:n puheenjohtaja), Amjad Abdulla (Maldives), Edwin Aldrian (Indonesia), Ko Barrett (Yhdysvallat), Eduardo Calvo (Peru), Carlo Carraro (Italia), Diriba Korecha Dadi (Etiopia), Fatima Driouech (Marokko), Andreas Fischlin (Sveitsi), Jan Fuglestad (Norja), 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 C. Roberts (Etelä-Afrikka), Sergey Semenov (Venäjän federaatio), Priyadarshi Shukla (Intia), Jim Skea (Yhdistynyt kuningaskunta), Youba Sokona (Mali), Kiyoto Tanabe (Japani), Muhammad Irfan Tariq (Pakistan), Diana Ürge-Vorsatz (Unkari), Carolina Vera (Argentiina), Pius Yanda (Tansanian yhdistynyt tasavalta), Nouredine Yassaa (Algeria), Taha M. Zatari (Saudi-Arabia), Panmao Zhai (Kiina)

Visuaalinen suunnittelu ja informaation suunnittelu

Arlene Birt (Yhdysvallat), Meeyoung Ha (Korean tasavalta)

Hallitustenvälinen paneeli ilmastomuutoksesta

© Hallitustenvälinen ilmastomuutospaneeli, 2023

ISBN 978-92-9169-164-7

Tämä julkaisu on samanlainen kuin raportti, joka hyväksyttiin hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin (IPCC) 58. istunnossa Interlakenissa Sveitsissä 19. maaliskuuta 2023 (yhteenveto poliittisille päättäjille) ja hyväksyttiin (pidempi raportti), mutta siihen on sisällytetty kopiot.

Käytetyt nimitykset ja aineiston esittäminen kartoissa eivät merkitse sitä, että hallitustenvälinen ilmastomuutospaneeli ilmaisisi minkäänlaisia mielipiteitä minkään maan, alueen, kaupungin tai alueen tai sen viranomaisten oikeudellisesta asemasta tai sen rajojen määrittelystä.

Tiettyjen yritysten tai tuotteiden mainitseminen ei tarkoita, että IPCC tukisi tai suosittelisi niitä mieluummin kuin muita samankaltaisia yrityksiä tai tuotteita, joita ei mainita tai mainosteta. Oikeus julkaisemiseen painetussa, sähköisessä ja missä tahansa muussa muodossa ja millä tahansa kielellä on IPCC:n varaama. Lyhyitä otteita tästä julkaisusta voidaan jäljentää ilman lupaa, jos täydellinen lähde on selvästi ilmoitettu. Toimituksellinen kirjeenvaihto ja pyynnöt julkaista, jäljentää tai kääntää artikkeleita osittain tai kokonaan on osoitettava seuraavaan osoitteeseen: IPCC c/o Maailman ilmatieteen järjestö (WMO) 7bis, avenue de la Paix Puh.: +41 22 730 8208 PL 2300 Faksi: +41 22 730 8025 CH 1211 Geneva 2, Sveitsi Sähköposti: IPCC-Sec@wmo.int www.ipcc.ch

Kattavuus: Suunnittelija Meeyoung Ha, IPCC SYR TSU

Kuvaviite

"Fog opening the dawn", esittäjä Chung Jin Sil

The Weather and Climate Photography & Video Contest 2021, Etelä-Korean meteorologinen hallinto

<http://www.kma.go.kr/kma> © KMA

Esipuhe ja esipuhe

Esipuhe

Tässä yhteenvetoraportissa saatetaan päätökseen hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin (IPCC) kuudes arviointiraportti (AR6). Strategisessa arviointikertomuksessa kootaan yhteen ja integroidaan materiaaleja, jotka sisältyvät kolmeen työryhmän arviointikertomukseen ja kuudenteen arviointikertomukseen liittyviin erityiskertomuksiin. Siinä käsitellään monia paneelin hyväksymiä politiikan kannalta merkityksellisiä mutta politiikaneutraaleja kysymyksiä.

SYR on yhteenveto IPCC:n tähän mennessä tekemästä kattavimmasta ilmastomuutoksen arvioinnista: Ilmastomuutos 2021: Fysiikan perusta; Ilmastomuutos 2022: vaikutukset, sopeutuminen ja haavoittuvuus; ja ilmastomuutos 2022: Ilmastomuutoksen hillitseminen. Kestävän kehityksen arviointi perustuu myös havaintoihin kolmesta erityiskertomuksesta, jotka on laadittu osana kuudetta arviointia – ilmaston lämpeneminen 1,5 celsiusasteella (2018): IPCC:n erityisraportti vaikutuksista, joita aiheutuu ilmaston lämpenemisestä 1,5 celsiusasteella esiteollisella kaudella vallinneeseen tasoon verrattuna ja siihen liittyvistä maailmanlaajuisista kasvihuonekaasupäästöjen kehityskuluista, kun pyritään vahvistamaan maailmanlaajuisia toimia ilmastomuutoksen uhkaan vastaamiseksi, kestävää kehitystä ja pyrkimyksiä poistaa köyhyys (SR1.5); Ilmastomuutos ja maa (2019): IPCC:n erityisraportti ilmastomuutoksesta, aavikoitumisesta, maaperän huonontumisesta, kestävästä maankäytöstä, elintarviketurvasta ja kasvihuonekaasuvirroista maaekosysteemeissä (SRCCL); ja The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (2019) (SROCC).

AR6 SYR -raportissa vahvistetaan, että kestämaton ja epätasa-arvoinen energian- ja maankäyttö sekä yli vuosisadan kestänyt fossiilisten polttoainesten polttaminen ovat yksiselitteisesti aiheuttaneet ilmaston lämpenemisen ja että maapallon pintalämpötila nousi 1,1 celsiusasteeseen yli 1850–1900 vuosina 2011–2020. Tämä on johtanut laajoihin haitallisiin vaikutuksiin ja niihin liittyviin menetyksiin ja vahinkoihin luonnolle ja ihmisille. Vuoteen 2030 mennessä sidotut kansallisesti määritellyt panokset osoittavat, että lämpötila nousee 1,5 celsiusastetta 2030-luvun alkupuoliskolla ja että lämpötilan nousua on erittäin vaikea hallita 2,0 celsiusasteella 2000-luvun lopulla. Jokainen ilmaston lämpenemisen kasvu voimistaa useita ja samanaikaisia vaaroja kaikilla maailman alueilla.

Raportissa todetaan, että ihmisen aiheuttaman ilmaston lämpenemisen rajoittaminen edellyttää nollanettohiilidioksidipäästöjä. Sopeutumistoimien perusteellinen, nopea ja kestävä hillitseminen ja nopeutettu täytäntöönpano tällä vuosikymmenellä vähentäisi ennakoituja menetyksiä ja vahinkoja ihmisille ja ekosysteemeille ja toisi monia sivuhyötyjä erityisesti ilmanlaadulle ja terveydelle. Viivästyneet hillitsemis- ja sopeutumistoimet lukkiutuisivat suuripäästöiseen infrastruktuuriin, lisäisivät hukkainvestointien ja kustannusten kärjistymisen riskejä, vähentäisivät toteutettavuutta ja lisäisivät tappioita ja vahinkoja. Lähiajan toimiin liittyy suuria alkuinvestointeja ja mahdollisesti häiritseviä muutoksia, joita voidaan vähentää erilaisilla mahdollistavilla politiikoilla.

Maailman ilmatieteellisen järjestön (WMO) ja Yhdistyneiden kansakuntien ympäristöohjelman (UNEP) vuonna 1988 yhdessä perustamana hallitustenvälisenä elimenä IPCC on tarjonnut poliittisille päättäjille arvovaltaisimmat ja objektiivisimmat tieteelliset ja tekniset arvioinnit tällä alalla. Vuodesta 1990 lähtien tästä IPCC:n arviointiraporttien, erityisraporttien, teknisten asiakirjojen, menetelmäraporttien ja muiden tuotteiden sarjasta on tullut standarditeos.

SYR tehtiin mahdolliseksi vapaaehtoistyön, omistautumisen ja sitoutumisen ansiosta tuhansia asiantuntijoita ja tutkijoita ympäri maailmaa, jotka edustavat erilaisia näkemyksiä ja tieteenaloja. Haluamme ilmaista syvän kiitollisuutemme kaikille SYR: n ydinkirjoitustiimin jäsenille, laajennetun kirjoitustiimin jäsenille, avustaville kirjoittajille ja tarkistustoimittajille, jotka kaikki ottivat innokkaasti valtavan haasteen tuottaa erinomainen SYR muiden tehtävien lisäksi, joihin he olivat jo sitoutuneet AR6-syklin aikana. Haluamme myös kiittää SYR:n teknisen tuen yksikön henkilöstöä ja IPCC:n sihteeristöä heidän omistautumisestaan tämän IPCC:n raportin laatimisen järjestämiselle.

Haluamme myös antaa tunnustusta ja kiittää IPCC:n jäsenmaiden hallituksia siitä, että ne ovat tukeneet tutkijoita tämän raportin laatimisessa ja että ne ovat osallistuneet IPCC:n erityisrahastoon, jotta kehitysmaiden ja siirtymätalousmaiden asiantuntijat voivat osallistua siihen. Haluamme ilmaista arvostuksemme Singaporen hallitukselle SYR:n selvityskokouksen isännöinnistä, Irlannin hallitukselle SYR:n kolmannen keskeisen kirjoitusryhmän kokouksen isännöinnistä ja Sveitsin hallitukselle IPCC:n 58. istunnon isännöinnistä, jossa SYR hyväksyttiin. Korean tasavallan hallituksen runsas taloudellinen tuki mahdollisti SYR:n teknisen tuen yksikön sujuvan toiminnan. Tämä tunnustetaan kiitollisina.

Haluamme erityisesti kiittää IPCC:n puheenjohtajaa, IPCC:n varapuheenjohtajia ja yhteispuheenjohtajia heidän omistautuneesta työstään koko tämän raportin laatimisen ajan.



Petteri Taalas

Maailman ilmatieteen järjestön pääsihteeri



Inger Andersen

YK:n alipääsihteeri ja YK:n ympäristöohjelman pääjohtaja

Esipuhe

Tämä yhteenvetoraportti on hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin (IPCC) kuudennen arviointiraportin (AR6) lopputuote. Siinä esitetään yhteenveto ilmastomuutokseen, sen laajalle levinneisiin vaikutuksiin ja riskeihin sekä ilmastomuutoksen hillitsemiseen ja siihen sopeutumiseen liittyvän tietämyksen tilasta IPCC:n viidennen arviointiraportin (AR5) julkaisemisen jälkeen vuonna 2014 julkaistun vertaisarvioitun tieteellisen, teknisen ja sosioekonomisen kirjallisuuden perusteella.

Tässä strategisessa katsauksessa tislataan, syntetisoidaan ja kootaan yhteen työryhmän kolmen panoksen – ilmastomuutos 2021 – keskeiset havainnot: Fysiikan perusta; Ilmastomuutos 2022: vaikutukset, sopeutuminen ja haavoittuvuus; ja ilmastomuutos 2022: Ilmastomuutoksen hillitseminen. Kestävän kehityksen arviointi perustuu myös havaintoihin kolmesta erityiskertomuksesta, jotka on laadittu osana kuudetta arviointia – ilmaston lämpeneminen 1,5 celsiusasteella (2018): IPCC:n erityisraportti vaikutuksista, joita aiheutuu ilmaston lämpenemisestä 1,5 celsiusasteella esiteollisella kaudella vallinneeseen tasoon verrattuna ja siihen liittyvistä maailmanlaajuisista kasvihuonekaasupäästöjen kehityskuluista, kun pyritään vahvistamaan maailmanlaajuisia toimia ilmastomuutoksen uhkaan vastaamiseksi, kestävää kehitystä ja pyrkimyksiä poistaa köyhyys (SR1.5); Ilmastomuutos ja maa (2019): IPCC:n erityisraportti ilmastomuutoksesta, aavikoitumisesta, maaperän huonontumisesta, kestävästä maankäytöstä, elintarviketurvasta ja kasvihuonekaasuvirroista maaekosysteemeissä (SRCCL); ja The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (2019) (SROCC). Sen vuoksi SYR on kattava ja oikea-aikainen kooste arvioinneista, jotka koskevat uusinta ilmastomuutosta käsittelevää tieteellistä, teknistä ja sosioekonomista kirjallisuutta.

Kertomuksen soveltamisala

SYR on itsenäinen yhteenveto politiikan kannalta olennaisimmasta aineistosta, joka on peräisin kuudennessa arvioinnissa arvioidusta tieteellisestä, teknisestä ja sosioekonomisesta kirjallisuudesta. Tähän kertomukseen on sisällytetty AR6-työryhmän raporttien ja AR6-erityisraporttien tärkeimmät havainnot. Se tunnustaa ilmastoekosysteemien ja biologisen monimuotoisuuden sekä ihmisyyshäiriöiden keskinäisen riippuvuuden. erilaisten tietämyksen muotojen arvo; sekä ilmastomuutokseen sopeutumisen, ilmastomuutoksen hillitsemisen, ekosysteemien terveyden, ihmisten hyvinvoinnin ja kestävä kehityksen väliset tiiviit yhteydet. Tämä raportti perustuu useisiin analyttisiin kehityksiin, mukaan lukien fysikaaliset ja yhteiskuntatieteet, ja siinä yksilöidään mahdollisuuksia muutosvoimaisiin toimiin, jotka ovat tehokkaita toteuttamiskelpoisia, oikeudenmukaisia ja tasapuolisia järjestelmäsiirtymiä ja ilmastomuutokseen sopeutuvia kehityspolkuja. Fyysisten, sosiaalisten ja taloudellisten näkökohtien osalta käytetään erilaisia alueellisia luokittelujärjestelmiä, jotka heijastavat taustalla olevaa kirjallisuutta.

Yhteenvetoraportissa korostetaan lyhyen aikavälin riskejä ja vaihtoehtoja niiden käsittelemiseksi, jotta poliittiset päättäjät ymmärtävät, että maailmanlaajuisen ilmastomuutoksen torjuminen on kiireellistä. Raportti tarjoaa myös tärkeää tietoa siitä, miten ilmastoriskit ovat vuorovaikutuksessa paitsi keskenään myös muiden kuin ilmastoon liittyvien riskien kanssa. Siinä kuvataan hillitsemisen ja sopeutumisen välistä vuorovaikutusta ja sitä, miten tämä yhdistelmä voi paremmin vastata ilmasto- ja ilmastomuutokseen ja tuottaa arvokkaita sivuhyötyjä. Siinä korostetaan oikeudenmukaisuuden ja ilmastotoimien välistä vahvaa yhteyttä ja sitä, miksi oikeudenmukaisemmat ratkaisut ovat ratkaisevan tärkeitä ilmastomuutoksen torjumiseksi. Siinä korostetaan myös, että kasvava kaupungistuminen tarjoaa mahdollisuuden kunnianhimoisiin ilmastotoimiin, joilla edistetään ilmasto- ja ilmastomuutoksen kestävä kehitystä ja kestävä kehitys kaikille. Lisäksi siinä korostetaan, että maa- ja meriekosysteemien ennallistaminen ja suojele voi tuoda monia hyötyjä biologiselle monimuotoisuudelle ja muille yhteiskunnallisille tavoitteille, ja jos näin ei tehdä, se on merkittävä riski terveen planeetan varmistamiselle.

Rakenne

SYR sisältää päättäjille tarkoitetun yhteenvedon ja pidemmän raportin, josta SPM johdetaan, sekä liitteet.

Jotta SYR:n havaintoihin olisi helpompi tutustua laajassa lukijakunnassa, jokaisessa SPM:n osassa on korostettuja otsikoita. Yhdessä nämä 18 otsikkoa tarjoavat kattavan yhteenvedon yksinkertaisella, ei-teknisellä kielellä, jotta lukijat eri elämäntilanteista voivat helposti omaksua.

SPM noudattaa pidemmän raportin rakennetta ja järjestystä, mutta jotkin pidemmän raportin useammassa kuin yhdessä osassa käsitellyt ongelmat on tiivistetty yhteen paikkaan SPM:ssä. Jokainen SPM:n kappale sisältää viittauksia pidemmän raportin taustatekstiin. Pidempi raportti puolestaan sisältää laajoja viittauksia edellä mainittujen työryhmien raporttien tai erityisraporttien asiaankuuluviin osiin.

Pidempi raportti rakentuu kolmen aiheen ympärille paneelin toimeksiannon mukaisesti. Lyhyen johdannon (1 jakso) jälkeen on kolme jaksoa.

Jakson 2 ”Nykytilanne ja suuntaukset” alussa arvioidaan havaintonäyttöä muuttuvasta ilmastosta, ihmisen aiheuttaman ilmastomuutoksen historiallisista ja nykyisistä tekijöistä ja sen vaikutuksista. Siinä arvioidaan sopeutumis- ja hillitsemisvaihtoehtojen nykyistä täytäntöönpanoa. Jaksossa 3 ”Pitkän aikavälin ilmasto- ja kehitysennusteet” arvioidaan ilmastomuutosta vuoteen 2100 ja sen jälkeiseen aikaan monenlaisissa sosioekonomisissa tulevaisuuksissa. Siinä tarkastellaan sopeutumis- ja hillitsemispolkujen pitkän aikavälin vaikutuksia, riskejä ja kustannuksia kestävä kehityksen

yhteydessä. Luvun 4 jaksossa "Lähiajan toimet muuttuvassa ilmastossa" arvioidaan mahdollisuuksia tehostaa tehokkaita toimia vuoteen 2040 ulottuvalla ajanjaksolla ilmastositoumusten ja -sitoumusten sekä kestävään kehitykseen pyrkimisen yhteydessä.

Raporttia täydennetään liitteillä, jotka sisältävät sanaston käytetyistä termeistä, luettelon lyhenteistä, kirjoittajista, arviointitoimittajista, SYR:n tieteellisestä ohjauskomiteasta ja asiantuntija-arvioijista.

Prosessi

SYR laadittiin IPCC:n menettelyjen mukaisesti. Singaporessa pidettiin 21.–23. lokakuuta 2019 selvityskokous AR6-tiivistelmäraportin yksityiskohtaisen luonnoksen laatimiseksi, ja paneeli hyväksyi kyseisessä kokouksessa laaditun luonnoksen IPCC:n 52. istunnossa 24.–28. helmikuuta 2020 Pariisissa, Ranskassa.

IPCC:n menettelyjen mukaisesti IPCC:n puheenjohtaja nimitti työryhmien yhteispuheenjohtajia kuullen laatijoita SYR:n keskeiseen kirjoitusryhmään. IPCC:n työvaliokunta valitsi ja hyväksyi 58. istunnossaan 19. toukokuuta 2020 yhteensä 30 CWT:n jäsentä ja 9 tarkistustoimittajaa. SYR:ää kehitettäessä CWT valitsi seitsemän laajennetun kirjoitusryhmän kirjoittajaa, jotka puheenjohtaja ja IPCC:n työvaliokunta hyväksyivät, ja CWT valitsi 28 avustavaa kirjoittajaa puheenjohtajan suostumuksella. Näiden uusien laatijoiden tarkoituksena oli parantaa ja syventää kertomuksen valmistelussa tarvittavaa asiantuntemusta. Puheenjohtaja perusti työvaliokunnan 58. istunnossa SYR:n tieteellisen ohjauskomitean, jonka tehtävänä on neuvoa SYR:n kehittämisessä. SYR SSC koostui IPCC:n työvaliokunnan jäsenistä, lukuun ottamatta SYR:n arviointitoimittajina toimineita jäseniä.

Covid-19-pandemian vuoksi CWT:n kaksi ensimmäistä kokousta pidettiin virtuaalisesti 25.–29. tammikuuta 2021 ja 16.–20. elokuuta 2021. Ensimmäinen tilausluonnos (FOD) julkaistiin asiantuntijoille ja hallituksille uudelleentarkastelua varten 10. tammikuuta 2022. Kommentteja on määrä esittää 20. maaliskuuta 2022. CWT kokoontui Dublinissa 25.–28. maaliskuuta 2022 keskustelemaan siitä, miten FOD:tä voitaisiin parhaiten tarkistaa saatujen yli 10 000 huomautuksen huomioon ottamiseksi. Arviointitoimittajat seurasivat arviointiprosessia varmistaakseen, että kaikki kommentit otettiin asianmukaisesti huomioon. IPCC jakoi päättäjille tarkoitetun tiivistelmän lopullisen luonnoksen ja SYR:n pitemmän raportin hallituksille uudelleentarkastelua varten 21. marraskuuta 2022 ja 15. tammikuuta 2023 välisenä aikana, mikä johti yli 6 000 kommenttiin. Hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin (IPCC) jäsenhallituksille toimitettiin 8. maaliskuuta 2023 lopullinen SYR-luonnos hyväksyttäväksi, ja se sisälsi hallituksen lopullisen jakauman huomautukset.

Paneeli hyväksyi Interlakenissa Sveitsissä 13.–17. maaliskuuta 2023 pitämässään 58. istunnossa SPM:n rivi riviltä ja hyväksyi pidemmän raportin jaksolta.

Tunnustukset

SYR tehtiin mahdolliseksi, koska jaoston fasilitaattorit, CWT:n ja EWT:n jäsenet sekä avustavat tekijät osoittivat kovaa työtä ja sitoutumista huippuosaamiseen. Erityiset kiitokset ovat jaostoavustajat Kate Calvin, Dipak Dasgupta, Gerhard Krinner, Aditi Mukherji, Peter Thorne ja Christopher Trisos, joiden työ oli välttämätöntä pidemmän raportin osien ja SPM:n korkean tason varmistamiseksi.

Haluamme ilmaista arvostuksemme IPCC:n jäsenhallituksille, tarkkailijajärjestöille ja asiantuntijoiden arvioijille siitä, että he ovat antaneet rakentavia kommentteja raporttiluonnoksista. Haluamme kiittää arviointitoimittajia Paola Arias, Mercedes Bustamante, Ismail Elgizouli, Gregory Flato, Mark Howden, Steven Rose, Yamina Saheb, Roberto Sánchez ja Cunde Xiao heidän työstään FOD-kommenttien käsittelyssä sekä Gregory Flato, Carlos Méndez, Joy Jacqueline Pereira, Ramón Pichs-Madruga, Diana Ürgen-Vorsatz ja Nouredine Yassaa heidän työstään hyväksymisistunnon aikana.

Olemme SSC:n jäsenille kiitollisia heidän harkituista neuvoistaan ja tuestaan SYR:lle koko prosessin ajan: IPCC:n varapuheenjohtajat Ko Barret, Thelma Krug ja Youba Sokona; kansallisten kasvihuonekaasuinventarioiden työryhmän ja työryhmän yhteispuheenjohtajat Valérie Masson-Delmotte, Panmao Zhai, Hans-Otto Pörtner, Debra Roberts, Priyadarshi R. Shukla, Jim Skea, Eduardo Calvo Buendía ja Kiyoto Tanabe; Työryhmän varapuheenjohtajat Edwin Aldrian, Fatima Driouech, Jan Fuglestad, Muhammad Tariq, Carolina Vera, Nouredine Yassaa, Andreas Fischlin, Joy Jacqueline Pereira, Sergey Semenov, Pius Yanda, Taha M, Zatori, Amjad Abdulla, Carlo Carraro, Diriba Korecha Dadi, Nagmeldin G.E. Mahmoud, Ramón Pichs-Madruga, Andy Reisinger ja Diana Ürgen-Vorsatz. IPCC:n varapuheenjohtajat ja työryhmän yhteispuheenjohtajat toimivat myös CWT:n jäseninä, ja olemme kiitollisia heidän panoksestaan.

Haluamme kiittää IPCC:n sihteeristöä siitä, että se on antanut ohjausta ja tukea SYR:lle raportin valmistelussa, julkaisemisessa ja julkaisemisessa: apulaissihteeri Emira Fida, Mudathir Abdallah, Jesbin Baidya, Laura Biagioni, Oksana Ekzarkho, Judith Ewa, Joëlle Fernandez, Emelie Larrode, Jennifer Lew Schneider, Andrej Mahecic, Nina Peeva, Mxolisi Shongwe, Melissa Walsh ja Werani Zabula. Heidän tukensa menestykselle SYR:lle oli todella erinomainen koko prosessin ajan.

Kiitämme José Romeroa, SYR:n teknisen tuen yksikön päällikköä (SYR TSU) ja hallintojohtaja Jinmi Kimiä sekä SYR TSU:n jäseniä Arlene Birtia, Meeyoung Ha:ta, Erik Haitesia, Lance Ignonia, Yonghun Jungia, Dan Jezreel Orendainia, Robert Stavinsia, Semin Parkia ja Youngin Parkia heidän kovasta työstään SYR:n kehittämisen ja tuotannon helpottamiseksi. Kiitämme myös Woochong Umia ja hänen tiimiään Aasian kehityspankissa SYR TSU -operaation helpottamisesta.

Arvostamme edelleen WG TSU:n jäsenten Sarah Connorin, Clotilde Péanin ja Anna Piranin innostusta, omistautumista ja ammatillista panosta WG I:stä, Marlies Craig, Katja Mintenbeck, Elvira Poloczanska, Melinda Tignor WG II:stä ja Roger Fradera, Minal Pathak, Raphael Slade, Shreya Some ja Geninha Gabao Lisboa WG III:stä, joka työskenteli tiiminä SYR TSU:n kanssa, mikä myötävaikutti istunnon onnistuneeseen lopputulokseen.

Arvostamme IPCC:n jäsenhallituksia, jotka isännöivät ystävällisesti SYR:n selvityskokousta, CWT:n kokousta ja IPCC:n 58. istuntoa: Singaporessa, Irlannissa ja Sveitsissä. Kiitämme IPCC:n jäsenvaltioiden hallituksia, WMO:ta, UNEPia ja UNFCCC:tä niiden osallistumisesta erityisrahastoon, josta tuettiin erilaisia menoeriä. Haluamme erityisesti kiittää Korean tasavallan ilmatieteellistä hallintoa sen avokätisestä taloudellisesta tuesta SYR TSU:lle. Panemme merkille IPCC:n emojärjestöjen, UNEPin ja WMO:n ja erityisesti WMO:n tuen IPCC:n sihteeristön isännöinnissä. Lopuksi haluan ilmaista syvän kiitollisuutemme UNFCCC:lle niiden yhteistyöstä tämän hankkeen eri vaiheissa ja siitä, että ne antavat työllemme näkyvyyttä useilla foorumeilla.



Hoesung Lee

IPCC:n puheenjohtaja



Abdalah Mokssit

IPCC:n sihteeri

Käännös Vastuuvapauslauseke ja Caveat

Konekääntäjä käsittelee ala- ja yläindeksimerkkejä usein väärin, joten ne näkyvät usein normaaleina merkkeinä. Esimerkiksi CO₂ tarkoittaa CO₂, N₂O tarkoittaa N₂O, Wm-2 tarkoittaa Wm⁻² jne.

Samoin konekäännös häiritsee kursivoitujen tai lihavoitujen sanojen muotoilua, joten tämä asiakirja on menettänyt nämä merkkityylit, paitsi jos ne vaikuttavat koko kappaleeseen.

Kuvitukset säilytettiin alkuperäisestä asiakirjasta, mutta jotkut aiheuttivat konekääntäjän kaatumisen, luultavasti liian monien värillisten pisteiden vuoksi (kutakin pidettiin vektoripiirustuselementtinä). Tässä tapauksessa kuvaa yksinkertaistettiin korvaamalla se rasterikuvalla, ja kuvatekstisanoja lisättiin tähän kuvaan.

Leksikaalinen indeksi poistettiin, koska käännösongelmia oli liikaa.

Sisältö

Esipuhe ja esipuhe.....	5
Esipuhe.....	6
Esipuhe.....	8
Käännös Vastuuvapauslauseke ja Caveat.....	12
Ilmastomuutos 2023 -yhteenvetoraportti päättäjille.....	16
Johdanto.....	17
A. Nykytilanne ja trendit.....	18
Lämpeneminen ja sen syyt.....	18
Havaitut muutokset ja vaikutukset.....	19
Sopeutumisen nykyinen edistyminen sekä puutteet ja haasteet.....	22
Nykyiset hillitsemistoimet Edistyminen, aukot ja haasteet.....	24
B. Tulevaisuuden ilmastomuutos, riskit ja pitkän aikavälin reaktiot.....	26
Tuleva ilmastomuutos.....	26
Ilmastomuutoksen vaikutukset ja ilmastoon liittyvät riskit.....	29
Väistämättömien, peruuttamattomien tai äkillisten muutosten todennäköisyys ja riskit.....	34
Sopeutumisvaihtoehdot ja niiden rajat lämpimämmässä maailmassa.....	36
Hiilibudjetit ja nettonollapäästöt.....	36
Vähentämisväylät.....	37
Ylitys: Lämmittävän tason ylittäminen ja paluu.....	40
C. Vastaukset lähiaikoina.....	41
Lähiajan yhdenmestettyjen ilmastotoimien kiireellisyys.....	41
Lähiajan toiminnan hyödyt.....	43
Lieventämis- ja sopeutumisvaihtoehdot eri järjestelmissä.....	45
Synergiat ja kaupan sivuvaikutukset kestävä kehityksen kanssa.....	47
Oma pääoma ja osallisuus.....	48
Hallinto ja politiikat.....	49
Rahoitus, teknologia ja kansainvälinen yhteistyö.....	50
Ilmastomuutos 2023 – yhteenvetoraportti.....	52
1 jakso - Johdanto.....	53
Jakso 2 - Nykytilanne ja kehityssuuntaukset.....	55
2.1 Havaitut muutokset, vaikutukset ja syy-yhteys.....	56
2.2 Vastaukset tähän mennessä.....	69
2.3 Nykyiset hillitsemis- ja sopeutumistoimet ja -politiikat eivät ole riittäviä.....	75
3 jakso – Pitkän aikavälin ilmasto- ja kehitysfutureit.....	89
3.1 Pitkän aikavälin ilmastomuutos, sen vaikutukset ja siihen liittyvät riskit.....	90
3.2 Pitkän aikavälin sopeutumisvaihtoehdot ja -rajat.....	103
3.3 Vähentämisväylät.....	107
3.4 Pitkän aikavälin vuorovaikutus sopeutumisen, hillitsemisen ja kestävä kehityksen välillä.....	117
4 jakso - Lähiajan reaktiot muuttuvassa ilmastossa.....	119
4.1 Ilmastotoimien ajoitus ja kiireellisyys.....	120
4.2 Lähiajan toiminnan vahvistamisen hyödyt.....	123
4.3 Lähiajan riskit.....	126
4.4 Tasapuolisuus ja osallisuus ilmastomuutostoimissa.....	129
4.5 Lähiajan hillitsemis- ja sopeutumistoimet.....	130
4.6 Sopeutumisen ja hillitsemisen yhteishyödyt kestävä kehityksen tavoitteiden saavuttamiseksi.....	139
4.7 Lähiajan ilmastomuutostoimia koskeva hallinto ja politiikka.....	142
4.8 Reagoinnin vahvistaminen: Rahoitus, kansainvälinen yhteistyö ja teknologia.....	144
4.9 Lähiajan toimien integrointi eri sektoreilla ja järjestelmissä.....	149
liitteitä.....	151
Liite 1 – Sanasto.....	152
Liite II - Lyhenteet, kemialliset symbolit ja tieteelliset yksiköt.....	165
Liite III – Osallistujat.....	169
Core Writing -tiimin jäsenet.....	170
Laajennettu kirjoittaminen Tiimin jäsenet.....	171
Review Editors.....	171
Osallistuvat tekijät.....	171

Tieteellinen ohjauskomitea.....	172
Liite IV – Asiantuntija-arvioijat AR6 SYR.....	174
Liite V – Luettelo hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin julkaisuista.....	187
Arviointikertomukset.....	188
Erityiskertomukset.....	189
Menetelmäraportit ja tekniset ohjeet.....	190
Tekniset asiakirjat.....	191
Hakemisto.....	192

Tässä yhteenvetokertomuksessa mainitut lähteet

Tämän raportin sisältämän aineiston viitteet on merkitty kiharasulkimilla {} kunkin kappaleen loppuun.

Poliittisille päättäjille tarkoitettussa yhteenvedossa viitteet viittaavat tämän yhteenvetokertomuksen johdannossa ja aiheissa olevien jaksojen, kuvioiden, taulukoiden ja laatikoiden numeroihin.

Pidemmän raportin johdannossa ja jaksoissa viitataan työryhmien I, II ja III (WGI, WGII, WGIII) kannanottoihin kuudenteen arviointiraporttiin ja muihin IPCC:n raportteihin (kursivoiduissa kiharasuluissa) tai itse yhteenvetoraportin muihin jaksoihin (pyöreissä suluissa).

Seuraavia lyhenteitä on käytetty:

SPM: Yhteenvedo päättäjille

TS: Tekninen yhteenvedo

ES: Tiivistelmä luvusta

Numerot tarkoittavat raportin tiettyjä lukuja ja jaksoja.

Muut tässä yhteenvetoraportissa mainitut IPCC:n raportit:

SR1.5: Ilmaston lämpeneminen 1,5 °C

SRCCCL: Ilmastonmuutos ja maa

SROCC: Valtameri ja kryosfääri muuttuvassa ilmastossa

Ilmastomuutos 2023 -yhteenvetoraportti päättäjille

Tähän päättäjille tarkoitettuun yhteenvetoon olisi viitattava seuraavasti:

IPCC, 2023: Yhteenveto päättäjille. Kohdassa: *Ilmastomuutos 2023: Yhteenvetoraportti. Työryhmien I, II ja III panos hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin kuudenteen arviointiraporttiin* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (toim.)]. IPCC, Geneve, Sveitsi, s. 1–34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001

Johdanto

Tässä IPCC:n kuudennen arviointiraportin (AR6) yhteenvetoraportissa (SYR) esitetään yhteenveto ilmastomuutokseen, sen laajalle levinneisiin vaikutuksiin ja riskeihin sekä ilmastomuutoksen hillitsemiseen ja siihen sopeutumiseen liittyvän tietämyksen tilasta. Siinä on otettu huomioon kuudennen arviointikertomuksen keskeiset havainnot, jotka perustuvat kolmen työryhmän antamiin lausuntoihin,¹ sekä kolme erityiskertomusta.² Poliittisille päättäjille tarkoitettu yhteenveto on jaettu kolmeen osaan: SPM.A Current Status and Trends, SPM.B Future Climate Change, Risks, and Long-Term Responses ja SPM.C Responses in the Near Term.³

Mietinnössä tunnustetaan ilmastoon, ekosysteemien ja biologisen monimuotoisuuden sekä ihmisyyteen keskinäinen riippuvuus. erilaisten tietämyksen muotojen arvo; sekä ilmastomuutokseen sopeutumisen, ilmastomuutoksen hillitsemisen, ekosysteemien terveyden, ihmisten hyvinvoinnin ja kestävä kehityksen väliset tiiviit yhteydet, ja se kuvastaa ilmastotoimiin osallistuvien toimijoiden kasvavaa monimuotoisuutta.

Tieteellisen ymmärryksen perusteella keskeiset havainnot voidaan muotoilla tosiseikkoja koskeviksi lausumiksi tai yhdistää arvioituun luottamustasoon IPCC:n kalibroidulla⁴ kielellä.

- 1 Työryhmän kolme kannanottoa kuudetta arviointikertomusta varten ovat seuraavat: AR6 Ilmastomuutos 2021: Fysiikan perusta; AR6 Ilmastomuutos 2022: vaikutukset, sopeutuminen ja haavoittuvuus; ja AR6 Climate Change 2022: Ilmastomuutoksen hillitseminen. Niiden arvioinnit kattavat tieteellisen kirjallisuuden, joka on hyväksytty julkaistavaksi 31. tammikuuta 2021, 1. syyskuuta 2021 ja 11. lokakuuta 2021 mennessä.
- 2 Kolme erityiskertomusta ovat seuraavat: Ilmastoon lämpeneminen 1,5 celsiusasteella (2018): IPCC:n erityisraportti vaikutuksista, joita aiheuttaa ilmastoon lämpenemisestä 1,5 celsiusasteella esiteollisella kaudella vallinneeseen tasoon verrattuna ja siihen liittyvistä maailmanlaajuisista kasvihuonekaasupäästöjen kehityskuluista, kun pyritään vahvistamaan maailmanlaajuisia toimia ilmastomuutoksen uhkaan vastaamiseksi, kestävä kehitys ja pyrkimykset poistaa köyhyys (SR1.5); Ilmastomuutos ja maa (2019): IPCC:n erityisraportti ilmastomuutoksesta, aavikoitumisesta, maaperän huonontumisesta, kestävästä maankäytöstä, elintarviketurvasta ja kasvihuonekaasuvirroista maaekosysteemeissä (SRCCL); ja The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (2019) (SROCC). Erityiskertomukset koskevat tieteellistä kirjallisuutta, joka on hyväksytty julkaistavaksi 15. toukokuuta 2018, 7. huhtikuuta 2019 ja 15. toukokuuta 2019 mennessä.
- 3 Tässä mietinnössä lähiajanjakso määritellään ajanjaksoksi, joka ulottuu vuoteen 2040. Pitkällä aikavälillä tarkoitetaan vuoden 2040 jälkeistä aikaa.
- 4 Jokainen havainto perustuu taustalla olevan näytön ja yhteisymmärryksen arviointiin. IPCC:n kalibroidussa kielessä käytetään viittä tarkennusta luotettavuustason ilmaisemiseen: hyvin alhainen, alhainen, keskitasoinen, korkea ja erittäin korkea, ja ladonta kursivilla, esimerkiksi keskitasoinen luottamus. Tuloksen tai tuloksen arvioitu todennäköisyys ilmaistaan seuraavilla termeillä: lähes varma 99–100 prosentin todennäköisyys, erittäin todennäköinen 90–100 prosentin todennäköisyys, todennäköinen 66–100 prosentin todennäköisyys, todennäköisempi kuin ei >50–100 prosentin todennäköisyys, noin yhtä todennäköinen kuin ei 33–66 prosentin todennäköisyys, epätodennäköinen 0–33 prosentin todennäköisyys, erittäin epätodennäköinen 0–10 prosentin todennäköisyys, poikkeuksellisen epätodennäköinen 0–1 prosentin todennäköisyys. Lisäehdot (erittäin todennäköisesti 95–100 %; ja erittäin epätodennäköistä 0–5 %), käytetään myös tarvittaessa. Arvioitu todennäköisyys on kirjoitettu kursivilla, esim. hyvin todennäköisesti. Tämä vastaa AR5-raporttia ja muita AR6-raportteja.

A. Nykytilanne ja trendit

Lämpeneminen ja sen syyt

A.1 Ihmisen toiminta, pääasiassa kasvihuonekaasupäästöjen kautta, on yksiselitteisesti aiheuttanut ilmaston lämpenemisen, ja vuosina 2011–2020 maapallon pintalämpötila nousi 1,1 celsiusasteeseen yli 1850–1900 asteen. Maailmanlaajuiset kasvihuonekaasupäästöt ovat edelleen kasvaneet, ja historialliset ja jatkuvat panokset ovat olleet epätasaisia kestävämmän energiankäytön, maankäytön ja maankäytön muutosten, elämäntapojen ja kulutus- ja tuotantomallien vuoksi eri alueilla, maiden välillä ja sisällä sekä yksilöiden keskuudessa (*korkea luottamus*). {2.1, kuva 2.1, kuva 2.2}

A.1.1 Maailmanlaajuinen pintalämpötila oli 1,09 [0,95–1,20] °C⁵ korkeampi vuosina 2011–2020 kuin 1850–1900⁶, ja nousu oli suurempaa maalla (1,59 [1,34–1,83] °C) kuin valtamerellä (0,88 [0,68–1,01] °C). Maapallon pintalämpötila 2000-luvun kahden ensimmäisen vuosikymmenen aikana (2001–2020) oli 0,99 [0,84–1,10] °C korkeampi kuin 1850–1900. Maapallon pintalämpötila on noussut nopeammin vuodesta 1970 kuin millään muulla 50 vuoden jaksolla ainakin viimeksi kuluneiden 2000 vuoden aikana (*korkea luottamus*). {2.1.1, kuva 2.1}

A.1.2 Ihmisen aiheuttaman maapallon kokonaispintalämpötilan nousun *todennäköinen* vaihteluväli vuosina 1850–1900–2010–2019⁷ on 0,8–1,3 °C, ja paras arvio on 1,07 °C. Tänä aikana on *todennäköistä*, että hyvin sekoitetut kasvihuonekaasut vaikuttivat lämpenemiseen 1,0–2,0 °C⁸, ja muut ihmisen kuljettajat (pääasiassa aerosolit) vaikuttivat jäähdytykseen 0,0–0,8 °C, luonnolliset (aurinko- ja vulkaaniset) kuljettajat muuttivat maapallon pintalämpötilaa –0,1 °C–+0,1 °C ja sisäinen vaihtelu muutti sitä –0,2 °C–+0,2 °C. {2.1.1, kuva 2.1}

A.1.3 Hyvin sekoittuneiden kasvihuonekaasupitoisuuksien havaittu lisääntyminen noin vuodesta 1750 lähtien johtuu yksiselitteisesti ihmisen toiminnasta tänä aikana aiheutuvista kasvihuonekaasupäästöistä. Historialliset kumulatiiviset nettohiilidioksidipäästöt vuosina 1850–2019 olivat 2400 ± 240 GtCO₂, josta yli puolet (58 prosenttia) tapahtui vuosina 1850–1989 ja noin 42 prosenttia vuosina 1990–2019 (*korkea luottamus*). Vuonna 2019 ilmakehän CO₂-pitoisuudet (410 miljoonasosaa) olivat korkeammat kuin koskaan vähintään kahteen miljoonaan vuoteen (*korkea luottamus*), ja metaanipitoisuudet (1866 miljardia osaa) ja typpioksiduulipitoisuudet (332 miljardia osaa) olivat korkeammat kuin koskaan vähintään 800 000 vuoteen (*erittäin korkea luottamus*). {2.1.1, kuva 2.1}

A.1.4 Ihmisen toiminnan aiheuttamien kasvihuonekaasujen maailmanlaajuisen nettopäästöjen on arvioitu olevan 59 ± 6,6 GtCO₂-ekvivalenttia⁹ vuonna 2019, noin 12 prosenttia (6,5 GtCO₂-ekvivalenttia) suurempi kuin vuonna 2010 ja 54 prosenttia (21 GtCO₂-ekvivalenttia) suurempi kuin vuonna 1990. Kasvihuonekaasujen bruttopäästöjen osuus ja kasvu on suurin fossiilisten polttoaineiden poltosta ja teollisuusprosesseista peräisin olevassa hiilidioksidissa₂ (CO₂-FFI) ja sen jälkeen metaanissa, kun taas fluorattujen kaasujen (F-kaasujen) suhteellinen kasvu oli suurinta vuoden 1990 alhaisista tasoista alkaen. Keskimääräiset vuotuiset kasvihuonekaasupäästöt olivat vuosina 2010–2019 suuremmat kuin millään edellisellä vuosikymmenellä, kun taas kasvu vuosina 2010–2019 (1,3 % vuodesta 1) oli hitaampaa kuin vuosina 2000–2009 (2,1 % vuodesta 1). Vuonna 2019 noin 79 prosenttia maailman kasvihuonekaasupäästöistä oli peräisin energian, teollisuuden, liikenteen ja rakennusten aloilta yhdessä ja 22 prosenttia¹⁰ maa- ja metsätaloudesta ja muusta maankäytöstä (AFOLU). Bruttokansantuotteen energiantensiteetin ja energian hiili-intensiteetin paranemisesta^{johtuvat} hiilidioksidipäästöjen vähennykset ovat olleet pienempiä kuin teollisuuden, energiahuollon, liikenteen, maatalouden ja rakennusten maailmanlaajuisen tuotantotason noususta johtuvat päästöjen lisäykset. (*korkea luottamus*) {2.1.1}

A.1.5 Hiilidioksidipäästöjen historialliset vaikutukset vaihtelevat huomattavasti alueittain sekä kokonaissuureen että maankäytöstä, maankäytön muutoksesta ja metsätaloudesta (CO₂-LULUCF) aiheutuviin hiilidioksidin nettopäästöihin. Vuonna 2019 noin 35 prosenttia maailman väestöstä asuu maissa, joiden päästöt ovat yli 9

5 Koko SPM:n alueella annetut vaihteluvälit ovat hyvin todennäköisiä (5–95 prosentin vaihteluväli), ellei toisin mainita.

6 Arvio maapallon pintalämpötilan noususta AR5:n jälkeen johtuu pääasiassa lämpenemisen jatkumisesta vuosina 2003–2012 (0,19 [0,16–0,22] °C). Lisäksi metodologiset edistysaskeleet ja uudet tietoiaineistot ovat tarjonneet kattavamman spatiaalisen esityksen 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 merkitse ylimääräistä fyysistä lämpenemistä AR5: n jälkeen.

7 Ajanjaksoerottelu kohtaan A.1.1 johtuu siitä, että attribuoitutumiksimuksissa otetaan huomioon tämä hieman aikaisempi ajanjakso. Havaittu lämpeneminen vuosina 2010–2019 on 1,06 [0,88–1,21] °C.

8 Säteilypakotetutkimuksista arvioidut päästöjen vaikutukset vuosien 2010–2019 lämpenemiseen suhteessa vuosiin 1850–1900 ovat seuraavat: CO₂ 0,8 [0,5–1,2] °C; metaani 0,5 [0,3–0,8] °C; typpioksiduuli 0,1 [0,0–0,2] °C ja fluoratut kaasut 0,1 [0,0–0,2] °C.

9 Kasvihuonekaasupäästömittareita käytetään ilmaisemaan eri kasvihuonekaasujen päästöjä yhteisessä yksikössä. Tässä raportissa yhteenlasketut kasvihuonekaasupäästöt ilmoitetaan CO₂-ekvivalentteina (CO₂-ekvivalentteina) käyttäen lämmitysvaikutuspotentiaalia 100 vuoden aikahorisontilla (GWP100), ja arvot perustuvat työryhmän I panokseen AR6:een. WGI:n ja WGIII:n AR6-raportit sisältävät päivitettyjä päästömittareita, eri mittareiden arviointeja hillitsemistavoitteiden osalta sekä uusia lähestymistapoja kaasujen yhdistämiseen. Mittarin valinta riippuu analyysin tarkoituksesta, ja kaikilla kasvihuonekaasupäästömittareilla on rajoituksia ja epävarmuustekijöitä, koska ne yksinkertaistavat fyysisen ilmastojärjestelmän monimutkaisuutta ja sen reagoitua aiempiin ja tuleviin kasvihuonekaasupäästöihin. {2.1.1}

10 Kasvihuonekaasupäästötasot pyöristetään kahteen merkitsevään numeroon. Pyöristysten vuoksi summassa voi olla pieniä eroja. {2.1.1}

hiilidioksidiekvivalenttitonniaasukasta kohti¹¹ (lukuun ottamatta hiilidioksidiekvivalenttitonnia-LULUCF), ja 41 prosenttia asuu maissa, joiden päästöt ovat alle 3 hiilidioksidiekvivalenttitonnia asukasta^{kohti}. Näistä jälkimmäisistä merkittävällä osalla ei ole mahdollisuutta käyttää nykyaikaisia energiapalveluja. Vähiten kehittyneiden maiden (LDC) ja pienten kehittyvien saarivaltioiden (SIDS) päästöt henkeä kohti ovat paljon pienemmät (1,7 tCO₂-eq ja 4,6 tCO₂-eq) kuin maailmanlaajuinen keskiarvo (6,9 tCO₂-eq), pois lukien CO₂-LULUCF. Niiden kotitalouksien 10 prosentin osuus, joiden asukaskohtaiset päästöt ovat suurimmat, on 34–45 prosenttia kotitalouksien maailmanlaajuisista kulutukseen perustuvista kasvihuonekaasupäästöistä, kun taas alhaisimman 50 prosentin osuus on 13–15 prosenttia. (korkea luotettavuus) {2.1.1, kuva 2.2}

Havaitut muutokset ja vaikutukset

A.2 Ilmakehässä, valtameressä, kryosfäärissä ja biosfäärissä on tapahtunut laajoja ja nopeita muutoksia. Ihmisen aiheuttama ilmastonmuutos vaikuttaa jo moniin sään ja ilmaston ääri-ilmiöihin kaikilla alueilla ympäri maailmaa. Tämä on johtanut laajalle levinneisiin haitallisiin vaikutuksiin ja niihin liittyviin menetyksiin ja vahinkoihin luonnolle ja ihmisille (*korkea luottamus*). Haavoittuvassa asemassa oleviin yhteisöihin, jotka ovat historiallisesti vaikuttaneet vähiten nykyiseen ilmastonmuutokseen, kohdistuu suhteettomia vaikutuksia (*korkea luottamus*). {2.1, taulukko 2.1, kuva 2.2, kuva 2.3} (kuva SPM.1)

A.2.1 On selvää, että ihmisen vaikutus on lämmittänyt ilmakehää, valtameriä ja maata. Maailmanlaajuinen keskimääräinen merenpinta nousi 0,20 [0,15–0,25] metriä vuosien 1901 ja 2018 välillä. Keskimääräinen merenpinnan nousu oli 1,3 [0,6–2,1] mm v⁻¹ vuosina 1901–1971, 1,9 [0,8–2,9] mm v⁻¹ vuosina 1971–2006 ja edelleen 3,7 [3,2–4,2] mm v⁻¹ vuosina 2006–2018 (*korkea luottamus*). Inhimillinen vaikutus oli hyvin todennäköisesti näiden lisäysten tärkein tekijä ainakin vuodesta 1971 lähtien. Todisteet äärimmäisissä olosuhteissa havaituista muutoksista, kuten helleaalloista, rankkasateista, kuivuudesta ja trooppisista sykloneista, ja erityisesti niiden vaikutuksesta ihmisen vaikutukseen, ovat vahvistuneet edelleen AR5: n jälkeen. Ihmisen vaikutus on todennäköisesti lisännyt mahdollisuutta yhdistää äärimmäisiä tapahtumia 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. Ihmisen ja ekosysteemin haavoittuvuus ovat toisistaan riippuvaisia. Alueet ja ihmiset, joilla on huomattavia kehitysrajoitteita, ovat erittäin alttiita ilmatoriskeille. Äärimmäisten sää- ja ilmastoilmiöiden lisääntyminen on altistanut miljoonat ihmiset akuutille puutteelliselle elintarviketurvalle¹² ja vesiturvan heikkenemiselle. Suurimmat haitalliset vaikutukset on havaittu monissa paikoissa ja/tai yhteisöissä Afrikassa, Aasiassa, Keski- ja Etelä-Amerikassa, vähiten kehittyneissä maissa, pienillä saarilla ja arktisella alueella sekä maailmanlaajuisesti alkuperäiskansoille, pienimuotoisille elintarviketuottajille ja pienituloisille kotitalouksille. Vuosina 2010–2020 tulvista, kuivuudesta ja myrskyistä johtuva kuolleisuus oli 15 kertaa suurempi erittäin haavoittuvilla alueilla kuin alueilla, joilla haavoittuvuus on erittäin alhainen. (korkea luotettavuus) {2.1.2, 4.4} (Kuva SPM.1)

A.2.3 Ilmastonmuutos on aiheuttanut huomattavia vahinkoja ja yhä peruuttamattomampia menetyksiä maanpäällisissä, makean veden ja kryosfäärin ekosysteemeissä sekä rannikoiden ja avoimien valtamerten ekosysteemeissä (*korkea luottamus*). Sadat lajien paikalliset menetykset ovat johtuneet äärimmäisten lämpötilojen lisääntymisestä (*korkea luottamus*) ja maalla ja valtamerissä havaituista massakuolleisuustapahtumista (erittäin korkea luottamus). Vaikutukset joihinkin ekosysteemeihin lähestyvät peruuttamattomuutta, kuten jäätiköiden vetäytymisestä johtuvien hydrologisten muutosten vaikutukset tai muutokset joillakin vuorilla (keskitasoinen luottamus) ja arktisissa ekosysteemeissä, jotka johtuvat ikiroudan sulamisesta (*korkea luottamus*). {2.1.2, kuva 2.3} (kuva SPM.1)

A.2.4 Ilmastonmuutos on heikentänyt elintarviketurvaa ja vaikuttanut vesiturvaan, mikä on haitannut pyrkimyksiä saavuttaa kestävä kehityksen tavoitteet (*korkea luottamus*). Vaikka maatalouden kokonaistuottavuus on kasvanut, ilmastonmuutos on hidastanut tätä kasvua 50 viime vuoden aikana maailmanlaajuisesti (keskitason luottamus), millä on kielteisiä vaikutuksia pääasiassa keski- ja matalan leveysasteen alueilla, mutta myönteisiä vaikutuksia joillakin korkean leveysasteen alueilla (*korkea luottamus*). Valtamerten lämpeneminen ja merten happamoituminen ovat vaikuttaneet haitallisesti kalastuksesta ja äyriäisten ja nilviäisten vesiviljelystä peräisin olevaan elintarviketuotantoon joillakin valtamerialueilla (*korkea luottamus*). Noin puolet maailman väestöstä kärsii tällä hetkellä vakavasta veden niukkuudesta ainakin osan vuotta ilmastollisten ja ei-ilmastollisten tekijöiden yhdistelmän vuoksi (keskimääräinen luottamus). {2.1.2, kuva 2.3} (kuva SPM.1)

A.2.5 Kaikilla alueilla äärimmäisten kuumuusilmiöiden lisääntyminen on johtanut ihmisten kuolleisuuteen ja sairastuvuuteen (erittäin korkea luottamus). Ilmatoon liittyvien elintarvike- ja vesivälitteisten tautien esiintyminen (erittäin suuri luottamus) ja vektorivälitteisten tautien esiintyminen (*korkea luottamus*) ovat lisääntyneet. Arvioiduilla alueilla jotkin mielenterveyshaasteet liittyvät lämpötilojen nousuun (*korkea luottamus*), ääri-ilmiöiden aiheuttamiin

11 Alueelliset päästöt.

12 Akuuttia puutteellista elintarviketurvaa voi esiintyä milloin tahansa niin vakavalla tavalla, että se uhkaa ihmishenkiä, toimeentuloa tai molempia syistä, asiayhteydestä tai kestosta riippumatta sellaisten häiriöiden seurauksena, jotka uhkaavat elintarviketurvaan ja ravitsemukseen vaikuttavia tekijöitä, ja sitä käytetään humanitaaristen toimien tarpeen arviointiin. {2.1}

traumoihin (erittäin korkea luottamus) sekä elinkeinojen ja kulttuurin menettämiseen (korkea luottamus). Ilmaston ja sään ääri-ilmiöt aiheuttavat yhä enemmän pakkomuuttoa Afrikassa, Aasiassa, Pohjois-Amerikassa (korkea luottamus) sekä Keski- ja Etelä-Amerikassa (keskitasoinen luottamus), ja vaikutus Karibian ja Etelä-Tyynenmeren pieniin saarivaltioihin on suhteettoman suuri suhteessa niiden pieneen väestömäärään (korkea luottamus). {2.1.2, kuva 2.3} (kuva SPM.1)

- A.2.6 Ilmastomuutos on aiheuttanut laajoja haittavaikutuksia ja niihin liittyviä menetyksiä ja vahinkoja luonnolle¹³ ja ihmisille, jotka jakautuvat epätasaisesti eri järjestelmiin, alueisiin ja aloihin. Ilmastomuutoksen aiheuttamia taloudellisia vahinkoja on havaittu ilmastolle alttiilla aloilla, kuten maataloudessa, metsätaloudessa, kalastuksessa, energia-alalla ja matkailussa. Yksilön toimeentuloon ovat vaikuttaneet esimerkiksi kotien ja infrastruktuurin tuhoutuminen sekä omaisuuden ja tulojen menetykset, ihmisten terveys ja elintarviketurva, millä on ollut kielteisiä vaikutuksia sukupuolten tasa-arvoon ja sosiaaliseen tasa-arvoon. (korkea luotettavuus) {2.1.2} (Kuva SPM.1)
- A.2.7 Kaupunkialueilla havaittu ilmastomuutos on vaikuttanut haitallisesti ihmisten terveyteen, elinkeinoin ja keskeiseen infrastruktuuriin. Kuumat ääripäät ovat voimistuneet kaupungeissa. Äärimmäiset ja hitaasti käynnistyvät tapahtumat ovat vaarantaneet kaupunki-infrastruktuurin, mukaan lukien liikenne-,¹⁴vesi-, sanitaatio- ja energiajärjestelmät, mistä on aiheutunut taloudellisia menetyksiä, palvelujen häiriöitä ja kielteisiä vaikutuksia hyvinvointiin. Havaitut haittavaikutukset keskittyvät taloudellisesti ja sosiaalisesti syrjäytyneiden kaupunkilaisten keskuuteen. (korkea luottamus) {2.1.2}

13 Tässä kertomuksessa 'tappioilla ja vahingoilla' tarkoitetaan havaittuja haittavaikutuksia ja/tai ennakoituja riskejä, ja ne voivat olla taloudellisia ja/tai muita kuin taloudellisia (ks. liite I: Sanasto).

14 Hitaasti alkavia tapahtumia kuvataan AR6 WGI:n ilmastovaikutuksia aiheuttavien tekijöiden joukossa, ja niillä viitataan riskeihin ja vaikutuksiin, jotka liittyvät esimerkiksi lämpötilan nousuun, aavikoitumiseen, sateiden vähenemiseen, biologisen monimuotoisuuden vähenemiseen, maan ja metsien tilan heikkenemiseen, jäätiköiden vetäytymiseen ja niihin liittyviin vaikutuksiin, valtamerten happamoitumiseen, merenpinnan nousuun ja suolaantumiseen. {2.1.2}

Ihmissen aiheuttaman ilmastomuutoksen haitalliset vaikutukset voimistuvat edelleen

a) Havaitut laajalle levinneet ja merkittävät vaikutukset ja niihin liittyvät ilmastomuutoksesta johtuvat menetykset ja vahingot

Veden saatavuus ja ruoantuotanto



Terveys ja hyvinvointi



Kaupungit, taajamat ja infrastruktuuri



Biologinen monimuotoisuus ja ekosysteemit



Avain

Ihmissen järjestelmiin ja ekosysteemeihin kohdistuvien ilmastovaikutusten havaittu lisääntyminen maailmanlaajuisesti
Haitalliset ja myönteiset vaikutukset

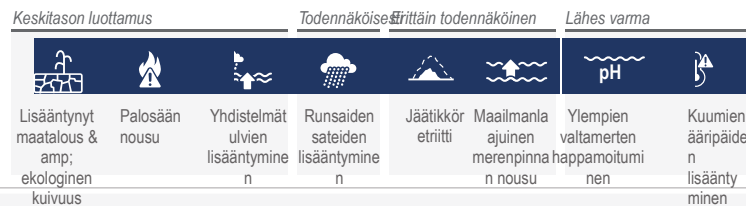
Havaitut ilmastoon liittyvät muutokset, ei kokonaisarviota vaikutusten suunnasta

Luottamus ilmastomuutokseen

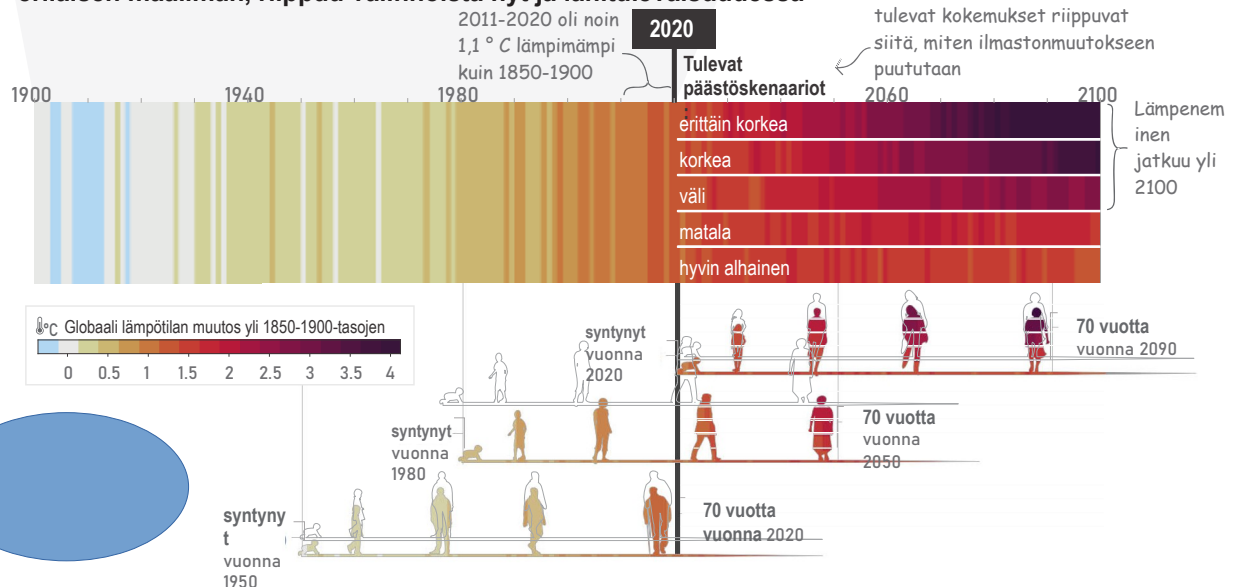
- Korkea tai erittäin korkea luottamus
- Keskitason luottamus
- Alhainen luottamus

b) Vaikutukset johtuvat useiden fyysisten ilmasto-olosuhteiden muutoksista, jotka johtuvat yhä enemmän ihmisen vaikutuksesta

Havaittujen fyysisten ilmastomuutosten osoittaminen ihmisen vaikutukselle:



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 laajoja vaikutuksia ja niihin liittyviä menetyksiä ja vahinkoja ihmisen järjestelmille ja muuttanut maan, makean veden ja valtamerien ekosysteemejä maailmanlaajuisesti. Veden fyysiseen saatavuuteen sisältyy eri lähteistä, kuten pohjavedestä, veden laadusta ja veden kysynnästä, saatavan veden tasapaino. Maailmanlaajuisissa mielenterveyden ja pakkomuuton arvioinneissa otetaan huomioon vain arvioidut alueet. Luottamustasot kuvastavat arviota havaitun vaikutuksen osoittamisesta ilmastonmuutokseen. **b)** Havaitut vaikutukset liittyvät fyysisiin ilmastonmuutoksiin, mukaan lukien monet ihmisen vaikutuksesta johtuvat vaikutukset, kuten valitut ilmastovaikutusten aiheuttajat. Luottamus- ja todennäköisyystasot kuvastavat arviota havaitun ilmastovaikutusten aiheuttajan vaikutuksesta ihmisen vaikutukseen. **c)** Havaitut (1900–2020) ja ennustetut (2021–2100) maapallon pintalämpötilan muutokset (suhteessa vuosiin 1850–1900), jotka liittyvät ilmasto-olosuhteiden ja -vaikutusten muutoksiin, osoittavat, miten ilmasto on jo muuttunut ja muuttuu kolmen edustavan sukupolven (vuosina 1950, 1980 ja 2020 syntyneet) elinkaaren aikana. Tulevat ennusteet (2021–2100) maapallon pintalämpötilan muutoksista esitetään erittäin alhaisissa (SSP1–1.9), alhaisissa (SSP1–2.6), keskitason (SSP2–4.5), suurissa (SSP3–7.0) ja erittäin suurissa (SSP5–8.5) kasvihuonekaasupäästöskenaarioissa. Vuotuisten maapallon pintalämpötilojen muutokset esitetään ”ilmastoraidoina”, ja tulevat ennusteet osoittavat ihmisen aiheuttamat pitkän aikavälin suuntaukset ja jatkuvan mukauttamisen luonnollisen vaihtelun perusteella (tässä käytetään aiemmin havaittuja luonnollisen vaihtelun tasojen). Sukupolven kuvakkeiden värit vastaavat kunkin vuoden globaaleja pintalämpötilaraitoja, ja tulevien kuvakkeiden segmentit erottavat mahdolliset tulevat kokemukset. {2.1, 2.1.2, kuva 2.1, taulukko 2.1, kuva 2.3, poikkileikkauslaatikko 2, 3.1, kuva 3.3, 4.1, 4.3} (laatikko SPM.1)

Sopeutumisen nykyinen edistyminen sekä puutteet ja haasteet

A.3 Sopeutumisen suunnittelu ja täytäntöönpano on edennyt kaikilla sektoreilla ja alueilla dokumentoiduin hyödyin ja vaihtelevalla vaikuttavuudella. Edistymisestä huolimatta sopeutumisessa on puutteita, ja ne kasvavat edelleen nykyisellä täytäntöönpanovauhdilla. Joillakin ekosysteemeillä ja alueilla on saavutettu kovat ja pehmeät sopeutumisraajat. Joillakin aloilla ja alueilla esiintyy maladaptatiota. Sopeutumiseen tarkoitettujen nykyisten maailmanlaajuiset rahoitusvirrat ovat riittämättömiä sopeutumisvaihtoehtojen toteuttamiseksi ja rajoittavat niiden toteuttamista erityisesti kehitysmaissa (korkea luottamus). {2.2, 2.3}

A.3.1 Sopeutumisen suunnittelussa ja täytäntöönpanossa on edistytty kaikilla aloilla ja alueilla, mikä on tuottanut monia etuja (erittäin suuri luottamus). Kasvava yleinen ja poliittinen tietoisuus ilmastovaikutuksista ja -riskeistä on johtanut siihen, että vähintään 170 maata ja kaupunkia on sisällyttänyt sopeutumisen ilmastopolitiikkoihinsa ja suunnitteluprosesseihinsa (korkea luottamus). {2.2.3}

A.3.2¹⁵ Sopeutumisen tehokkuus ilmatoriskien vähentämisessä¹⁶ on dokumentoitu tiettyjen olosuhteiden, alojen ja alueiden osalta (korkea luottamus). Esimerkkejä tehokkaista sopeutumisvaihtoehdoista: lajikeparannukset, tilan vesihuolto ja -varastointi, maaperän kosteuden säilyttäminen, kastelu, peltometsäviljely, yhteisölähtöinen sopeutuminen, maatilojen ja maiseman tason monipuolistaminen maataloudessa, kestävä maankäytön lähestymistavat, agroekologisten periaatteiden ja käytäntöjen käyttö ja muut lähestymistavat, jotka toimivat luonnollisten prosessien kanssa (korkea luottamus). Ekosysteemipohjaiset sopeutumismallit,¹⁷ kuten kaupunkien viherryttäminen, kosteikkojen ennallistaminen ja yläjuoksun metsäekosysteemit, ovat vähentäneet tehokkaasti tulvariskejä ja kaupunkien lämpöä (korkea luottamus). Muiden kuin rakenteellisten toimenpiteiden, kuten varhaisvaroitusjärjestelmien, ja rakenteellisten toimenpiteiden, kuten leveiden, yhdistelmät ovat vähentäneet ihmishenkien menetyksiä sisämaan tulvien yhteydessä (keskimääräinen luottamus). Sopeutumisvaihtoehtoja, kuten katastrofiriskien hallintaa, varhaisvaroitusjärjestelmiä, ilmastopalveluja ja sosiaalisia turvaverkkoja, voidaan soveltaa laajasti useilla aloilla (korkea luottamus). {2.2.3}

A.3.3 Useimmat havaitut sopeutumistoimet ovat hajanaisia, asteittaisia,¹⁸ alakohtaisia ja jakautuvat epätasaisesti eri alueille. Edistymisestä huolimatta eri aloilla ja alueilla on sopeutumiskuiluja, ja ne kasvavat edelleen nykyisellä täytäntöönpanotasolla. Pienituloisten ryhmien sopeutumiskuilut ovat suurimmat. (korkea luottamus) {2.3.2}

A.3.4 Epäsopeutumisesta on yhä enemmän näyttöä eri aloilla ja alueilla. Maladaptatio vaikuttaa haitallisesti erityisesti syrjäytyneisiin ja haavoittuvassa asemassa oleviin ryhmiin. (korkea luottamus) {2.3.2}

A.3.5 Joillakin matalalla sijaitsevilla rannikkoalueilla pienviljelijät ja kotitaloudet kokevat tällä hetkellä sopeutumisen pehmeitä rajoja (keskitason luottamus), jotka johtuvat taloudellisista, hallinnollisista, institutionaalisista ja poliittisista rajoitteista (korkea luottamus). Jotkin trooppiset, rannikko-, napa- ja vuoristoekosysteemit ovat saavuttaneet tiukat sopeutumisraajat (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 Sopeutumisen keskeisiä esteitä ovat resurssien rajallisuus, yksityisen sektorin ja kansalaisten osallistumisen puute, rahoituksen riittämättömän mobilisointi (myös tutkimusta varten), heikko ilmastolukutaito, poliittisen sitoutumisen puute, tutkimuksen rajallisuus ja/tai sopeutumistieteen hidas ja vähäinen käyttöönotto sekä vähäinen kiireellisyys. Sopeutumisen arvioitujen kustannusten ja sopeutumiseen osoitetun rahoituksen välillä on yhä suurempia eroja

15 Vaikuttavuudella tarkoitetaan tässä sitä, missä määrin sopeutumisvaihtoehdon ennakoidaan tai havaitaan vähentävän ilmastoon liittyviä riskejä. {2.2.3}

16 Ks. liite I: Sanasto. {2.2.3}

17 Ekosysteemipohjainen sopeutuminen (EbA) tunnustetaan kansainvälisesti biologista monimuotoisuutta koskevassa yleissopimuksessa (CBD/14/5). Tähän liittyvä käsite on luontopohjaiset ratkaisut (NbS), ks. liite I: Sanasto.

18 Ilmastonmuutoksen asteittaisella mukauttamisella tarkoitetaan sellaisten toimien ja käyttäytymisen laajentamista, jotka jo vähentävät menetyksiä tai lisäävät luonnollisten vaihtelujen hyötyjä äärimmäisissä sää- ja ilmasto-olosuhteissa. {2.3.2}

(korkea luottamus). Sopeutumisrahoitus on peräisin pääasiassa julkisista lähteistä, ja pieni osa maailmanlaajuisesta seurattua ilmastorahoituksesta kohdennettiin sopeutumiseen ja ylivoimainen enemmistö hillitsemiseen (erittäin korkea luottamus). Vaikka maailmanlaajuisesti seurattu ilmastorahoitus on kasvanut viidennestä arviointikertomuksesta lähtien, nykyiset maailmanlaajuiset rahoitusvirrat sopeutumista varten, myös julkisista ja yksityisistä rahoituslähteistä, ovat riittämättömiä ja rajoittavat sopeutumisvaihtoehtojen täytäntöönpanoa erityisesti kehitysmaissa (korkea luottamus). Haitalliset ilmastovaikutukset voivat vähentää rahoitusvarojen saatavuutta, koska ne aiheuttavat menetyksiä ja vahinkoja ja haittaavat kansallista talouskasvua, mikä lisää entisestään sopeutumisen taloudellisia rajoitteita erityisesti kehitysmaissa ja vähiten kehittyneissä maissa (keskitason luottamus). {2.3.2, 2.3.3}

Laatikko SPM.1 Skenaarioiden ja mallinnettujen väylien käyttö AR6-yhteenvetoraportissa

Mallinnettuja skenaarioita ja kehityspolkuja¹⁹ käytetään tulevien päästöjen, ilmastonmuutoksen, siihen liittyvien vaikutusten ja riskien sekä mahdollisten hillitsemis- ja sopeutumisstrategioiden tutkimiseen, ja ne perustuvat useisiin oletuksiin, mukaan lukien sosioekonomiset muuttujat ja hillitsemisvaihtoehdot. Nämä ovat kvantitatiivisia ennusteita eivätkä ennusteita. Maailmanlaajuiset mallinnetut päästökehityspolut, myös kustannustehokkaihin lähestymistapoihin perustuvat, sisältävät alueellisesti eriytettyjä oletuksia ja tuloksia, ja niitä on arvioitava ottaen nämä oletukset huolellisesti huomioon. Useimmat eivät esitä nimenomaisia oletuksia maailmanlaajuisesta tasapuolisuudesta, ympäristöoikeudenmukaisuudesta tai alueiden sisäisestä tulonjaosta. IPCC on neutraali tässä raportissa arvioitujen skenaarioiden taustalla olevien oletusten suhteen, jotka eivät kata kaikkia mahdollisia futuureja.²⁰ {Cross-Section Box.2}

WGI arvioi ilmastotoimia viidellä havainnollistavalla skenaariolla, jotka perustuvat yhteisiin sosioekonomisiin väyliin,²¹ jotka kattavat kirjallisuudessa havaitun ihmisen toiminnan aiheuttamien ilmastonmuutoksen aiheuttajien mahdollisen tulevan kehityksen. Suuria ja erittäin suuria kasvihuonekaasupäästöjä koskevissa skenaarioissa (SSP3-7.0 ja SSP5-8.5)²² hiilidioksidipäästöt noin kaksinkertaistuvat nykytasosta vuoteen 2100 mennessä ja vuoteen 2050 mennessä. Kasvihuonekaasupäästöjen väliskenaariossa (SSP2-4.5) hiilidioksidipäästöt pysyvät nykyisellä tasolla vuosisadan puoliväliin asti. Hyvin alhaisten ja vähäisten kasvihuonekaasupäästöjen skenaarioissa (SSP1-1.9 ja SSP1-2.6) hiilidioksidipäästöt vähenevät nollaan noin vuonna 2050 ja vuonna 2070, minkä jälkeen negatiiviset nettohiilidioksidipäästöt vaihtelevat. Lisäksi WGI ja WGI²³ käyttivät edustavia pitoisuusväyliä alueellisten ilmastonmuutosten, vaikutusten ja riskien arviointiin. Työryhmässä III arvioitiin useita maailmanlaajuisesti mallinnettuja päästöväyliä, joista 1202 luokiteltiin sen perusteella, miten ne arvioivat maapallon lämpenemistä 2000-luvulla. Luokat vaihtelevat reiteistä, jotka rajoittavat lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen yli 50 prosentin todennäköisyydellä (merkitty tässä raportissa > 50 prosenttiin) ylittämättä lainkaan tai rajoitetusti (C1), reitteihin, jotka ylittävät 4 celsiusastetta (C8). {Kohta 2} (Kohta SPM.1, taulukko 1)

Ilmaston lämpenemisen tasoja (GWL) suhteessa vuosiin 1850–1900 käytetään ilmastonmuutoksen ja siihen liittyvien vaikutusten ja riskien arvioinnin yhdistämiseen, koska monien muuttujien muutosmallit tietyllä GWL:llä ovat yhteisiä kaikille tarkasteltaville skenaarioille ja riippumattomia ajoituksesta, jolloin kyseinen taso saavutetaan. {Cross-Section Box.2}

19 Kirjallisuudessa termejä Pathways ja scenarios käytetään vaihdellen, kun taas ensin mainittuja käytetään useammin suhteessa ilmastotavoitteisiin. WGI käytti pääasiassa termiä skenaariot ja työryhmä III enimmäkseen termiä mallinnetut päästö- ja hillitsemispolut. SYR käyttää ensisijaisesti skenaarioita viitatessaan WGI:hen ja mallinnettuja päästö- ja hillitsemispolkuja viitatessaan WGIII:een.

20 Noin puolet kaikista mallinnetuista globaaleista päästöväylistä perustuu kustannustehokkaihin lähestymistapoihin, jotka perustuvat maailmanlaajuisesti edullisimpiin hillitsemis-/vähentämismuuttajoihin. Toisessa puoliskossa tarkastellaan nykyisiä politiikkoja ja alueellisesti ja alakohtaisesti eriytettyjä toimia.

21 SSP-pohjaisista skenaarioista käytetään nimitystä SSPx-y, jossa "SSPx" viittaa skenaarioiden perustana olevia sosioekonomisia suuntauksia kuvaavaan yhteiseen sosioekonomiseen polkuun ja "y" viittaa vuoden 2100 skenaariosta johtuvan säteilypakotteen tasoon (watteina neliometriä kohti tai watteina neliometriä kohti). {Cross-Section Box.2}

22 Erittäin suuria päästöjä koskevat skenaariot ovat muuttuneet epätodennäköisemmiksi, mutta niitä ei voida sulkea pois. Yli 4 °C:n lämpenemistasot voivat johtua erittäin suurista päästöskenaarioista, mutta niitä voi syntyä myös pienemmistä päästöskenaarioista, jos ilmastoherkkyys tai hiilen kiertokulun takaisinkytkentä on parempi kuin paras arvio. {3.1.1}

23 RCP-pohjaisista skenaarioista käytetään nimitystä RCPy, jossa y viittaa vuoden 2100 skenaariosta johtuvan säteilypakotteen tasoon (watteina neliometriä kohti tai watteina neliometriä kohti). SSP-skenaariot kattavat laajemman valikoiman kasvihuonekaasu- ja ilmansaastefutuureja kuin RCP-skenaariot. Ne ovat samankaltaisia, mutta eivät identtisiä, ja niiden pitoisuuspoluissa on eroja. SSP:iden yleinen tehokas säteilypakote on yleensä suurempi kuin samalla merkinnällä varustettujen RCP:iden (keskiluottamus). {Cross-Section Box.2}

Kohta SPM.1, taulukko 1: AR6-työryhmän raporteissa tarkasteltujen skenaarioiden ja mallinnettujen väylien kuvaus ja suhde. {Cross-Section Box.2 Kuva 1}

Ryhmä III:n ryhmä	Luokan kuvaus	Kasvihuonekaasupäästöskenaariot (SSPx-y*) WGI:ssä jaampissa; työryhmä II	RCPy** WGI:ssä jaampissa; WGII
C1	lämpenemisen raja-arvo 1,5 °C:seen (>50 %), ylitystä ei tapahdu lainkaan tai se on vähäistä***	Erittäin alhainen (SSP1-1.9)	
C2	Lämpenemisen palauttaminen 1,5 asteeseen (>50 %) suuren ylityksen jälkeen***		
C3	rajoittaa lämpenemisen 2 °C:seen (> 67%)	Alhainen (SSP1-2.6)	RCP2.6
C4	rajoittaa lämpenemisen 2 °C:seen (>50 %)		
C5	Lämpenemisen raja-arvo 2,5 °C (>50 %)		
C6	rajoittaa lämpenemisen 3 °C:seen (>50 %)	Keskitaso (SSP2-4.5)	RCP 4.5
C7	rajoittaa lämpenemisen 4 °C:seen (>50 %)	Korkea (SSP3-7.0)	
C8	yli 4 °C:n lämpeneminen (>50 %)	Erittäin korkea (SSP5-8.5)	RCP 8.5

* Ks. SSPx-y-terminologian alaviite 21.

** Ks. RCPy-terminologian alaviite 23.

*** Rajoitettu ylitys tarkoittaa ilmaston lämpenemisen ylittämistä 1,5 celsiusasteella jopa noin 0,1 celsiusasteella, ylityksen ylittämistä 0,1 celsiusasteella - 0,3 celsiusasteella molemmissa tapauksissa jopa useiden vuosikymmenten ajan.

Nykyiset hillitsemistoimet Edistyminen, aukot ja haasteet

A.4 Lieventämistä koskevat politiikat ja lait ovat jatkuvasti laajentuneet AR5:n jälkeen. Lokakuuhun 2021 mennessä ilmoitettuihin kansallisesti määriteltuihin panoksiin perustuvat maailmanlaajuiset kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2030 tekevät todennäköiseksi, että lämpeneminen ylittää 1,5 celsiusastetta 2000-luvulla, ja vaikeuttavat lämpenemisen rajoittamista alle kahteen celsiusasteeseen. Toteutetuista politiikoista ja kansallisesti määritellyistä panoksista peräisin olevien ennustettujen päästöjen välillä on eroja, ja rahoitusvirrat eivät riitä ilmastotavoitteiden saavuttamiseen kaikilla aloilla 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 nostamista. UNFCCC:n puitteissa hyväksytty Pariisin sopimus, johon lähes kaikki ovat osallistuneet, on johtanut politiikan kehittämiseen ja tavoitteiden asettamiseen kansallisella ja alueellisella tasolla erityisesti ilmastomuutoksen hillitsemisen osalta sekä ilmastotoimien ja -tuen avoimuuden lisäämiseen (keskitason luottamus). Monet sääntely- ja talousvälineet on jo otettu onnistuneesti käyttöön (korkea luottamus). Monissa maissa toimintapolitiikat ovat parantaneet energiatehokkuutta, vähentäneet metsäkatoa ja nopeuttaneet teknologian käyttöönottoa, mikä on johtanut päästöjen välttämiseen ja joissakin tapauksissa vähenemiseen tai poistamiseen (korkea luottamus). Useat todisteet viittaavat siihen, että hillitsemispolitiikat ovat johtaneet useisiin²⁴ Gt CO₂-ekv. v. 1 vältettyihin maailmanlaajuisiin päästöihin (keskimääräinen luottamus). Vähintään 18 maata on pitänyt yllä tuotantoon ja kulutukseen perustuvia absoluuttisia kasvihuonekaasupäästöjen ja hiilidioksidipäästöjen vähennyksiä²⁵ yli kymmenen vuoden ajan. Nämä vähennykset ovat kompensoineet maailmanlaajuisia päästöjen kasvua vain osittain (korkea luottamus). {2.2.1, 2.2.2}

A.4.2 Useat hillitsemisvaihtoehdot, erityisesti aurinkoenergia, tuulienergia, kaupunkijärjestelmien sähköistäminen, kaupunkien vihreä infrastruktuuri, energiatehokkuus, kysyntäpuolen hallinta, metsien ja viljelykasvien/niittyjen hoidon parantaminen sekä ruokahävikin ja -hävikin vähentäminen, ovat teknisesti toteuttamiskelpoisia, niistä on tulossa yhä kustannustehokkaampia ja ne saavat yleisesti kannatusta kansalaisilta. Vuosina 2010–2019 aurinkoenergian (85 %), tuulienergian (55 %) ja litiumioniakkujen (85 %) yksikkökustannukset ovat jatkuvasti laskeneet ja niiden käyttöönotto on lisääntynyt huomattavasti, esimerkiksi aurinkoenergian osalta >10× ja sähköajoneuvojen osalta >100×, mikä vaihtelee suuresti alueittain. Kustannuksia vähentävien ja käyttöönottoa edistävien poliittisten välineiden yhdistelmään kuuluvat julkinen T&K-toiminta, demonstrointi- ja pilottihankkeiden rahoitus sekä kysyntävetoiset välineet, kuten käyttöönottotuet mittakaavan saavuttamiseksi. Päästöintensitiivisten järjestelmien ylläpitäminen voi joillakin alueilla ja aloilla olla kalliimpaa kuin siirtyminen vähäpäästöisiin järjestelmiin. (korkea luotettavuus) {2.2.2, kuva 2.4}

24 Vähintään 1,8 GtCO₂-ekv. v–1 voidaan laskea laskemalla yhteen erilliset arviot taloudellisten ja sääntelyvälineiden vaikutuksista. Lainsäädäntöjen ja toimeenpanomääräysten määrän kasvu on vaikuttanut maailmanlaajuisiin päästöihin, ja niiden arvioitiin aiheuttavan 5,9 GtCO₂-ekv. v–1 vähemmän päästöjä vuonna 2016 kuin ne muutoin olisivat olleet. (keskimääräinen luotettavuus) {2.2.2}

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

- A.4.3 Ennen COP26-kokousta ilmoitettujen kansallisesti määriteltyjen panosten täytäntöönpanoon liittyvien vuoden 2030 maailmanlaajuisten kasvihuonekaasupäästöjen²⁶ ja sellaisten mallinnettujen hillitsemispolkujen välillä, jotka rajoittavat lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen (> 50 %) ilman ylitystä tai rajoittamalla lämpenemisen 2 celsiusasteeseen (> 67 %) olettaen välittömiä toimia (korkea luottamus), on huomattava ”päästökuilu”. Tämän vuoksi on todennäköistä, että lämpeneminen ylittää 1,5 celsiusastetta 2000-luvulla (korkea luottamus). Globaalit mallinnetut hillitsemispolut, jotka rajoittavat lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen (> 50 %) ilman ylitystä tai rajoittaen lämpenemisen 2 celsiusasteeseen (> 67 %) olettaen, että välittömiin toimiin ryhdytään, merkitsevät maailmanlaajuisten kasvihuonekaasupäästöjen merkittävää vähentämistä tällä vuosikymmenellä (korkea luottamus) (ks. SPM Box 1, taulukko 1, B.6).²⁷ Mallinnetuilla kehityspoluilla, jotka ovat yhdenmukaisia ennen COP26-kokousta vuoteen 2030 ilmoitettujen kansallisesti määriteltyjen panosten kanssa ja joissa oletetaan, ettei tavoitetasoa nosteta sen jälkeen, on suuremmat päästöt, mikä johtaa ilmaston lämpenemisen mediaaniin, joka on 2,8 [2,1–3,4] °C vuoteen 2100 mennessä (keskimääräinen luottamus). Monet maat ovat ilmaisseet aikomuksensa saavuttaa kasvihuonekaasujen nettonollataso tai hiilidioksidipäästöjen nettonollataso vuosisadan puoliväliin mennessä, mutta lupaukset vaihtelevat maittain soveltamisalan ja erityisluonteen osalta, ja niiden saavuttamiseksi on tähän mennessä toteutettu vain vähän toimintapolitiikkoja. {2.3.1, taulukko 2.2, kuva 2.5, taulukko 3.1, 4.1}
- A.4.4 Poliitiikan kattavuus on epätasaista eri aloilla (korkea luottamus). Vuoden 2020 loppuun mennessä toteutettavien politiikkojen ennustetaan johtavan siihen, että maailmanlaajuiset kasvihuonekaasupäästöt ovat vuonna 2030 suuremmat kuin kansallisesti määriteltyjen panosten mukaiset päästöt, mikä viittaa ”täytäntöönpanovajeeseen” (korkea luottamus). Ilman politiikkojen vahvistamista ilmaston lämpenemisen ennustetaan olevan 3,2 [2,2–3,5] celsiusastetta vuoteen 2100 mennessä (keskimääräinen luottamus). {2.2.2, 2.3.1, 3.1.1, kuva 2.5} (laatikko SPM.1, kuva SPM.5)
- A.4.5 Vähäpäästöisten teknologioiden käyttöönotto on viivästynyt useimmissa kehitysmaissa, erityisesti vähiten kehittyneissä maissa, mikä johtuu osittain rajallisesta rahoituksesta, teknologian kehittämisestä ja siirrosta sekä kapasiteetista (keskitason luottamus). Ilmastorahoitusvirtojen 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 sen hillitsemisen (korkea luottamus). Valtaosa seurattua ilmastorahoituksesta suunnataan hillitsemiseen, mutta se jää kuitenkin alle tason, joka tarvitaan lämpenemisen rajoittamiseksi alle kahteen celsiusasteeseen tai 1,5 celsiusasteeseen kaikilla sektoreilla ja alueilla (ks. C7.2) (erittäin suuri luottamus). Vuonna 2018 julkiset ja julkisesti mobilisoidut yksityiset ilmastorahoitusvirrat kehittyneistä maista kehitysmaiin jäivät alle UNFCCC:n ja Pariisin sopimuksen mukaisen yhteisen tavoitteen saada käyttöön 100 miljardia Yhdysvaltain dollaria vuodessa vuoteen 2020 mennessä merkityksellisten hillitsemistoimien ja täytäntöönpanon avoimuuden yhteydessä (keskitason luottamus). {2.2.2, 2.3.1, 2.3.3}

26 Työryhmän III kirjallisuuden koontipäivän vuoksi tässä ei arvioida 11. lokakuuta 2021 jälkeen toimitettuja uusia kansallisesti määriteltyjä panoksia. {Pitkemmän raportin alaviite 32}

27 Vuodeksi 2030 ennustetut kasvihuonekaasupäästöt ovat 50 (47–55) GtCO₂-ekv., jos kaikki ehdolliset kansallisesti määritellyt panokset otetaan huomioon. Ilman ehdollisia tekijöitä maailmanlaajuisten päästöjen ennustetaan olevan suunnilleen samanlaiset kuin vuoden 2019 mallinnetut tasot 53 (50–57) GtCO₂-ekv. {2.3.1, taulukko 2.2}

B. Tulevaisuuden ilmastonmuutos, riskit ja pitkän aikavälin reaktiot

Tuleva ilmastonmuutos

B.1 Kasvihuonekaasupäästöjen jatkuminen johtaa ilmaston lämpenemisen lisääntymiseen, ja paras arvio on 1,5 celsiusasteen saavuttaminen lyhyellä aikavälillä tarkastelluissa skenaarioissa ja mallinnetuissa kehityspoluissa. Jokainen ilmaston lämpenemisen kasvu voimistuu useita ja samanaikaisia vaaroja (korkea luottamus). Kasvihuonekaasupäästöjen syvät, nopeat ja kestävät vähennykset johtaisivat ilmaston lämpenemisen selvään hidastumiseen noin kahdessa vuosikymmenessä ja myös havaittaviin muutoksiin ilmakehän koostumuksessa muutamassa vuodessa (korkea luottamus). {Moniosainen laatikko 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 lämpeneminen²⁸ jatkuu lyhyellä aikavälillä (2021–2040) pääasiassa kumulatiivisten hiilidioksidipäästöjen lisääntymisen vuoksi lähes kaikissa tarkastelluissa skenaarioissa ja mallinnetuissa kehityspoluissa. Lyhyellä aikavälillä ilmaston lämpeneminen on todennäköisempää kuin olla saavuttamatta 1,5 celsiusastetta jopa hyvin alhaisten kasvihuonekaasupäästöjen skenaariossa (SSP1-1.9) ja todennäköisesti tai hyvin todennäköisesti ylittää 1,5 celsiusasteen korkeampien päästöjen skenaarioissa. Tarkastelluissa skenaarioissa ja mallinnetuissa kehityspoluissa parhaat arvot siitä, milloin ilmaston lämpeneminen 1,5 celsiusasteella saavutetaan,²⁹ ovat lähitulevaisuudessa. Ilmaston lämpeneminen hidastuu jälleen alle 1,5 celsiusasteeseen 2000-luvun loppuun mennessä joissakin skenaarioissa ja mallinnetuissa kehityskuluissa (ks. B.7). Arvioitu ilmaston reagointi kasvihuonekaasupäästöskenaarioihin johtaa parhaaseen arvioon vuosien 2081–2100 lämpenemisestä, joka vaihtelee 1,4 celsiusasteesta erittäin alhaisten kasvihuonekaasupäästöjen skenaariossa (SSP1-1.9) 2,7 celsiusasteeseen välivaiheen kasvihuonekaasupäästöjen skenaariossa (SSP2-4.5) ja 4,4 celsiusasteeseen erittäin suurten kasvihuonekaasupäästöjen skenaariossa (SSP5-8.5)³⁰ ja jonka epävarmuusalueet ovat kapeammat³¹ kuin AR5:n vastaavissa skenaarioissa. {Kohta 1 ja 2, 3.1.1, 3.3.4, taulukko 3.1, 4.3} (Kohta SPM.1)

B.1.2 Kasvihuonekaasupäästöjen vastakkaisen skenaarioiden (SSP1-1.9 ja SSP1-2.6 vs. SSP3-7.0 ja SSP5-8.5) väliset havaittavat erot maapallon pintalämpötilan³² kehityssuuntauksissa alkaisivat ilmetä luonnollisesta vaihtelusta noin 20 vuoden kuluessa. Näissä vastakkaisissa skenaarioissa kasvihuonekaasupitoisuuksille ja nopeammin ilmanlaadun parantamiselle syntyisi vuosien kuluessa havaittavia vaikutuksia, jotka johtuisivat kohdennetuista ilman pilaantumisen valvontatoimista sekä metaanipäästöjen vahvoista ja jatkuvista vähennyksistä. Ilman epäpuhtauspäästöjen kohdennetut vähennykset johtavat ilmanlaadun nopeampaan paranemiseen vuosien kuluessa verrattuna pelkästään kasvihuonekaasupäästöjen vähenemiseen, mutta pitkällä aikavälillä ennustetaan lisäparannuksia skenaarioissa, joissa yhdistyvät pyrkimykset vähentää ilman epäpuhtauksia ja kasvihuonekaasupäästöjä.³³ (korkea luotettavuus) {3.1.1} (kohta SPM.1)

B.1.3 Jatkuvat päästöt vaikuttavat edelleen kaikkiin tärkeimpiin ilmastojärjestelmän komponentteihin. Ilmaston lämpenemisen lisääntyessä muutokset äärimmäisyyksissä ovat yhä suurempia. Jatkuvan ilmaston lämpenemisen ennustetaan edelleen tehostavan maailmanlaajuisen veden kiertoa, mukaan lukien sen vaihtelevuus, maailmanlaajuinen monsuunisade sekä erittäin kosteat ja erittäin kuivat sää- ja ilmastotapahtumat ja vuodenaajat (korkea luottamus). Skenaarioissa, joissa hiilidioksidipäästöt kasvavat, luonnollisten maan ja valtamerien hiilinielujen ennustetaan vievän vähenevän osan näistä päästöistä (korkea luottamus). Muita ennustettuja muutoksia ovat lähes kaikkien kryosfäärin alkuaineiden määrän ja/tai volyymin väheneminen³⁴ edelleen (korkea

28 Ilmaston lämpeneminen (ks. liite I: Sanasto) ilmoitetaan tässä juoksevina 20 vuoden keskiarvoina, ellei toisin mainita, suhteessa vuosiin 1850–1900. Globaali pintalämpötila voi vaihdella yhden vuoden aikana ihmisen aiheuttaman pitkän aikavälin trendin ylä- tai alapuolella luonnollisen vaihtelun vuoksi. Maailmanlaajuisen pintalämpötilan sisäisen vaihtelun arvioidaan olevan yhden vuoden aikana noin $\pm 0,25$ °C (5–95 prosentin vaihteluväli, korkea luottamus). Yksittäisten vuosien esiintyminen maapallon pintalämpötilan muuttuessa tietyn tason yläpuolelle ei tarkoita, että ilmaston lämpeneminen olisi saavutettu. {4.3, poikkileikkauslaatikko.2}

29 Viiden vuoden mediaaniväli, jolla saavutetaan 1,5 celsiusasteen ilmaston lämpenemistaso (50 prosentin todennäköisyys) työryhmässä III tarkasteltavien mallinnettujen reittien luokissa, on 2030–2035. Vuoteen 2030 mennessä maapallon pintalämpötila voi minä tahansa yksittäisenä vuonna nousta yli 1,5 celsiusasteeseen suhteessa vuosiin 1850–1900 40–60 prosentin todennäköisyydellä kaikissa viidessä WGI:ssä arvioidussa skenaariossa (keskimääräinen luottamus). Kaikissa WGI:ssä tarkastelluissa skenaarioissa, lukuun ottamatta erittäin suuria päästöjä koskevaa skenaariota (SSP5-8.5), ensimmäisen 20 vuoden keskimääräisen juoksevan kauden, jonka aikana arvioitu keskimääräinen maapallon pintalämpötilan muutos saavuttaa 1,5 celsiusasteen, keskikohta on 2030-luvun alkupuoliskolla. Erittäin suurten kasvihuonekaasupäästöjen skenaariossa keskipiste on 2020-luvun loppupuolella. {3.1.1, 3.3.1, 4.3} (kohta SPM.1)

30 Eri skenaarioiden parhaat arvot [ja erittäin todennäköiset vaihteluvälit] ovat seuraavat: 1,4 [1,0–1,8] °C (SSP1-1.9); 1,8 [1,3–2,4] °C (SSP1-2.6); 2,7 [2,1–3,5] °C (SSP2-4.5); 3,6 [2,8–4,6] °C (SSP3-7.0); ja 4,4 [3,3–5,7] °C (SSP5-8.5). {3.1.1} (kohta SPM.1)

31 Maailmanlaajuisen pintalämpötilan tulevia muutoksia on arvioitu ensimmäistä kertaa yhdistämällä monimalliennusteet havainnointirajoitteisiin ja arvioituihin tasapainoon ilmastoherkkyys ja ohimenevä ilmastovaste. Epävarmuusalue on kapeampi kuin AR5:ssä, mikä johtuu paremmasta tietämyksestä ilmastoprosesseista, paleoilmastonäytöstä ja mallipohjaisista uusista rajoitteista. {3.1.1}

32 Ks. liite I: Sanasto. Luonnollinen vaihtelevuus sisältää luonnolliset elementit ja sisäisen vaihtelevuuden. Tärkeimmät sisäiset vaihteluilmiöt ovat El Niño-Southern Oscillation, Pacific Decadal Variability ja Atlantic Multi-decadal Variability. {4.3}

33 Perustuu lisäskenaarioihin.

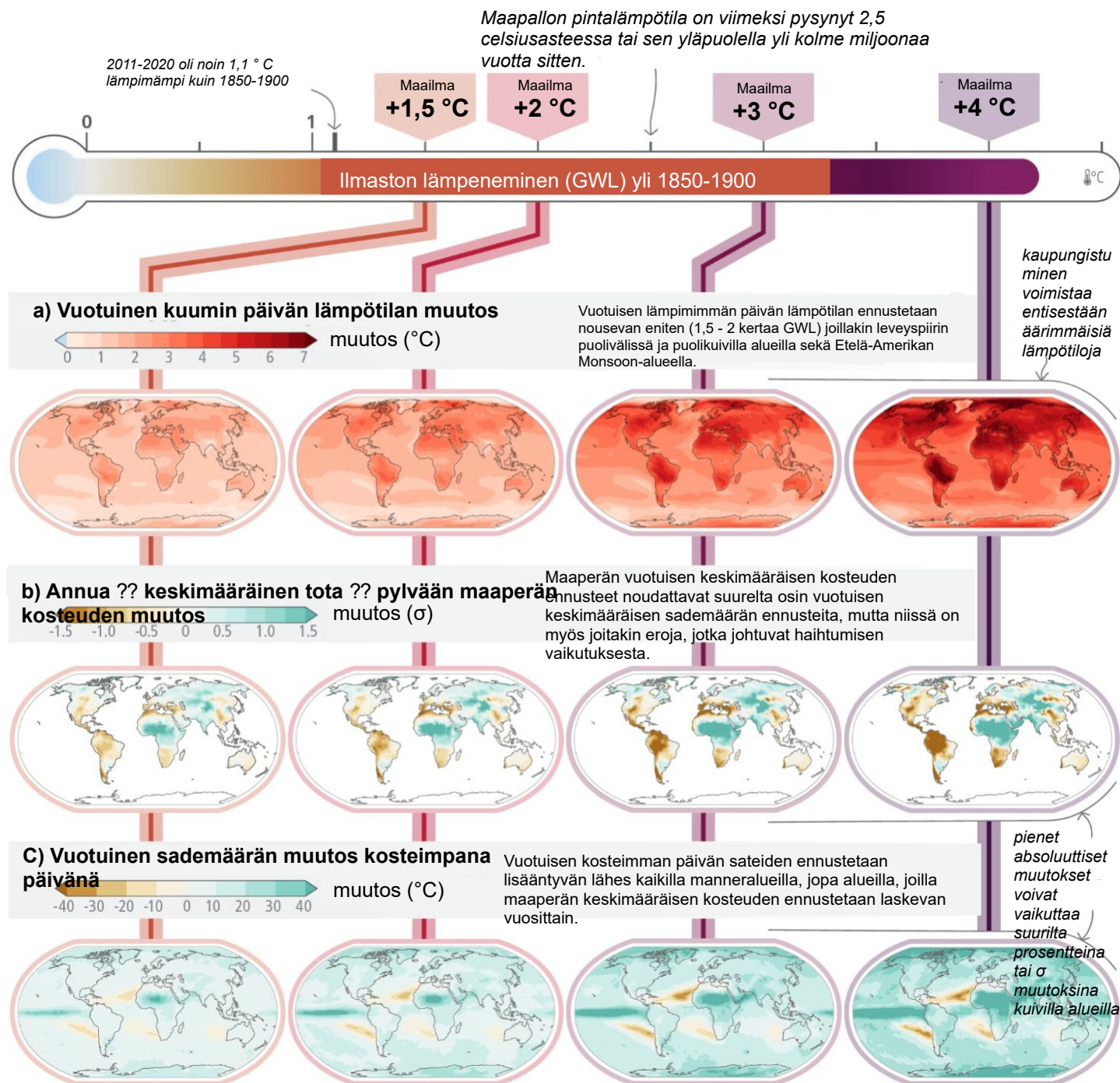
34 Permafrost, kausiluonteinen lumipeite, jäätiköt, Grönlannin ja Etelämantereen jäätiköt ja arktinen merijää.

luottamus), merenpinnan nousun jatkuminen maailmanlaajuisesti (lähes varmasti), valtamerien happamoitumisen lisääntyminen (lähes varmasti) ja hapettumisen väheneminen (korkea luottamus). {3.1.1, 3.3.1, kuva 3.4} (kuva SPM.2)

- B.1.4 Lämpenemisen jatkuessa jokaisen alueen ennustetaan kokevan yhä enemmän samanaikaisia ja moninaisia muutoksia ilmastovaikutuksiin vaikuttavissa tekijöissä. Yhdistettyjen helleaaltojen ja kuivuuden ennustetaan yleistyvän, mukaan lukien samanaikaiset tapahtumat useissa paikoissa (korkea luottamus). Suhteellisen merenpinnan nousun vuoksi nykyisten 1-in-100 vuoden äärimmäisten merenpinnan tapahtumien ennustetaan esiintyvän vähintään vuosittain yli puolessa kaikista vuorovesiraidelleyden sijainneista vuoteen 2100 mennessä kaikissa tarkastelluissa skenaarioissa (korkea luottamus). Muita ennustettuja alueellisia muutoksia ovat trooppisten syklonien ja/tai ekstratrooppisten myrskyjen voimistuminen (keskitasoinen luottamus) sekä kuivuuden ja palosään lisääntyminen (keskitasoinen tai korkea luottamus). {3.1.1, 3.1.3}
- B.1.5 Luonnollinen vaihtelu muokkaa edelleen ihmisen aiheuttamia ilmastomuutoksia, joko lieventäen tai vahvistaen ennustettuja muutoksia, eikä sillä ole juurikaan vaikutusta satavuotisen mittakaavan ilmaston lämpenemiseen (korkea luottamus). Nämä mukautukset on tärkeää ottaa huomioon sopeutumisen suunnittelussa, erityisesti alueellisella tasolla ja lyhyellä aikavälillä. Jos räjähdysmäinen tulivuorenpurkaus tapahtuisi,³⁵se peittäisi väliaikaisesti ja osittain ihmisen aiheuttaman ilmastomuutoksen vähentämällä maapallon pintalämpötilaa ja sademäärää yhdestä kolmeen vuoteen (keskimääräinen luottamus). {4.3}

35 2500 vuoden rekonstruktoiden perusteella tässä raportissa arvioidussa kirjallisuudessa vulkaanisten stratosfäärin aerosolien säteilyvaikutukseen liittyviä purkauksia, joiden säteilypakote on negatiivisempi kuin -1 W m^{-2} , tapahtuu keskimäärin kaksi kertaa vuosisadalla. {4.3}

Ilmaston lämpenemisen lisääntyessä alueelliset muutokset keski- ja ääri-ilmastossa yleistyvät ja korostuvat.



Kuva SPM.2: Ennustetut muutokset vuotuisessa suurimmassa päivittäisessä enimmäislämpötilassa, vuotuisessa keskimääräisessä maaperän kokonaiskosteudessa ja vuotuisessa suurimmassa yhden päivän sademäärässä ilmaston lämpenemisen ollessa 1,5 °C, 2 °C, 3 °C ja 4 °C verrattuna vuosiin 1850–1900. Ennustettu a) vuotuinen päivittäinen enimmäislämpötilan muutos (°C), b) maaperän kosteuden kokonaismuutoksen vuotuinen keskiarvo (keskihajonta) ja c) vuotuinen enintään yhden päivän sademäärän muutos (%). Paneeleissa näkyy CMIP6:n monimalliset mediaanimuutokset. Paneeleissa b ja c suuret positiiviset suhteelliset muutokset kuivilla alueilla voivat vastata pieniä absoluuttisia muutoksia. Paneelissa b yksikkö on maaperän kosteuden vuotuisen vaihtelun keskihajonta vuosina 1850–1900. Keskihajonta on laajalti käytetty mittari kuivuuden vakavuuden kuvaamisessa. Ennustettu maaperän keskimääräisen kosteuden väheneminen yhdellä standardipoikkeamalla vastaa kuivuudelle tyypillisiä maaperän kosteusolosuhteita, joita esiintyi noin kerran kuudessa vuodessa vuosina 1850–1900. WGI:n interaktiivista atlasta (<https://interactive-atlas.ipcc.ch/>) voidaan käyttää ilmastojärjestelmän lisämuutosten tutkimiseen tässä kaaviossa esitetyillä ilmaston lämpenemistasoilla. {Kuva 3.1, poikkileikkauslaatikko.2}

Ilmastomuutoksen vaikutukset ja ilmastoon liittyvät riskit

B.2 Minkä tahansa tulevan lämpenemistason osalta monet ilmastoon liittyvät riskit ovat suurempia kuin viidennessä arviointikertomuksessa arvioitiin, ja ennustetut pitkän aikavälin vaikutukset ovat jopa moninkertaiset nykyiseen verrattuna (korkea luottamus). Ilmastomuutoksen riskit ja ennustetut haittavaikutukset sekä niihin liittyvät menetykset ja vahingot lisääntyvät ilmaston lämpenemisen lisääntyessä (erittäin korkea luottamus). Ilmatoriskit ja muut kuin ilmatoriskit ovat yhä enemmän vuorovaikutuksessa keskenään, mikä luo monimutkaisempia ja vaikeammin hallittavia monitahoisia ja porrastettuja riskejä (korkea luottamus). {Moniosainen laatikko.2, 3.1, 4.3, kuva 3.3, kuva 4.3} (kuva SPM.3, kuva SPM.4)

B.2.1 Lähitulevaisuudessa kaikkien maailman alueiden ilmastouhkien ennustetaan lisääntyvän entisestään (keskitasoinen tai korkea luottamus alueesta ja uhasta riippuen), mikä lisää ekosysteemeihin ja ihmisiin kohdistuvia moninaisia riskejä (erittäin korkea luottamus). Lyhyellä aikavälillä odotettavissa olevia vaaroja ja niihin liittyviä riskejä ovat muun muassa lämpöön liittyvän ihmisten kuolleisuuden ja sairastuvuuden lisääntyminen (korkea luottamus), elintarvikevälitteiset, vesivälitteiset ja vektorivälitteiset taudit (korkea luottamus), mielenterveyshaasteet³⁶ (erittäin korkea luottamus), tulvat rannikkokaupungeissa ja muilla matalilla alueilla (korkea luottamus), biologisen monimuotoisuuden köyhtyminen maan, makean veden ja valtameren ekosysteemeissä (keskitasoinen tai erittäin korkea luottamus ekosysteemistä riippuen) ja elintarviketuotannon väheneminen joillakin alueilla (korkea luottamus). Kryosfääriin liittyvät muutokset tulvissa, maanvyörymissä ja veden saatavuudessa voivat aiheuttaa vakavia seurauksia ihmisille, infrastruktuurille ja taloudelle useimmilla vuoristoalueilla (korkea luottamus). Ennustettu rankkasateiden esiintymistiheyden ja voimakkuuden kasvu (korkea luottamus) lisää sateiden aiheuttamia paikallisia tulvia (keskimääräinen luottamus). {Kuva 3.2, kuva 3.3, 4.3, kuva 4.3} (Kuva SPM.3, kuva SPM.4)

B.2.2 Ilmastomuutoksesta aiheutuvat riskit ja ennustetut haittavaikutukset sekä niihin liittyvät menetykset ja vahingot lisääntyvät ilmaston lämpenemisen lisääntyessä (erittäin suuri luottamus). Ne ovat korkeampia 1,5 celsiusasteen ilmaston lämpenemisessä kuin tällä hetkellä ja jopa korkeampia 2 celsiusasteessa (korkea luottamus). Verrattuna viidenteen arviointikertomukseen maailmanlaajuisen yhdistettyjen riskitasojen³⁷ (huolenaiheet) arvioidaan nousevan korkeiksi³⁸ tai erittäin korkeiksi ilmaston lämpenemisen alemmilla tasoilla, mikä johtuu viimeaikaisista todisteista havaituista vaikutuksista, paremmasta prosessin ymmärtämisestä sekä uudesta tietämyksestä ihmisten ja luonnon järjestelmien altistumisesta ja haavoittuvuudesta, mukaan lukien sopeutumisen rajoitukset (korkea luottamus). Merenpinnan väistämättömän nousun 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} (Kuva SPM.3, Kuva SPM.4)

B.2.3 Ilmaston lämpenemisen jatkuessa ilmastomuutoksen riskit muuttuvat yhä monimutkaisemmiksi ja vaikeammin hallittaviksi. Useat ilmastolliset ja muut riskitekijät vaikuttavat toisiinsa, mikä lisää kokonaisriskiä ja riskien kaskadiutumista eri alojen ja alueiden välillä. Esimerkiksi ilmastoon perustuvan elintarviketurvan ja toimitusten epävakauden ennustetaan lisääntyvän ilmaston lämpenemisen lisääntyessä ja vuorovaikutuksessa muiden kuin ilmastoon liittyvien riskitekijöiden, kuten kaupunkien laajentumisen ja elintarviketuotannon välisen maakilpailun, pandemioiden ja konfliktien, kanssa. (korkea luotettavuus) {3.1.2, 4.3, kuva 4.3}

36 kaikilla arvioiduilla alueilla.

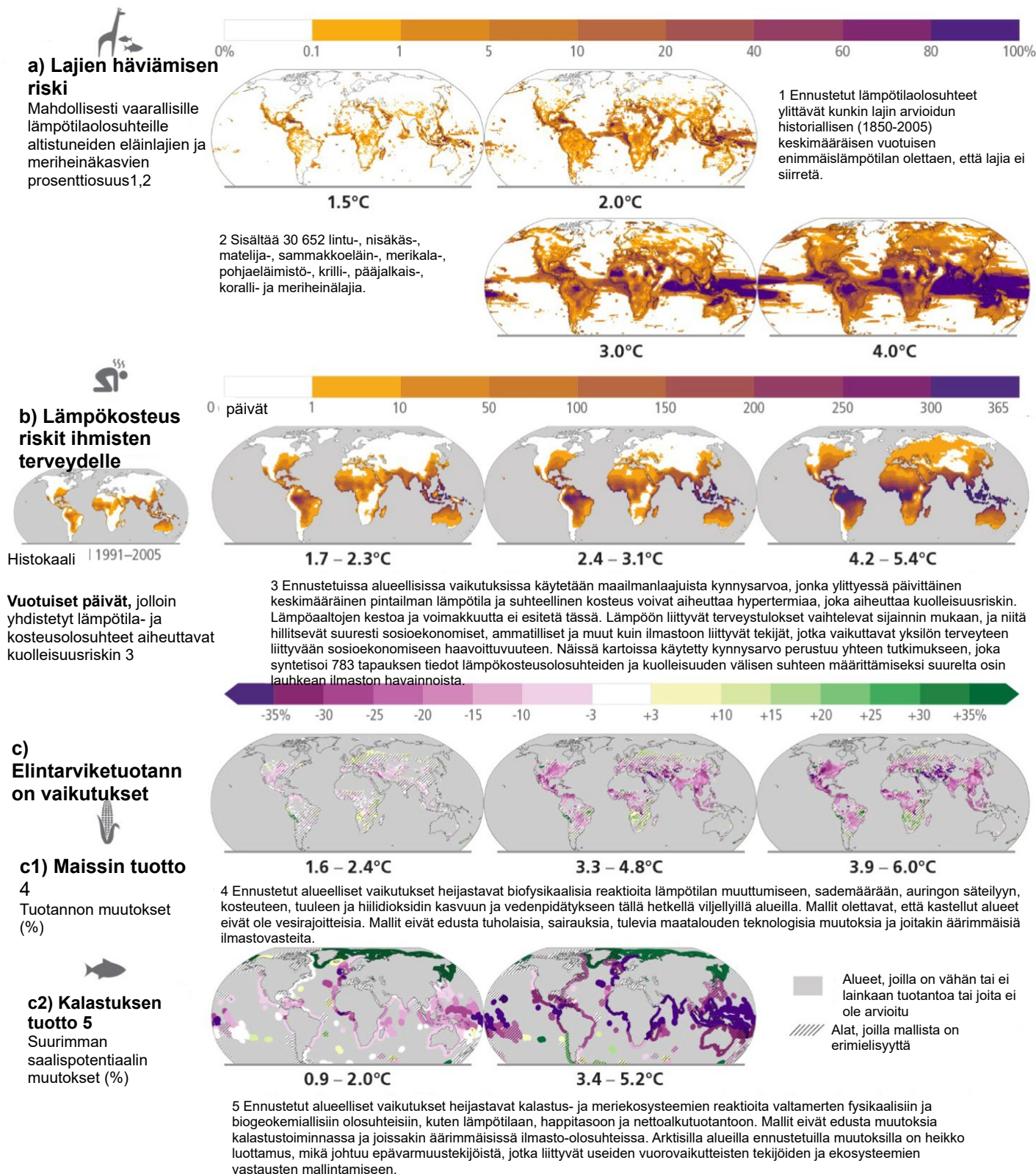
37 Riskitaso, jota ei voida havaita, osoittaa, että siihen liittyviä vaikutuksia ei ole havaittavissa ja että ne johtuvat ilmastomuutoksesta. kohtalainen riski viittaa siihen, että siihen liittyvät vaikutukset ovat sekä havaittavissa että ilmastomuutoksen aiheuttamia ainakin kohtalaisella luottamuksella, ottaen huomioon myös muut keskeisiä riskejä koskevat erityiskriteerit; suuri riski viittaa vakaviin ja laajalle levinneisiin vaikutuksiin, joiden katsotaan olevan suuria yhden tai useamman keskeisten riskien arviointiperusteen osalta; ja erittäin korkea riskitaso osoittaa, että vakavien vaikutusten riski on erittäin suuri ja että ilmastoon liittyvät vaarat ovat huomattavan peruuttamattomia tai pysyviä ja että sopeutumiskyky on rajallinen vaaran tai vaikutusten/riskien luonteen vuoksi. {3.1.2}

38 The Reasons for Concern (RFC) -viitekehys viestii tieteellisestä ymmärryksestä riskin kertymisestä viidessä pääluokassa. RFC1: Ainutlaatuiset ja uhanalaiset järjestelmät: ekologiset ja inhimilliset järjestelmät, joiden maantieteelliset levinneisyysalueet ovat rajalliset ilmasto-olosuhteiden vuoksi ja joilla on korkea endemismi tai muita erityisominaisuuksia. RFC2: Äärimmäiset sääilmiöt: äärimmäisistä sääilmiöistä ihmisten terveydelle, toimeentulolle, omaisuudelle ja ekosysteemeille aiheutuvat riskit/vaikutukset. RFC3: Vaikutusten jakautuminen: riskit/vaikutukset, jotka vaikuttavat suhteettomasti tiettyihin ryhmiin fyysisten ilmastomuutosvaarojen epätasaisen jakautumisen, altistumisen tai haavoittuvuuden vuoksi. RFC4: Kokonaisvaikutukset: vaikutukset sosioekologisiin järjestelmiin, jotka voidaan yhdistää maailmanlaajuisesti yhdeksi mittariksi. RFC5: Suuret yksittäiset tapahtumat: suhteellisen suuret, äkilliset ja joskus peruuttamattomat muutokset ilmaston lämpenemisen aiheuttamissa järjestelmissä. Ks. myös liite I: Sanasto. {3.1.2, poikkileikkauslaatikko.2}

B.2.4 Kunkin lämpenemistason osalta riskitaso riippuu myös ihmisten ja ekosysteemien haavoittuvuuden ja altistumisen suuntauksista. Tuleva altistuminen ilmastoriskeille lisääntyy maailmanlaajuisesti sosioekonomisen kehityksen suuntausten, kuten muuttoliikkeen, kasvavan eriarvoisuuden ja kaupungistumisen, vuoksi. Ihmisten haavoittuvuus keskittyy epävirallisiin siirtokuntiin ja nopeasti kasvaviin pienempiin siirtokuntiin. Maaseutualueilla haavoittuvuutta lisää suuri riippuvuus ilmaston kannalta herkistä elinkeinoista. Ekosysteemien haavoittuvuuteen vaikuttavat voimakkaasti aiemmat, nykyiset ja tulevat kestäättömät kulutus- ja tuotantomallit, lisääntyvät väestöpaineet sekä maan, valtamerten ja veden jatkuva kestäättömän käyttö ja hallinta. Ekosysteemien ja niiden tarjoamien palvelujen häviämisellä on kerrannaisvaikutuksia ja pitkän aikavälin vaikutuksia ihmisiin maailmanlaajuisesti, erityisesti alkuperäiskansoihin ja paikallisyhteisöihin, jotka ovat suoraan riippuvaisia ekosysteemeistä perustarpeiden täyttämiseksi. (korkea luotettavuus) {Moniosainen laatikko.2 Kuva 1c, 3.1.2, 4.3}

Tulevan ilmastomuutoksen ennustetaan lisäävän luonnollisten ja inhimillisten järjestelmien vaikutusten vakavuutta ja lisäävän alueellisia eroja.

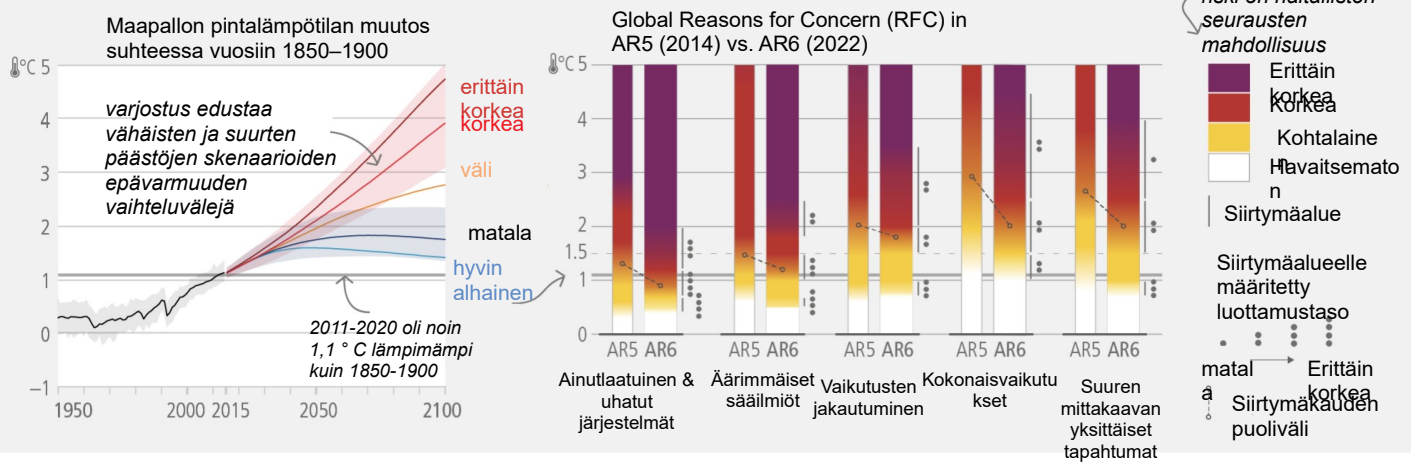
Esimerkkejä vaikutuksista ilman lisämukautuksia



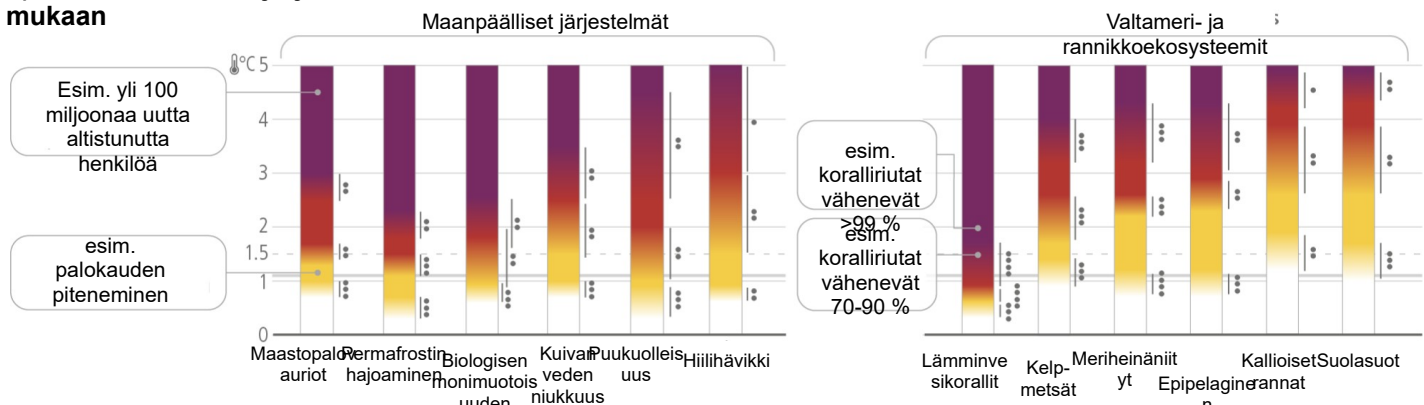
Kuva SPM.3: Ilmastomuutoksen ennustetut riskit ja vaikutukset luonnon ja ihmisen järjestelmiin erilaisilla ilmaston lämpenemistasoilla verrattuna tasoihin 1850–1900. Kartoissa esitetyt ennustetut riskit ja vaikutukset perustuvat maapallon järjestelmän eri osajoukoista saatuihin tuotoksiin ja vaikutusmalleihin, joita käytettiin kunkin vaikutusindikaattorin projisointiin ilman lisämukautuksia. Toisessa työryhmässä arvioidaan tarkemmin vaikutuksia ihmisen ja luonnon järjestelmiin näiden ennusteiden ja lisänäyttöjen avulla. a) Lajien häviämiskit, jotka ilmenevät niiden arvioitujen lajien prosenttiosuutena, jotka ovat alttiina mahdollisesti vaarallisille lämpötilaolosuhteille, sellaisina kuin ne on määritelty kunkin lajin arvioitua historiallista (1850–2005) vuotuista keskimääräistä enimmäislämpötilaa suuremmiksi, 1,5 celsiusasteen, 2 celsiusasteen, 3 celsiusasteen ja 4 celsiusasteen lämpötiloissa. Lämpötilaennusteet perustuvat 21:een maapallon ekosysteemiin, eikä niissä oteta huomioon äärimmäisiä tapahtumia, jotka vaikuttavat arktisen alueen kaltaisiin ekosysteemeihin. b) Ihmisten terveydelle aiheutuvat riskit, jotka ilmenevät päivinä vuodessa, joina väestö on altistunut hypertermisille olosuhteille, jotka aiheuttavat pintailman lämpötilasta ja kosteusolosuhteista johtuvan kuolleisuuden riskin historiallisena ajanjaksona (1991–2005) ja suurina lämpötiloina 1,7–2,3 °C (keskiarvo = 1,9 °C; 13 ilmastomallia), 2,4–3,1 °C (2,7 °C; 16 ilmastomallia) ja 4,2–5,4 °C (4,7 °C; 15 ilmastomallia). Kvartiilien väliset GWL:ien vaihteluvälit vuoteen 2081–2100 mennessä RCP2.6:n, RCP4.5:n ja RCP8.5:n mukaisesti. Esitetty indeksi on yhdenmukainen monien WGI:n ja WGI:n arvioiteihin sisältyvien indeksien yhteisten piirteiden kanssa. c) Vaikutukset elintarviketuotantoon: c1) Maissin tuotoksen muutokset vuoteen 2080–2099 mennessä verrattuna vuosiin 1986–2005 ennustetuissa GWL-arvoissa 1,6–2,4 °C (2,0 °C), 3,3–4,8 °C (4,1 °C) ja 3,9–6,0 °C (4,9 °C). Sadon mediaanimuutokset 12 viljelymallista, joista kutakin ohjaavat vinoumakorjatut tuotokset viidestä maajärjestelmämallista, maatalousmallien vertailu- ja parannushankkeesta (AgMIP) ja sektorien välisestä vaikutusmallien vertailuhankkeesta (ISIMIP). Kartat kuvaavat vuosia 2080–2099 verrattuna vuosiin 1986–2005 nykyisillä kasvualueilla (>10 ha), ja vastaavat tulevat ilmaston lämpenemistasot on esitetty kohdissa SSP1- 2.6, SSP3-7.0 ja SSP5-8.5. Hatching osoittaa alueet, joilla <70% ilmasto-viljelymallien yhdistelmistä on samaa mieltä vaikutuksen merkistä. c2) Kalastuksen enimmäissaalispotentiaalin muutos vuosiin 2081–2099 mennessä verrattuna vuosiin 1986–2005 ennustetuilla GWL-arvoilla 0,9 °C–2,0°C (1,5 °C) ja 3,4 °C–5,2 °C (4,3 °C). Suuntaviivat vuosiin 2081–2100 mennessä RCP2.6:n ja RCP8.5:n mukaisesti. Hatching osoittaa, missä kaksi ilmasto-kalastuksen mallia ovat eri mieltä muutoksen suunnasta. Suuret suhteelliset muutokset heikosti tuottavilla alueilla voivat vastata pieniä absoluuttisia muutoksia. Luonnon monimuotoisuutta ja kalastusta Etelämantereella ei analysoitu tietojen puutteellisuuden vuoksi. Elintarviketurvaan vaikuttavat myös sato- ja kalastuspuutteet, joita ei ole esitetty tässä. {3.1.2, kuva 3.2, poikkileikkauslaatikko.2} (laatikko SPM.1)

Riskit lisääntyvät lämpenemisen lisääntyessä

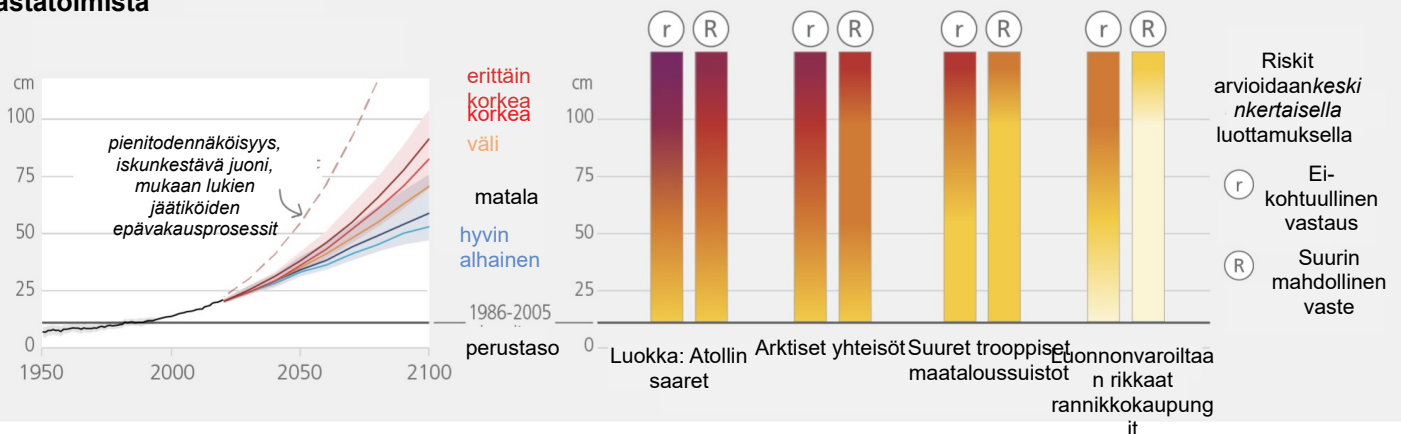
a) Suuret riskit arvioidaan nyt esiintyvän alhaisemmilla ilmaston lämpenemistasoilla



b) Riskit vaihtelevat järjestelmän mukaan

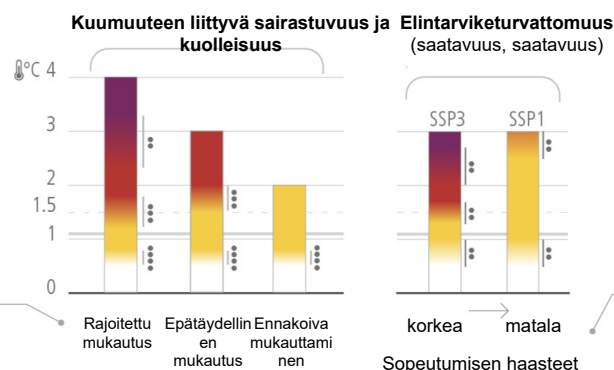


c) Rannikon maantieteellisiin alueisiin kondistuvat riskit kasvavat merenpinnan noustessa ja riippuvat vastatoimista



d) Sopeutuminen ja sosioekonomiset kehityspolut vaikuttavat ilmastoon liittyvien riskien tasoon

Vähäinen mukautuminen (ennakoivan mukautumisen laiminlyönti; vähäiset investoinnit terveydenhuoltojärjestelmiin) epätäydellinen sopeutuminen (epätäydellinen sopeutumisen suunnittelu; kohtuulliset investoinnit terveydenhuoltojärjestelmiin); ennakoiva sopeutuminen (proaktiivinen sopeutumisen hallinta; suuret investoinnit terveydenhuoltojärjestelmiin)



SSP1-polku kuvaa maailmaa, jossa väestönkasvu on vähäistä, tulot suuria ja eriarvoisuus vähäisempää, kasvihuonekaasupäästöiltään vähäisissä järjestelmissä tuotetut elintarvikkeet ovat vähäisiä, maankäytön sääntely on tehokasta ja sopeutumiskyky suuri (eli sopeutumisen haasteet ovat vähäisiä). SSP3-reitillä on päinvastaiset suuntaukset.

Kuva SPM.4: Arvioitua ilmastonmuutoksen ja niihin liittyvät maailmanlaajuiset ja alueelliset ilmastoriskit.

Palavat hiililoket ovat peräisin kirjallisuuteen perustuvasta asiantuntijan eliitistä. Paneeli (a): Vasen – Maapallon pintalämpötilan muutokset °C:ssa suhteessa vuosiin 1850–1900. Nämä muutokset saatiin yhdistämällä CMIP6-mallisimulaatiot havaintorajoitteisiin, jotka perustuvat aiempaan simuloituun lämpenemiseen sekä päivitettyyn arvioon tasapainoilma-herkyydestä. Hyvin todennäköiset vaihteluvälit esitetään skenaarioissa, joissa kasvihuonekaasupäästöt ovat vähäisiä ja suuria (SSP1-2.6 ja SSP3-7.0) (ristiosalaatikko.2). Right – Global Reasons for Concern (RFC), jossa verrataan AR6-arviointia (paksut hiililoket) ja AR5-arviointia (ohuet hiililoket). Riskisiirtymät ovat yleisesti ottaen siirtyneet kohti alhaisempia lämpötiloja päivitetyn tieteellisen ymmärryksen myötä. Kutakin RFC:tä koskevat kaaviot esitetään olettaen, että mukautus on pieni tai olematon. Linjat yhdistävät keskipisteet siirtymisestä kohtalaisesta suureen riskiin AR5: n ja AR6: n välillä. Paneeli (b): Valikoituja maa- ja valtameriekosysteemeihin kohdistuvia maailmanlaajuisia riskejä, jotka havainnollistavat riskin yleistä kasvua, kun ilmasto lämpenee vähän tai ei lainkaan sopeutumista. Paneeli (c): Vasen - Globaali keskimääräinen merenpinnan muutos senttimetreinä verrattuna vuoteen 1900. Historialliset muutokset (mustat) havaitaan vuorovesimittareilla ennen vuotta 1992 ja sen jälkeen korkeusmittareilla. Tulevat muutokset 2100: een (värilliset viivat ja varjostus) arvioidaan johdonmukaisesti havaintorajoitteiden kanssa, jotka perustuvat CMIP-, jäälevy- ja jäätikkömallien emulointiin, ja todennäköiset vaihteluvälit esitetään SSP1-2.6: lle ja SSP3-7.0: lle. Oikea – Rannikkotulvien, eroosion ja suolaantumisen riskin arviointi neljällä rannikon havainnollistavalla maantieteellisellä alueella vuonna 2100 keski- ja äärimmäisten merenpinnan tasojen muuttumisen vuoksi kahdessa reagoituskasiossa SROCC:n viiteajanjaksoon (1986–2005) nähden. Arvioinnissa ei oteta huomioon merenpinnan äärimmäisen tason muutoksia, jotka ovat suurempia kuin merenpinnan keskimääräisen nousun suoraan aiheuttamat muutokset. riskitasot voisivat nousta, jos harkittaisiin muita muutoksia merenpinnan äärimmäisissä tasoissa (esim. sykloni-intensiteetin muutosten vuoksi). "Ei-kohtuullinen reagointi" kuvaa toimia nykyhetkestä lähtien (eli ei uusia merkittäviä toimia tai uudentyyppisiä toimia). "Mahdolliset enimmäistoimet" ovat yhdistelmä toimia, jotka on toteutettu täysimääräisesti, ja näin ollen merkittäviä lisätoimia nykytilanteeseen verrattuna olettaen, että taloudelliset, sosiaaliset ja poliittiset esteet ovat minimaaliset. (Tässä yhteydessä 'tällä hetkellä' tarkoitetaan vuotta 2019.) Arviointikriteereihin kuuluvat altistuminen ja haavoittuvuus, rannikkoalueiden vaarat, in situ -toimet ja suunnitellut siirrot. Suunnitellulla sisäisellä siirrolla tarkoitetaan hallittua vetäytymistä tai uudelleensijoittamista. Tässä käytetään termiä "vaste" sopeutumisen sijasta, koska joitakin vastauksia, kuten vetäytymistä, voidaan pitää sopeutumisena. Paneeli (d): Erilaisilla sosioekonomisilla väylillä valitut riskit, jotka havainnollistavat, miten kehitysstrategiat ja sopeutumishaasteet vaikuttavat riskiin. Vasen - Lämpöherkät ihmisten terveystulokset kolmessa sopeutumistehokkuuden skenaariossa. Kaaviot lyhennetään lähimpään kokonaiseen oC:seen lämpötilan muutoksen vaihteluvälillä vuonna 2100 kolmessa SSP-skenaariossa. Oikein - Ilmastonmuutoksesta ja sosioekonomisen kehityksen malleista johtuvat elintarviketurvaan liittyvät riskit. Elintarviketurvaan kohdistuvia riskejä ovat muun muassa elintarvikkeiden saatavuus ja saanti, mukaan lukien nälänhädän vaarassa oleva väestö, elintarvikkeiden hintojen nousu ja lapsuuden alipainosta johtuva työkyvyttömyyskorjattujen elinvuosien lisääntyminen. Riskit arvioidaan kahden vastakkaisen sosioekonomisen kehityspolun (SSP1 ja SSP3) osalta ilman kohdennettujen hillitsemis- ja sopeutumispolitiikkien vaikutuksia. {Kuva 3.3} (kohta SPM.1)

Väistämättömien, peruuttamattomien tai äkillisten muutosten todennäköisyys ja riskit

B.3 Jotkin tulevat muutokset ovat väistämättömiä ja/tai peruuttamattomia, mutta niitä voivat rajoittaa maailmanlaajuisen kasvihuonekaasupäästöjen merkittävät, nopeat ja kestävät vähennykset. Äkillisten ja/tai peruuttamattomien muutosten todennäköisyys kasvaa ilmaston lämpenemisen lisääntyessä. Vastaavasti todennäköisyys sille, että mahdollisesti hyvin suuriin haittavaikutuksiin liittyy epätodennäköisiä seurauksia, kasvaa ilmaston lämpenemisen lisääntyessä. (korkea luottamus) {3.1}

B.3.1 Maailmanlaajuisen pintalämpötilan rajoittaminen ei estä jatkuvia muutoksia ilmastojärjestelmän komponenteissa, joilla on useita vuosikymmeniä kestävä tai pidempi vasteaika (korkea luottamus). Merenpinnan nousu on väistämätöntä vuosisatojen ja vuosituhansien ajan syvän meren lämpenemisen ja jäätiköiden sulamisen vuoksi, ja merenpinta pysyy koholla tuhansia vuosia (korkea luottamus). Syvät, nopeat ja kestävät kasvihuonekaasupäästöjen vähennykset rajoittaisivat kuitenkin merenpinnan nousun kiihtymistä entisestään ja ennustettua pitkän aikavälin sitoutumista merenpinnan nousuun. Vuosiin 1995–2014 verrattuna keskimääräinen merenpinnan nousu SSP1-1.9-kasvihuonekaasupäästöjen skenaariossa on 0,15–0,23 metriä vuoteen 2050 mennessä ja 0,28–0,55 metriä vuoteen 2100 mennessä. SSP5-8.5-kasvihuonekaasupäästöjen skenaariossa se on 0,20–0,29 metriä vuoteen 2050 mennessä ja 0,63–1,01 metriä vuoteen 2100 mennessä (keskimääräinen luottamus). Seuraavien 2000 vuoden aikana maapallon keskimääräinen merenpinta nousee noin 2–3 metriä, jos lämpenemisen rajoitetaan 1,5 celsiusasteeseen, ja 2–6 metriä, jos lämpenemisen rajoitetaan 2 celsiusasteeseen (matala luottamus). {3.1.3, kuva 3.4} (kohta SPM.1)

B.3.2 Ilmastojärjestelmän äkillisten ja/tai peruuttamattomien muutosten todennäköisyys ja vaikutukset, mukaan lukien muutokset, jotka johtuvat käänne pisteiden saavuttamisesta, kasvavat ilmaston lämpenemisen jatkuessa (korkea luottamus). Lämpenemisen lisääntyessä myös lajien sukupuuttoon kuoleminen tai biologisen monimuotoisuuden peruuttamattoman vähenemisen riski kasvaa ekosysteemeissä, kuten metsissä (keskitasoinen luottamus), koralliriutoissa (erittäin korkea luottamus) ja arktisilla alueilla (korkea luottamus). Grönlannin ja Länsi-Antarktiksien jäätiköt häviävät lähes kokonaan ja peruuttamattomasti useiden vuosituhansien aikana 2–3 celsiusasteen jatkuvalla lämpenemisellä, mikä aiheuttaa useita metrejä merenpinnan nousua (rajoitettu näyttö). Jäämassahäviön todennäköisyys ja nopeus kasvavat, kun globaalit pintalämpötilat nousevat (korkea luottamus). {3.1.2, 3.1.3}

B.3.3 Mahdollisiin erittäin suuriin vaikutuksiin liittyvien epätodennäköisten seurausten todennäköisyys kasvaa, kun ilmasto lämpenee enemmän (korkea luottamus). Jäätikköprosesseihin liittyvän syvän epävarmuuden vuoksi ei voida sulkea pois sitä mahdollisuutta, että maapallon keskimääräinen merenpinta nousee todennäköisen vaihteluvälin yläpuolelle – erittäin suurten kasvihuonekaasupäästöjen skenaariossa (SSP5-8.5) se on lähes 2 metriä vuoteen 2100 mennessä ja yli 15 metriä vuoteen 2300 mennessä (huono luottamus). On melko varmaa,

että Atlantin meridional Overturning Circulation ei romahda äkillisesti ennen vuotta 2100, mutta jos se tapahtuisi, se aiheuttaisi hyvin todennäköisesti äkillisiä muutoksia alueellisissa säämalleissa ja suuria vaikutuksia ekosysteemeihin ja ihmisen toimintaan. {3.1.3} (kohta SPM.1)

Sopeutumisvaihtoehdot ja niiden rajat lämpimämmässä maailmassa

B.4 Sopeutumisvaihtoehdot, jotka ovat nykyään toteuttamiskelpoisia ja tehokkaita, tulevat rajoitetuiksi ja tehottomiksi ilmaston lämpenemisen lisääntyessä. Ilmaston lämpenemisen lisääntyessä menetykset ja vahingot lisääntyvät ja ihmisen ja luonnon lisäjärjestelmät saavuttavat sopeutumisraajat. Maladaptatio voidaan välttää joustavalla, monialaisella, osallistavalla ja pitkän aikavälin suunnittelulla ja sopeutumistoimien täytäntöönpanolla, josta on sivuhyötyjä monille aloille ja järjestelmille. (korkea luotettavuus) {3.2, 4.1, 4.2, 4.3}

B.4.1 Sopeutumisen tehokkuus, mukaan lukien ekosysteemipohjaiset ja useimmat veteen liittyvät vaihtoehdot, heikkenee lämpenemisen lisääntyessä. Vaihtoehtojen toteutettavuus ja tehokkuus paranevat, kun käytössä on integroituja monialaisia ratkaisuja, joilla eriytetään ilmatorisikiin perustuvia toimia, jotka ulottuvat eri järjestelmiin ja joilla puututaan sosiaaliseen eriarvoisuuteen. Koska sopeutumisvaihtoehdoilla on usein pitkät täytäntöönpanoajat, pitkän aikavälin suunnittelu lisää niiden tehokkuutta. (korkea luotettavuus) {3.2, Kuva 3.4, 4.1, 4.2}

B.4.2 Ilmaston lämpenemisen lisääntyessä on yhä vaikeampi välttää sopeutumisen sekä menetyksen ja vahinkojen rajoituksia, jotka keskittyvät voimakkaasti haavoittuvassa asemassa oleviin väestöryhmiin (korkea luottamus). Yli 1,5 celsiusasteen ilmaston lämpeneminen, rajalliset makean veden resurssit aiheuttavat mahdollisia kovia sopeutumisrajoja pienille saarille ja jäätiköiden ja lumen sulamisesta riippuvaisille alueille (keskimääräinen luottamus). Tämän tason yläpuolella ekosysteemit, kuten jotkin lämpimän veden koralliriutat, rannikoiden kosteikot, sademetsät sekä napa- ja vuoristoekosysteemit, ovat saavuttaneet tai ylittäneet kovat sopeutumisraajat, minkä seurauksena myös jotkin ekosysteemipohjaiset sopeutumistoimenpiteet menettävät tehokkuutensa (korkea luottamus). {2.3.2, 3.2, 4.3}

B.4.3 Toimet, joissa keskitytään erillisiin aloihin ja riskeihin sekä lyhyen aikavälin hyötyihin, johtavat usein huonoon sopeutumiseen pitkällä aikavälillä, mikä luo lukkiutumia haavoittuvuuteen, altistumiseen ja riskeihin, joita on vaikea muuttaa. Esimerkiksi merimuurit vähentävät tehokkaasti ihmisiin ja omaisuuteen kohdistuvia vaikutuksia lyhyellä aikavälillä, mutta ne voivat myös johtaa lukkiutumisiin ja lisätä altistumista ilmatorisikeille pitkällä aikavälillä, ellei niitä ole sisällytetty pitkän aikavälin sopeutuvaan suunnitelmaan. Maladaptive responses can worsen existing inequities especially for Indigenous Peoples and marginalised groups and decrease ecosystem and biodiversity resilience. Maladaptatio voidaan välttää joustavalla, monialaisella, osallistavalla ja pitkän aikavälin suunnittelulla ja sopeutumistoimien täytäntöönpanolla, josta on sivuhyötyjä monille aloille ja järjestelmille. (korkea luottamus) {2.3.2, 3.2}

Hiilibudjetit ja nettonollapäästöt

B.5 Ihmisen aiheuttaman ilmaston lämpenemisen rajoittaminen edellyttää nollanettohiilidioksidipäästöjä. Kumulatiiviset hiilipäästöt hiilidioksidin nollanettopäästöjen saavuttamiseen asti ja kasvihuonekaasupäästöjen vähennysten taso tällä vuosikymmenellä ratkaisevat suurelta osin sen, voidaanko lämpeneminen rajoittaa 1,5 tai 2 celsiusasteeseen (korkea luottamus). Nykyisen fossiilisten polttoaineiden infrastruktuurin ennustetut hiilidioksidipäästöt ilman lisävähennyksiä ylittäisivät jäljellä olevan 1,5 celsiusasteen hiilibudjetin (50 %) (korkea luottamus). {2.3, 3.1, 3.3, taulukko 3.1}

B.5.1 Fysiikan näkökulmasta ihmisen aiheuttaman ilmaston lämpenemisen rajoittaminen tietylle tasolle edellyttää kumulatiivisten hiilidioksidipäästöjen rajoittamista siten, että saavutetaan vähintään nollanettohiilidioksidipäästöt, sekä muiden kasvihuonekaasupäästöjen voimakasta vähentämistä. Kasvihuonekaasujen nollanettopäästöjen saavuttaminen edellyttää ensisijaisesti hiilidioksidin, metaani- ja muiden kasvihuonekaasupäästöjen perusteellista vähentämistä ja merkitsee negatiivisia³⁹ nettohiilidioksidipäästöjä. Hiilidioksidin poisto (CDR) on tarpeen negatiivisten hiilidioksidin nettopäästöjen saavuttamiseksi (ks. B.6). Net zero GHG emissions, if sustained, are projected to result in a gradual decline in global surface temperatures after an earlier peak. (korkea luotettavuus) {3.1.1, 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3, taulukko 3.1, poikkileikkauslaatikko.1}

B.5.2 Jokaista ihmisen toiminnan päästämää 1000 GtCO₂:a kohti maapallon pintalämpötila nousee 0,45 °C (paras arvio, todennäköinen vaihteluväli 0,27 °C:sta 0,63 °C:seen). Parhaat arviot vuoden 2020 alusta jäljellä olevista hiilibudjeteista ovat 500 GtCO₂ 50 prosentin todennäköisyydellä rajoittaa ilmaston lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen ja 1150 GtCO₂ 67 prosentin todennäköisyydellä rajoittaa lämpenemisen 2 celsiusasteeseen.⁴⁰ Mitä voimakkaampia muiden kuin hiilidioksidipäästöjen vähennykset ovat, sitä alhaisemmat

³⁹ Kasvihuonekaasujen nollanettopäästöt, jotka määritellään 100 vuoden lämmityspotentiaalin perusteella. Ks. alaviite 9.

⁴⁰ Maailmanlaajuisissa tietokannoissa tehdään erilaisia valintoja siitä, mitä maalla esiintyviä päästöjä ja poistumia pidetään ihmisen toiminnasta aiheutuvina. Useimmat maat ilmoittavat kansallisissa kasvihuonekaasuinventaariorissaan ihmisen toiminnan aiheuttamat maan hiilidioksidivirrat, mukaan lukien ihmisen aiheuttamista ympäristömuutoksista (esim. hiilidioksidilannoituksesta) johtuvat virrat hoidetulla maalla. Näihin inventaarioihin perustuvien päästöarvioiden avulla jäljelle jääviä hiilibudjetteja on vastaavasti pienennettävä. {3.3.1}

lämpötilat ovat tietyllä jäljellä olevalle hiilibudjetille tai sitä suurempi jäljellä oleva hiilibudjetti samalle lämpötilan muutoksen tasolle.⁴¹ {3.3.1}

- B.5.3 Jos vuotuiset hiilidioksidipäästöt vuosina 2020–2030 pysyisivät keskimäärin samalla tasolla kuin vuonna 2019, tuloksena olevat kumulatiiviset päästöt käyttäisivät lähes loppuun jäljellä olevan 1,5 celsiusasteen hiilibudjetin (50 %) ja kuluttaisivat yli kolmanneksen jäljellä olevasta kahden celsiusasteen hiilibudjetista (67 %). Arviot nykyisistä fossiilisten polttoaineiden infrastruktuureista aiheutuvista tulevista hiilidioksidipäästöistä ilman lisävähennyksiä ylittävät⁴² jo jäljellä olevan hiilibudjetin, joka koskee lämpenemisen rajoittamista 1,5 celsiusasteeseen (50 prosenttia) (korkea luottamus). Ennustetut kumulatiiviset tulevat hiilidioksidipäästöt nykyisen ja suunnitellun fossiilisten polttoaineiden infrastruktuurin elinkaaren aikana, jos aiemmat toimintatavat säilytetään ja ilman lisävähennyksiä,⁴³ ovat suunnilleen yhtä suuret kuin jäljellä oleva hiilibudjetti lämpenemisen rajoittamiseksi kahteen celsiusasteeseen 83 prosentin todennäköisyydellä⁴⁴ (korkea luottamus). {2.3.1, 3.3.1, kuva 3.5}
- B.5.4 Pelkästään keskitettyjen arvioiden perusteella historialliset kumulatiiviset nettohiilidioksidipäästöt vuosina 1850–2019 ovat noin neljä viidesosaa⁴⁵ kokonaishiilibudjetista, mikä tarkoittaa 50 prosentin todennäköisyyttä rajoittaa ilmaston lämpeneminen 1,5 celsiusasteeseen (keskiarvio noin 2900 GtCO₂), ja noin kaksi kolmasosaa⁴⁶ kokonaishiilibudjetista, mikä tarkoittaa 67 prosentin todennäköisyyttä rajoittaa ilmaston lämpeneminen 2 celsiusasteeseen (keskiarvio noin 3550 GtCO₂). {3.3.1, kuva 3.5}

Vähentämisväylät

- B.6 Kaikki maailmanlaajuisesti mallinnetut kehityspolut, jotka rajoittavat lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen (>50 %) ylittämättä lainkaan tai ylittämättä sitä vain vähän, ja ne, jotka rajoittavat lämpenemisen 2 celsiusasteeseen (>67 %), edellyttävät nopeita ja syviä ja useimmissa tapauksissa välittömiä kasvihuonekaasupäästöjen vähennyksiä kaikilla aloilla tällä vuosikymmenellä. Maailmanlaajuiset hiilidioksidin nettonollapäästöt saavutetaan näiden kehityspolkuluokkien osalta 2050-luvun alkupuolella ja 2070-luvun alkupuolella. (korkea luotettavuus) {3.3, 3.4, 4.1, 4.5, taulukko 3.1} (kuva SPM.5, laatikko SPM.1)**
- B.6.1 Maailmanlaajuiset mallinnetut kehityspolut tarjoavat tietoa lämpenemisen rajoittamisesta eri tasoille. Nämä kehityspolut, erityisesti niiden alakohtaiset ja alueelliset näkökohdat, riippuvat kehikossa SPM.1 kuvatuista oletuksista. Maailmanlaajuisille mallinnetuille kehityspoluille, jotka rajoittavat lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen (>50 %) ylittämättä lainkaan tai rajoittamatta lämpenemistä 2 celsiusasteeseen (>67 %), on ominaista syvät, nopeat ja useimmissa tapauksissa välittömät kasvihuonekaasupäästöjen vähennykset. Väylät, jotka rajoittavat lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen (> 50 prosenttia) ylittämättä lainkaan hiilidioksidia tai ylittämättä sitä vain rajoitetusti, saavuttavat nollanettohiilidioksidin 2050-luvun alussa, minkä jälkeen tulevat negatiiviset nettohiilidioksidipäästöt. Ne kehityspolut, jotka saavuttavat kasvihuonekaasujen nollanettopäästöjen tason, saavuttavat sen noin 2070-luvulla. Tiet, jotka rajoittavat lämpenemisen 2 °C:een (>67 %), saavuttavat hiilidioksidipäästöjen nollatason 2070-luvun alussa. Maailmanlaajuisen kasvihuonekaasupäästöjen ennustetaan saavuttavan huippunsa vuoden 2020 ja viimeistään ennen vuotta 2025 globaaleissa mallinnetuissa kehityspoluissa, jotka rajoittavat lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen (> 50 %) ylittämättä lainkaan tai ylittämättä sitä vain vähän, ja kehityspoluissa, jotka rajoittavat lämpenemisen 2 celsiusasteeseen (> 67 %) ja joissa oletetaan välittömiä toimia. (korkea luotettavuus) {3.3.2, 3.3.4, 4.1, taulukko 3.1, kuva 3.6} (taulukko SPM.1)

Taulukko SPM.1: Kasvihuonekaasu- ja hiilidioksidipäästöjen vähennykset vuodesta 2019, mediaani ja 5–95 persenttiä. {3.3.1, 4.1, taulukko 3.1, kuva 2.5, laatikko SPM.1}

		Vähennykset vuoden 2019 päästötasoista (%)			
		2030	2035	2040	2050
Lämpenemisen rajoittaminen 1,5 °C:seen (>50 %) ilman ylitystä tai rajoitetusti ylittämättä sitä	kasvihuonekaasujen	43 [34–60]	60 [49–77]	69 [58–90]	84 [73–98]
	CO ₂	48 [36–69]	65 [50–96]	80 [61–109]	99 [79–119]
Rajoita lämpeneminen 2 °C:seen	kasvihuonekaasu	21 [1–42]	35 [22–55]	46 [34–63]	64 [53–77]

41 Esimerkiksi jäljellä olevat hiilibudjetit voisivat olla 300 tai 600 GtCO₂ 1,5 °C:ssa (50 %) suurilla ja pienillä muilla kuin hiilidioksidipäästöillä, kun keskustasolla vastaava luku oli 500 GtCO₂. {3.3.1}

42 Vähentäminen viittaa tässä ihmisen toimiin, jotka vähentävät fossiilisten polttoaineiden infrastruktuurista ilmakehään vapautuvien kasvihuonekaasujen määrää.

43 Sama kuin edellä.

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

45 Kokonaishiilibudjetteihin liittyviä epävarmuustekijöitä ei ole arvioitu, ja ne voivat vaikuttaa tiettyihin laskettuihin jakeisiin.

46 Sama kuin edellä.

(> 67%)	asujen				
	CO2	22 [1–44]	37 [21–59]	51 [36–70]	73 [55–90]

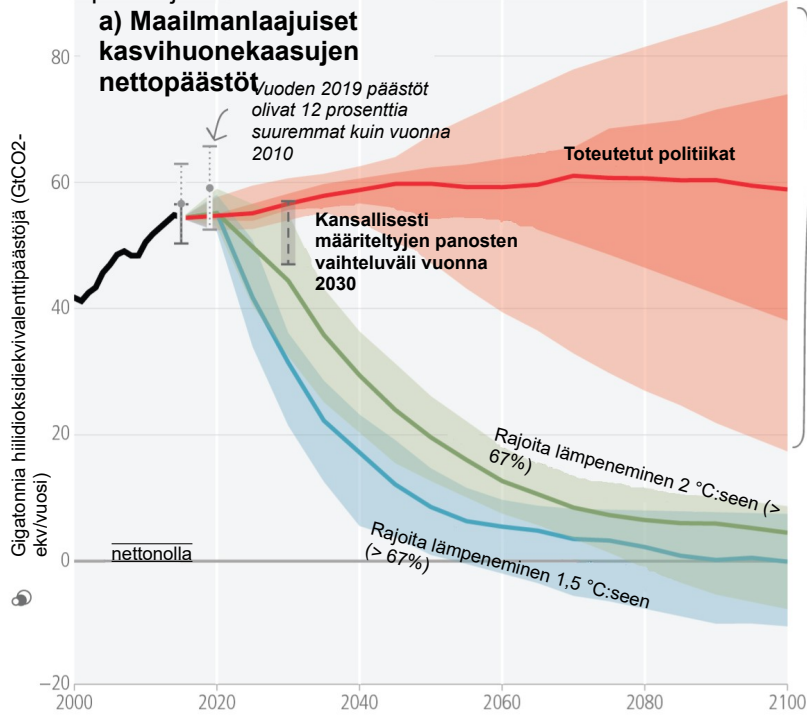
- B.6.2 Hiilidioksidin tai kasvihuonekaasujen nollanettopäästöjen saavuttaminen edellyttää ensisijaisesti hiilidioksidin bruttopäästöjen perusteellista ja nopeaa vähentämistä sekä muiden kasvihuonekaasupäästöjen kuin hiilidioksidipäästöjen huomattavaa vähentämistä (korkea luottamus). Esimerkiksi mallinnetuissa reiteissä, jotka rajoittavat lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen (> 50 %) ylittämättä lainkaan tai ylittämättä sitä vain vähän, maailmanlaajuiset metaanipäästöt vähenevät 34 [21–57] prosenttia vuoteen 2030 mennessä vuoteen 2019 verrattuna. Joitakin kasvihuonekaasujen jäännöspäästöjä, joita on vaikea vähentää (esimerkiksi joitakin maatalouden, ilmailun, merenkulun ja teollisten prosessien päästöjä), on kuitenkin edelleen olemassa, ja niitä olisi tasapainotettava ottamalla käyttöön CDR-menetelmiä hiilidioksidin tai kasvihuonekaasujen nettopäästöjen nollatason saavuttamiseksi (korkea luottamus). Tämän seurauksena hiilidioksidin nettonollataso saavutetaan aikaisemmin kuin kasvihuonekaasujen nettonollataso (korkea luottamus). {3.3.2, 3.3.3, taulukko 3.1, kuva 3.5} (kuva SPM.5)
- B.6.3 Maailmanlaajuisiin mallinnettuihin hillitsemispolkuihin, joilla saavutetaan hiilidioksidin ja kasvihuonekaasujen nollanettopäästöt, kuuluvat siirtyminen fossiilisista polttoaineista, joissa ei ole hiilidioksidin talteenottoa ja varastointia, erittäin vähähiilisiin tai hiilettömiin energialähteisiin, kuten uusiutuviin energialähteisiin tai fossiilisiin polttoaineisiin, joissa on hiilidioksidin talteenotto ja varastointi, kysyntäpuolen toimenpiteet ja tehokkuuden parantaminen, muiden kasvihuonekaasujen kuin hiilidioksidin päästöjen vähentäminen ja hiilidioksidin talteenotto ja varastointi.⁴⁷ Useimmissa globaaleissa mallinnetuissa kehityspoluissa maankäytön muutos ja metsätalous (uudelleenmetsittäminen ja metsäkadon vähentämisen kautta) sekä energiahuoltoala saavuttavat hiilidioksidin nettopäästöjen nollatason aikaisemmin kuin rakennus-, teollisuus- ja liikenneala. (korkea luotettavuus) {3.3.3, 4.1, 4.5, kuva 4.1} (kuva SPM.5, laatikko SPM.1)
- B.6.4 Lieventämisvaihtoehdoilla on usein synergioita muiden kestäväen kehityksen näkökohtien kanssa, mutta joillakin vaihtoehdoilla voidaan myös tehdä kompromisseja. Kestäväen kehityksen ja esimerkiksi energiatehokkuuden ja uusiutuvan energian välillä on mahdollisia synergioita. Vastaavasti asiayhteydestä riippuen biologiset CDR-menetelmät, kuten uudelleenmetsittäminen, parempi metsänhoito, maaperän hiilensidonta, turvemaiden ennallistaminen ja rannikon sinisen hiilen hallinta, voivat parantaa biologista⁴⁸ monimuotoisuutta ja ekosysteemin toimintoja, työllisyyttä ja paikallisia elinkeinoja. Metsityksellä tai biomassakasvien tuotannolla voi kuitenkin olla haitallisia sosioekonomisia ja ympäristövaikutuksia, jotka kohdistuvat muun muassa biologiseen monimuotoisuuteen, elintarvike- ja vesiturvaan, paikallisiin elinkeinoin ja alkuperäiskansojen oikeuksiin, erityisesti jos niitä toteutetaan laajamittaisesti ja jos maanomistus on epävarmaa. Mallinnettuihin kehityspolkuihin, joissa oletetaan resurssien käytön olevan tehokkaampaa tai joissa maailmanlaajuisesta kehitystä siirretään kohti kestävyttä, sisältyy vähemmän haasteita, kuten vähemmän riippuvuutta CDR:stä ja painetta maahan ja biologiseen monimuotoisuuteen. (korkea luottamus) {3.4.1}

⁴⁷ Hiilidioksidin talteenotto ja varastointi on vaihtoehto, jolla voidaan vähentää laajamittaisista fossiilisista energialähteistä ja teollisuuden lähteistä peräisin olevia päästöjä edellyttäen, että geologista varastointia on saatavilla. Kun hiilidioksidi otetaan talteen suoraan ilmakehästä (DACCS) tai biomassasta (BECCS), CCS tarjoaa näiden CDR-menetelmien varastointikomponentin. Hiilidioksidin talteenotto ja pinnanalainen injektointi on kypsä teknologia kaasun käsittelyyn ja öljyn talteenoton tehostamiseen. Toisin kuin öljy- ja kaasualalla, hiilidioksidin talteenotto ja varastointi on vähemmän kehittyneitä energia-alalla sekä sementin ja kemikaalien tuotannossa, jossa se on kriittinen hillitsemisvaihtoehto. Teknisen geologisen varastointikapasiteetin arvioidaan olevan noin 1000 GtCO₂, mikä on enemmän kuin hiilidioksidin varastointivaatimukset vuoteen 2100 mennessä ilmaston lämpenemisen rajoittamiseksi 1,5 celsiusasteeseen, vaikka geologisen varastoinnin alueellinen saatavuus voisi olla rajoittava tekijä. Jos geologinen varastointipaikka valitaan ja sitä hallinnoidaan asianmukaisesti, arvioidaan, että hiilidioksidi voidaan eristää pysyvästi ilmakehästä. CCS:n täytäntöönpanoon kohdistuu tällä hetkellä teknologisia, taloudellisia, institutionaalisia, ekologisia, ympäristöllisiä ja sosiokulttuurisia esteitä. Tällä hetkellä hiilidioksidin talteenoton ja varastoinnin maailmanlaajuisen käyttöönottoaste on huomattavasti alhaisempi kuin mallinnetuilla kehityspoluilla, joilla ilmaston lämpeneminen rajoitetaan 1,5–2 celsiusasteeseen. Mahdollistavat olosuhteet, kuten poliittiset välineet, julkisen tuen lisääminen ja teknologinen innovointi, voisivat vähentää näitä esteitä. (korkea luottamus) {3.3.3}

⁴⁸ CDR:n käyttöönoton vaikutukset, riskit ja sivuhyödyt ekosysteemeille, biologiselle monimuotoisuudelle ja ihmisille vaihtelevat suuresti menetelmän, paikkakohtaisen kontekstin, täytäntöönpanon ja laajuuden mukaan (korkea luottamus).

Lämpenemisen rajoittaminen 1,5 celsiusasteeseen ja 2 celsiusasteeseen edellyttää nopeita, syviä ja useimmissa tapauksissa välittömiä kasviuonekaasupäästöjen vähennyksiä

Hiilidioksidipäästöjen ja kasviuonekaasupäästöjen nettonollataso voidaan saavuttaa vähentämällä päästöjä tuntuvasti kaikilla aloilla.



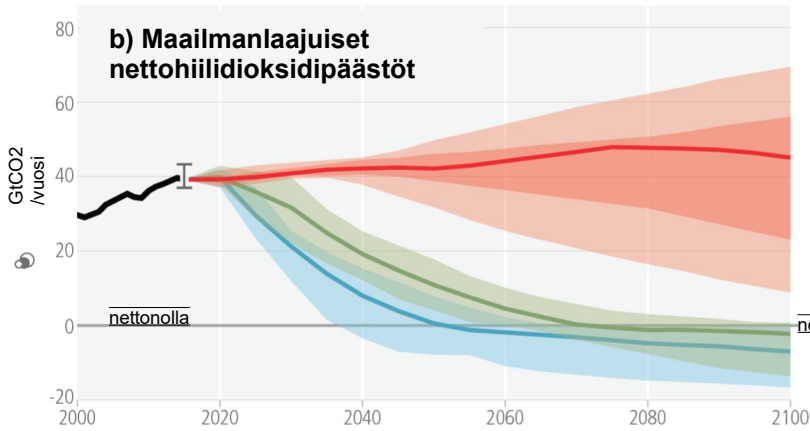
Toteutetut politiikat johtavat ennustettuihin päästöihin, jotka johtavat lämpenemiseen 0,3–2 °C, vaihteluvälillä 2,2 °C–3,5 °C (keskimääräinen luottamus)

Avain

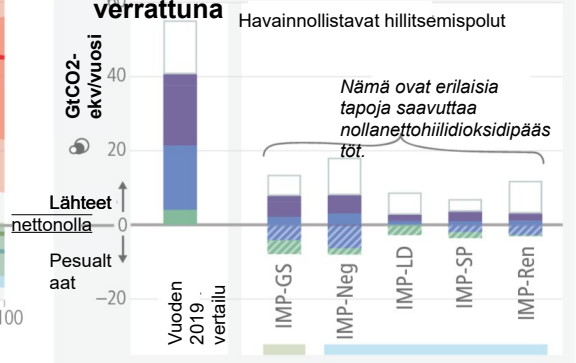
- Toteutetut politiikat (mediaani, prosenttipisteet 25–75 % ja 5–95 %)
- Rajoita lämpeneminen 2 °C:seen (> 67%)
- Lämpenemisen rajoittaminen 15 °C:seen (>50 %) ilman ylitystä tai rajoitetusti ylittämättä sitä
- Aikaisemmat päästöt (2000–2015)



Aiemmat kasviuonekaasupäästöt ja epävarmuus vuosina 2015 ja 2019 (piste osoittaa mediaania)

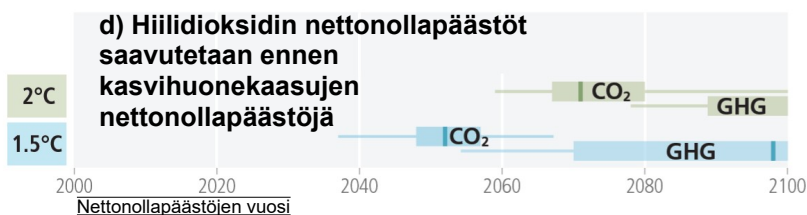
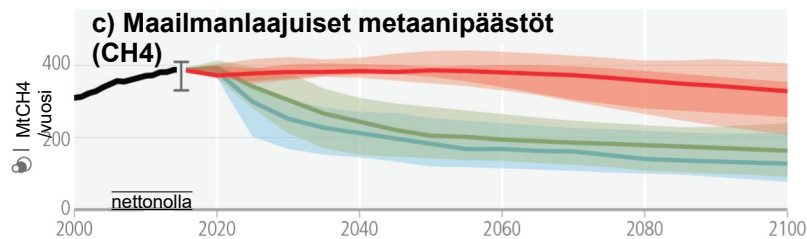


e) Kasviuonekaasupäästöt sektoreittain hiilidioksidin nettonollan aikaan vuoteen 2019 verrattuna



Avain

- Muut kuin hiilidioksidipäästöt
- Liikenne, teollisuus ja rakentaminen
- Energiantuotto (mukaan lukien sähkö)
- Maankäytön muutos ja metsätalous



Kuva SPM.5: Maailmanlaajuiset päästöväylät, jotka ovat johdonmukaisia toteutettujen politiikkojen ja hillitsemisstrategioiden kanssa. Paneelit a, b ja c osoittavat maailmanlaajuisen kasvihuonekaasu-, hiilidioksidin- ja metaanipäästöjen kehityksen mallinnetuissa kehityskulussa, kun taas paneeli d osoittaa siihen liittyvän ajankohdan, jolloin kasvihuonekaasu- ja hiilidioksidipäästöt saavuttavat nettonollatason. Värilliset vaihteluvälit tarkoittavat 5.–95. persentiiliä laatikossa SPM.1 kuvatuilla tietyyn luokkaan kuuluvilla globaaleilla mallinnetuilla reiteillä. Punaiset vaihteluvälit kuvaavat päästöväyliä olettaen, että politiikat on pantu täytäntöön vuoden 2020 loppuun mennessä. Mallinnettujen reittien vaihteluvälit, jotka rajoittavat lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen (>50 %) ilman ylitystä tai vain vähän ylityksiä, esitetään vaaleansinisinä (luokka C1) ja reitit, jotka rajoittavat lämpenemisen 2 celsiusasteeseen (>67 %), esitetään vihreinä (luokka C3). Maailmanlaajuiset päästöväylät, jotka rajoittaisivat lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen (> 50 prosenttia) ylittämättä lainkaan tai vain rajoitetusti ja saavuttaisivat myös kasvihuonekaasujen nettonollatason vuosisadan jälkipuoliskolla, tekevät niin vuosina 2070–2075. Paneelissa e esitetään hiilidioksidin ja muiden kuin hiilidioksidin päästölähteiden ja -nielujen alakohtaiset vaikutukset ajankohtana, jona hiilidioksidin nettopäästöt saavutetaan havainnollisilla hillitsemisväylillä, jotka vastaavat lämpenemisen rajoittamista 1,5 celsiusasteeseen ja suurta riippuvuutta negatiivisista nettopäästöistä (IMP-Neg), korkeaa resurssitehokkuutta (IMP-LD), keskittymistä kestäväan kehitykseen (IMP-SP), uusiutuvia energialähteitä (IMP-Ren) ja lämpenemisen rajoittamista kahteen celsiusasteeseen siten, että hillitseminen tapahtuu hitaammin, minkä jälkeen sitä vahvistetaan asteittain (IMP-GS). Eri yhdenmukisten meripolitiikkojen positiivisia ja negatiivisia päästöjä verrataan vuoden 2019 kasvihuonekaasupäästöihin. Energiahuoltoon (sähkö mukaan luettuna) sisältyy bioenergia, johon liittyy hiilidioksidin talteenotto ja varastointi sekä hiilidioksidin talteenotto ja varastointi suoraan ilmasta. Maankäytön muutoksesta ja metsätaloudesta aiheutuvat hiilidioksidipäästöt voidaan esittää vain nettolukuna, koska monissa malleissa ei ilmoiteta erikseen tämän luokan päästöjä ja nieluja. {Kuva 3.6, 4.1} (kohta SPM.1)

Ylitys: Lämmittävän tason ylittäminen ja paluu

- B.7 Jos lämpeneminen ylittää tietyn tason, kuten 1,5 celsiusasteen, sitä voitaisiin asteittain vähentää uudelleen saavuttamalla negatiiviset maailmanlaajuiset hiilidioksidipäästöt ja ylläpitämällä niitä. Tämä edellyttäisi hiilidioksidin poistamisen käyttöönottoa enemmän kuin ylittämättömiä reittejä, mikä lisäisi toteutettavuuteen ja kestävyysasteeseen liittyviä huolenaiheita. Ylitys aiheuttaa haitallisia vaikutuksia, joitain peruuttamattomia ja lisäriskejä ihmisen ja luonnon järjestelmille, ja ne kaikki kasvavat ylityksen laajuuden ja keston myötä. (korkea luotettavuus) {3.1, 3.3, 3.4, taulukko 3.1, kuva 3.6}
- B.7.1 Vain pieni osa kunnianhimoisimmista globaaleista mallinnetuista kehityskuluista rajoittaa ilmaston lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen (>50 %) vuoteen 2100 mennessä ylittämättä tätä tasoa väliaikaisesti. Negatiivisten maailmanlaajuisen hiilidioksidin nettopäästöjen saavuttaminen ja ylläpitäminen siten, että vuotuiset CDR-päästöt ovat suuremmat kuin jäännöshiilidioksidipäästöt, vähentäisi asteittain lämpenemistasoa uudelleen (korkea luotamus). Tämän ylityksen aikana ilmenevät haitalliset vaikutukset, jotka aiheuttavat lisälämpenemistä takaisinkyntämekanismin kautta, kuten metsäpalojen lisääntyminen, puiden massakuolleisuus, turvemaiden kuivuminen ja ikiroudan sulaminen, luonnollisten maan hiilinielujen heikkeneminen ja kasvihuonekaasupäästöjen lisääntyminen, tekisivät paluusta haastavamman (keskimääräinen luotamus). {3.3.2, 3.3.4, taulukko 3.1, kuva 3.6} (laatikko SPM.1)
- B.7.2 Mitä suurempi ylitys on ja mitä pidempi sen kesto on, sitä enemmän ekosysteemeihin ja yhteiskuntiin kohdistuu suurempia ja laajempia muutoksia ilmastovaikutusten aiheuttajissa, mikä lisää moniin luonnon ja ihmisen järjestelmiin kohdistuvia riskejä. Verrattuna väyliin, joita ei ylitetä, yhteiskuntiin kohdistuisi suurempia riskejä infrastruktuurille, matalille rannikkoasutusalueille ja niihin liittyville elinkeinoille. Ylitys 1,5 celsiusasteessa aiheuttaa peruuttamattomia haittavaikutuksia tiettyihin ekosysteemeihin, joiden sietokyky on heikko, kuten napa-, vuoristo- ja rannikkoekosysteemeihin, joihin jäätiköiden sulaminen, jäätiköiden sulaminen tai merenpinnan nousun kiihtyminen ja kiihtyminen vaikuttavat. (korkea luotettavuus) {3.1.2, 3.3.4}
- B.7.3 Mitä suurempi ylitys on, sitä enemmän tarvitaan negatiivisia nettohiilidioksidipäästöjä, jotta vuoteen 2100 mennessä voidaan palata 1,5 celsiusasteeseen. Siirtyminen kohti hiilidioksidin nollanettopäästöjä nopeammin ja muiden kuin hiilidioksidipäästöjen, kuten metaanin, vähentäminen nopeammin rajoittaisi lämpenemishuippuja ja vähentäisi negatiivisten hiilidioksidipäästöjen vaatimusta, mikä vähentäisi toteutettavuuteen ja kestävyysasteeseen liittyviä huolenaiheita sekä CDR:n laajamittaiseen käyttöönottoon liittyviä sosiaalisia ja ympäristöriskejä. (korkea luotettavuus) {3.3.3, 3.3.4, 3.4.1, taulukko 3.1}

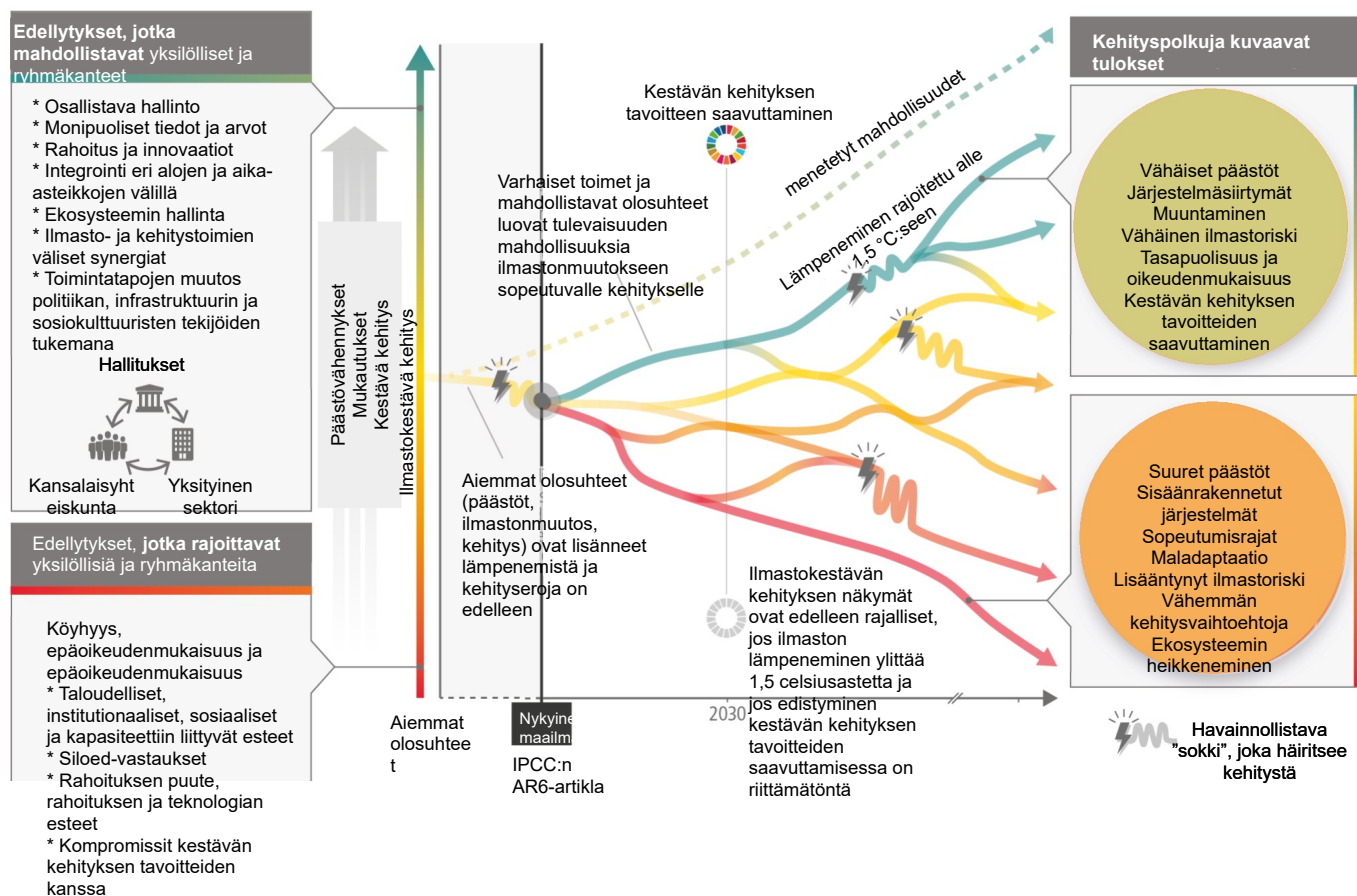
C. Vastaukset lähiaikoina

Lähiajan yhdennettyjen ilmastotoimien kiireellisyys

- C.1 Ilmastomuutos on uhka ihmisten hyvinvoinnille ja planeetan terveydelle (erittäin korkea luottamus).** Tarjolla on nopeasti sulkeutuva tilaisuus turvata kaikille elinkelpoinen ja kestävä tulevaisuus (erittäin korkea luottamus). Ilmastokestävä kehitys sisältää sopeutumisen ja hillitsemisen kestävä kehityksen edistämiseksi kaikille, ja sen mahdollistaa kansainvälisen yhteistyön lisääminen, mukaan lukien riittävien taloudellisten resurssien parempi saatavuus erityisesti haavoittuvilla alueilla, aloilla ja ryhmille sekä osallistava hallinto ja koordinoitunut politiikat (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, kuva 3.3, kuva 4.2} (kuva SPM.1, kuva SPM.6)
- C.1.1 Todisteet havaituista haittavaikutuksista ja niihin liittyvistä menetyksistä ja vahingoista, ennustetuista riskeistä, tasoista ja suuntauksista haavoittuvuus- ja sopeutumisrajoissa osoittavat, että maailmanlaajuiset ilmastomuutoksen kestävä kehitystoimet ovat kiireellisempiä kuin viidennessä arviointikertomuksessa aiemmin arvioitiin. Ilmastokestävä kehitys yhdistää sopeutumisen ja kasvihuonekaasupäästöjen hillitsemisen kestävä kehityksen edistämiseksi kaikille. Aikaisempi kehitys, päästöt ja ilmastomuutos ovat rajoittaneet ilmastomuutoksen kestäviä kehityspolkuja, ja niitä rajoittaa asteittain jokainen lämpeneminen, erityisesti yli 1,5 celsiusasteen. (erittäin korkea luottamus) {3.4, 3.4.2, 4.1}
- C.1.2 Hallituksen toimilla valtiotasoa alemmilla, kansallisilla ja kansainvälisillä tasoilla sekä kansalaisyhteiskunnan ja yksityisen sektorin toimilla on keskeinen rooli pyrittäessä mahdollistamaan ja nopeuttamaan muutoksia kehityspoluilla kohti kestävä ja ilmastomuutokseen sopeutuvaa kehitystä (erittäin suuri luottamus). Ilmastokestävä 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 integroidaan eri hallintotasoille, aloille ja aikatauluihin (erittäin korkea luottamus). Mahdollistavat olosuhteet on eriytetty kansallisten, alueellisten ja paikallisten olosuhteiden ja maantieteellisten alueiden mukaan valmiuksien mukaan, ja niihin kuuluvat seuraavat: poliittinen sitoutuminen ja seuranta, koordinoitunut politiikat, sosiaalinen ja kansainvälinen yhteistyö, ekosysteemien hoito, osallistava hallinto, tietämyksen monimuotoisuus, teknologinen innovointi, seuranta ja arviointi sekä riittävien taloudellisten resurssien saatavuuden parantaminen erityisesti haavoittuvilla alueilla, aloilla ja yhteisöissä (korkea luottamus). {3.4, 4.2, 4.4, 4.5, 4.7, 4.8} (kuva SPM.6)
- C.1.3 Jatkuvat päästöt vaikuttavat edelleen kaikkiin tärkeimpiin ilmastojärjestelmän komponentteihin, ja monet muutokset ovat peruuttamattomia satavuotis- tai vuosituhannen aikajänteellä ja kasvavat ilmaston lämpenemisen lisääntyessä. Ilman kiireellisiä, tehokkaita ja tasapuolisia hillitsemis- ja sopeutumistoimia ilmastomuutos uhkaa yhä enemmän ekosysteemejä, biologista monimuotoisuutta sekä nykyisten ja tulevien sukupolvien toimeentuloa, terveyttä ja hyvinvointia. (korkea luotettavuus) {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)

Mahdollisuudet ilmastomuutoksen kestävään kehitykseen kaventuvat nopeasti

Moninkertaiset vuorovaikutteiset valinnat ja toimet voivat siirtää kehityspolkuja kohti kestäväää kehitystä



Kuva SPM.6: Havainnollistavat kehityspolut (punaisesta vihreään) ja niihin liittyvät tulokset (oikea paneeli) osoittavat, että mahdollisuudet turvata elinkelpoinen ja kestävä tulevaisuus kaikille kaventuvat nopeasti. Ilmastokestävä kehitys on prosessi, jossa toteutetaan kasvihuonekaasujen hillitsemis- ja sopeutumistoimenpiteitä kestävä kehityksen tukemiseksi. Erilaiset kehityspolut osoittavat, että eri viranomaisten, yksityisen sektorin ja kansalaisyhteiskunnan toimijoiden tekemät vuorovaikutteiset valinnat ja toimet voivat edistää ilmastomuutosta kestävä kehitystä, siirtää kehityspolkuja kohti kestävyttä ja mahdollistaa pienemmät päästöt ja sopeutumisen. Monipuolista tietoa ja arvoja ovat kulttuuriset arvot, alkuperäiskansojen tieto, paikallinen tieto ja tieteellinen tieto. Ilmastolliset ja muut tapahtumat, kuten kuivuus, tulvat tai pandemiat, aiheuttavat vakavampia häiriöitä kehityspoluille, joilla on heikompi ilmastomuutoksen kestävä kehitys (punaisesta keltaiseen), kuin kehityspoluille, joilla on parempi ilmastomuutoksen kestävä kehitys (vihreä). Joidenkin ihmisten ja luonnollisten järjestelmien sopeutumis- ja sopeutumiskyvyllä on rajansa 1,5 celsiusasteen ilmaston lämpenemisessä, ja jokaisen lämpenemisen lisääntymisen myötä menetykset ja vahingot lisääntyvät. Maiden kaikissa talouskehityksen vaiheissa käyttämät kehityspolut vaikuttavat kasvihuonekaasupäästöihin ja hillitsemishaasteisiin ja -mahdollisuuksiin, jotka vaihtelevat maittain ja alueittain. Toimintatapoja ja -mahdollisuuksia muovaavat aiemmat toimet (tai toimimatta jättäminen ja menetetyt mahdollisuudet; katkonainen kehityspolku) ja mahdollistavat ja rajoittavat olosuhteet (vasemmanpuoleinen paneeli), ja ne liittyvät ilmastoriskeihin, sopeutumisrajoihin ja kehitysvajeisiin. Mitä pidemmät päästövähennykset viivästyvät, sitä vähemmän tehokkaita sopeutumisvaihtoehtoja on. {Kuva 4.2, 3.1, 3.2, 3.4, 4.2, 4.4, 4.5, 4.6, 4.9}

Lähiajan toiminnan hyödyt

C.2 Sopeutumistoimien perusteellinen, nopea ja kestävä hillitseminen ja nopeutettu täytäntöönpano tällä vuosikymmenellä vähentäisi ennakoituja menetyksiä ja vahinkoja ihmisille ja ekosysteemeille (erittäin korkea luottamus) ja toisi monia sivuhyötyjä erityisesti ilmanlaadulle ja terveydelle (korkea luottamus). Viivästyneet hillitsemis- ja sopeutumistoimet lukitsisivat suuripäästöisen infrastruktuurin, lisääisivät hukkainvestointien ja kustannusten kärjistymisen riskejä, vähentäisivät toteutettavuutta ja lisääisivät tappioita ja vahinkoja (korkea luottamus). Lähiajan toimiin liittyy suuria alkuinvestointeja ja mahdollisesti häiritseviä muutoksia, joita voidaan vähentää erilaisilla mahdollistavilla politiikoilla (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 Sopeutumistoimien perusteellinen, nopea ja kestävä hillitseminen ja nopeutettu täytäntöönpano tällä vuosikymmenellä vähentäisi ilmastomuutoksesta ihmisille ja ekosysteemeille aiheutuvia tulevia menetyksiä ja vahinkoja (erittäin suuri luottamus). Koska sopeutumisvaihtoehtojen on usein pitkät täytäntöönpanoajat, sopeutumisen nopeutettu täytäntöönpano tällä vuosikymmenellä on tärkeää sopeutumisvajeiden korjaamiseksi (korkea luottamus). Kattavat, tehokkaat ja innovatiiviset toimet, joissa yhdistyvät sopeutuminen ja hillitseminen, voivat hyödyntää synergioita ja vähentää sopeutumisen ja hillitsemisen välisiä kompromisseja (korkea luottamus). {4.1, 4.2, 4.3}

C.2.2 Myöhästyneet hillitsemistoimet lisäävät edelleen ilmaston lämpenemistä ja menetykset ja vahingot lisääntyvät, ja ihmisen ja luonnon lisäjärjestelmät saavuttavat sopeutumisen rajat. Viivästyneistä sopeutumis- ja hillitsemistoimista aiheutuviin haasteisiin kuuluvat kustannusten nousun riski, infrastruktuurin lukkiutuminen, hukkainvestoinnit sekä sopeutumis- ja hillitsemisvaihtoehtojen toteutettavuuden ja tehokkuuden heikkeneminen. Ilman nopeita, perusteellisia ja kestäviä hillitsemistoimia ja nopeutettuja sopeutumistoimia menetykset ja vahingot lisääntyvät edelleen, mukaan lukien ennustetut haittavaikutukset⁴⁹ Afrikassa, vähiten kehittyneissä maissa, pienissä kehittyvissä saarivaltioissa, Keski- ja Etelä-Amerikassa, Aasiassa ja arktisella alueella, ja ne vaikuttavat suhteettomasti heikoimmassa asemassa oleviin väestöryhmiin. (korkea luotettavuus) {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 Nopeutetut ilmastotoimet voivat myös tuottaa sivuhyötyjä (ks. myös C.4) (korkea luottamus). Monilla lieventävillä toimilla olisi terveyshyötyjä, koska ilmansaasteet vähenisivät, aktiivinen liikkuvuus (esim. kävely, pyöräily) ja siirtyminen kestävään terveelliseen ruokavalioon (korkea luottamus). Metaanipäästöjen voimakkaat, nopeat ja kestävät vähennykset voivat rajoittaa lämpenemistä lyhyellä aikavälillä ja parantaa ilmanlaatua vähentämällä maailmanlaajuisia pintaotsonia (korkea luottamus). Sopeutuminen voi tuottaa useita lisähyötyjä, kuten parantaa maatalouden tuottavuutta, innovointia, terveyttä ja hyvinvointia, elintarviketurvaa, toimeentuloa ja biologisen monimuotoisuuden säilyttämistä (erittäin korkea luottamus). {4.2, 4.5.4, 4.5.5, 4.6}

C.2.4 Kustannus-hyötyanalyysin kyky edustaa kaikkia ilmastomuutoksesta aiheutuvia vältettyjä vahinkoja on edelleen rajallinen (korkea luottamus). Ilmanlaadun parantamisesta saatava taloudellinen hyöty ihmisten terveydelle hillitsemistoimien ansiosta voi olla samaa suuruusluokkaa kuin hillitsemiskustannukset ja mahdollisesti jopa suurempi (keskitasoinen luottamus). Vaikka kaikkia mahdollisten vahinkojen välttämisen hyötyjä ei otettaisi huomioon, ilmaston lämpenemisen rajoittamisesta kahteen celsiusasteeseen koituva maailmanlaajuinen taloudellinen ja sosiaalinen hyöty ylittää useimmissa arvioiduissa julkaisuissa hillitsemiskustannukset (keskimääräinen luottamus).⁵⁰ Ilmastomuutoksen nopeampi hillitseminen, jossa päästöt saavuttavat huippunsa

49 Meksikon eteläosa kuuluu WGI:n ilmasto-osa-alueeseen Etelä-Keski-Amerikka. Meksikon arvioidaan olevan osa Pohjois-Amerikkaa toisen maailmansodan aikana. Maatalouden erityiskomitean aluetta koskevassa ilmastomuutosta koskevassa kirjallisuudessa on toisinaan mukana Meksiko, ja näissä tapauksissa työryhmä II:n arvioinnissa viitataan Latinalaiseen Amerikkaan. Meksikon katsotaan olevan osa Latinalaista Amerikkaa ja Karibiaa työryhmässä III.

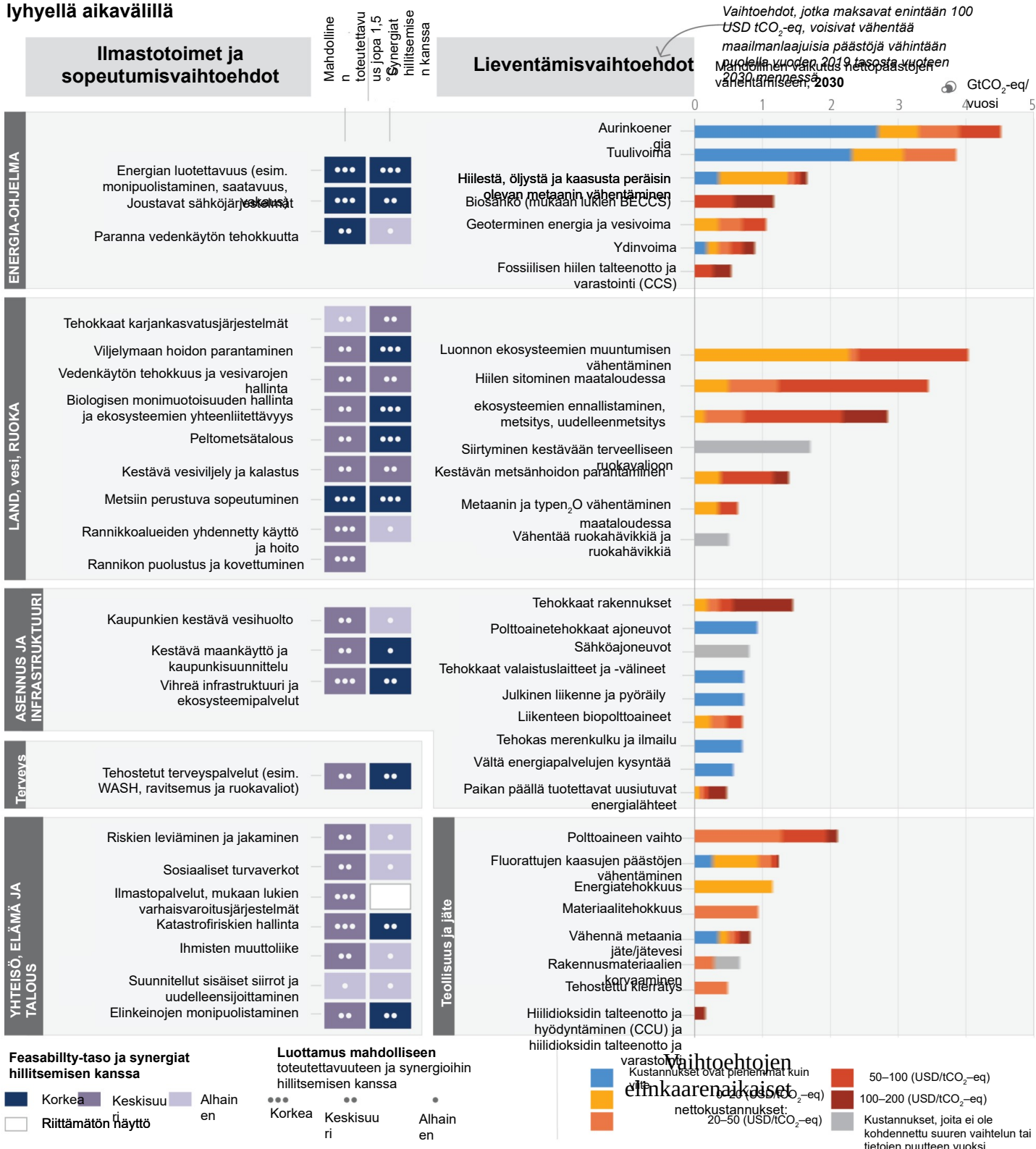
50 Näyttö on liian rajallista, jotta voitaisiin tehdä vastaava vankka päätelmä lämpenemisen rajoittamisesta 1,5 celsiusasteeseen. Ilmaston lämpenemisen rajoittaminen 1,5 celsiusasteeseen kahden celsiusasteen sijaan lisäisi hillitsemiskustannuksia mutta myös hyötyjä, jotka liittyvät vaikutusten ja niihin liittyvien riskien vähenemiseen ja sopeutumistarpeiden vähenemiseen (korkea luottamus).

Ilmastomuutos 2023 -yhteenvetoraportti päättäjille

aikaisemmin, lisää sivuhyötyjä ja vähentää toteutettavuusriskejä ja kustannuksia pitkällä aikavälillä, mutta edellyttää suurempia alkuinvestointeja (korkea luottamus). {3.4.1, 4.2}

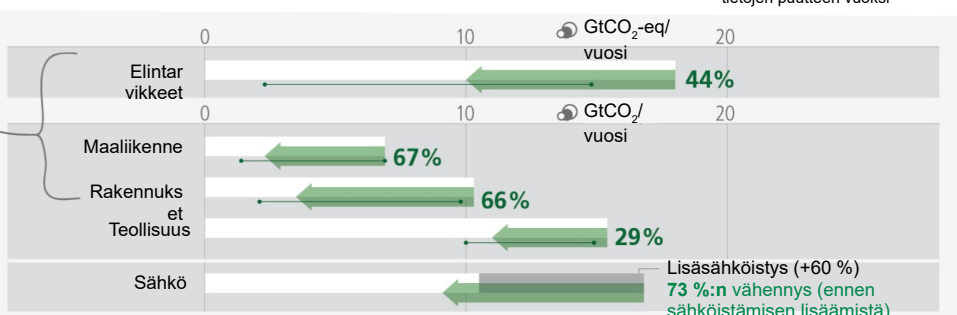
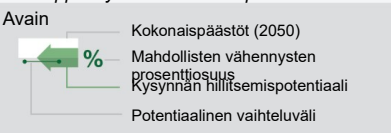
Ilmastotoimien laajentamiseen on monia mahdollisuuksia

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



b) Kysyntäpuolen potentiaali hillitsemisvaihtoehdot vuoteen 2050 mennessä

Kysyntäpuolen vähennyspotentiaali on näillä loppukäyttöaloilla 40–70 prosenttia



Kuva SPM.7: Monipuoliset mahdollisuudet ilmastotoimien laajentamiseen.

Paneeli a esittää valitut hillitsemis- ja sopeutumisvaihtoehdot eri järjestelmissä. Paneelin a vasemmassa laidassa esitetään ilmastotoimet ja sopeutumisvaihtoehdot, joita on arvioitu niiden moniulotteisen toteutettavuuden kannalta maailmanlaajuisesti, lyhyellä aikavälillä ja jopa 1,5 celsiusasteen ilmaston lämpenemisen osalta. Koska yli 1,5 celsiusasteen lämpötilaa koskeva kirjallisuus on rajallista, toteutettavuus korkeammilla lämpenemistasoilla voi muuttua, mitä ei tällä hetkellä ole mahdollista arvioida luotettavasti. Käsitettä "vastaus" käytetään tässä sopeutumisen lisäksi, koska joitakin vastatoimia, kuten muuttoliikettä, sisäisiä siirtoja ja uudelleensijoittamista, voidaan pitää sopeutumisena. Metsiin perustuvaan sopeutumiseen kuuluvat kestävä metsänhoito, metsien suojeleminen ja ennallistaminen, uudelleenmetsittäminen ja metsittäminen. WASH tarkoittaa vettä, sanitaatiota ja hygieniaa. Kuutta toteutettavuusulottuvuutta (taloudellinen, teknologinen, institutionaalinen, sosiaalinen, ympäristöön liittyvä ja geofyysinen) käytettiin laskettaessa ilmastotoimien ja sopeutumisvaihtoehtojen mahdollista toteutettavuutta sekä niiden synergioita hillitsemisen kanssa. Mahdollisten toteutettavuus- ja toteutettavuusulottuvuuksien osalta kaavio osoittaa, että toteutettavuus on korkea, keskitasoinen tai alhainen. Syngergiat hillitsemisen kanssa ovat suuret, keski-suuret ja vähäiset. Paneelin a oikealla puolella on yleiskatsaus valituista hillitsemisvaihtoehdoista ja niiden arvioiduista kustannuksista ja mahdollisuuksista vuonna 2030. Kustannukset ovat vältettyjen kasvihuonekaasupäästöjen elinkaarenaikaisia diskontattuja rahallisia nettokustannuksia, jotka lasketaan suhteessa vertailuteknologiaan. Suhteelliset mahdollisuudet ja kustannukset vaihtelevat paikan, kontekstin ja ajan mukaan ja pidemmällä aikavälillä vuoteen 2030 verrattuna. Potentiaalinen (horisontaalinen akseli) on kasvihuonekaasujen nettopäästöjen vähennys (vähennysten ja/tai tehostettujen nielujen summa) kustannusluokkiin (värilliset palkkisegmentit) jaoteltuna suhteessa päästöjen lähtötasoon, joka koostuu nykyisistä (noin vuoden 2019) viiteskenaarioista AR6-skenaariotietokannasta. Mahdollisuudet arvioidaan erikseen kunkin vaihtoehdon osalta, eivätkä ne ole additiivisia. Terveystuotantajärjestelmän hillitsemisvaihtoehdot sisältyvät enimmäkseen asutukseen ja infrastruktuuriin (esim. tehokkaihin terveydenhuollon rakennuksiin), eikä niitä voida yksilöidä erikseen. Polttoaineen vaihtamisella teollisuudessa tarkoitetaan siirtymistä sähköön, vetyyn, bioenergiaan ja maakaasuun. Asteittaiset väri siirtymät osoittavat epävarmaa jakautumista kustannusluokkiin epävarmuuden tai voimakkaan kontekstiriippuvuuden vuoksi. Kokonaispotentiaalinen epävarmuus on tyypillisesti 25–50 prosenttia. **Paneelissa b esitetään** kysyntäpuolen hillitsemisvaihtoehtojen suuntaa-antavat mahdollisuudet vuoteen 2050 mennessä. Mahdollisuudet arvioidaan noin 500 alhaalta ylöspäin suuntautuvan tutkimuksen perusteella, jotka edustavat kaikkia maailman alueita. Perustaso (valkoinen palkki) saadaan kahden skenaarion (IEA-STEPS ja IP_ModAct) vuoden 2050 alakohtaisista keskimääräisistä kasvihuonekaasupäästöistä, jotka ovat johdonmukaisia kansallisten hallitusten vuoteen 2020 mennessä ilmoittamien politiikkojen kanssa. Vihreä nuoli kuvaa kysyntäpuolen päästövähennyspotentiaalia. Potentiaalialue esitetään viivalla, joka yhdistää kirjallisuudessa ilmoitetut suurimmat ja pienimmät potentiaalit. Elintarvikkeet osoittavat sosiokulttuuristen tekijöiden ja infrastruktuuriin käytön kysyntäpuolen potentiaalia sekä elintarvikkeiden kysynnän muutoksen mahdollistamia muutoksia maankäyttömalleissa. Kysyntäpuolen toimenpiteillä ja uusilla loppukäyttöpalvelujen tarjontatavoilla voidaan vähentää loppukäyttöä (rakennukset, maaliikenne, elintarvikkeet) maailmanlaajuisia kasvihuonekaasupäästöjä 40–70 prosenttia vuoteen 2050 mennessä perusskenaarioihin verrattuna, kun taas jotkin alueet ja sosioekonomiset ryhmät tarvitsevat lisäenergiaa ja -resursseja. Viimeinen rivi osoittaa, miten kysynnän hillitsemisvaihtoehdot muilla aloilla voivat vaikuttaa sähkön kokonaiskysyntään. Tummanharmaa palkki osoittaa sähkön kysynnän ennustetun kasvun yli vuoden 2050 perustason, mikä johtuu sähköistyksen lisääntymisestä muilla aloilla. Alhaalta ylöspäin suuntautuvan arvioinnin perusteella tämä sähkön kysynnän ennustettu kasvu voidaan välttää kysyntäpuolen hillitsemisvaihtoehdoilla, jotka liittyvät infrastruktuuriin käyttöön ja sosiokulttuuriin tekijöihin, jotka vaikuttavat sähkön käyttöön teollisuudessa, maaliikenteessä ja rakennuksissa (vihreä nuoli). {Kuva 4.4}

Lieventämis- ja sopeutumisvaihtoehdot eri järjestelmissä

C.3 Nopeat ja kauaskantoiset siirtymät kaikilla aloilla ja kaikissa järjestelmissä ovat tarpeen, jotta voidaan saavuttaa syvät ja kestävät päästövähennykset ja turvata elinkelpoinen ja kestävä tulevaisuus kaikille. Näihin järjestelmäsiirtymiin liittyy laajan lieventämis- ja sopeutumisvaihtoehtojen valikoiman merkittävä laajentaminen. Käytettävissä on jo toteuttamiskelpoisia, tehokkaita ja edullisia vaihtoehtoja ilmastomuutoksen hillitsemiseksi ja siihen sopeutumiseksi, ja järjestelmien ja alueiden välillä on eroja. (korkea luotettavuus) {4.1, 4.5, 4.6} (Kuva SPM.7)

C.3.1 Nopeiden ja perusteellisten päästövähennysten ja ilmastomuutokseen sopeutumisen edellyttämä systeeminen muutos on mittakaavaltaan ennennäkemätön, mutta ei välttämättä nopeuden kannalta (keskitason luottamus). Järjestelmäsiirtymiä ovat muun muassa seuraavat: vähäpäästöisten tai päästöttömien teknologioiden käyttöönotto; kysynnän vähentäminen ja muuttaminen infrastruktuuriin suunnittelun ja saatavuuden, sosiokulttuuristen ja käyttäytymismuutosten sekä teknologisen tehokkuuden ja käyttöönoton lisäämisen 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 Hiilidioksidipäästöttömiin energiajärjestelmiin kuuluvat: fossiilisten polttoaineiden kokonaiskäytön merkittävä vähentäminen, päästöjä vähentämättömien fossiilisten polttoaineiden minimaalinen käyttö sekä hiilidioksidin talteenoton ja varastoinnin käyttö jäljellä olevissa fossiilisten polttoaineiden⁵¹ järjestelmissä; sähköjärjestelmät, joista ei aiheudu hiilidioksidin nettopäästöjä; laajalle levinnyt sähköistämisen; vaihtoehtoiset energiantakajat sovelluksissa, jotka eivät sovellu sähköistämiseen; energiansäästö ja energiatehokkuus; ja energiajärjestelmän

51 Tässä yhteydessä 'ehdottomilla fossiilisilla polttoaineilla' tarkoitetaan fossiilisia polttoaineita, jotka on tuotettu ja käytetty ilman toimia, jotka vähentävät merkittävästi kasvihuonekaasupäästöjen määrää koko elinkaaren ajan; esimerkiksi ottamalla talteen vähintään 90 prosenttia voimalaitosten hiilidioksidista tai 50–80 prosenttia energiahuollon metaanin hajapäästöistä.

yhdentymisen lisääminen (korkea luottamus). Suuri vaikutus päästövähennyksiin, joiden kustannukset ovat alle 20 Yhdysvaltain dollaria hiilidioksidiekvivalenttonnia, saadaan aurinko- ja tuulienergiasta, energiatehokkuuden parannuksista ja metaanipäästöjen vähennyksistä (hiilikaivostoiminta, öljy ja kaasu, jätteet) (keskimääräinen luottamus). On olemassa toteuttamiskelpoisia sopeutumisvaihtoehtoja, jotka tukevat infrastruktuurin häiriönsietokykyä, luotettavia sähköjärjestelmiä ja tehokasta vedenkäyttöä olemassa olevissa ja uusissa energiantuotantolaitteissa (erittäin korkea luottamus). Energiantuotannon monipuolistaminen (esim. tuuli-, aurinko- ja pienimuotoisen vesivoiman avulla) ja kysyntäpuolen hallinta (esim. varastoinnin ja energiatehokkuuden parantaminen) voivat lisätä energiavarmuutta ja vähentää haavoittuvuutta ilmastonmuutokselle (korkea luottamus). Ilmastonmuutokseen reagoivat energiamarkkinat, energiaomaisuutta koskevat päivitettyt suunnittelustandardit nykyisen ja ennustetun ilmastonmuutoksen mukaisesti, älykkäät verkkoteknologiat, vankat siirtojärjestelmät ja parempi kapasiteetti vastata toimitusvajaisiin ovat erittäin toteutettavissa keskipitkällä ja pitkällä aikavälillä, ja niillä on lieventäviä sivuhyötyjä (erittäin suuri luottamus). {4.5.1} (Kuva SPM.7)

Teollisuus ja liikenne

C.3.3 Teollisuuden kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen edellyttää koordinoituja toimia koko arvoketjussa, jotta voidaan edistää kaikkia hillitsemisvaihtoehtoja, kuten kysynnän hallintaa, energia- ja materiaali tehokkuutta, kiertotalouteen perustuvia materiaali virtoja sekä päästövähennysteknologioita ja tuotantoprosessien muutoksia (korkea luottamus). Liikenteessä kestävä biopolttoaineet, vähäpäästöinen vety ja johdannaiset (mukaan lukien ammoniakki ja synteettiset polttoaineet) voivat tukea merenkulun, ilmailun ja raskaan maaliikenteen hiilidioksidipäästöjen vähentämistä, mutta ne edellyttävät tuotantoprosessien parantamista ja kustannusten vähentämistä (keskimääräinen luottamus). Kestävä biopolttoaineet voivat tarjota lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä lisähyötyjä maaliikenteen hillitsemisessä (keskimääräinen luottamus). Vähän kasvihuonekaasupäästöjä aiheuttavalla sähköllä toimivilla sähköajoneuvoilla on suuret mahdollisuudet vähentää maaliikenteen kasvihuonekaasupäästöjä elinkaari perusteisesti (korkea luottamus). Akkuteknologian kehitys voisi helpottaa raskaiden kuorma-autojen sähköistämistä ja täydentää tavanomaisia sähkökiskojärjestelmiä (keskiluottamus). Akkutuotannon ympäristöjalanjälkeä ja kasvavaa huolta kriittisistä mineraaleista voidaan käsitellä materiaalien ja toimitusten monipuolistamisstrategioilla, energia- ja materiaali tehokkuuden parannuksilla sekä kiertotalouden mukaisilla materiaali virroilla (keskimääräinen luottamus). {4.5.2, 4.5.3} (Kuva SPM.7)

Kaupungit, siirtokunnat ja infrastruktuuri

C.3.4 Kaupunkijärjestelmät ovat ratkaisevan tärkeitä, jotta voidaan saavuttaa merkittäviä päästövähennyksiä ja edistää ilmastonmuutosta kestävä kehitystä (korkea luottamus). Keskeisiä sopeutumis- ja hillitsemistekijöitä kaupungeissa ovat ilmastonmuutoksen vaikutusten ja riskien huomioon ottaminen (esim. ilmastopalvelujen avulla) asutusten ja infrastruktuurin suunnittelussa; maankäytön suunnittelu tiiviin kaupunkirakenteen, työpaikkojen yhteissijoittamisen ja asumisen aikaansaamiseksi; tuetaan julkista liikennettä ja aktiivista liikkuvuutta (esim. kävelyä ja pyöräilyä); rakennusten tehokas suunnittelu, rakentaminen, jälkiasennus ja käyttö; energian ja materiaalien kulutuksen vähentäminen ja muuttaminen; riittävyys;⁵² aineellinen korvaaminen; ja sähköistäminen yhdessä vähäpäästöisten lähteiden kanssa (korkea luottamus). Kaupunkisiirtymiä, jotka tarjoavat hyötyjä hillitsemiselle, sopeutumiselle, ihmisten terveydelle ja hyvinvoinnille, ekosysteemipalveluille ja haavoittuvuuden vähentämiselle pienituloisille yhteisöille, edistetään osallistavalla pitkän aikavälin suunnittelulla, jossa sovelletaan yhdenmukaista lähestymistapaa fyysiseen, luonnolliseen ja sosiaaliseen infrastruktuuriin (korkea luottamus). Vihreä/luonnollinen ja sininen infrastruktuuri tukee hiilen talteenottoa ja varastointia, ja joko yksinään tai yhdistettynä harmaaseen infrastruktuuriin se voi vähentää energiankäyttöä ja äärimmäisten tapahtumien, kuten helleaaltojen, tulvien, rankkasateiden ja kuivuuden, aiheuttamia riskejä ja tuottaa samalla sivuhyötyjä terveydelle, hyvinvoinnille ja toimeentulolle (keskitason luottamus). {4.5.3}

Maa, valtameri, ruoka ja vesi

C.3.5 Monet maa- ja metsätalouden ja muun maankäytön (AFOLU) vaihtoehdot tarjoavat sopeutumis- ja hillitsemishyötyjä, joita voitaisiin laajentaa lyhyellä aikavälillä useimmilla alueilla. Metsien ja muiden ekosysteemien suojeleminen, parempi hoito ja ennallistaminen tarjoavat suurimman osan taloudellisesta hillitsemis potentiaalista, ja metsäkato on vähentynyt trooppisilla alueilla, joilla on suurin hillitsemis potentiaali. Ekosysteemien ennallistaminen, uudelleenmetsittäminen ja metsittäminen voivat johtaa kompromisseihin maata koskevien kilpailevien vaatimusten vuoksi. Kompromissien minimoimiseksi edellyttää yhdenmukaista lähestymistapaa, jotta voidaan saavuttaa useita tavoitteita, kuten elintarviketurva. Kysyntäpuolen toimenpiteillä (siirtyminen kestäväan terveelliseen ruokavalioon⁵³ ja ruokahävikin/-jätteen vähentäminen) ja maatalouden kestäväällä tehostamisella voidaan vähentää

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

53 "Kestävällä terveellisellä ruokavaliolla" edistetään ihmisten terveyden ja hyvinvoinnin kaikkia ulottuvuuksia; ympäristöpaineet ja -vaikutukset ovat vähäiset; ovat saavutettavia, kohtuuhintaisia, turvallisia ja tasapuolisia; ja ovat kulttuurisesti hyväksyttäviä, kuten FAO:ssa ja WHO:ssa on kuvattu. Tähän liittyvällä tasapainoisella ruokavaliolla tarkoitetaan ruokavaliota, jossa käytetään kasvipohjaisia elintarvikkeita, kuten karkeaa viljaa, palkokasveja, hedelmiä ja vihanneksia, pähkinöitä ja siemeniä perustuvia elintarvikkeita, sekä eläinperäisiä elintarvikkeita, jotka on tuotettu kestävässä, kestävässä ja vähän kasvihuonekaasupäästöjä aiheuttavissa järjestelmissä, kuten SRCCL:ssä kuvataan.

ekosysteemien muuntamista sekä metaani- ja typpioksiduulipäästöjä ja vapauttaa maata uudelleenmetsitykseen ja ekosysteemien ennallistamiseen. Kestävästi hankittuja maatalous- ja metsätuotteita, myös pitkäikäisiä puutuotteita, voidaan käyttää muilla aloilla kasvihuonekaasuintensiivisempien tuotteiden sijaan. Tehokkaita sopeutumisvaihtoehtoja ovat muun muassa lajikkeiden parannukset, peltometsävilljely, yhteisöpohjainen sopeutuminen, maatilojen ja maisemien monipuolistaminen sekä kaupunkivilljely. Nämä AFOLU-toimintavaihtoehdot edellyttävät biofyysisten, sosioekonomisten ja muiden mahdollistavien tekijöiden integrointia. Jotkin vaihtoehdot, kuten runsashiilisten ekosysteemien (esim. turvemaiden, kosteikkojen, laidunmaiden, mangrovemetsien ja metsien) suojeleminen, tuottavat välittömiä hyötyjä, kun taas toiset, kuten runsashiilisten ekosysteemien ennallistaminen, vievät vuosikymmeniä mitattavissa olevien tulosten aikaansaamiseksi. (korkea luotettavuus) {4.5.4} (Kuva SPM.7)

- C.3.6 Biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteemipalvelujen häiriönsietokyvyn säilyttäminen maailmanlaajuisesti edellyttää, että noin 30–50 prosenttia maapallon maa-alueista, makean veden alueista ja valtamerialueista, myös tällä hetkellä luonnonläheisistä ekosysteemeistä, suojellaan tehokkaasti ja tasapuolisesti (korkea luottamus). Maa-, makean veden, rannikko- ja valtameriekosysteemien säilyttäminen, suojeleminen ja ennallistaminen sekä kohdennettu hoito ilmastonmuutoksen väistämättömiin vaikutuksiin sopeutumisiksi vähentävät biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteemipalvelujen alttiutta ilmastonmuutokselle (korkea luottamus), vähentävät rannikoiden eroosiota ja tulvia (korkea luottamus) ja voivat lisätä hiilen talteenottoa ja varastointia, jos ilmaston lämpeneminen on vähäistä (keskitason luottamus). Liikakalastetun tai ehtyneen kalastuksen jälleenrakentaminen vähentää ilmastonmuutoksen kielteisiä vaikutuksia kalastukseen (keskitason luottamus) ja tukee elintarviketurvaa, biologista monimuotoisuutta, ihmisten terveyttä ja hyvinvointia (korkea luottamus). Maan ennallistaminen edistää ilmastonmuutoksen hillitsemistä ja siihen sopeutumista parantamalla ekosysteemipalveluja ja tuottamalla taloudellisesti myönteisiä tuottoja ja sivuhyötyjä köyhyyden vähentämisessä ja toimeentulon parantamisessa (korkea luottamus). Yhteistyö ja osallistava päätöksenteko alkuperäiskansojen ja paikallisyhteisöjen kanssa sekä alkuperäiskansojen luontaisten oikeuksien tunnustaminen ovat olennaisen tärkeitä onnistuneen sopeutumisen ja hillitsemisen kannalta metsissä ja muissa ekosysteemeissä (korkea luottamus). {4.5.4, 4.6} (Kuva SPM.7)

Terveys ja ravitsemus

- C.3.7 Ihmisten terveys hyötyy yhdenmetyistä hillitsemis- ja sopeutumisvaihtoehdoista, joissa terveys valtavirtaistetaan elintarvike-, infrastruktuuri-, sosiaaliturva- ja vesipolitiikkaan (erittäin korkea luottamus). Ihmisten terveyden ja hyvinvoinnin suojelemiseksi on olemassa tehokkaita sopeutumisvaihtoehtoja, joita ovat muun muassa seuraavat: ilmastolle herkkiin sairauksiin liittyvien kansanterveysohjelmien vahvistaminen, terveydenhuoltojärjestelmien häiriönsietokyvyn parantaminen, ekosysteemien terveyden parantaminen, juomaveden saatavuuden parantaminen, vesi- ja sanitaatiojärjestelmien tulville altistumisen vähentäminen, seuranta- ja varhaisvaroitussuunnitelmien parantaminen, rokotteiden kehittäminen (erittäin korkea luottamus), mielenterveyspalvelujen saatavuuden parantaminen sekä lämpöterveyttä koskevat toimenpiteet, joihin sisältyy varhaisvaroitussuunnitelmiä ja reagoitussuunnitelmia (korkea luottamus). Sopeutumisstrategiat, joilla vähennetään ruokahävikkiä ja -jätettä tai tuetaan tasapainoista ja kestävästä terveellistä ruokavaliota, edistävät ravitsemusta, terveyttä, biologista monimuotoisuutta ja muita ympäristöhyötyjä (korkea luottamus). {4.5.5} (Kuva SPM.7)

Yhteiskunta, elinkeinot ja taloudet

- C.3.8 Poliittikan yhdistelmät, joihin kuuluvat sää- ja sairausvakuutus, sosiaalinen suojeleminen ja mukautuvat sosiaaliset turvaverkot, ehdollinen rahoitus ja vararahastot sekä varhaisvaroitussuunnitelmien yleinen saatavuus yhdistettynä tehokkaisiin valmiussuunnitelmiin, voivat vähentää ihmisten järjestelmien haavoittuvuutta ja altistumista niille. Katastrofiriskien hallintaa, varhaisvaroitussuunnitelmia, ilmastopalveluja sekä riskien levittämistä ja jakamista koskevia lähestymistapoja voidaan soveltaa laajasti eri aloilla. Koulutuksen lisääminen, mukaan lukien valmiuksien kehittäminen, ilmastotietämys ja ilmastopalvelujen ja yhteisöllisten lähestymistapojen kautta tarjottava tieto, voi parantaa käsitystä riskeistä ja nopeuttaa käyttäytymisen muutoksia ja suunnittelua. (korkea luottamus) {4.5.6}

Synergiat ja kaupan sivuvaikutukset kestävästä kehityksestä

- C.4 Nopeutetut ja oikeudenmukaiset toimet ilmastonmuutoksen vaikutusten lieventämiseksi ja niihin sopeutumisiksi ovat ratkaisevan tärkeitä kestävästä kehityksestä kannalta. Lieventämis- ja sopeutumistoimilla on enemmän synergioita kuin kompromisseja kestävästä kehityksestä tavoitteiden kanssa. Synergiat ja kompromissit riippuvat toimintaympäristöstä ja täytäntöönpanon laajuudesta. (korkea luotettavuus) {3.4, 4.2, 4.4, 4.5, 4.6, 4.9, kuva 4.5}
- C.4.1 Laajempaan kehitysympäristöön sisältyvät hillitsemistoimet voivat lisätä päästövähennysten tahtia, syvyyttä ja laajuutta (keskimääräinen luottamus). Taloudellisen kehityksen kaikissa vaiheissa olevat maat pyrkivät parantamaan ihmisten hyvinvointia, ja niiden kehitysprioriteetit heijastavat erilaisia lähtökohtia ja olosuhteita. Eri yhteyksissä ovat muun muassa sosiaaliset, taloudelliset, ympäristöön liittyvät, kulttuuriset, poliittiset olosuhteet, resurssit, valmiudet, kansainvälinen ympäristö ja aiempi kehitys (korkea luottamus). Alueilla, joilla on suuri riippuvuus fossiilisista polttoaineista muun muassa tulojen ja työpaikkojen tuottamiseksi, kestävästä kehityksestä kohdistuvien riskien lieventäminen edellyttää politiikkoja, joilla edistetään talous- ja energia-alan monipuolistamista

ja otetaan huomioon oikeudenmukaisen siirtymän periaatteet, prosessit ja käytännöt (korkea luottamus). Äärimmäisen köyhyyden ja energiaköyhyyden poistaminen ja ihmisarvoisen elintason takaaminen vähän päästöjä aiheuttavissa maissa/alueilla kestävän kehityksen tavoitteiden saavuttamiseksi lyhyellä aikavälillä voidaan saavuttaa ilman merkittävää maailmanlaajuisia päästöjen kasvua (korkea luottamus). {4.4, 4.6, liite I: Sanasto}

- C.4.2 Monilla hillitsemis- ja sopeutumistoimilla on monia synergioita kestävän kehityksen tavoitteiden ja yleisesti kestävän kehityksen kanssa, mutta joillakin toimilla voidaan myös tehdä kompromisseja. Mahdolliset synergiat kestävän kehityksen tavoitteiden kanssa ylittävät mahdolliset kompromissit. synergiat ja kompromissit riippuvat muutoksen tahdista ja laajuudesta sekä kehitysympäristöstä, mukaan lukien eriarvoisuus ilmasto-oikeudenmukaisuus huomioon ottaen. Kompromisseja voidaan arvioida ja minimoida painottamalla valmiuksien kehittämistä, rahoitusta, hallintoa, teknologian siirtoa, investointeja, kehitystä, tilannekohtaisia sukupuoleen perustuvia ja muita sosiaalisen tasa-arvon näkökohtia siten, että alkuperäiskansat, paikallisyhteisöt ja haavoittuvassa asemassa olevat väestöryhmät osallistuvat niihin mielekkäällä tavalla. (korkea luotettavuus) {3.4.1, 4.6, kuva 4.5, 4.9}
- C.4.3 Sekä hillitsemis- että sopeutumistoimien toteuttaminen yhdessä ja kompromissien huomioon ottaminen tukee ihmisten terveydelle ja hyvinvoinnille koituvia sivuhyötyjä ja synergioita. Esimerkiksi puhtaiden energialähteiden ja teknologioiden parempi saatavuus tuottaa terveyshyötyjä erityisesti naisille ja lapsille. Sähköistäminen yhdistettynä vähän kasvihuonekaasupäästöjä aiheuttavaan energiaan ja siirtyminen aktiiviseen liikkuvuuteen ja julkiseen liikenteeseen voivat parantaa ilmanlaatua, terveyttä ja työllisyyttä sekä saada aikaan energiavarmuutta ja tasapuolisuutta. (korkea luotettavuus) {4.2, 4.5.3, 4.5.5, 4.6, 4.9}

Oma pääoma ja osallisuus

- C.5 Tasapuolisuuden, ilmasto-oikeudenmukaisuuden, sosiaalisen oikeudenmukaisuuden, osallisuuden ja oikeudenmukaisen siirtymän prosessien asettaminen etusijalle voi mahdollistaa sopeutumisen ja kunnianhimoiset hillitsemistoimet sekä ilmastonmuutoksen kestävän kehityksen. Sopeutumistuloksia parannetaan lisäämällä tukea alueille ja ihmisille, jotka ovat kaikkein alttiimpia ilmastoriskeille. Ilmastonmuutokseen sopeutumisen sisällyttäminen sosiaalisen suojelun ohjelmiin parantaa selviytymiskykyä. Käytettävissä on monia vaihtoehtoja päästöintensiivisen kulutuksen vähentämiseksi, myös käyttäytymisen ja elämäntapojen muutoksilla, joilla on sivuhyötyjä yhteiskunnalliselle hyvinvoinnille. (korkea luottamus) {4.4, 4.5}
- C.5.1 Oma pääoma on edelleen keskeinen tekijä YK:n ilmastojärjestelmässä huolimatta valtioiden välisen eriyttämisen muutoksista ajan mittaan ja oikeudenmukaisten osuuksien arviointiin liittyvistä haasteista. Kunnianhimoiset hillitsemispolut merkitsevät suuria ja joskus häiritseviä muutoksia talouden rakenteessa, millä on merkittäviä jakaumavaikutuksia maiden sisällä ja niiden välillä. Jakautumisvaikutuksia maiden sisällä ja niiden välillä ovat muun muassa tulojen ja työllisyyden siirtyminen siirryttäessä suuripäästöisestä toiminnasta vähäpäästöiseen toimintaan. (korkea luottamus) {4.4}
- C.5.2 Sopeutumis- ja hillitsemistoimet, joissa asetetaan etusijalle oikeudenmukaisuus, sosiaalinen oikeudenmukaisuus, ilmasto-oikeudenmukaisuus, oikeuksiin perustuvat lähestymistavat ja osallistavuus, johtavat kestävämpiin tuloksiin, vähentävät kompromisseja, tukevat muutosvoimaista muutosta ja edistävät ilmastonmuutoksen kestävä kehitystä. Kaikilla aloilla ja alueilla toteutettavat uudelleenjakopolitiikat, joilla suojellaan köyhiä ja haavoittuvassa asemassa olevia, sosiaaliset turvaverkot, tasapuolisuus, osallisuus ja oikeudenmukaiset siirtymät, voivat kaikissa mittakaavoissa mahdollistaa syvemmät yhteiskunnalliset tavoitteet ja ratkaista kompromisseja kestävän kehityksen tavoitteiden kanssa. Huomion kiinnittäminen tasapuolisuuteen ja kaikkien asiaankuuluvien toimijoiden laajaan ja merkitykselliseen osallistumiseen päätöksentekoon kaikilla tasoilla voi rakentaa sosiaalista luottamusta, joka perustuu hillitsemistoimien hyötyjen ja rasitteiden tasapuoliseen jakamiseen, mikä syventää ja laajentaa tukea muutosvoimaisille muutoksille. (korkea luottamus) {4.4}
- C.5.3 Alueet ja ihmiset (3,3-3,6 miljardia), joilla on huomattavia kehitysrajoitteita, ovat erittäin alttiita ilmastoriskeille (ks. A.2.2). Kaikkein heikoimmassa asemassa olevien sopeutumistuloksia maiden ja alueiden sisällä ja niiden välillä parannetaan lähestymistavoilla, joissa keskitytään tasapuolisuuteen, osallisuuteen ja oikeuksiin perustuviin lähestymistapoihin. Haavoittuvuutta pahentavat epätasa-arvo ja syrjäytyminen, jotka liittyvät esimerkiksi sukupuoleen, etniseen alkuperään, pienituloisuuteen, epävirallisiin asutuskeskuksiin, vammaisuuteen, ikään sekä historiallisiin ja jatkuviin epätasa-arvomalleihin, kuten kolonialismiin, erityisesti monien alkuperäiskansojen ja paikallisyhteisöjen osalta. Ilmastonmuutokseen sopeutumisen sisällyttäminen sosiaalisen suojelun ohjelmiin, mukaan lukien käteissiirrot ja julkisia rakennusurakoita koskevat ohjelmat, on erittäin toteutettavissa ja parantaa kykyä sietää ilmastonmuutosta, erityisesti kun sitä tuetaan peruspalveluilla ja infrastruktuurilla. Suurimmat hyvinvointihyödyt kaupunkialueilla voidaan saavuttaa asettamalla etusijalle rahoituksen saatavuus, jotta voidaan vähentää pienituloisten ja syrjäytyneiden yhteisöjen, myös epävirallisissa asutuskeskuksissa asuvien ihmisten, ilmastoriskiä. (korkea luotettavuus) {4.4, 4.5.3, 4.5.5, 4.5.6}
- C.5.4 Sääntelyvälineiden ja taloudellisten välineiden sekä kulutukseen perustuvien lähestymistapojen suunnittelu voi edistää oman pääoman ehtoista rahoitusta. Henkilöt, joilla on korkea sosioekonominen asema, vaikuttavat suhteettomasti päästöihin, ja niillä on suurimmat mahdollisuudet päästövähennyksiin. Saatavilla on monia

vaihtoehtoja päästöintensiivisen kulutuksen vähentämiseksi ja yhteiskunnan hyvinvoinnin parantamiseksi. Sosiokulttuuriset vaihtoehdot, käyttäytymisen ja elämäntapojen muutokset, joita tuetaan politiikoilla, infrastruktuurilla ja teknologialla, voivat auttaa loppukäyttäjiä siirtymään vähäpäästöiseen ja intensiiviseen kulutukseen, josta on monia sivuhyötyjä. Huomattavalla osalla vähäpäästöisten maiden väestöstä ei ole käytettävissään nykyaikaisia energiapalveluja. Teknologian kehittämisellä, siirrolla, valmiuksien kehittämisellä ja rahoituksella voidaan tukea kehitysmaiden/alueiden harppauksia tai siirtymistä vähäpäästöisiin liikennejärjestelmiin ja siten tuottaa useita sivuhyötyjä. Ilmastokestävä kehitys on edistynyt, kun toimijat työskentelevät tasapuolisin, oikeudenmukaisin ja osallistavin tavoin sovittaakseen yhteen erilaiset edut, arvot ja maailmankatsomukset kohti tasapuolisia ja oikeudenmukaisia tuloksia. (korkea luottamus) {2.1, 4.4}

Hallinto ja politiikat

C.6 Tehokkaita ilmastotoimia mahdollistavat poliittinen sitoutuminen, hyvin sovitettu monitasoinen hallinto, institutionaaliset kehykset, lait, politiikat ja strategiat sekä rahoituksen ja teknologian parempi saatavuus. Selkeät tavoitteet, koordinointi useilla politiikan aloilla ja osallistavat hallintoprosessit helpottavat tehokkaita ilmastotoimia. Sääntelyvälineillä ja taloudellisilla välineillä voidaan tukea merkittäviä päästövähennyksiä ja ilmastokestävyyttä, jos niitä laajennetaan ja sovelletaan laajasti. Ilmastokestävä kehitys hyötyy monipuolisesta tietämyksestä. (korkea luotettavuus) {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 ja 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 yhteisymmärrystä ilmastotoimista eri intressien kesken, mahdollistavat koordinoinnin ja tiedottavat strategian laatimisesta, mutta edellyttävät riittäviä institutionaalisia valmiuksia. Poliittiseen tukeen vaikuttavat kansalaisyhteiskunnan, yritysten, nuorten, naisten, työvoiman, tiedotusvälineiden, alkuperäiskansojen ja paikallisyhteisöjen toimijat. Vaikuttavuutta lisäävät poliittinen sitoutuminen ja yhteiskunnan eri ryhmien väliset kumppanuudet. (korkea luotettavuus) {2.2, 4.7}

C.6.3 Tehokas monitasoinen hallinto hillitsemistä, sopeutumista, riskinhallintaa ja ilmastomuutoksen kestävä kehitystä varten on mahdollista osallistavilla päätöksentekoprosesseilla, joissa asetetaan etusijalle tasapuolisuus ja oikeudenmukaisuus suunnittelussa ja täytäntöönpanossa, asianmukaisten resurssien kohdentamisessa, institutionaalisessa uudelleentarkastelussa sekä seurannassa ja arvioinnissa. Haavoittuvuuksia ja ilmastoriskejä vähennetään usein huolellisesti suunnitelluilla ja toteutetuilla laeilla, politiikoilla, osallistavilla prosesseilla ja toimilla, joilla puututaan kontekstikohtaisiin eriarvoisuuksiin, kuten sukupuoleen, etniseen alkuperään, vammaisuuteen, ikään, sijaintiin ja tuloihin perustuviin eriarvoisuuksiin. (korkea luottamus) {4.4, 4.7}

C.6.4 Sääntelyvälineillä ja taloudellisilla välineillä voitaisiin tukea merkittäviä päästövähennyksiä, jos niitä laajennettaisiin ja sovellettaisiin laajemmin (korkea luottamus). Sääntelyvälineiden käytön laajentaminen ja tehostaminen voi parantaa hillitsemistuloksia alakohtaisissa sovelluksissa kansallisten olosuhteiden mukaisesti (korkea luottamus). Jos hiilen hinnoitteluvälineitä on sovellettu, niillä on kannustettu toimenpiteisiin, joilla vähennetään päästöjä alhaisin kustannuksin, mutta ne ovat olleet arviointijakson aikana yksinään ja vallitsevin hinnoin tehottomampia edistämään lisävähennyksiin tarvittavia kalliimpia toimenpiteitä (keskimääräinen luottamus). Tällaisten hiilen hinnoitteluvälineiden, kuten hiiliverojen ja päästökaupan, pääoma- ja jakaumavaikutuksiin voidaan puuttua käyttämällä tuloja muun muassa pienituloisten kotitalouksien tukemiseen. Fossiilisten polttoaineiden tukien poistaminen vähentäisi päästöjä⁵⁴ ja tuottaisi hyötyjä, kuten parempia julkisia tuloja, makrotaloudellista suorituskykyä ja kestävyttä; tukien poistamisella voi olla haitallisia tulonjakovaikutuksia erityisesti taloudellisesti heikoimmassa asemassa oleviin ryhmiin, joita voidaan joissakin tapauksissa lieventää säästöjen uudelleenjaon kaltaisilla toimenpiteillä, jotka kaikki riippuvat kansallisista olosuhteista (korkea luottamus). Koko talouden kattavilla politiikkapaketeilla, kuten julkisia menoja koskevilla sitoumuksilla ja hinnoitteluudistuksilla, voidaan saavuttaa lyhyen aikavälin taloudelliset tavoitteet samalla kun vähennetään päästöjä ja siirretään kehityspolkuja kohti kestävyttä (keskitason luottamus). 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 hyödyntäminen, mielekäs osallistuminen ja osallistavat osallistamisprosessit – mukaan lukien alkuperäiskansojen tietämys, paikallinen tietämys ja tieteellinen tietämys – helpottavat ilmastomuutoksen kestävä kehitystä, kehittävät valmiuksia ja mahdollistavat paikallisesti tarkoituksenmukaiset ja sosiaalisesti hyväksyttävät ratkaisut. (korkea luottamus) {4.4, 4.5.6, 4.7}

⁵⁴ Fossiilisten polttoaineiden tukien poistamisen ennustetaan useissa tutkimuksissa vähentävän maailmanlaajuisia hiilidioksidipäästöjä 1–4 prosenttia ja kasvihuonekaasupäästöjä jopa 10 prosenttia vuoteen 2030 mennessä eri alueilla (keskimääräinen luottamus).

Rahoitus, teknologia ja kansainvälinen yhteistyö

- C.7 Rahoitus, teknologia ja kansainvälinen yhteistyö ovat kriittisiä edellytyksiä nopeutetuille ilmastotoimille.** Ilmastotavoitteiden saavuttaminen edellyttää sekä sopeutumis- että hillitsemisrahoituksen moninkertaistamista. Maailmanlaajuista pääomaa on riittävästi maailmanlaajuisten investointivajeiden paikkaamiseksi, mutta pääoman ohjaamiselle ilmastotoimiin on esteitä. Teknologiainnovaatiojärjestelmien parantaminen on avainasemassa, jotta voidaan nopeuttaa teknologioiden ja käytäntöjen laajaa käyttöönottoa. Kansainvälisen yhteistyön tehostaminen on mahdollista useiden kanavien kautta. (korkea luottamus) {2.3, 4.8}
- C.7.1** Rahoituksen saatavuuden parantaminen mahdollistaisi⁵⁵ nopeutetut ilmastotoimet (erittäin suuri luottamus). Tarpeisiin ja puutteisiin puuttuminen sekä kotimaisen ja kansainvälisen rahoituksen tasapuolisen saatavuuden laajentaminen yhdessä muiden tukitoimien kanssa voivat vauhdittaa sopeutumista ja hillitsemistä ja mahdollistaa ilmastomuutoksen kestävä kehityksen (korkea luottamus). Jos ilmastotavoitteet aiotaan saavuttaa ja jotta voidaan puuttua kasvaviin riskeihin ja nopeuttaa investointeja päästövähennyksiin, sekä sopeutumis- että hillitsemisrahoitusta olisi lisättävä moninkertaisesti (korkea luottamus). {4.8.1}
- C.7.2** Parantamalla rahoituksen saantia voidaan kehittää valmiuksia ja puuttua sopeutumisen pehmeisiin rajoihin ja ehkäistä kasvavia riskejä erityisesti kehitysmaissa, haavoittuvissa ryhmissä, alueilla ja sektoreilla (korkea luottamus). Julkinen rahoitus on tärkeä sopeutumisen ja hillitsemisen mahdollistaja, ja sillä voidaan myös saada liikkeelle yksityistä rahoitusta (korkea luottamus). Keskimääräiset vuotuiset mallinnetut hillitsemisinvestointivaatimukset vuosille 2020–2030 skenaarioissa, joissa lämpeneminen rajoitetaan kahteen tai 1,5 celsiusasteeseen,⁵⁶ ovat kolmesta kuuteen nykyistä tasoa suuremmat, ja (julkisten, yksityisten, kotimaisten ja kansainvälisten) hillitsemisinvestointien kokonaismäärää olisi lisättävä kaikilla aloilla ja alueilla (keskimääräinen luottamus). Vaikka laajat maailmanlaajuiset hillitsemistoimet toteutettaisiin, sopeutumista varten tarvitaan taloudellisia, teknisiä ja henkilöresursseja (korkea luottamus). {4.3, 4.8.1}
- C.7.3** Maailmanlaajuista pääomaa ja likviditeettiä on riittävästi maailmanlaajuisten investointivajeiden umpeen kuromiseksi, kun otetaan huomioon maailmanlaajuisen rahoitusjärjestelmän koko, mutta on olemassa esteitä pääoman ohjaamiselle ilmastotoimiin sekä maailmanlaajuisella rahoitusosalalla että sen ulkopuolella, kun otetaan huomioon kehitysmaiden talouden haavoittuvuus ja velkaantuneisuus. Rahoitusvirtojen lisäämisen rahoitusesteiden vähentäminen edellyttäisi hallituksilta selkeää signaalia ja tukea, mukaan lukien julkisen talouden voimakkaampi yhteensovittaminen, jotta voidaan vähentää todellisia ja havaittuja sääntelyyn, kustannuksiin ja markkinoihin liittyviä esteitä ja riskejä ja parantaa investointien riski-tuotto-profiilia. Samaan aikaan rahoitusalan 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 alakohtaista ja alueellista kohtaanto-ongelmaa. (korkea luottamus) {4.8.1}
- C.7.4** Jäljitetyt rahoitusvirrat eivät riitä sopeutumiseen ja hillitsemistavoitteiden saavuttamiseen kaikilla aloilla ja alueilla. Nämä puutteet luovat monia mahdollisuuksia, ja puutteiden korjaamisen haaste on suurin kehitysmaissa. Kehittyneistä maista ja muista lähteistä kehitysmaalle annettavan taloudellisen tuen nopeuttaminen on ratkaisevan tärkeää, jotta voidaan tehostaa sopeutumis- ja hillitsemistoimia ja puuttua rahoituksen saatavuuteen liittyvään eriarvoisuuteen, mukaan lukien sen kustannukset, ehdot ja edellytykset, sekä kehitysmaiden taloudelliseen haavoittuvuuteen ilmastomuutokselle. Julkisten avustusten lisääminen ilmastomuutoksen hillitsemiseen ja siihen sopeutumiseen tarkoitettua rahoitusta varten haavoittuvilla alueilla, erityisesti Saharan eteläpuolisessa Afrikassa, olisi kustannustehokasta ja tuottaisi suuria sosiaalisia hyötyjä perusenergian saatavuuden kannalta. Vaihtoehtoina hillinnän laajentamiselle kehitysmaissa ovat muun muassa seuraavat: lisätään julkista rahoitusta ja otetaan julkisesti käyttöön yksityisiä rahoitusvirtoja kehittyneistä maista kehitysmaiin 100 miljardin Yhdysvaltain dollarin vuosittaisen puitteissa; julkisten takuiden käytön lisääminen riskien vähentämiseksi ja yksityisten virtojen houkuttelemiseksi pienemmin kustannuksin; paikallisten pääomamarkkinoiden kehittäminen; ja luottamuksen lisääminen kansainvälisiin yhteistyöprosesseihin. Koordinoidut toimet, joilla pyritään tekemään pandemian jälkeisestä elpymisestä kestävää pitkällä aikavälillä, voivat nopeuttaa ilmastotoimia myös kehittyvillä alueilla ja maissa, joilla on suuria velkakustannuksia, velkaongelmia ja makrotaloudellista epävarmuutta. (korkea luottamus) {4.8.1}
- C.7.5** Teknologiainnovaatiojärjestelmien parantaminen voi tarjota mahdollisuuksia vähentää päästöjen kasvua, luoda sosiaalisia ja ympäristöön liittyviä sivuhyötyjä ja saavuttaa muita kestävä kehityksen tavoitteita. Kansallisiin olosuhteisiin ja teknologisiin ominaisuuksiin räätälöidyllä toimenpidepaketeilla on tuettu tehokkaasti vähäpäästöistä innovointia ja teknologian levittämistä. Julkisella politiikalla voidaan tukea koulutusta sekä T&K-toimintaa, jota täydennetään sekä sääntely- että markkinapohjaisilla välineillä, jotka luovat kannustimia ja markkinamahdollisuuksia. Teknologisella innovoinnilla voi olla kompromisseja, kuten uusia ja suurempia

⁵⁵ Rahoitus on peräisin useista eri lähteistä: julkiset tai yksityiset, paikalliset, kansalliset tai kansainväliset, kahden- tai monenväliset ja vaihtoehtoiset lähteet. Sitä voidaan myöntää avustuksina, teknisenä apuna, lainoina (konsessio- ja muina lainoina), joukkovelkakirjoina, omana pääomana, riskivakuutuksina ja (erityyppisinä) rahoitusvakuuksina.

⁵⁶ Nämä arviot perustuvat skenaario-oletuksiin.

ympäristövaikutuksia, sosiaalista eriarvoisuutta, liiallista riippuvuutta ulkomaisesta tietämyksestä ja ulkomaisista toimittajista,⁵⁷jakaumavaikutuksia ja rebound-vaikutuksia, jotka edellyttävät asianmukaista hallintoa ja politiikkaa potentiaalin lisäämiseksi ja kompromissien vähentämiseksi. Vähäpäästöisten teknologioiden innovointi ja käyttöönotto on viivästynyt useimmissa kehitysmaissa, erityisesti vähiten kehittyneissä maissa, mikä johtuu osittain heikommista mahdollistavista olosuhteista, kuten rajallisesta rahoituksesta, teknologian kehittämisestä ja siirrosta sekä valmiuksien kehittämisestä. (korkea luottamus) {4.8.3}

- C.7.6 Kansainvälinen yhteistyö on ratkaisevan tärkeä tekijä pyrittäessä kunnianhimoiseen ilmastomuutoksen hillitsemiseen, siihen sopeutumiseen ja ilmastomuutoksen kestäväan kehitykseen (korkea luottamus). Ilmastokestävä kehitys on mahdollista lisäämällä kansainvälistä yhteistyötä, mukaan lukien rahoituksen saannin mobilisointi ja parantaminen erityisesti kehitysmaissa, haavoittuvilla alueilla, aloilla ja ryhmissä sekä ilmastotoimien rahoitusvirtojen mukauttaminen tavoitetasoihin ja rahoitustarpeisiin (korkea luottamus). Rahoitusta, teknologiaa ja valmiuksien kehittämistä koskevan kansainvälisen yhteistyön tehostaminen voi mahdollistaa kunnianhimoisemmat tavoitteet ja vauhdittaa hillitsemistä ja sopeutumista sekä kehityspolkujen siirtämistä kohti kestävyttä (korkea luottamus). Tähän sisältyy tuki kansallisesti määritellyille panoksille ja teknologian kehittämisen ja käyttöönoton nopeuttaminen (korkea luottamus). Valtioiden väliset kumppanuudet voivat edistää politiikan kehittämistä, teknologian levittämistä, sopeutumista ja hillitsemistä, vaikka niiden kustannuksiin, toteutettavuuteen ja tehokkuuteen liittyy edelleen epävarmuutta (keskitason luottamus). Kansainväliset ympäristöalan ja alakohtaiset sopimukset, instituutiot ja aloitteet auttavat ja joissakin tapauksissa voivat auttaa edistämään investointeja vähäisiin kasvihuonekaasupäästöihin ja vähentämään päästöjä (keskimääräinen luottamus). {2.2.2, 4.8.2}

57 Tämä johtaa pienempiin nettopäästövähennyksiin tai jopa päästöjen lisääntymiseen.

Ilmastonmuutos 2023 – yhteenvetoraportti

Näihin jaksoihin olisi viitattava seuraavasti:

IPCC, 2023: Osa-alueet. Kohdassa: Ilmastonmuutos 2023: Yhteenvetoraportti. Työryhmien I, II ja III panos hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin kuudenteen arviointiraporttiin [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (toim.)]. IPCC, Geneve, Sveitsi, s. 35–115, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647

1 jakso - Johdanto

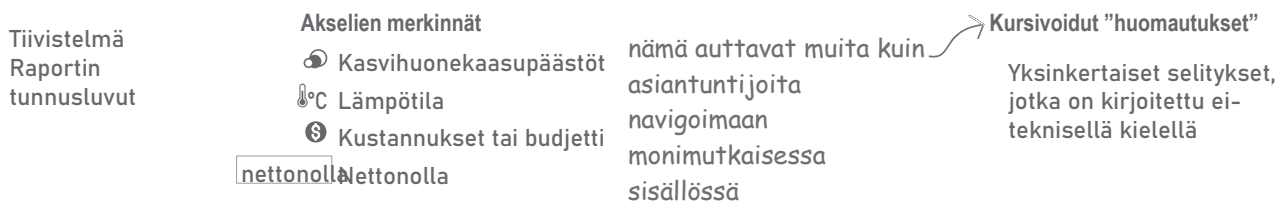
Tässä IPCC:n kuudennen arviointiraportin (AR6) yhteenvetoraportissa esitetään yhteenveto ilmastonmuutosta, sen laajalle levinneitä vaikutuksia ja riskejä sekä ilmastonmuutoksen hillitsemistä ja siihen sopeutumista koskevan tietämyksen tilasta vertaisarvioitun tieteellisen, teknisen ja sosioekonomisen kirjallisuuden perusteella sen jälkeen, kun IPCC:n viides arviointiraportti julkaistiin vuonna 2014.

Arviointi tehdään muuttuvassa kansainvälisessä toimintaympäristössä, erityisesti ilmastonmuutosta koskevan YK:n puitesopimuksen (UNFCCC) prosessin kehityksen yhteydessä, mukaan lukien Kioton pöytäkirjan tulokset ja Pariisin sopimuksen hyväksyminen. Se kuvastaa ilmastotoimiin osallistuvien kasvavaa monimuotoisuutta.

Tähän kertomukseen on sisällytetty AR6-työryhmän raporttien⁵⁸ ja AR6-erityisraporttien tärkeimmät havainnot.⁵⁹ Se tunnustaa ilmaston, ekosysteemien ja biologisen monimuotoisuuden sekä ihmisyyshäiriöiden keskinäisen riippuvuuden. erilaisten tietämyksen muotojen arvo; sekä tiiviit yhteydet ilmastonmuutokseen sopeutumisen, ilmastonmuutoksen hillitsemisen, ekosysteemien terveyden, ihmisten hyvinvoinnin ja kestävä kehityksen välillä. Tässä raportissa, joka perustuu useisiin analyyttisiin kehyksiin, myös fyysisten ja yhteiskuntatieteiden kehyksiin, yksilöidään mahdollisuuksia muutosvoimaisiin toimiin, jotka ovat tehokkaita, toteuttamiskelpoisia, oikeudenmukaisia ja tasapuolisia ja joissa käytetään järjestelmäsiirtymien ja häiriönsietokykyisten kehityspolkujen käsitteitä.⁶⁰ Fyysisten, sosiaalisten ja taloudellisten näkökohtien osalta⁶¹ käytetään erilaisia alueellisia luokittelujärjestelmiä, jotka heijastavat taustalla olevaa kirjallisuutta.

Tämän johdannon jälkeen osassa 2 ”Nykytilanne ja suuntaukset” arvioidaan havaintonäyttöä muuttuvasta ilmastostamme, ihmisen aiheuttaman ilmastonmuutoksen historiallisista ja nykyisistä tekijöistä ja sen vaikutuksista. Siinä arvioidaan sopeutumis- ja hillitsemisvaihtoehtojen nykyistä täytäntöönpanoa. Jaksossa 3 ”Pitkän aikavälin ilmasto- ja kehitysfuuturit” esitetään pitkän aikavälin arvio ilmastonmuutoksesta vuoteen 2100 mennessä ja sen jälkeen monenlaisissa sosioekonomisissa tulevaisuuksissa. Siinä tarkastellaan sopeutumis- ja hillitsemisväylien pitkän aikavälin ominaisuuksia, vaikutuksia, riskejä ja kustannuksia kestävä kehityksen yhteydessä. Luvun 4 jaksossa ”Lähiajan toimet muuttuvassa ilmastossa” arvioidaan mahdollisuuksia tehostaa tehokkaita toimia vuoteen 2040 ulottuvalla kaudella ilmastositoumusten ja -sitoumusten sekä kestävään kehitykseen pyrkimisen yhteydessä.

Tieteellisen ymmärryksen perusteella keskeiset havainnot voidaan muotoilla tosiseikkoja koskeviksi lausumiksi tai yhdistää arvioituun luottamustasoon IPCC:n kalibroidulla⁶² kielellä. Tieteelliset havainnot perustuvat taustaraportteihin ja perustuvat niiden päättäjille tarkoitettuun yhteenvetoon, tekniseen yhteenvetoon ja taustalukuihin, ja ne on merkitty hakasulkein {}. Kuvassa 1.1 esitetään yhteenvetoraportin lukujen avain, joka on opas visuaalisiin kuvakkeisiin, joita käytetään useissa tämän raportin luvuissa.



Kuva 1.1: Yhteenvetoraportti on avainasemassa.

- 58 Työryhmän kolme kannanottoa kuudetta arviointikertomusta varten ovat seuraavat: Ilmastonmuutos 2021: Fysiikan perusta; Ilmastonmuutos 2022: vaikutukset, sopeutuminen ja haavoittuvuus; ja ilmastonmuutos 2022: Ilmastonmuutoksen hillitseminen. Niiden arvioinnit kattavat tieteellisen kirjallisuuden, joka on hyväksytty julkaistavaksi 31. tammikuuta 2021, 1. syyskuuta 2021 ja 11. lokakuuta 2021 mennessä.
- 59 Kolme erityiskertomusta ovat seuraavat: Ilmaston lämpeneminen 1,5 celsiusasteella (2018): IPCC:n erityisraportti vaikutuksista, joita aiheuttaa ilmaston lämpenemisestä 1,5 celsiusasteella esiteollisella kaudella vallinneeseen tasoon verrattuna ja siihen liittyvistä maailmanlaajuisista kasvihuonekaasupäästöjen kehityskuluista, kun pyritään vahvistamaan maailmanlaajuisia toimia ilmastonmuutoksen uhkaan vastaamiseksi, kestävä kehitys ja pyrkimyksiä poistaa köyhyys (SR1.5); Ilmastonmuutos ja maa (2019): IPCC:n erityisraportti ilmastonmuutoksesta, aavikoitumisesta, maaperän huonontumisesta, kestävästä maankäytöstä, elintarviketurvasta ja kasvihuonekaasuvirroista maaekosysteemeissä (SRCLL); ja The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (2019) (SROCC). Erityiskertomukset koskevat tieteellistä kirjallisuutta, joka on hyväksytty julkaistavaksi 15. toukokuuta 2018, 7. huhtikuuta 2019 ja 15. toukokuuta 2019 mennessä.
- 60 Sanasto (liite I) sisältää näiden määritelmien sekä muita tässä raportissa käytettyjä termejä ja käsitteitä, jotka on laadittu AR6-työryhmän yhteisestä sanastosta.
- 61 Ilmastotietoyhteydestä riippuen AR6:n maantieteelliset alueet voivat viitata suurempiin alueisiin, kuten osa-alueisiin ja valtamerialueisiin, tai typologisiin alueisiin, kuten monsuunialueisiin, rannikkoalueisiin, vuoristoalueisiin tai kaupunkeihin. Uusi standardi AR6 WGI viitemaa- ja valtamerialueista on määritetty. Työryhmä III jakaa maat maantieteellisiin alueisiin YK:n tilastojaoston luokituksen {WGI 1.4.5, WGI 10.1, WGI 11.9, WGI 12.1–12.4, WGI Atlas.1.3.3–1.3.4} perusteella.
- 62 Jokainen havainto perustuu taustalla olevan näytön ja yhteisymmärryksen arviointiin. Luottamustaso ilmaistaan viidellä tarkenteella: hyvin alhainen, alhainen, keskitasoinen, korkea ja erittäin korkea, ja ladonta kursivilla, esimerkiksi keskitasoinen luottamus. Tuloksen tai tuloksen arvioidun todennäköisyyden ilmaisemiseen on käytetty seuraavia termejä: lähes varma 99–100 prosentin todennäköisyys; erittäin todennäköisesti 90–100 prosenttia; todennäköisesti 66–100 prosenttia; todennäköisempää kuin >50–100 %; noin 33–66 prosenttia; epätodennäköistä 0–33%; erittäin epätodennäköistä 0–10 prosenttia; ja poikkeuksellisen epätodennäköistä 0–1 prosenttia. Tarvittaessa käytetään myös muita termejä (erittäin todennäköisesti 95–100 % ja erittäin epätodennäköisesti 0–5 %). Arvioitu todennäköisyys on myös ladottu kursivilla: Esimerkiksi hyvin todennäköinen. Tämä on yhdenmukainen AR5:n kanssa. Ellei toisin mainita, tässä raportissa käytetään hakasulkeita [x–y], jotta saadaan arvioitu erittäin todennäköinen vaihteluväli eli 90 prosentin vaihteluväli.

Jakso 2 - Nykytilanne ja kehityssuuntaukset

2.1 Havaitut muutokset, vaikutukset ja syy-yhteys

Ihmisen toiminta, pääasiassa kasvihuonekaasupäästöjen kautta, on yksiselitteisesti aiheuttanut ilmaston lämpenemisen, ja maapallon pintalämpötila nousi 1,1 celsiusasteeseen yli 1850–1900:een vuosina 2011–2020. Maailmanlaajuiset kasvihuonekaasupäästöt ovat lisääntyneet edelleen vuosina 2010–2019, ja historialliset ja jatkuvat vaikutukset ovat olleet epätasaisia, mikä johtuu kestävämmästä energiankäytöstä, maankäytöstä ja maankäytön muutoksista, elintavoista ja kulutus- ja tuotantomalleista eri alueilla, maiden välillä ja sisällä sekä yksilöiden välillä (korkea luottamus). Ihmisen aiheuttama ilmastomuutos vaikuttaa jo moniin sää- ja ilmaston ääri-ilmiöihin kaikilla alueilla ympäri maailmaa. Tämä on johtanut laajalle levinneisiin kielteisiin vaikutuksiin elintarvike- ja vesiturvallisuuteen, ihmisten terveyteen sekä talouteen ja yhteiskuntaan ja niihin liittyviin menetyksiin⁶³ ja vahinkoihin luonnolle ja ihmisille (korkea luottamus). Haavoittuvassa asemassa oleviin yhteisöihin, jotka ovat historiallisesti vaikuttaneet vähiten nykyiseen ilmastomuutokseen, kohdistuu suhteettomia vaikutuksia (korkea luottamus).

2.1.1. Lämpeneminen ja sen syyt

Globaali pintalämpötila oli noin 1,1 °C yli 1850–1900 °C vuosina 2011–2020 (1,09 [0,95–1,20 °C]⁶⁴, ja nousu oli suurempaa maalla (1,59 [1,34–1,83 °C]) kuin valtamerellä (0,88 [0,68–1,01 °C])⁶⁵. Havaittu lämpeneminen on ihmisen aiheuttamaa, ja lämpeneminen johtuu kasvihuonekaasuista, joita hallitsevat hiilidioksidi ja metaani (CH₄), joita osittain peittää aerosolijäähdytys (kuva 2.1). Maapallon pintalämpötila 2000-luvun kahden ensimmäisen vuosikymmenen aikana (2001–2020) oli 0,99 [0,84–1,10] °C korkeampi kuin 1850–1900. Maapallon pintalämpötila on noussut nopeammin vuodesta 1970 kuin millään muulla 50 vuoden jaksolla ainakin viimeksi kuluneiden 2000 vuoden aikana (korkea luottamus). Ihmisen aiheuttaman maapallon kokonaispintalämpötilan nousun todennäköinen vaihteluväli vuosina 1850–1900–2010–2019⁶⁶ on 0,8–1,3 °C, ja paras arvio on 1,07 °C. On todennäköistä, että hyvin sekoitetut kasvihuonekaasut⁶⁷ vaikuttivat lämpenemiseen 1,0–2,0 °C, ja muut ihmisen kuljettajat (pääasiassa aerosolit) vaikuttivat jäähtymiseen 0,0–0,8 °C, luonnolliset (aurinko- ja vulkaaniset) kuljettajat muuttivat maapallon pintalämpötilaa ±0,1 °C ja sisäinen vaihtelu muutti sitä ±0,2 °C. {WGI SPM A.1, WGI SPM A.1.2, WGI SPM A.1.3, WGI SPM A.2.2, WGI Figure SPM.2; SRCCL TS.2}

Hyvin sekoittuneiden kasvihuonekaasupitoisuuksien havaittu lisääntyminen noin vuodesta 1750 lähtien johtuu yksiselitteisesti ihmisen toiminnasta aiheutuvista kasvihuonekaasupäästöistä. Maa- ja valtamerinielujen osuus ihmisen toiminnasta aiheutuvista hiilidioksidipäästöistä on viimeisten kuuden vuosikymmenen aikana kasvanut lähes jatkuvasti (globaalisti noin 56 prosenttia vuodessa), ja alueelliset erot ovat suuria (korkea luottamus). Vuonna 2019 ilmakehän CO₂-pitoisuudet saavuttivat 410 miljoonasosaa (ppm), CH₄ saavutti 1866 miljoonasosaa (ppb) ja typpioksiduuli (N₂O) saavutti 332 miljoonasosaa⁶⁸ (ppb). Muita merkittäviä lämpenemisen aiheuttajia ovat alailmakehän otsoni (O₃) ja halogenoituidut kaasut. CH₄- ja N₂O-pitoisuudet ovat nousseet ennennäkemättömälle tasolle vähintään 800 000 vuodessa (erittäin korkea luottamus), ja on olemassa suuri luottamus siihen, että nykyiset hiilidioksidipitoisuudet ovat korkeammat kuin milloinkaan viimeisten kahden miljoonan vuoden aikana. Vuodesta 1750 lähtien hiilidioksidin (47 %) ja CH₄:n (156 %) pitoisuudet ovat kasvaneet huomattavasti enemmän kuin – ja N₂O:n (23 %) kasvu on ollut samanlaista kuin – luonnolliset monimiljoonaiset muutokset jääkausien ja jääkausien välillä vähintään 800 000 viime vuoden aikana (erittäin suuri luottamus). Ihmisen toiminnasta aiheutuvien aerosolien aiheuttama nettojäähdytysvaikutus saavutti huippunsa 1900-luvun lopulla (korkea luottamus). {WGI SPM A1.1, WGI SPM A1.3, WGI SPM A.2.1, WGI Kuva SPM.2, WGI TS 2.2, WGI 2ES, WGI Kuva 6.1}

63 Tässä kertomuksessa 'tappioilla ja vahingoilla' tarkoitetaan havaittuja haittavaikutuksia ja/tai ennakoituja riskejä, ja ne voivat olla taloudellisia ja/tai muita kuin taloudellisia. (Ks. liite I: Sanasto)

64 Arvio maapallon pintalämpötilan noususta AR5:n jälkeen johtuu pääasiassa lämpenemisen jatkumisesta vuosina 2003–2012 (+0,19 [0,16–0,22] °C). Lisäksi metodologiset edistysaskeleet ja uudet tietoaaineistot ovat tarjonneet kattavamman spatiaalisen esityksen 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 merkitse ylimääräistä fyysistä lämpenemistä AR5:n jälkeen {WGI SPM A1.2 ja alaviite 10}

65 Vuosina 1850–1900–2013–2022 päivitetty laskelmat ovat 1,15 [1,00–1,25] °C maapallon pintalämpötilan osalta, 1,65 [1,36–1,90] °C maalämpötilan osalta ja 0,93 [0,73–1,04] °C yli 1850–1900 merilämpötilan osalta käyttäen täsmälleen samoja tietoaaineistoja (päivitetty kahdella vuodella) ja menetelmiä kuin WGI:ssä.

66 Tarkastelujakson ja havaitun arvioinnin välinen ero johtuu siitä, että attribuutiotutkimuksissa tarkastellaan tätä hieman varhaisempaa ajanjaksoa. Havaittu lämpeneminen vuosina 2010–2019 on 1,06 [0,88–1,21] °C. {WGI SPM alaviite 11}

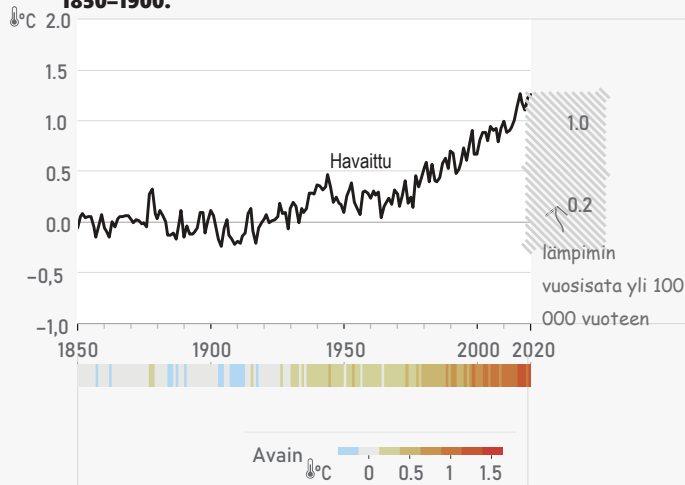
67 Säteilypakotutkimuksista arvioidut päästöjen vaikutukset vuosien 2010–2019 lämpenemiseen suhteessa vuosiin 1850–1900 ovat seuraavat: CO₂ 0,8 [0,5–1,2] °C; metaani 0,5 [0,3–0,8] °C; typpioksiduuli 0,1 [0,0–0,2] °C ja fluoratut kaasut 0,1 [0,0–0,2] °C.

68 Vuonna 2021 (viimeisin vuosi, jolta lopulliset luvut ovat saatavilla) pitoisuudet, joissa käytetään samoja havaintotuotteita ja -menetelmiä kuin AR6 WGI:ssä, ovat seuraavat: 415 ppm CO₂; 1896 ppb CH₄; ja 335 ppb N₂O. Huomaa, että CO₂ ilmoitetaan tässä käyttäen WMO-CO₂-X2007-asteikkoa, jotta se olisi yhdenmukainen WGI:n kanssa. Operatiivista CO₂-raportointia on sittemmin päivitetty WMO-CO₂-X2019-asteikon mukaisesti.

Ihmisen toiminta on vastuussa ilmaston lämpenemisestä

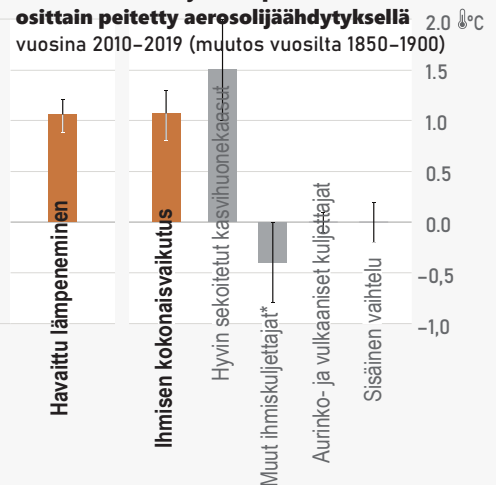
c) Maailmanlaajuisen pintalämpötilan muutokse

Maapallon pintalämpötila on noussut 1,1 celsiusastetta vuosina 2011–2020 verrattuna vuosiin 1850–1900.



d) Ihminen on vastuussa

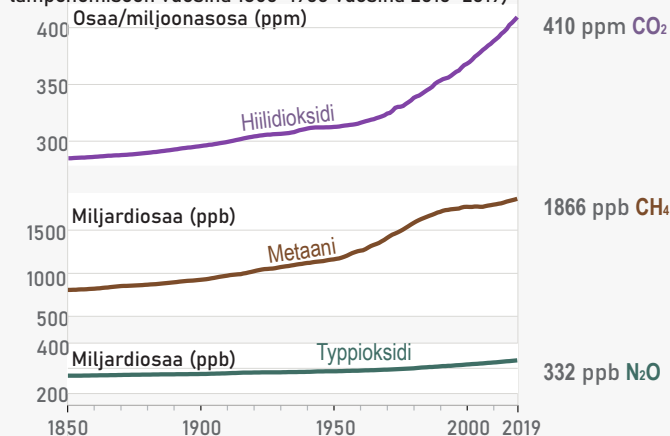
Havaittu lämpeneminen johtuu ihmisen toiminnasta aiheutuvista päästöistä, joissa kasvihuonekaasujen lämpeneminen on osittain peitetty aerosolijäähdytyksellä vuosina 2010–2019 (muutos vuosilta 1850–1900)



*Muut ihmiskuljettajat ovat pääasiassa jäähdyttäviä aerosoleja, mutta myös lämmittäviä aerosoleja, maankäytön muutoksia (maankäytön heijastus) ja otsonia.

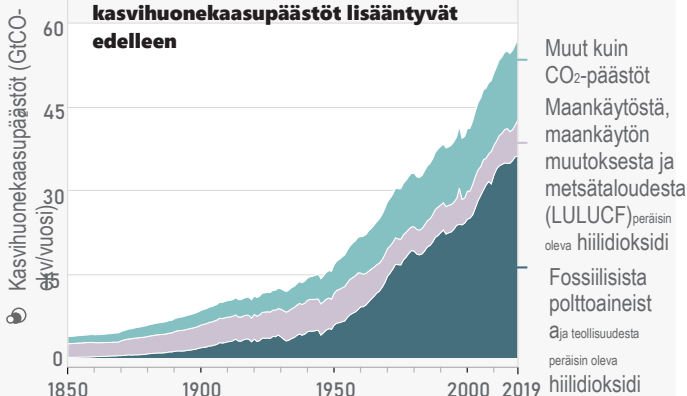
b)

Kasvihuonekaasujen pitoisuudet ovat lisääntyneet nopeasti vuodesta 1850 (asteikolla, joka vastaa niiden arvioitua vaikutusta lämpenemiseen vuosina 1850–1900 vuosina 2010–2019)



a)

Ihmisen toiminnasta aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt lisääntyvät edelleen



Kuva 2.1: Syytettyjä päästöistä ilmastojärjestelmän lämpenemiseen.

Kasvihuonekaasupäästöt ovat lisääntyneet nopeasti viime vuosikymmeninä (paneeli a). Ihmisen toiminnasta aiheutuvat maailmanlaajuiset nettokasvihuonekaasupäästöt sisältävät fossiilisten polttoaineiden poltosta ja teollisista prosesseista peräisin olevan hiilidioksidin (CO₂-FFI) (tummanvihreä); maankäytöstä, maankäytön muutoksesta ja metsätaloudesta peräisin oleva hiilidioksidin nettomäärä (CO₂-LULUCF) (vihreä); CH₄; N₂O; ja fluoratut kaasut (HFC-yhdisteet, PFC-yhdisteet, SF₆, NF₃) (vaaleansininen). Nämä päästöt ovat lisänneet useiden kasvihuonekaasujen pitoisuuksia ilmakehässä, mukaan lukien kolme suurta hyvin sekoitettua kasvihuonekaasua CO₂, CH₄ ja N₂O (paneeli b, vuotuiset arvot). Kunkin alapaneelin suhteellinen merkitys CO₂:n, CH₄:n ja N₂O:n osalta skaalataan siten, että se vastaa aiempien päästöjen arvioitua yksittäistä suoraa vaikutusta (ja, kun kyseessä on CH₄:n epäsuora vaikutus ilmakehän kemiallisiin vaikutuksiin alailmakehän otsoniin) lämpötilan muutokseen vuosina 1850–1900–2010–2019. Tämä arvio perustuu tehokkaan säteilypakotteen ja ilmastoherkkyden arviointiin. Maapallon pintalämpötila (joka näkyy vuosittaisina poikkeamina lähtötasosta 1850–1900) on noussut noin 1,1 °C vuodesta 1850–1900 (paneeli c). Oikealla oleva pystysuuntainen palkki näyttää arvioitun lämpötilan (hyvin todennäköinen alue) lämpimimmän monisatavuotisen jakson aikana vähintään viimeisten 100 000 vuoden aikana, mikä tapahtui noin 6500 vuotta sitten nykyisen interglacial-jakson aikana (Holocene). Ennen sitä seuraava viimeisin lämmin kausi oli noin 125 000 vuotta sitten, jolloin arvioitu monisatavuotinen lämpötila-alue [0,5 °C - 1,5 °C] on päällekkäinen viimeisimmän vuosikymmenen havaintojen kanssa. Nämä menneet lämpimät jaksot johtuivat hitaista (useita miljoonia vuosia kestävästä) kiertoratavaihteluista. Muodolliset havaitsemis- ja attribuutiotutkimukset yhdistävät ilmastomalleista ja havainnoista saadut tiedot ja osoittavat, että paras arvio on, että kaikki vuosina 1850–1900–2010–2019 havaittu lämpeneminen johtuu ihmisistä (paneeli d). Paneeli näyttää lämpötilan muutoksen, joka johtuu: ihmisen kokonaisvaikutus; sen hajoaminen kasvihuonekaasupitoisuuksien ja muiden inhimillisten tekijöiden muutoksiksi (aerosolit, otsoni ja maankäytön muutokset (maankäytön heijastus)); aurinko- ja vulkaaniset kuljettajat; Sisäinen ilmaston vaihtelevuus. Whiskers näyttää todennäköisiä vaihteluvälejä. {WGI SPM A.2.2, WGI Kuva SPM.1, WGI Kuva SPM.2, WGI TS2.2, WGI 2.1; WGIII Kuva SPM.1, WGIII A.III.II.2.5.1}

Keskimääräiset vuotuiset kasvihuonekaasupäästöt vuosina 2010–2019 olivat suuremmat kuin millään edellisellä vuosikymmenellä, mutta kasvuvauhti vuosina 2010–2019 (1,3 % v. 1) oli hitaampi kuin vuosina 2000–2009 (2,1 % v. 1).⁶⁹ Historialliset kumulatiiviset nettohiilidioksidipäästöt vuosina 1850–2019 olivat 2400 ± 240 GtCO₂. Näistä yli puolet (58 %) tapahtui vuosina 1850–1989 [1400 ± 195 GtCO₂] ja noin 42 prosenttia vuosina 1990–2019 [1000 ± 90 GtCO₂]. Ihmisen toiminnan aiheuttamien kasvihuonekaasujen maailmanlaajuisen nettopäästöjen on arvioitu olevan $59 \pm 6,6$ GtCO₂-ekv. vuonna 2019, noin 12 prosenttia (6,5 GtCO₂-ekv.) enemmän kuin vuonna 2010 ja 54 prosenttia (21 GtCO₂-ekv.) enemmän kuin vuonna 1990. Vuoteen 2019 mennessä bruttopäästöt kasvoivat eniten fossiilisista polttoaineista ja teollisuudesta peräisin olevan hiilidioksidin (CO₂-FFI) ja sen jälkeen CH₄:n osalta, kun taas suhteellinen kasvu oli suurinta fluorattujen kaasujen (F-kaasujen) osalta vuoden 1990 alhaisista tasoista alkaen. (korkea luottamus) {WGIII SPM B.1.1, WGIII SPM B.1.2, WGIII SPM B.1.3, WGIII Kuva SPM.1, WGIII Kuva SPM.2}

Alueelliset vaikutukset ihmisen aiheuttamiin maailmanlaajuisiin kasvihuonekaasupäästöihin vaihtelevat edelleen suuresti. Hiilidioksidipäästöjen aiemmat vaikutukset vaihtelevat huomattavasti alueittain kokonaissuureen, mutta myös CO₂-FFI-päästöihin (1650 ± 73 GtCO₂-eq) ja CO₂-LULUCF-nettopäästöihin (760 ± 220 GtCO₂-eq) (kaavio 2.2). Alueellisten ja kansallisten asukaskohtaisten päästöjen vaihtelut heijastavat osittain erilaisia kehitysvaiheita, mutta ne vaihtelevat myös suuresti samanlaisilla tulotasoilla. Ihmisen toiminnan aiheuttamat keskimääräiset nettokasvihuonekaasupäästöt henkeä kohti vaihtelivat vuonna 2019 alueiden välillä 2,6 hiilidioksidiekvivalenttitonniin 19 hiilidioksidiekvivalenttitonniin (kaavio 2.2). Vähiten kehittyneiden maiden (LDC) ja pienten kehittyvien saarivaltioiden (SIDS) päästöt henkeä kohti ovat paljon pienemmät (1,7 tCO₂-ekv. ja 4,6 tCO₂-ekv.) kuin maailmanlaajuinen keskiarvo (6,9 tCO₂-ekv.), lukuun ottamatta CO₂-LULUCF-sektoria. Noin 48 prosenttia maailman väestöstä asuu vuonna 2019 maissa, joiden päästöt ovat keskimäärin yli 6 hiilidioksidiekvivalenttitonnia asukasta kohti, 35 prosenttia maailman väestöstä asuu maissa, joiden päästöt ovat yli 9 hiilidioksidiekvivalenttitonnia asukasta kohti⁷⁰ (pois lukien CO₂-LULUCF), ja 41 prosenttia asuu maissa, joiden päästöt ovat alle 3 hiilidioksidiekvivalenttitonnia asukasta kohti. Huomattavalla osalla näiden vähäpäästöisten maiden väestöstä ei ole käytettävissään nykyaikaisia energiapalveluja. (korkea luotettavuus) {WGIII SPM B.3, WGIII SPM B3.1, WGIII SPM B.3.2, WGIII SPM B.3.3}

Kasvihuonekaasujen nettopäästöt ovat lisääntyneet vuodesta 2010 kaikilla keskeisillä aloilla (korkea luottamus). Vuonna 2019 noin 34 prosenttia (20 GtCO₂-ekv.) maailman kasvihuonekaasujen nettopäästöistä oli peräisin energia-alalta, 24 prosenttia (14 GtCO₂-ekv.) teollisuudesta, 22 prosenttia (13 GtCO₂-ekv.) AFOLUsta, 15 prosenttia (8,7 GtCO₂-ekv.) liikenteestä ja 6 prosenttia (3,3 GtCO₂-ekv.) rakennuksista⁷¹ (korkea luottamus). Kasvihuonekaasupäästöjen keskimääräinen vuotuinen kasvu hidastui vuosina 2010–2019 edelliseen vuosikymmeneen verrattuna energiahuollossa (2,3 prosentista 1,0 prosenttiin) ja teollisuudessa (3,4 prosentista 1,4 prosenttiin), mutta pysyi suurin piirtein muuttumattomana noin 2 prosentissa v–1 liikennealalla (korkea luottamus). Noin puolet kaikista AFOLU-nettopäästöistä on peräisin LULUCF-sektorin hiilidioksidipäästöistä, pääasiassa metsäkadosta (keskimääräinen luottamus). Maan kokonaisnettonielu oli $-6,6 (\pm 4,6)$ GtCO₂ v–1 vuosina 2010–2019⁷² (keskimääräinen luottamus). {WGIII SPM B.2, WGIII SPM B.2.1, WGIII SPM B.2.2, WGIII TS 5.6.1}

Ihmisen aiheuttama ilmastonmuutos on seurausta yli vuosisadan kasvihuonekaasujen nettopäästöistä, jotka aiheutuvat energiankäytöstä, maankäytöstä ja maankäytön muutoksista, elämäntavoista ja kulutustottumuksista sekä tuotannosta. Fossiilisista polttoaineista ja teollisista prosesseista peräisin olevan hiilidioksidin (CO₂-FFI) vähennykset, jotka johtuvat BKT:n energiantensiteetin ja energian hiili-intensiteetin paranemisesta, ovat olleet pienempiä kuin teollisuuden, energiahuollon, liikenteen, maatalouden ja rakennusten maailmanlaajuisen tuotantotason noususta johtuvat päästöjen lisäykset. Niiden kotitalouksien 10 prosentin osuus, joiden asukaskohtaiset päästöt ovat suurimmat, on 34–45 prosenttia kotitalouksien maailmanlaajuisista kulutukseen perustuvista kasvihuonekaasupäästöistä, kun taas keskimääräisen 40 prosentin osuus on 40–53 prosenttia ja alimman 50 prosentin osuus 13–15 prosenttia. Kaupunkialueiden osuus päästöistä kasvaa (noin 62 prosentista 67–72 prosenttiin maailmanlaajuisesta osuudesta vuosina 2015–2020). Kaupunkien kasvihuonekaasupäästöjen aiheuttajat⁷³ ovat monimutkaisia, ja niihin kuuluvat väestön koko, tulot,

69 Kasvihuonekaasupäästömittareita käytetään ilmaisemaan eri kasvihuonekaasujen päästöjä yhteisessä yksikössä. Tässä raportissa yhteenlasketut kasvihuonekaasupäästöt ilmoitetaan hiilidioksidiekvivalenteina (CO₂-ekvivalenteina) käyttäen lämmitysvaikutuspotentiaalia 100 vuoden aikahorisontilla (GWP100), ja arvot perustuvat työryhmän I panokseen AR6:een. WGI:n ja WGIII:n AR6-raportit sisältävät päivitettyjä päästömittareita, eri mittareiden arvioita hiilitsemistavoitteiden osalta sekä uusia lähestymistapoja kaasujen yhdistämiseen. Mittarin valinta riippuu analyysin tarkoituksesta, ja kaikilla kasvihuonekaasupäästömittareilla on rajoituksia ja epävarmuustekijöitä, koska ne yksinkertaistavat fyysisen ilmastojärjestelmän monimutkaisuutta ja sen reagoitua aiempiin ja tuleviin kasvihuonekaasupäästöihin. {WGI SPM D.1.8, WGI 7.6; WGIII SPM B.1, WGIII Cross-Chapter Box 2.2} (liite I: Sanasto)

70 Alueelliset päästöt

71 Kasvihuonekaasupäästötasot pyöristetään kahteen merkitsevään numeroon. Pyöristysten vuoksi summissa voi olla pieniä eroja. {Työryhmän III erityisistunnon alaviite 8}

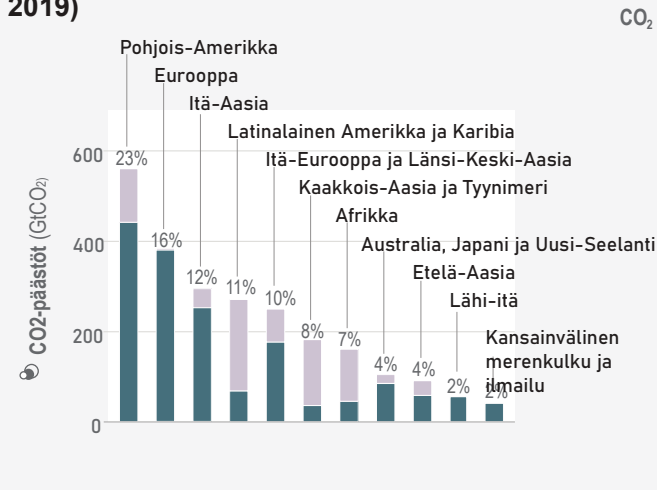
72 Kokonaisnielu $-12,5 (\pm 3,2)$ GtCO₂ yr⁻¹, joka johtuu koko maan reagoinnista sekä ihmisen toiminnan aiheuttamaan ympäristön muutokseen että luonnolliseen ilmaston vaihteluun, ja ihmisen toiminnan aiheuttamat nettohiilidioksidipäästöt $+5,9 (\pm 4,1)$ GtCO₂ yr⁻¹ kirjanpitolmien perusteella. {Työryhmä III: SPM Alaviite 14}

73 Arvio perustuu kulutukseen perustuvaan tilinpitoon, joka sisältää sekä kaupunkialueiden sisäiset suorat päästöt että kaupunkialueiden ulkopuolelta peräisin olevat epäsuorat päästöt, jotka liittyvät kaupungeissa kulutettujen sähkön, tavaroiden ja palvelujen tuotantoon. Nämä arvot sisältävät kaikki hiilidioksidi- ja metaanipäästöluokat lukuun ottamatta lento- ja meriliikenteen polttoaineita, maankäytön muutoksia, metsätaloutta ja maataloutta. {Tiivistelmätyöryhmä III:n alaviite 15}

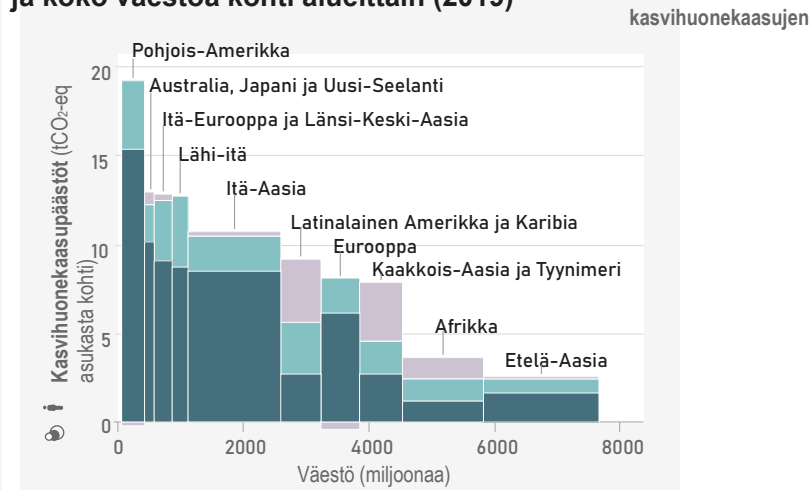
kaupungistumisen tila ja kaupunkimuoto. (korkea luotettavuus) {WGIII SPM B.2, WGIII SPM B.2.3, WGIII SPM B.3.4, WGIII SPM D.1.1}

Päästöt ovat kasvaneet useimmilla alueilla, mutta ne jakautuvat epätasaisesti sekä nykyaikana että kumulatiivisesti vuodesta 1850 lähtien

a) Ihminen aiheuttamat kumulatiiviset ihmisen toiminnan aiheuttamat CO₂-nettopäästöt alueittain (1850–2019)



b) Ihmisen toiminnan aiheuttamat kasvihuonekaasujen nettopäästöt asukasta kohti ja koko väestöä kohti alueittain (2019)



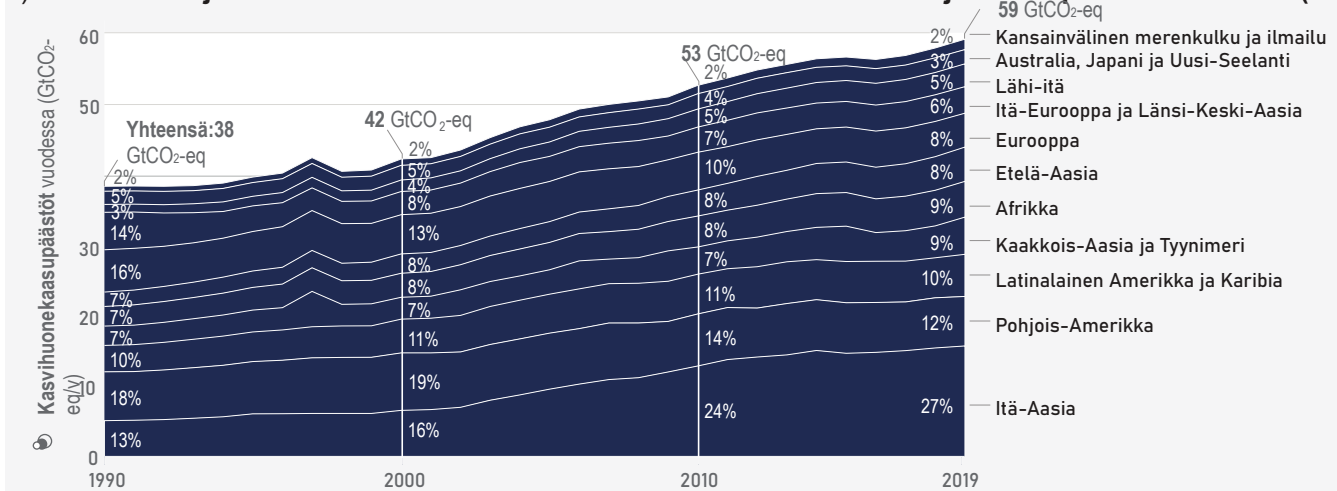
Avain

Näissä kaavioissa esitetyt aikataulut



Hiilidioksidin nettomäärämaankäytöstä, maankäytön muutoksesta ja metsäaluiden CO₂-LULUCF
Fossiiliset polttoaineet ja teollisuus
Kasvihuonekaasupäästöt

c) Maailmanlaajuiset ihmisen toiminnasta aiheutuvat kasvihuonekaasujen nettopäästöt alueittain (1990–2019)



d) Alueelliset indikaattorit (2019) ja alueellinen tuotanto vs. kulutuslaskenta (2018)

	Afrikka	Australia, Japani, Uusi-Seelanti	Itäinen Aasian	Itä-Eurooppa, Länsi-Keski-Aasia	Eurooppa	Latinalainen Amerikka ja Karibia	Lähi-itä	Pohjois-Amerikka	Kaakkois-Aasia ja Tyynimeri	Etelä-Aasia
Väestö (miljoonaa henkeä, 2019)	1292	157	1471	291	620	646	252	366	674	1836
BKT asukasta kohti (1 000 Yhdysvaltain dollari ostovoimaindeksillä 2017 henkilöä kohti)	5.0	43	17	20	43	15	20	61	12	6.2
Kasvihuonekaasujen nettomäärä 2019 (tuotanto perusteella)										
Kasvihuonekaasupäästöjen intensiteetti (tCO ₂ -eq / USD1000 PPP 2017)	0.78	0.30	0.62	0.64	0.18	0.61	0.64	0.31	0.65	0.42
Kasvihuonekaasut henkeä kohti (tCO ₂ -eq henkeä kohti)	3.9	13	11	13	7.8	9.2	13	19	7.9	2.6
CO ₂ -FFI, 2018, henkilöä kohti										
Tuotantoon perustuvat päästöt (tCO ₂ -FFI henkilöä kohti, vuoden 2018 tietojen perusteella)	1.2	10	8.4	9.2	6.5	2.8	8.7	16	2.6	1.6
Kulutukseen perustuvat päästöt (tCO ₂ -FFI henkilöä kohti, vuoden 2018 tietojen perusteella)	0.84	11	6.7	6.2	7.8	2.8	7.6	17	2.5	1.5
BKT asukasta kohti vuonna 2019 USD2017-valuutan ostovoiman perusteella										

Yhteensä CO₂-FFI-, CO₂-LULUCF- ja muut kasvihuonekaasut, lukuun ottamatta kansainvälistä ilmailua ja merenkulkua.

Tässä luvussa käytetyt alueelliset ryhmittelyt on tarkoitettu ainoastaan tilastollisiin tarkoituksiin, ja ne on kuvattu työryhmän III liitteessä II olevassa I osassa.

Kuva 2.2: Alueelliset kasvihuonekaasupäästöt ja alueellinen osuus kaikista kumulatiivisista tuotantoon perustuvista hiilidioksidipäästöistä vuosina 1850–2019.

Paneelissa a esitetään ihmisen toiminnan aiheuttamien aiempien kumulatiivisten nettohiilidioksidipäästöjen osuus alueittain vuosina 1850–2019 GtCO₂-na. Tähän sisältyvät CO₂-FFI ja CO₂-LULUCF. Muita kasvihuonekaasupäästöjä ei oteta huomioon. CO₂-LULUCF-päästöihin liittyy suuria epävarmuustekijöitä, mikä näkyy maailmanlaajuisena ± 70 prosentin epävarmuusarviona (90 prosentin luottamusväli). Paneelissa b esitetään alueellisten kasvihuonekaasupäästöjen jakautuminen hiilidioksidiekvivalenttina asukasta kohti alueittain vuonna 2019. Kasvihuonekaasupäästöt luokitellaan seuraavasti: CO₂-FFI; CO₂-LULUCF-nettopäästöt; ja muut kasvihuonekaasupäästöt (CH₄, N₂O, fluoratut kaasut ilmaistuna hiilidioksidiekvivalentteina käyttäen GWP100-AR6). Kunkin suorakulmion korkeus näyttää päästöt asukasta kohti, leveys näyttää alueen väestön siten, että suorakulmion pinta-ala viittaa kunkin alueen kokonaispäästöihin. Kansainvälisen ilmailun ja merenkulun päästöt eivät sisälly tähän. Kahden alueen osalta CO₂-LULUCF-ala on akselin alapuolella, mikä osoittaa pikemminkin hiilidioksidin nettopoistumia kuin päästöjä. Paneelissa c esitetään ihmisen toiminnan aiheuttamat maailmanlaajuiset kasvihuonekaasujen nettopäästöt alueittain (GtCO₂-ekv. v-1 (GWP100-AR6)) vuosina 1990–2019. Prosenttiarvot viittaavat kunkin alueen osuuteen kasvihuonekaasujen kokonaispäästöistä kullakin ajanjaksolla. Vuoden 1997 päästöhuippu johtui Kaakkois-Aasian metsä- ja turvepaloista aiheutuvista suuremmista CO₂-LULUCF-päästöistä. Alueet on ryhmitelty työryhmän III liitteessä II. Paneelissa d esitetään väestö, bruttokansantuote (BKT) henkilöä kohti, päästöindikaattorit alueittain vuonna 2019 kasvihuonekaasujen kokonaismäärän osalta henkilöä kohti ja kasvihuonekaasupäästöjen kokonaisintensiteetti sekä tuotantoon ja kulutukseen perustuvat CO₂-FFI-tiedot, joita arvioidaan tässä kertomuksessa vuoteen 2018 asti. Kulutukseen perustuvat päästöt ovat päästöjä, jotka vapautuvat ilmakehään tietyn yksikön (esim. alueen) kuluttamien tavaroiden ja palvelujen tuottamiseksi. Kansainvälisen ilmailun ja merenkulun päästöt eivät sisälly tähän. {WGIII Kuva SPM.2}

2.1.2. Havaitut ilmastojärjestelmän muutokset ja vaikutukset tähän mennessä

On selvää, että ihmisen vaikutus on lämmittänyt ilmakehää, merta ja maata. Ilmakehässä, valtameressä, kryosfäärissä ja biosfäärissä on tapahtunut laajoja ja nopeita muutoksia (taulukko 2.1). Viimeaikaisten muutosten laajuus koko ilmastojärjestelmässä ja ilmastojärjestelmän monien näkökohtien nykytila ovat ennennäkemättömiä vuosisatojen tai tuhansien vuosien aikana. On hyvin todennäköistä, että kasvihuonekaasupäästöt olivat tärkein alailmakehän⁷⁴ lämpenemisen aiheuttaja ja erittäin todennäköistä, että ihmisen aiheuttama stratosfäärin otsonikato oli tärkein stratosfäärin jäähtymisen aiheuttaja 1979in ja 1990-luvun puolivälin välillä. On lähes varmaa, että maailmanlaajuinen ylempi valtameri (0-700 m) on lämmennyt 1970-luvulta lähtien ja erittäin todennäköistä, että ihmisen vaikutus on tärkein tekijä. Valtamerten lämpenemisen osuus ilmastojärjestelmän lämmityksestä oli 91 prosenttia, ja maan lämpeneminen, jään menetys ja ilmakehän lämpeneminen olivat vastaavasti noin 5 prosenttia, 3 prosenttia ja 1 prosentti (korkea luottamus). Maailmanlaajuinen keskimääräinen merenpinta nousi 0,20 [0,15–0,25] metriä vuosien 1901 ja 2018 välillä. Merenpinnan keskimääräinen nousuvauhti oli 1,3 [0,6–2,1] mm v-1 vuosina 1901–1971, 1,9 [0,8–2,9] mm v-1 vuosina 1971–2006 ja edelleen 3,7 [3,2–4,2] mm v-1 vuosina 2006–2018 (korkea luottamus). Ihmisen vaikutus oli hyvin todennäköisesti tärkein syy tähän kasvuun ainakin vuodesta 1971 lähtien (kaavio 3.4). Ihmisen vaikutus on hyvin todennäköisesti tärkein syy maailmanlaajuiseen jäätiköiden vetäytymiseen 1990-luvulta lähtien ja arktisen merijääalueen vähenemiseen vuosina 1979–1988 ja 2010–2019. Ihmisen vaikutus on myös hyvin todennäköisesti vaikuttanut pohjoisen pallonpuoliskon kevään lumipeitteen pienenemiseen ja Grönlannin jäätikön pinnan sulamiseen. On lähes varmaa, että ihmisen aiheuttamat hiilidioksidipäästöt ovat tärkein tekijä nykyisen maailmanlaajuisen happamoitumisen pinnan avomerelle. {WGI SPM A.1, WGI SPM A.1.3, WGI SPM A.1.5, WGI SPM A.1.6, WGI SPM A.1.7, WGI SPM A.2, WGI SPM A.4.2; SROCC SPM.A.1, SROCC SPM A.2}

Ihmisen aiheuttama ilmastomuutos vaikuttaa jo moniin sään ja ilmaston ääri-ilmiöihin kaikilla alueilla ympäri maailmaa. Todisteet äärimmäisissä olosuhteissa havaituista muutoksista, kuten helleaalloista, rankkasateista, kuivuudesta ja trooppisista sykloneista, ja erityisesti niiden vaikutuksesta ihmisen vaikutukseen ovat vahvistuneet AR5:n jälkeen (kuva 2.3). On käytännöllisesti katsoen varmaa, että kuumat ääri-ilmiöt (mukaan lukien helleaallot) ovat yleistyneet ja voimistuneet useimmilla maa-alueilla 1950-luvulta lähtien (kuva 2.3), kun taas kylmät ääri-ilmiöt (mukaan lukien kylmät aallot) ovat yleistyneet ja vähentyneet, luottaen vahvasti siihen, että ihmisen aiheuttama ilmastomuutos on näiden muutosten tärkein tekijä. Merten helleaallot ovat noin kaksinkertaistuneet 1980-luvulta lähtien (korkea luottamus), ja ihmisen vaikutus on hyvin todennäköisesti vaikuttanut useimpiin niistä ainakin vuodesta 2006. Runsaiden sateiden esiintymistiheys ja voimakkuus ovat lisääntyneet 1950-luvulta lähtien useimmilla maa-alueilla, joilla havaintotiedot riittävät trendianalyysiin (korkea luottamus), ja ihmisen aiheuttama ilmastomuutos on todennäköisesti tärkein tekijä (kuva 2.3). Ihmisen aiheuttama ilmastomuutos on osaltaan lisännyt maatalous- ja ekologista kuivuutta joillakin alueilla maan haihtumisen lisääntymisen vuoksi (keskimääräinen luottamus) (kaavio 2.3). On todennäköistä, että merkittävien (luokkien 3–5) trooppisten hirmumyrskyjen maailmanlaajuinen osuus on kasvanut neljän viime vuosikymmenen aikana. {WGI SPM A.3, WGI SPM A.3.1, WGI SPM A.3.2; WGI SPM A.3.4; SRCL SPM.A.2.2; SROCC SPM:ää. A.2}

Ilmastomuutos on aiheuttanut huomattavia vahinkoja ja yhä peruuttamattomampia⁷⁵ menetyksiä maaekosysteemeissä, makean veden ekosysteemeissä, kryosfäärin ekosysteemeissä, rannikkoekosysteemeissä ja avoimissa valtameriekosysteemeissä (korkea luottamus). Ilmastomuutoksen vaikutusten laajuus ja suuruus ovat suurempia kuin aiemmissa arvioinneissa on arvioitu (korkea luottamus). Noin puolet maailmanlaajuisesti arvioiduista lajeista on siirtynyt napa-alueille tai maalla myös korkeampiin korkeuksiin (erittäin korkea luottamus). Biologiset reaktiot, mukaan lukien maantieteellisen sijainnin muutokset ja kausittaisen ajoituksen siirtyminen, eivät useinkaan riitä selviytymään viimeaikaisesta ilmastomuutoksesta (erittäin korkea luottamus). Sadat lajin paikalliset menetykset ovat johtuneet äärimmäisten lämpötilojen (korkea luottamus) ja massakuolleisuuden lisääntymisestä maalla ja valtamerissä (erittäin korkea luottamus). Vaikutukset joihinkin ekosysteemeihin lähestyvät peruuttamattomuutta, kuten jäätiköiden vetäytymisestä johtuvien hydrologisten muutosten vaikutukset tai muutokset joillakin vuorilla (keskitasoinen luottamus) ja arktisissa ekosysteemeissä, jotka johtuvat ikiroudan sulamisesta (korkea luottamus). Hitaasti alkavien prosessien, kuten valtameren happamoitumisen, merenpinnan nousun tai sademäärän alueellisen vähenemisen, vaikutukset ekosysteemeihin johtuvat myös ihmisen aiheuttamasta ilmastomuutoksesta (korkea luottamus). Ilmastomuutos on edistänyt aavikoitumista ja pahentanut maaperän huonontumista erityisesti matalalla sijaitsevilla rannikkoalueilla, jokisuistoissa, kuivilla alueilla ja ikirouta-alueilla (korkea luottamus). Lähes 50 prosenttia rannikon kosteikoista on menetetty viimeisten 100 vuoden aikana paikallisten inhimillisten paineiden, merenpinnan nousun, lämpenemisen ja äärimmäisten ilmastoiilmiöiden (korkea luottamus) yhteisvaikutusten seurauksena. {WGII SPM B.1.1, WGII SPM B.1.2, WGII Kuva SPM.2.A, WGII TS.B.1; SRCL SPM A.1.5, SRCL SPM A.2, SRCL SPM A.2.6, SRCL kuva SPM.1; SROCC SPM A.6.1, SROCC SPM, A.6.4, SROCC SPM A.7}

⁷⁴ 'Pääkuljettajalla' tarkoitetaan kuljettajaa, joka vastaa yli 50 prosentista muutoksesta. {WGI SPM alaviite 12}

⁷⁵ Ks. liite I: Sanasto.

	Maailmanlaajuisen pintailman keskilämpötilan lämpeneminen vuodesta 1850-1900	ihmisen todennäköinen vaikutusalue ([0,8–1,3 °C]) käsittää hyvin todennäköisen havaitun lämpenemisen alueen ([0,9–1,2 °C])
Ilmakehä ja veden kiertokulku	Troposfäärin lämpeneminen vuodesta 1979	Pääkuljettaja
	Alastratosfäärin jäähtyminen 1900-luvun puolivälistä lähtien	Pääkuljettaja 1979 - 1990-luvun puoliväli
	Laajamittaiset sademäärä- ja ylätroposfäärin kosteusmuutokset vuodesta 1979	
	Aluekeskiarvon Hadley Circulation laajentuminen 1980-luvulta lähtien	Eteläinen pallonpuolisko
Valtameri	Valtamerten lämpöpitoisuus on kasvanut 1970-luvulta lähtien	Pääkuljettaja
	Suolapitoisuus on muuttunut 1900-luvun puolivälin jälkeen	
	Globaali keskimääräinen merenpinnan nousu vuodesta 1970	Pääkuljettaja
	Arktisen alueen merijään häviäminen vuodesta 1979	Pääkuljettaja
Kryosfääri	Pohjoisen pallonpuoliskon kevätluumen määrän väheneminen vuodesta 1950	
	Grönlannin jääpeitteen massahäviö 1990-luvulta lähtien	
	Etelämantereen jääpeitteen massahäviö 1990-luvulta lähtien	Rajoitettu näyttö & keskitason sopimus
	Jäätiköiden vetäytyminen	Pääkuljettaja
Hiilikierro	Ilmakehän hiilidioksidin kausittaisen syklin lisääntynyt amplitudi 1960-luvun alusta lähtien	Pääkuljettaja
	Maailmanlaajuisen pintameren happamoituminen	Pääkuljettaja
Maa-ilmast	Maanpinnan keskimääräinen ilman lämpötila (noin 40 % suurempi kuin maapallon keskimääräinen lämpeneminen)	Pääkuljettaja
Synteesi	Maailmanlaajuisen ilmastojärjestelmän lämpeneminen esiteollisesta ajasta lähtien	

Avain	fakta
	lähes varma
	erittäin todennäköistä
	Todennäköinen/korkea luottamus
	keskitason luottamus

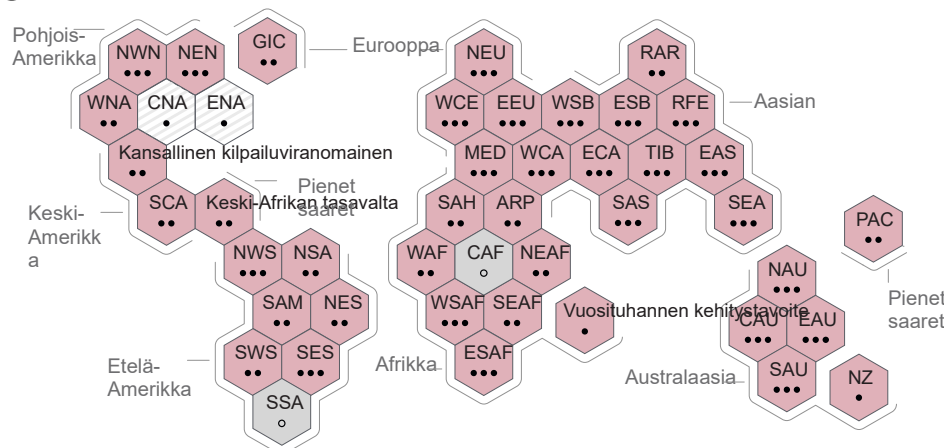
Taulukko 2.1: Arvioidaan keskimääräisen ilmaston laajamittaisissa indikaattoreissa havaittuja muutoksia ilmastojärjestelmän eri osissa ja niiden yhteyttä ihmisen vaikutukseen. Värikoodaus ilmaisee arvioidun luottamuksen/todennäköisyyden havaittuun⁷⁶ muutokseen ja ihmisen panoksen kuljettajana tai pääasiallisena kuljettajana (täsmennetään tässä tapauksessa), jos sellainen on saatavilla (ks. väriavain). Muussa tapauksessa annetaan selittävä teksti. {WGI-tilaus TS.1}

76 Tieteellisen ymmärryksen perusteella keskeiset löydökset voidaan muotoilla tosiasioihin perustuviksi lausumiksi tai yhdistää IPCC:n kalibroidulla kielellä ilmoitettuun arvioituun luotettavuustasoon.

Ilmastomuutos on vaikuttanut ihmisen ja luonnon järjestelmiin kaikkialla maailmassa, ja ne, jotka ovat yleensä vähiten vaikuttaneet ilmastomuutokseen, ovat haavoittuvimpia

a) Yhteenveto kuumissa ääri-ilmiöissä, rankkasateissa ja kuivuudessa havaittujen muutosten arvioinnista sekä luottamuksesta ihmisen panokseen maailman alueilla havaittuihin muutoksiin

Kuumat ääripää – mukaan lukien helleaallot



Riskin ulottuvuus: Vaara

Avain

Havaitun muutoksen tyyppi 1950-luvulta lähtien

- Lisäys
- Vähennys
- Rajoitetut tiedot ja/tai kirjallisuus
- Vähäinen yksimielisyys muutoksen tyypistä

Luottamus ihmisen panokseen havaittuun muutokseen

- Korkea
- Keskisuuri
- Vähäinen rajoitetun sopimuksen vuoksi
- Vähäinen vähäisen näytön vuoksi

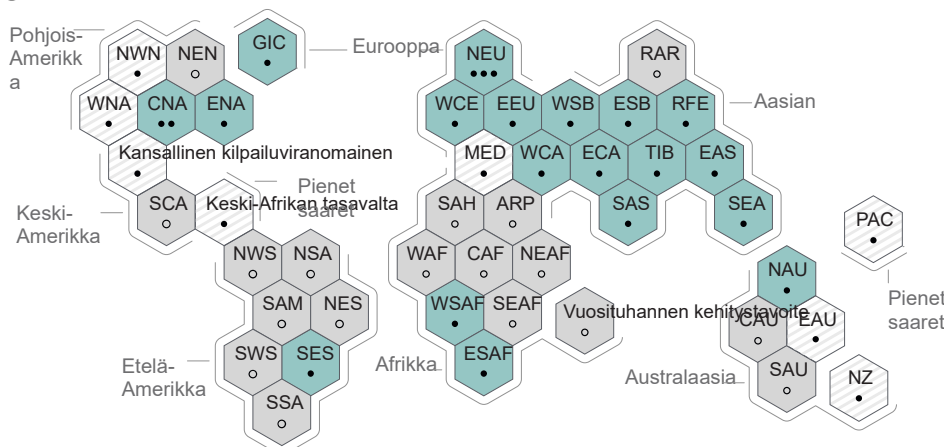
Jokainen kuusikulmio vastaa aluetta

Luoteis-Pohjois-Amerikka

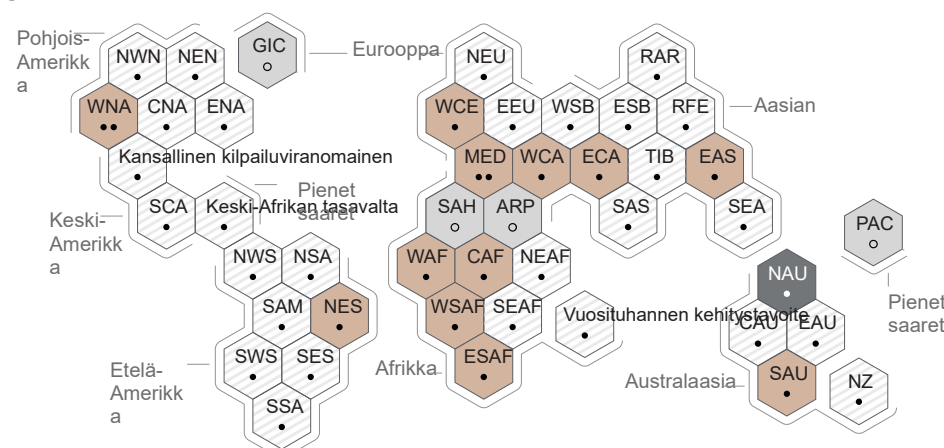
IPCC:n AR6 WGI -viitealueet:

Pohjois-Amerikka: NWN (Pohjois-Länsi-Pohjois-Amerikka), NEN (Koillis-Pohjois-Amerikka), WNA (Länsi-Pohjois-Amerikka), CNA (Keski-Pohjois-Amerikka), ENA (Itä-Pohjois-Amerikka), Keski-Amerikka: NCA (Pohjois-Keski-Amerikka), SCA (Etelä-Keski-Amerikka), CAR (Karibia), Etelä-Amerikka: NWS (Luoteis-Etelä-Amerikka), NES (Koillis-Etelä-Amerikka), SAM (Etelä-Amerikan monsuuni), SWS (Etelä-Etelä-Amerikka), SES (Kaakkois-Etelä-Amerikka), SSA (Etelä-Etelä-Amerikka), Eurooppa: GIC (Grönlanti/Islandi), NEU (Pohjois-Eurooppa), WCE (Länsi- ja Keski-Eurooppa), EEU (Itä-Eurooppa), MED (Välimeri), Afrikka: MED (Välimeri), SAH (Sahara), WAF (Länsi-Afrikka), CAF (Keski-Afrikka), NEAF (Koillis-Afrikka), SEAF (Kaakkois-Afrikka), WSAF (Länsi-Etelä-Afrikka), ESAP (Itä-Etelä-Afrikka), MDG (Madagaskar), Aasia: RAR (Venäjän arktinen alue), WSB (Länsi-Siperia), ESB (Itä-Siperia), RFE (Venäjän Kauko-itä), WCA (Länsi-Keski-Aasia), ECA (Itä-Keski-Aasia), TIB (Tiibetin tasanko), EAS (Itä-Aasia), ARP (Arabian niemimaa), SAS (Etelä-Aasia), SEA (Kaakkois-Aasia), Australasia: NAU (Pohjois-Australia), CAU (Keski-Australia), EAU (Itä-Australia), SAU (Etelä-Australia), NZ (Uusi-Seelanti), Pienet saaret: CAR (Karibia), PAC (Tyynenmeren pienet saaret)

Runsas sademäärä



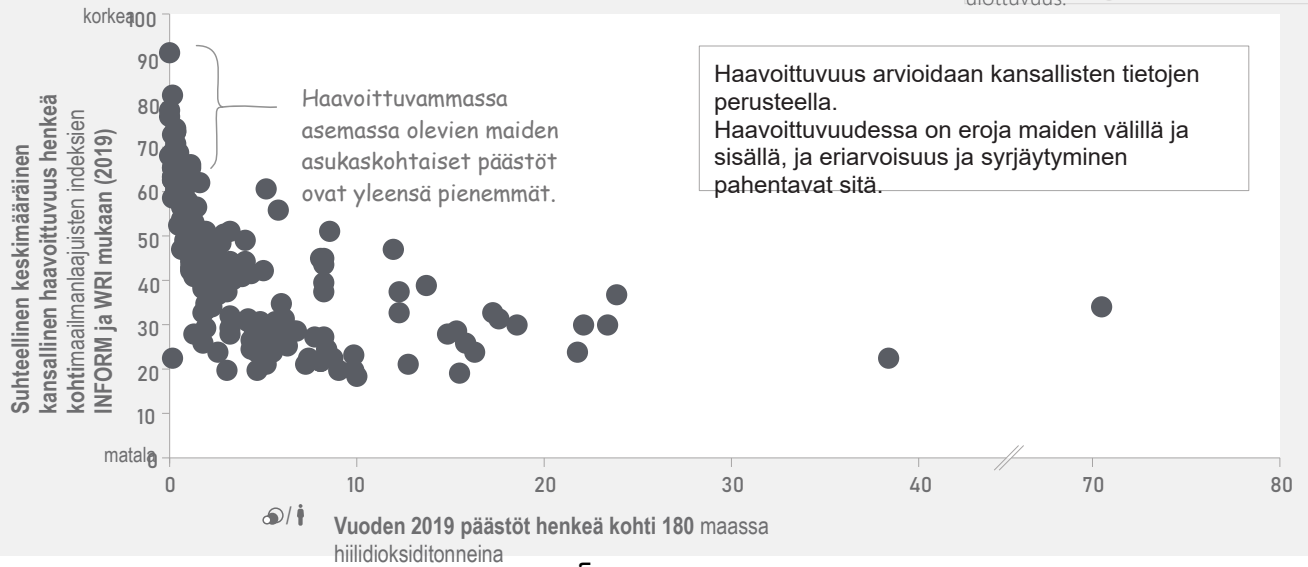
Maatalouden ja ekologinen kuivuus



b) Väestön ja ampeerin haavoittuvuus; päästöt asukasta kohti maittain vuonna

Riskin
ulottuvuus:


Haavoittuvuus



c) Ilmastomuutoksen havaitut vaikutukset ja niihin liittyvät menetykset ja vahingot

IHMISSÄRJESTELMÄT	EKOJÄRJESTELMÄT	Maailmanlaajuinen	Afrikka	Aasian	Australasia	Central & Etelä-Amerikka	Eurooppa	Pohjois-Amerikka	Pienet saaret
Veden saatavuus ja ruoantuotanto	Fyysisen veden saatavuus	...	...	...	...	...	...	...	...
	Maatalous/viljelykasvien tuotanto	...	...	...	...	...	...	...	...
	Eläinten ja karjan terveys ja tuottavuus	...	...	...	...	...	...	...	...
	Kalastuksen tuotot ja vesiviljelytuotanto	...	...	...	...	...	...	...	...
Terveys ja hyvinvointi	Tartuntataudit	...	...	...	...	...	...	...	...
	Lämpöä, aliravitsemusta ja maastopalojen aiheuttamia haittoja	...	...	...	...	...	...	...	...
	Mielenterveys	...	...	...	...	...	...	...	...
	Siirtymä	...	...	...	...	...	...	...	...
Kaupungit, taajamat ja infrastruktuuri	Sisävesitulvat ja niihin liittyvät vahingot	...	...	...	...	...	...	...	...
	Tulvien/myrskyjen aiheuttamat vahingot	...	...	...	...	...	...	...	...
	Infrastruktuurin vaurioituminen	...	...	...	...	...	...	...	...
	Keskeisille talouden aloille aiheutuvat vahingot	...	...	...	...	...	...	...	...
Muutokset ekosysteemin rakenteessa	Maa-alueet	...	...	...	...	...	...	...	...
	Makea vesi	...	...	...	...	...	...	...	...
	Valtameren	...	...	...	...	...	...	...	...
Lajin levinneisyysalueen muutokset	Maa-alueet	...	...	...	...	...	...	...	...
	Makea vesi	...	...	...	...	...	...	...	...
	Valtameren	...	...	...	...	...	...	...	...
Muutokset vuodenajoinnissa (fenologia)	Maa-alueet	...	...	...	...	...	...	...	...
	Makea vesi	...	...	...	...	...	...	...	...
	Valtameren	...	...	...	...	...	...	...	...

Riskin
ulottuvuus:


Vaikutus

Avain

Lisääntyneet ilmastovaikutukset

IHMISSÄRJESTELMÄT

Haitalliset vaikutukset

Haitalliset ja myönteiset vaikutukset

EKOJÄRJESTELMÄT

Havaitut ilmastoon liittyvät muutokset, ei vaikutusten suunnan arviointia

Luottamus ilmastomuutokseen

... Korkea tai erittäin korkea

• Keskisuuri

• Alhainen

– Todisteet rajallisia, riittämättömiä

/ Ei arvioitu

Kuva 2.3: Sekä haavoittuvuus nykyisille äärimmäisille ilmasto-olosuhteille että historiallinen vaikutus ilmastonmuutokseen ovat hyvin heterogeenisiä, ja monet niistä, jotka ovat tähän mennessä vähiten vaikuttaneet ilmastonmuutokseen, ovat haavoittuvimpia sen vaikutuksille.

Paneeli a) IPCC:n AR6 WGI:n asutut alueet esitetään samankokoisina kuusikulmioina niiden likimääräisellä maantieteellisellä sijainnilla (ks. alueellisten lyhenteiden selitteet). Kaikki arvioinnit tehdään alueittain ja 1950-luvulta nykypäivään. Eri aika-asteikoilla tai useammilla paikallisilla spatiaalisilla asteikoilla tehdyt arvioinnit voivat poiketa siitä, mitä kuvassa esitetään. Kunkin paneelin värit edustavat havaittujen muutosten arvioinnin neljää tulosta. Raidallisia kuusikulmioita (valkoisia ja vaaleanharmaita) käytetään, jos koko alueen muutostyypistä on vähän yksimielisyyttä, ja harmaita kuusikulmioita käytetään, jos tietoja ja/tai kirjallisuutta on vähän, mikä estää koko alueen arvioinnin. Muut värit osoittavat vähintään keskitason luottamusta havaittuun muutokseen. Luottamustaso ihmisen vaikutukselle näihin havaittuihin muutoksiin perustuu trendien havaitsemista ja attribuutiota ja tapahtumien attribuutiota koskevan kirjallisuuden arviointiin, ja se ilmaistaan pisteiden määrällä: kolme pistettä korkealle luotettavuudelle, kaksi pistettä keskitason luotettavuudelle ja yksi piste matalalle luotettavuudelle (yksi piste, täytetty piste: rajoitettu sopimus; yksi tyhjä piste: rajalliset todisteet). Kuumien ääriämpötilojen osalta näyttö perustuu pääasiassa päivittäisiin enimmäislämpötiloihin perustuvien mittareiden muutoksiin; Lisäksi käytetään muita indeksejä (lämpöaallon kesto, taajuus ja voimakkuus) käyttäviä alueellisia tutkimuksia. Raskaiden sateiden osalta näyttö perustuu enimmäkseen indeksien muutoksiin, jotka perustuvat yhden tai viiden päivän sademääriin maailmanlaajuisilla ja alueellisilla tutkimuksilla. Maatalouden ja ekologisen kuivuuden arviointi perustuu havaittuihin ja simuloituihin muutoksiin maaperän kokonaistosteudessa, ja sitä täydentää näyttö maaperän pintakosteuden muutoksista, vesitaseesta (saostuminen miinus haihtuminen) sekä sademäärästä ja ilmakaaran haihtumistarpeesta johtuvista indekseistä. Paneelissa b esitetään maan väestön keskimääräinen haavoittuvuus suhteessa vuoden 2019 CO₂-FFI-päästöihin henkeä kohti 180 maassa, joista on saatavilla molemmat mittarit. Haavoittuvuustiedot perustuvat kahteen maailmanlaajuiseseen indikaattorijärjestelmään, INFORMiin ja World Risk Indexiin. Maissa, joissa keskimääräinen haavoittuvuus on suhteellisen alhainen, on usein väestöryhmiä, joissa haavoittuvuus on suuri, ja päinvastoin. Taustalla olevia tietoja ovat esimerkiksi tiedot köyhyydestä, eriarvoisuudesta, terveydenhuollon infrastruktuurista tai vakuutusturvasta. Paneeli c) Havaitut vaikutukset ekosysteemeihin ja ihmisen järjestelmiin, jotka johtuvat ilmastonmuutoksesta maailmanlaajuisesti ja alueellisesti. Globaalit arvioinnit keskittyvät suuriin tutkimuksiin, monilajitutkimuksiin, meta-analyyseihin ja suuriin katsauksiin. Alueellisissa arvioinneissa tarkastellaan näyttöä vaikutuksista koko alueella, eikä niissä keskitytä mihinkään tiettyyn maahan. Ihmisen järjestelmissä vaikutusten suunta arvioidaan, ja sekä haitallisia että myönteisiä vaikutuksia on havaittu. Esimerkiksi yhdellä alueella tai elintarvikkeessa voi esiintyä haitallisia vaikutuksia, joilla on myönteisiä vaikutuksia toisella alueella tai elintarvikkeessa (lisätietoja ja menetelmiä on toisen työryhmän SMTS.1 kohdassa). Veden fyysiseen saatavuuteen sisältyy eri lähteistä, kuten pohjavedestä, veden laadusta ja veden kysynnästä, saatavan veden tasapaino. Maailmanlaajuisissa mielenenterveyden ja pakkomuuton arvioinneissa otetaan huomioon vain arvioidut alueet. Luottamustasot kuvastavat arviota havaitun vaikutuksen osoittamisesta ilmastonmuutokseen. {WGI-kuva SPM.3, taulukko TS.5, interaktiivinen atlas; WGII Kuva SPM.2, WGII SMTS.1, WGII 8.3.1, Kuva 8.5.; Työryhmä III 2.2.3}

Ilmastonmuutos on heikentänyt elintarviketurvaa ja vaikuttanut vesiturvaan lämpenemisen, sademäärien muutosten, kryosfäärin elementtien vähenemisen ja häviämisen sekä äärimmäisten ilmasto-olosuhteiden esiintymistiheyden ja intensiteetin lisääntymisen vuoksi, mikä on haitannut pyrkimyksiä saavuttaa kestävä kehitys tavoitteet (korkea luottamus). Vaikka maatalouden kokonaistuottavuus on kasvanut, ilmastonmuutos on hidastanut tätä maatalouden tuottavuuden kasvua 50 viime vuoden aikana maailmanlaajuisesti (keskitason luottamus), ja tähän liittyvät negatiiviset satovaikutukset näkyvät pääasiassa keski- ja matalan leveysasteen alueilla ja joitakin myönteisiä vaikutuksia joillakin korkean leveysasteen alueilla (korkea luottamus). Valtamerten lämpeneminen 1900-luvulla ja sen jälkeen on osaltaan vähentänyt enimmäissaalispotentiaalia (keskimääräinen luottamus), mikä on pahentanut liikakalastuksen vaikutuksia joihinkin kalakantoihin (korkea luottamus). Valtamerten lämpeneminen ja merten happamoituminen ovat vaikuttaneet haitallisesti äyriäisten vesiviljelystä ja kalastuksesta peräisin olevaan elintarviketuotantoon joillakin valtamerialueilla (korkea luottamus). Nykyinen ilmaston lämpeneminen liittyy kohtalaisiin riskeihin, jotka johtuvat kuivan veden niukkuuden lisääntymisestä (korkea luottamus). Noin puolet maailman väestöstä kärsii tällä hetkellä vakavasta veden niukkuudesta ainakin osan vuotta ilmastollisten ja ei-ilmastollisten tekijöiden yhdistelmän vuoksi (keskitasoinen luottamus) (kaavio 2.3). Maatalouden kestävä kasvun, joka johtuu osittain epätasapainoisesta ruokavaliosta, lisää ekosysteemien ja ihmisten⁷⁷haavoittuvuutta ja johtaa kilpailuun maa- ja/tai vesivaroista (korkea luottamus). Äärimmäisten sää- ja ilmastoiilmiöiden lisääntyminen on altistanut miljoonat ihmiset akuutille puutteelliselle elintarviketurvalle⁷⁸ ja vesiturvan heikkenemiselle. Suurimmat vaikutukset on havaittu monissa paikoissa ja/tai yhteisöissä Afrikassa, Aasiassa, Keski- ja Etelä-Amerikassa, vähiten kehittyneissä maissa, pienillä saarilla ja arktisella alueella sekä pienimuotoisten elintarvikkeiden tuottajilla, pienituloisilla kotitalouksilla ja alkuperäiskansoilla maailmanlaajuisesti (korkea luottamus). {WGII SPM B.1.3, WGII SPM.B.2.3, WGII Kuva SPM.2, WGII TS B.2.3, WGII TS Kuva TS. 6; SRCL SPM A.2.8, SRCL SPM A.5.3; SROCC SPM A.5.4., SROCC SPM A.7.1, SROCC SPM A.8.1, SROCC Kuva SPM.2}

Kaupunkiympäristöissä ilmastonmuutos on vaikuttanut haitallisesti ihmisten terveyteen, toimeentuloon ja keskeiseen infrastruktuuriin (korkea luottamus). Kuumat ääri-ilmiöt, kuten helleaallot, ovat voimistuneet kaupungeissa (korkea luottamus), joissa ne ovat myös pahentaneet ilmansaasteita (keskitasoinen luottamus) ja rajoittaneet keskeisen infrastruktuurin toimintaa (korkea luottamus). Äärimmäiset ja hitaasti käynnistyvät tapahtumat ovat vaarantaneet kaupunki-infrastruktuurin, mukaan lukien liikenne-,⁷⁹vesi-, sanitaatio- ja energijärjestelmät, mistä on aiheutunut taloudellisia menetyksiä, palvelujen häiriöitä ja vaikutuksia hyvinvointiin (korkea luottamus). Havaitut vaikutukset keskittyvät taloudellisesti ja sosiaalisesti syrjäytyneiden kaupunkilaisten, esimerkiksi epävirallisissa asutuskeskuksissa

77 Tasapainoinen ruokavali sisältää kasvipohjaisia elintarvikkeita, kuten karkeisiin jyviin, palkokasveihin, hedelmiin ja vihanneksiin, pähkinöihin ja siemeniin perustuvia elintarvikkeita sekä eläinperäisiä elintarvikkeita, jotka on tuotettu kestävässä, kestävässä ja vähän kasvihuonekaasupäästöjä aiheuttavissa järjestelmissä, kuten SRCL:ssä kuvataan. {WGII SPM Alaviite 32}

78 Akuuttia puutteellista elintarviketurvaa voi esiintyä milloin tahansa niin vakavalla tavalla, että se uhkaa ihmishenkiä, toimeentuloa tai molempia syistä, asiayhteydestä tai kestosta riippumatta sellaisten häiriöiden seurauksena, jotka uhkaavat elintarviketurvaan ja ravitsemukseen vaikuttavia tekijöitä, ja sitä käytetään humanitaaristen toimien tarpeen arviointiin. {Työryhmän II kokous, alaviite 30}

79 Hitaasti alkavia tapahtumia kuvataan AR6 WGI:n ilmastovaikutuksia aiheuttavien tekijöiden joukossa, ja niillä viitataan riskeihin ja vaikutuksiin, jotka liittyvät esimerkiksi lämpötilan nousuun, aavikoitumiseen, sateiden vähenemiseen, biologisen monimuotoisuuden vähenemiseen, maan ja metsien tilan heikkenemiseen, jäätiköiden vetäytymiseen ja niihin liittyviin vaikutuksiin, valtamerten happamoitumiseen, merenpinnan nousuun ja suolaantumiseen. {Työryhmän II SPM:n alaviite 29}

asuvien, keskuuteen (korkea luottamus). Kaupungit tehostavat ihmisen aiheuttamaa lämpenemistä paikallisesti (erittäin korkea luottamus), kun taas kaupungistuminen lisää myös kaupunkien keskimääräistä ja voimakasta sademäärää (keskimääräinen luottamus) ja siitä johtuvaa valumien intensiteettiä (korkea luottamus). {WGI SPM C.2.6; WGII SPM B.1.5, WGII Kuva TS.9, WGII 6 ES}

Ilmastomuutos on vaikuttanut haitallisesti ihmisten fyysiseen terveyteen maailmanlaajuisesti ja mielenterveyteen arvioiduilla alueilla (erittäin korkea luottamus), ja se edistää humanitaarisia kriisejä, joissa ilmatoriskit ovat vuorovaikutuksessa suuren haavoittuvuuden kanssa (korkea luottamus). Kaikilla alueilla äärimmäisten lämpötapahdumien lisääntyminen on johtanut ihmisten kuolleisuuteen ja sairastuvuuteen (erittäin korkea luottamus). Ilmatoon liittyvien elintarvike- ja vesivälitteisten tautien esiintyminen on lisääntynyt (erittäin suuri luottamus). Vektorivälitteisten tautien esiintyvyys on lisääntynyt taudinlevittäjien laajenemisen ja/tai lisääntymisen myötä (korkea luottamus). Eläin- ja ihmistaudit, zoonoosit mukaan luettuina, ovat nousemassa esiin uusilla alueilla (korkea luottamus). Arvioiduilla alueilla jotkin mielenterveyshaasteet liittyvät lämpötilojen nousuun (korkea luottamus), ääri-ilmiöiden aiheuttamiin traumoihin (erittäin korkea luottamus) sekä elinkeinojen ja kulttuurin menettämiseen (korkea luottamus) (kaavio 2.3). Ilmastomuutoksen vaikutukset terveyteen välittyvät luonnollisten ja inhimillisten järjestelmien kautta, mukaan lukien taloudelliset ja sosiaaliset olosuhteet ja häiriöt (korkea luottamus). Ilmaston ja sään ääri-ilmiöt aiheuttavat yhä enemmän pakkomuttoa Afrikassa, Aasiassa, Pohjois-Amerikassa (korkea luottamus) sekä Keski- ja Etelä-Amerikassa (keskitason luottamus) (kaavio 2.3), ja vaikutus Karibian ja Etelä-Tyynenmeren pieniin saarivaltioihin on suhteettoman suuri suhteessa niiden pieneen väestömäärään (korkea luottamus). Ilmastomuutos on aiheuttanut ja ylläpitänyt haavoittuvuutta (keskimääräinen luottamus) äärimmäisistä sää- ja ilmastotapahtumista johtuvan pakkomuton ja tahattoman muuttoliikkeen kautta. {WGII SPM B.1.4, WGII SPM B.1.7}

Ihmisen vaikutus on todennäköisesti lisännyt mahdollisuutta yhdistää äärimmäisiä tapahtumia 1950-luvulta⁸⁰ lähtien. Kaikilla alueilla on esiintynyt samanaikaisia ja toistuvia ilmastouhkia, jotka ovat lisänneet terveyteen, ekosysteemeihin, infrastruktuuriin, elinkeinoihin ja elintarvikkeisiin kohdistuvia vaikutuksia ja riskejä (korkea luottamus). Yhdistelmä äärimmäisiä tapahtumia ovat samanaikaisten helleaaltojen ja kuivuuden yleistyminen (korkea luottamus); palosää joillakin alueilla (keskiluottamus); ja tulvien lisääntyminen joissakin paikoissa (keskimääräinen luottamus). Useat riskit ovat vuorovaikutuksessa keskenään, mikä aiheuttaa uusia haavoittuvuuden lähteitä ilmastouhille ja lisää kokonaisriskiä (korkea luottamus). Yhdistetyt ilmastoriskit voivat ylittää sopeutumiskyvyn ja lisätä merkittävästi vahinkoja (korkea luottamus)). {WGI SPM A.3.5; Ryhmä II:n SPM. B.5.1, työryhmä II, TS.C.11.3}

Ilmastomuutoksesta johtuvat taloudelliset vaikutukset vaikuttavat yhä enemmän ihmisten toimeentuloon ja aiheuttavat taloudellisia ja yhteiskunnallisia vaikutuksia yli kansallisten rajojen (korkea luottamus). Ilmastomuutoksen aiheuttamia taloudellisia vahinkoja on havaittu ilmastoaltilta aloilla, joilla on alueellisia vaikutuksia maatalouteen, metsätalouteen, kalastukseen, energiaan ja matkailuun, sekä työn tuottavuuden kautta ulkona (korkea luottamus), lukuun ottamatta joitakin myönteisiä vaikutuksia alueilla, joilla energian kysyntä on vähäistä, ja suhteellisia etuja maatalousmarkkinoilla ja matkailussa (korkea luottamus). Yksilön toimeentuloon ovat vaikuttaneet muutokset maatalouden tuottavuudessa, vaikutukset ihmisten terveyteen ja elintarviketurvaan, asuntojen ja infrastruktuurin tuhoutuminen sekä omaisuuden ja tulojen menetys, mikä on vaikuttanut kielteisesti sukupuolten tasa-arvoon ja sosiaaliseen oikeudenmukaisuuteen (korkea luottamus). Trooppiset pyörremyrskyt ovat vähentäneet talouskasvua lyhyellä aikavälillä (korkea luottamus). Tapahtumien attribuuotitutkimukset ja fyysinen ymmärrys osoittavat, että ihmisen aiheuttama ilmastomuutos lisää trooppisiin sykloneihin liittyvää voimakasta sademäärää (korkea luottamus). Monilla alueilla maastopalot ovat vaikuttaneet rakennettuun omaisuuteen, taloudelliseen toimintaan ja terveyteen (keskitasoisesta korkeaan luottamukseen). Kaupungeissa ja taajamissa keskeiseen infrastruktuuriin kohdistuvat ilmastovaikutukset aiheuttavat menetyksiä ja vahinkoja vesi- ja elintarvikejärjestelmissä ja vaikuttavat taloudelliseen toimintaan, ja vaikutukset ulottuvat sen alueen ulkopuolelle, johon ilmastovaara vaikuttaa suoraan (korkea luottamus). {WGI SPM A.3.4; WGII SPM B.1.6, WGII SPM B.5.2, WGII SPM B.5.3}

Ilmastomuutos on aiheuttanut laajoja haittavaikutuksia ja niihin liittyviä menetyksiä ja vahinkoja luonnolle ja ihmisille (korkea luottamus). Tappiot ja vahingot jakautuvat epätasaisesti järjestelmien, alueiden ja alojen kesken (korkea luottamus). Kulttuuriset menetykset, jotka liittyvät aineelliseen ja aineettomaan perintöön, uhkaavat sopeutumiskykyä ja voivat johtaa peruuttamattomaan yhteenkuuluvuuden tunteen, arvostettujen kulttuurikäytäntöjen, identiteetin ja kodin menettämiseen erityisesti alkuperäiskansoille ja niille, jotka ovat välittömämmin riippuvaisia ympäristöstä toimeentulon kannalta (keskimääräinen luottamus). Esimerkiksi lumipeitteen, järvi- ja jokijään sekä ikiroudan muutokset monilla arktisilla alueilla vahingoittavat arktisen alueen asukkaiden, myös alkuperäiskansojen, toimeentuloa ja kulttuuri-identiteettiä (korkea luottamus). Äärimmäiset ja hitaasti käynnistyvät tapahtumat ovat vaarantaneet infrastruktuurin, mukaan lukien liikenne-, vesi-, sanitaatio- ja energiajärjestelmät, mistä on aiheutunut taloudellisia menetyksiä, palvelujen häiriöitä ja vaikutuksia hyvinvointiin (korkea luottamus). {WGII SPM B.1, WGII SPM B.1.2, WGII SPM B.1.5, WGII SPM C.3.5, WGII TS.B.1.6; SROCC SPM A.7.1}

Ilmastomuutoksen vaikutukset ovat vaikuttaneet suhteettomasti heikoimmassa asemassa oleviin ihmisiin ja järjestelmiin eri aloilla ja alueilla (korkea luottamus). Vähiten kehittyneillä mailla ja pienillä kehittyvillä saarivaltioilla, joiden päästöt asukasta kohden ovat paljon pienemmät (1,7 hiilidioksidiekvivalenttitonniä eli 4,6 hiilidioksidiekvivalenttitonniä) kuin maailmanlaajuisella keskiarvolla (6,9 hiilidioksidiekvivalenttitonniä eli 6,9 hiilidioksidiekvivalenttitonniä) ilman hiilidioksidin, maankäytön, maankäytön muutoksen ja metsätalouden päästöjä, on myös suuri haavoittuvuus ilmastoriskeille, ja Länsi-,

80 Ks. liite 1: Sanasto.

Keski- ja Itä-Afrikassa, Etelä-Aasiassa, Keski- ja Etelä-Amerikassa, pienissä kehittyvissä saarivaltioissa ja arktisella alueella (korkea luottamus) on havaittu maailmanlaajuisesti erittäin haavoittuvia ihmisen toiminnan kannalta herkkiä alueita. Alueet ja ihmiset, joilla on huomattavia kehitysrajoitteita, ovat erittäin alttiita ilmatorisille (korkea luottamus). Haavoittuvuus on suurempi paikoissa, joissa esiintyy köyhyyttä, hallintoon liittyviä haasteita ja peruspalvelujen ja -resurssien rajallista saatavuutta, väkivaltaisia konflikteja ja ilmastoherkkiä elinkeinoja (esim. pienviljelijät, paimentolaiset, kalastusyhteisöt) (korkea luottamus). Eri aluetasojen haavoittuvuutta pahentaa epätasa-arvo ja syrjäytyminen, joka liittyy sukupuoleen, etniseen alkuperään, pienituloisuuteen tai niiden yhdistelmiin (korkea luottamus), erityisesti monien alkuperäiskansojen ja paikallisyhteisöjen osalta (korkea luottamus). Noin 3,3–3,6 miljardia ihmistä elää olosuhteissa, jotka ovat erittäin alttiita ilmastonmuutokselle (korkea luottamus). Vuosina 2010–2020 tulvista, kuivuudesta ja myrskyistä johtuva kuolleisuus oli 15 kertaa suurempi erittäin haavoittuvilla alueilla kuin alueilla, joilla haavoittuvuus on erittäin alhainen (korkea luottamus). Arktisella alueella ja joillakin korkeilla vuoristoalueilla kryosfäärin muutoksen kielteiset vaikutukset ovat tuntuneet erityisesti alkuperäiskansojen keskuudessa (korkea luottamus). Ihmisten ja ekosysteemien haavoittuvuus riippuu toisistaan (korkea luottamus). Ekosysteemien ja ihmisten haavoittuvuus ilmastonmuutokselle vaihtelee huomattavasti alueiden välillä ja sisällä (erittäin suuri luottamus), mikä johtuu risteävän sosioekonomisen kehityksen malleista, kestävästä valtamerten ja maan käytöstä, eriarvoisuudesta, syrjäytymisestä, historiallisesta ja jatkuvasta eriarvoisuudesta, kuten kolonialismista, ja hallinnosta⁸¹ (korkea luottamus). {WGII SPM B.1, WGII SPM B.2, WGII SPM B.2.4; työryhmä III SPM B.3.1; SROCC SPM A.7.1, SROCC SPM A.7.2}

2.2 Vastaukset tähän mennessä

Kansainväliset ilmastopöytäkirjat, ilmastotoimia koskevien kansallisten tavoitteiden nostaminen ja yleisen tietoisuuden lisääminen nopeuttavat toimia ilmastonmuutoksen torjumiseksi useilla hallinnon tasoilla. Lieventämispolitiikat ovat osaltaan vähentäneet maailmanlaajuisia energia- ja hiili-intensiteettiä, ja useat maat ovat vähentäneet kasvihuonekaasupäästöjä yli vuosikymmenen ajan. Vähäpäästöisistä teknologioista on tulossa edullisempia, ja monia vähäpäästöisiä tai päästöttömiä vaihtoehtoja on nyt saatavilla energian, rakennuksiin, liikenteeseen ja teollisuuteen. Sopeutumisen suunnittelusta ja täytäntöönpanon edistymisestä on ollut monenlaista hyötyä, ja tehokkailla sopeutusvaihtoehdoilla on mahdollista vähentää ilmatoriskeitä ja edistää kestävä kehitys. Ilmastonmuutoksen hillitsemiseen ja siihen sopeutumiseen tarkoitettu maailmanlaajuinen rahoitus on kasvanut viidennestä arviointikertomuksesta lähtien, mutta se ei riitä. (korkea luottamus)

2.2.1. Maailmanlaajuisen politiikan määrittäminen

Ilmastonmuutosta koskeva Yhdistyneiden kansakuntien puitesopimus (UNFCCC), Kioton pöytäkirja ja Pariisin sopimus tukevat kansallisten tavoitteiden nostamista ja kannustavat ilmastopolitiikkojen kehittämiseen ja täytäntöönpanoon useilla hallinnon tasoilla (korkea luottamus). Kioton pöytäkirja vähensi päästöjä joissakin maissa, ja se oli keskeisessä asemassa kehitettäessä kansallisia ja kansainvälisiä valmiuksia kasvihuonekaasujen raportointia, tilinpitoa ja päästömarkkinoita varten (korkea luottamus). UNFCCC:n puitteissa hyväksytty Pariisin sopimus, johon lähes kaikki ovat osallistuneet, on johtanut politiikan kehittämiseen ja tavoitteiden asettamiseen kansallisella ja alueellisella tasolla, erityisesti hillitsemisen mutta myös sopeutumisen osalta, sekä ilmastotoimien ja -tuen avoimuuden lisäämiseen (keskitason luottamus). Pariisin sopimuksessa edellytetyt kansallisesti määritellyt panokset ovat edellyttäneet, että maat esittävät ilmastotoimia koskevat prioriteettinsa ja tavoitteensa. {WGII 17.4, WGII TS D.1.1; Työryhmä III SPM B.5.1, työryhmä III SPM E.6}

Loss & Damage tunnustettiin⁸² virallisesti vuonna 2013 perustamalla Varsovan kansainvälinen vahinkomekanismi (WIM), ja vuonna 2015 Pariisin sopimuksen 8 artikla tarjosi oikeusperustan WIM:lle. Sekä taloudelliset että muut kuin taloudelliset menetykset ja vahingot ymmärretään paremmin, mikä on kansainvälisen ilmastopolitiikan perusta ja mikä on korostanut sitä, että menetyksiin ja vahinkoihin ei puututa kattavasti nykyisillä rahoitus-, hallinto- ja institutionaalisilla järjestelyillä erityisesti haavoittuvassa asemassa olevissa kehitysmaissa (korkea luottamus). {WGII SPM C.3.5, WGII Cross-Chapter Box LOSS}

Muita viimeaikaisia maailmanlaajuisia sopimuksia, jotka vaikuttavat ilmastonmuutoksen torjuntaan, ovat muun muassa Sendain kehys katastrofiriskien vähentämiseksi (2015–2030), rahoitukseen keskittyvä Addis Abeban toimintaohjelma (2015) ja uusi kaupunkiagenda (2016) sekä otsonikerrosta heikentäviä aineita koskevaan Montrealin pöytäkirjaan tehty Kigalin muutos (2016). Lisäksi YK:n jäsenvaltioiden vuonna 2015 hyväksymässä kestävä kehityksen Agenda 2030 -toimintaohjelmassa asetetaan 17 kestävä kehityksen tavoitetta ja pyritään yhdenmukaistamaan toimia maailmanlaajuisesti, jotta voidaan asettaa etusijalle äärimmäisen köyhyyden poistaminen, suojella maapalloa ja edistää rauhanomaisempia, vauraampia ja osallistavampia yhteiskuntia. Jos nämä sopimukset saavutettaisiin, ne vähentäisivät ilmastonmuutosta ja vaikutuksia muun muassa terveyteen, hyvinvointiin, muuttoliikkeeseen ja konflikteihin (erittäin korkea luottamus). {WGII TS.A.1, WGII 7 ES}

⁸¹ Hallinto: Rakenteet, prosessit ja toimet, joiden kautta yksityiset ja julkiset toimijat ovat vuorovaikutuksessa yhteiskunnallisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Tähän sisältyvät viralliset ja epäviralliset instituutiot sekä niihin liittyvät normit, säännöt, lait ja menettelyt, joilla päätetään, hallinnoidaan, pannaan täytäntöön ja seurataan politiikkoja ja toimenpiteitä missä tahansa maantieteellisessä tai poliittisessa mittakaavassa maailmanlaajuisesta paikalliseen. {WGII SPM Alaviite 31}

⁸² Ks. liite I: Sanasto.

Viidennestä arviointikertomuksesta lähtien yleisen tietoisuuden lisääntyminen ja toimijoiden moninaisuuden lisääntyminen ovat yleisesti ottaen auttaneet nopeuttamaan poliittista sitoutumista ja maailmanlaajuisia toimia ilmastomuutoksen torjumiseksi (keskitason luottamus). Joillakin alueilla yhteiskunnalliset massaliikkeet ovat nousseet liikkeellepaneviksi toimijoiksi, ja ne perustuvat usein aiempiin liikkeisiin, kuten alkuperäiskansojen johtamiin liikkeisiin, nuorisoliikkeisiin, ihmisoikeusliikkeisiin, sukupuoliaktivismiin ja ilmasto-oikeudenkäynteihin, jotka lisäävät tietoisuutta ja ovat joissakin tapauksissa vaikuttaneet ilmastohallinnon tuloksiin ja tavoitteisiin (keskitason luottamus). Alkuperäiskansojen ja paikallisyhteisöjen osallistaminen käyttämällä oikeudenmukaista siirtymää ja oikeuksiin perustuvaa päätöksentekoa, jota toteutetaan kollektiivisten ja osallistavien päätöksentekoprosessien avulla, on mahdollistanut kunnianhimoisemmat tavoitteet ja nopeutetut toimet eri tavoin ja kaikilla tasoilla kansallisista olosuhteista riippuen (keskitason luottamus). Media auttaa muokkaamaan julkista keskustelua ilmastomuutoksesta. Tämä voi hyödyllisesti lisätä julkista tukea ilmastotoimien nopeuttamiseksi (keskitasoinen näyttö, korkea yhteisymmärrys). Joissakin tapauksissa tiedotusvälineiden ja järjestäytyneiden vastaliikkeiden julkiset keskustelut ovat haitanneet ilmastotoimia, pahentaneet avuttomuutta ja disinformaatiota ja ruokkineet polarisoitumista, millä on ollut kielteisiä vaikutuksia ilmastotoimiin (keskitason luottamus). {WGII SPM C.5.1, WGII SPM D.2, WGII TS.D.9, WGII TS.D.9.7, WGII TS.E.2.1, WGII 18.4; WGIII SPM D.3.3, WGIII SPM E.3.3, WGIII TS.6.1, WGIII 6.7, WGIII 13 ES, WGIII Box.13.7}

2.2.2. Tähänastiset lieventävät toimet

Vähentämistä koskevia politiikkoja ja lakeja on laajennettu johdonmukaisesti viidennestä arviointikertomuksesta lähtien (korkea luottamus). Ilmastohallinto tukee hillitsemistä tarjoamalla puitteita, joiden kautta eri toimijat ovat vuorovaikutuksessa keskenään, ja perustan politiikan kehittämiseksi ja täytäntöönpanolle (keskitason luottamus). Monet sääntely- ja talousvälineet on jo otettu onnistuneesti käyttöön (korkea luottamus). Vuoteen 2020 mennessä 56 maassa oli lakeja, joissa keskityttiin ensisijaisesti kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen ja jotka kattoivat 53 prosenttia maailman päästöistä (keskimääräinen luottamus). Erilaisten hillitsemistojen soveltaminen kansallisella ja alueellisella tasolla on lisääntynyt johdonmukaisesti useilla eri aloilla (korkea luottamus). Poliitiikan kattavuus vaihtelee eri aloilla ja on edelleen rajallinen maatalouden sekä teollisuusmateriaalien ja raaka-aineiden päästöjen osalta (korkea luottamus). {WGIII SPM B.5, WGIII SPM B.5.2, WGIII SPM E.3, WGIII SPM E.4}

Käytännön kokemus on vaikuttanut taloudellisten välineiden suunnitteluun ja auttanut parantamaan ennustettavuutta, ympäristötehokkuutta, taloudellista tehokkuutta, jakaumatavoitteiden noudattamista ja sosiaalista hyväksyntää (korkea luottamus). Vähäpäästöistä teknologisia innovoimia vahvistetaan yhdistämällä teknologian ja työntövoiman politiikkaa sekä politiikkaa, joka luo kannustimia käyttäytymisen muuttamiseen ja markkinamahdollisuuksiin (korkea luottamus) (4.8.3 jakso). Kattavien ja johdonmukaisten politiikkapakettien on todettu olevan tehokkaampia kuin yksittäiset politiikat (korkea luottamus). Kun hillintä yhdistetään kehityspolkujen muuttamista koskeviin politiikkoihin, elämäntapaa tai käyttäytymistä muuttaviin politiikkoihin, esimerkiksi käveleviä kaupunkialueita edistäviin toimenpiteisiin, sähköistämiseen ja uusiutuvaan energiaan, voidaan saada terveyshyötyjä puhtaammasta ilmastosta ja tehostetusta aktiivisesta liikkumisesta (korkea luottamus). Ilmastohallinto mahdollistaa hillitsemisen tarjoamalla yleisen suunnan, asettamalla tavoitteita ja valtavirtaistamalla ilmastotoimet kaikilla politiikan aloilla ja kaikilla tasoilla kansallisten olosuhteiden perusteella ja kansainvälisen yhteistyön puitteissa. Tehokas hallinto parantaa sääntelyvarmuutta, luo erikoistuneita organisaatioita ja luo puitteet rahoituksen hankkimiselle (keskitason luottamus). Näitä toimintoja voidaan edistää muun muassa ilmastoon liittyvillä laeilla, joiden määrä kasvaa, tai ilmastostrategioilla, jotka perustuvat kansallisiin ja alueellisiin olosuhteisiin (keskitason luottamus). Tehokas ja tasapuolinen ilmastohallinto perustuu yhteistyöhön kansalaisyhteiskunnan toimijoiden, poliittisten toimijoiden, yritysten, nuorten, työvoiman, tiedotusvälineiden, alkuperäiskansojen ja paikallisyhteisöjen kanssa (keskitason luottamus). {WGIII SPM E.2.2, WGIII SPM E.3, WGIII SPM E.3.1, WGIII SPM E.4.2, WGIII SPM E.4.3, WGIII SPM E.4.4}

Useiden vähäpäästöisten teknologioiden, kuten aurinko-, tuuli- ja litiumioniakkujen, yksikkökustannukset ovat laskeneet jatkuvasti vuodesta 2010 (kaavio 2.4). Suunnittelu- ja prosessi-innovaatiot yhdessä digitaaliteknologian käytön kanssa ovat johtaneet monien vähäpäästöisten tai päästöttömien vaihtoehtojen lähes kaupalliseen saatavuuteen rakennuksissa, liikenteessä ja teollisuudessa. Vuosina 2010–2019 aurinkoenergian (85 prosenttia), tuulienergian (55 prosenttia) ja litiumioniakkujen (85 prosenttia) yksikkökustannukset ovat jatkuvasti laskeneet ja niiden käyttöönotto on lisääntynyt huomattavasti, esimerkiksi aurinkoenergian osalta >10 × ja sähköajoneuvojen osalta >100 ×, vaikkakin se vaihtelee suuresti alueittain (kaavio 2.4). Aurinko- ja tuulivoimasta saatava sähkö on nyt monilla alueilla halvempaa kuin fossiilisista lähteistä saatava sähkö, sähköajoneuvot ovat yhä kilpailukykyisempiä polttomoottoreiden kanssa ja laajamittainen akkujen varastointi sähköverkkoihin on yhä kannattavampaa. Verrattuna modulaarisiin pienikokoisiin teknologioihin empiiriset tulokset osoittavat, että useat laajamittaiset hillitsemisteknologiat, joilla on vähemmän oppimismahdollisuuksia, ovat vähentäneet kustannuksia mahdollisimman vähän ja niiden käyttöönotto on kasvanut hitaasti. Päästöintensivisten järjestelmien ylläpitäminen voi joillakin alueilla ja aloilla olla kalliimpaa kuin siirtyminen vähäpäästöisiin järjestelmiin. (korkea luottamus) {WGIII SPM B.4, WGIII SPM B.4.1, WGIII SPM C.4.2, WGIII SPM C.5.2, WGIII SPM C.7.2, WGIII SPM C.8, WGIII Kuva SPM.3, WGIII Kuva SPM.3}

Lähes kaikkien perusmateriaalien – primäärimetallien, rakennusmateriaalien ja kemikaalien – osalta monet matalan tai nollan kasvihuonekaasuintensiteetin tuotantoprosessit ovat pilottivaiheessa lähes kaupallisessa ja joissakin tapauksissa kaupallisessa vaiheessa, mutta ne eivät ole vielä vakiintuneita teollisuuskäytäntöjä. Integroitu suunnittelu rakentamisessa ja rakennusten jälkiasennuksissa on johtanut yhä useampiin esimerkkeihin nollaenergiarakennuksista tai nollahiilirakennuksista. Teknologiset innovaatiot mahdollistivat LED-valaistuksen laajamittaisen käyttöönoton.

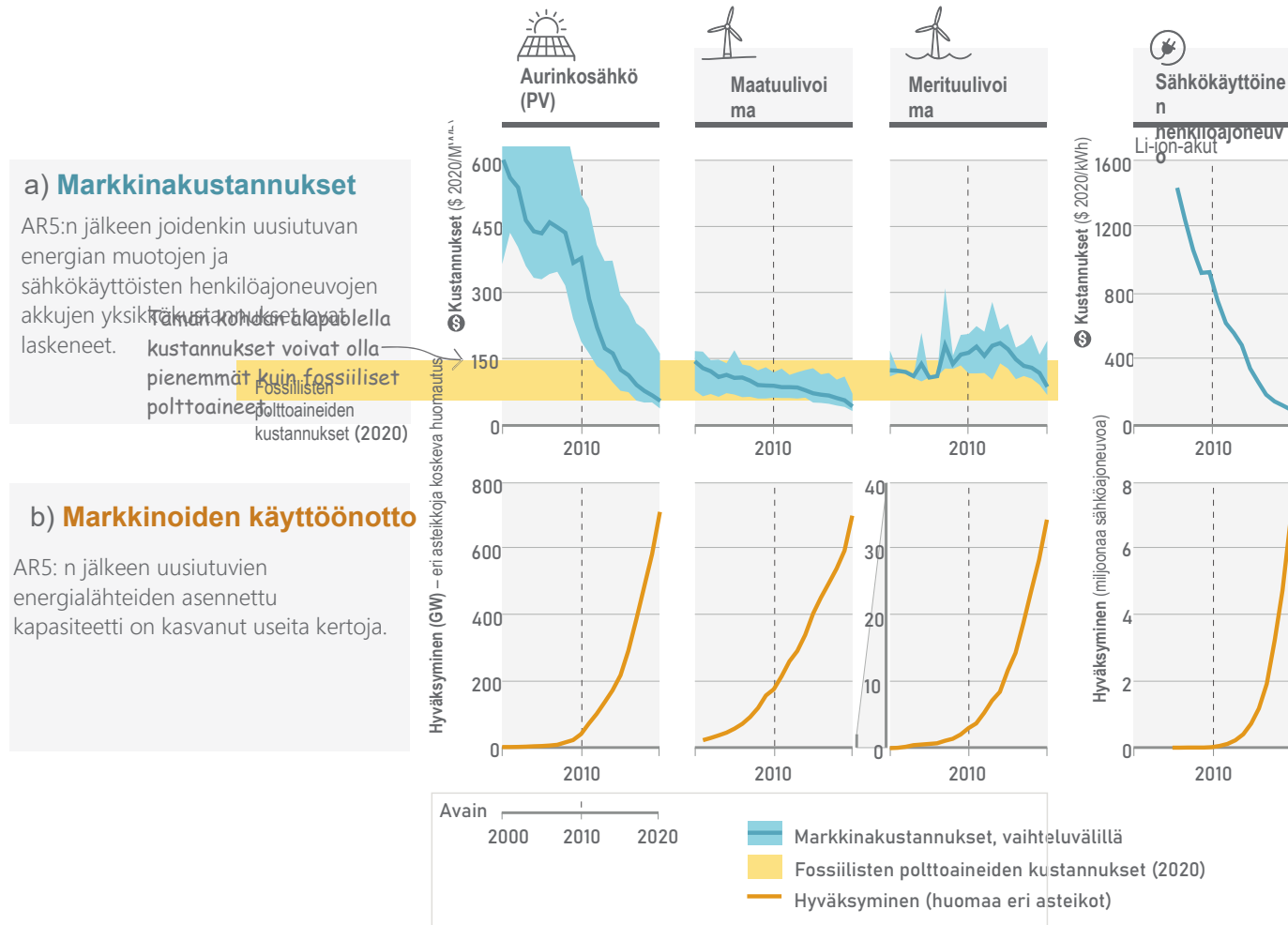
Digitaalitekniikat, kuten anturit, esineiden internet, robotiikka ja tekoäly, voivat parantaa energianhallintaa kaikilla aloilla. ne voivat lisätä energiatehokkuutta ja edistää monien vähäpäästöisten teknologioiden, myös hajautetun uusiutuvan energian, käyttöönottoa luoden samalla taloudellisia mahdollisuuksia. Joitakin näistä ilmastonmuutoksen hillinnän hyödyistä voidaan kuitenkin vähentää tai tasapainottaa digitaalisten laitteiden käytöstä johtuvalla tavaroiden ja palvelujen kysynnän kasvulla. Useat hillitsemisvaihtoehdot, erityisesti aurinkoenergia, tuulienergia, kaupunkijärjestelmien sähköistäminen, kaupunkien vihreä infrastruktuuri, energiatehokkuus, kysyntäpuolen hallinta, parempi metsän- ja viljelykasvien/nurmen hoito sekä elintarvikejätteen ja -hävikin vähentäminen, ovat teknisesti toteuttamiskelpoisia, niistä on tulossa yhä kustannustehokkaampia ja ne saavat yleisesti kannatusta yleisöltä, mikä mahdollistaa käyttöönoton laajentamisen monilla alueilla. (korkea luotettavuus) {WGIII SPM B.4.3, WGIII SPM C.5.2, WGIII SPM C.7.2, WGIII SPM E.1.1, WGIII TS.6.5}

Maailmanlaajuiset ilmastorahoitusvirrat ovat kasvaneet ja rahoituskanavat laajentuneet (korkea luottamus). Ilmastonmuutoksen hillitsemiseen ja siihen sopeutumiseen osoitetut vuotuiset kokonaisrahoitusvirrat kasvoivat jopa 60 prosenttia vuosina 2013–2014–2019–20, mutta keskimääräinen kasvu on hidastunut vuodesta 2018 (keskitason luottamus) ja suurin osa ilmastorahoituksesta pysyy kansallisten rajojen sisällä (korkea luottamus). Vihreiden joukkolainojen, ympäristö-, sosiaali- ja hallintotapatuotteiden sekä kestävien rahoitustuotteiden markkinat ovat laajentuneet merkittävästi viidennen arviointikertomuksen jälkeen (korkea luottamus). Sijoittajat, keskuspankit ja rahoitusalan sääntelyviranomaiset lisäävät tietoisuutta ilmastoriskeistä tukeakseen ilmastopolitiikan kehittämistä ja täytäntöönpanoa (korkea luottamus). Nopeutettu kansainvälinen rahoitusyhteistyö on ratkaisevan tärkeä vähähiilisten ja oikeudenmukaisten siirtymien mahdollistaja (korkea luottamus). {WGIII SPM B.5.4, WGIII SPM E.5, WGIII TS.6.3, WGIII TS.6.4}

Taloudelliset välineet ovat vähentäneet päästöjä tehokkaasti, ja niitä on täydennetty sääntelyvälineillä pääasiassa kansallisella ja myös alueellisella tasolla (korkea luottamus). Vuoteen 2020 mennessä yli 20 prosenttia maailman kasvihuonekaasupäästöistä katettiin hiiliveroilla tai päästökauppajärjestelmillä, vaikka kattavuus ja hinnat eivät ole riittäneet perusteellisten vähennysten saavuttamiseen (keskimääräinen luottamus). Hiilen hinnoitteluvälineiden pääoma- ja jakaumavaikutuksiin voidaan puuttua muun muassa käyttämällä hiiliveroista tai päästökaupasta saatavia tuloja pienituloisten kotitalouksien tukemiseen (korkea luottamus). Kustannuksia vähentävien ja aurinkoenergian, tuulienergian ja litiumioniakkujen käyttöönottoa edistävien toimintapolitiittisten välineiden yhdistelmään kuuluvat julkinen T&K-toiminta, demonstrointi- ja pilottihankkeiden rahoitus sekä kysyntävetoiset välineet, kuten käyttöönottotuet mittakaavan saavuttamiseksi (korkea luottamus) (kaavio 2.4). {WGIII SPM B.4.1, WGIII SPM B.5.2, WGIII SPM E.4.2, WG III TS.3}

Politiikoilla tuetut hillitsemistoimet ovat osaltaan vähentäneet maailmanlaajuisia energia- ja hiili-intensiteettiä vuosina 2010–2019, ja yhä useammat maat ovat saavuttaneet absoluuttisia kasvihuonekaasupäästöjen vähennyksiä yli vuosikymmenen ajan (korkea luottamus). Vaikka maailmanlaajuiset kasvihuonekaasujen nettopäästöt ovat lisääntyneet vuodesta 2010, maailmanlaajuinen energiantensiteetti (primäärienergian kokonaismäärä BKT-yksikköä kohti) väheni 2 prosenttia vuodesta 2010 vuoteen 2019. Myös maailmanlaajuinen hiili-intensiteetti (CO₂-FFI primäärienergiayksikköä kohti) väheni 0,3 prosenttia v–1, mikä johtui pääasiassa polttoaineen vaihtamisesta hiilestä kaasuun, hiilikapasiteetin vähenemisestä ja uusiutuvien energialähteiden käytön lisääntymisestä sekä suurista alueellisista vaihteluista samalla ajanjaksolla. Monissa maissa toimintapolitiikat ovat parantaneet energiatehokkuutta, vähentäneet metsäkatoa ja nopeuttaneet teknologian käyttöönottoa, mikä on johtanut päästöjen välttämiseen ja joissakin tapauksissa vähenemiseen tai poistamiseen (korkea luottamus). Vähintään 18 maata on vuodesta 2005 lähtien vähentänyt jatkuvasti tuotantoon, kasvihuonekaasuihin ja kulutukseen perustuvia absoluuttisia hiilidioksidipäästöjä yli kymmenen vuoden ajan energiahuollon hiilestä irtautumisen, energiatehokkuuden paranemisen ja energian kysynnän vähentämisen avulla, mikä johtuu sekä politiikoista että talousrakenteen muutoksista (korkea luottamus). Jotkin maat ovat vähentäneet tuotantoperusteisia kasvihuonekaasupäästöjä kolmanneksella tai enemmän huipun jälkeen, ja jotkin maat ovat saavuttaneet noin 4 prosentin vähennysasteen vuositasolla useiden vuosien ajan peräkkäin (korkea luottamus). Useat todisteet viittaavat siihen, että hillitsemispolitiikat ovat johtaneet siihen, että maailmanlaajuiset päästöt ovat välttyneet useilta GtCO₂-ekv. v–1 (keskimääräinen luottamus).

Uusiutuvan sähkön tuotanto on yhä hintakilpailukykyisempää ja jotkin alat sähköistävät



Kuva 2.4: Yksikkökustannusten aleneminen ja käyttö joissakin nopeasti muuttuvissa hillitsemisteknologioissa.

Yläpaneelissa a esitetään joidenkin nopeasti muuttuvien hillitsemisteknologioiden kokonaiskustannukset energiayksikköä kohti (USD/MWh). Yhtenäiset siniset viivat ilmaisevat keskimääräiset yksikkökustannukset kunakin vuonna. Vaaleansiniset varjostetut alueet osoittavat vaihteluvälin viidennen ja 95. persentiiliin välillä kunakin vuonna. Keltaisella varjostuksella tarkoitetaan uuden fossiilisten polttoaineiden (hiili ja kaasu) sähkön yksikkökustannusten vaihteluväliä vuonna 2020 (55–148 Yhdysvaltain dollaria megawattitunnilta). Vuonna 2020 kolmen uusiutuvan energian teknologian tasoitettujen energiakustannukset voisivat kilpailla fossiilisten polttoaineiden kanssa monissa paikoissa. Akkujen osalta esitetyt kustannukset ovat 1 kWh akun varastointikapasiteettia; muiden osalta kustannukset ovat LCOE-kustannuksia, joihin sisältyvät asennus-, pääoma-, käyttö- ja ylläpitokustannukset tuotettua sähkön megawattituntia kohti. Kirjallisuudessa käytetään LCOE:tä, koska sen avulla voidaan tehdä johdonmukaisia vertailuja eri energiateknologioiden kustannussuuntauksista. Siihen eivät kuitenkaan sisälly verkkointegroinnin kustannukset tai ilmastovaikutukset. LCOE:ssä ei myöskään oteta huomioon muita ympäristöön liittyviä ja sosiaalisia ulkoisvaikutuksia, jotka voivat muuttaa teknologioiden kokonaiskustannuksia (rahallisia ja muita kuin rahallisia) ja muuttaa niiden käyttöönottoa. Alapaneelissa b esitetään kunkin teknologian kumulatiivinen maailmanlaajuinen käyttöönotto gigawatteina uusiutuvan energian asennettua kapasiteettia ja miljoonina akkukäyttöisten sähköajoneuvojen ajoneuvoina. Vuonna 2010 sijoitetaan pystysuora katkoviiva kuvaamaan viime vuosikymmenen aikana tapahtunutta muutosta. Sähköntuotannon osuus kuvastaa erilaisia kapasiteettitekijöitä; esimerkiksi tuulivoima tuottaa samalla asennettulla kapasiteetilla noin kaksi kertaa niin paljon sähköä kuin aurinkosähkö. Uusiutuvan energian ja akkujen teknologiat valittiin havainnollistaviksi esimerkeiksi, koska ne ovat viime aikoina osoittaneet nopeita muutoksia kustannuksissa ja käyttöönotossa ja koska saatavilla on johdonmukaisia tietoja. Muita työryhmän III raportissa arvioituja lieventämisvaihtoehtoja ei ole otettu huomioon, koska ne eivät täytä näitä kriteerejä. {WGIII Kuva SPM.3, WGIII 2.5, 6.4}

Vähintään 1,8 GtCO₂-ekv. v–1 vältettyjen päästöjen osalta voidaan laskea yhteen erilliset arviot taloudellisten ja sääntelyvälineiden vaikutuksista (keskimääräinen luottamus). Lainsäädäntöjen ja toimeenpanomääräysten määrän kasvu on vaikuttanut maailmanlaajuisiin päästöihin, ja sen arvioidaan aiheuttaneen 5,9 GtCO₂-ekv. v–1 vältettyjen päästöjen määrän vuonna 2016 (keskimääräinen luottamus). Nämä vähennykset ovat kompensoineet maailmanlaajuisia päästöjen kasvua vain osittain (korkea luottamus). {WGIII SPM B.1, WGIII SPM B.2.4, WGIII SPM B.3.5, WGIII SPM B.5.1, WGIII SPM B.5.3, WGIII 1.3.2, WGIII 2.2.3}

2.2.3. Mukauttamistoimet tähän mennessä

Sopeutumisen suunnittelussa ja täytäntöönpanossa on edistytty kaikilla aloilla ja alueilla, mikä on tuonut monia hyötyjä (erittäin suuri luottamus). Sopeutumisen tavoitetaso, laajuus ja edistyminen ovat nousseet hallitusten keskuudessa paikallisella, kansallisella ja kansainvälisellä tasolla sekä yritysten, yhteisöjen ja kansalaisyhteiskunnan keskuudessa (korkea luottamus). Käytettävissä on erilaisia välineitä, toimenpiteitä ja prosesseja, joilla voidaan mahdollistaa, nopeuttaa ja ylläpitää sopeutumisen täytäntöönpanoa (korkea luottamus). Kasvava yleinen ja poliittinen tietoisuus ilmastovaikutuksista ja -riskeistä on johtanut siihen, että vähintään 170 maata ja kaupunkia on sisällyttänyt sopeutumisen ilmastopolitiikkoihinsa ja suunnitteluprosesseihinsa (korkea luottamus). Päätöksenteon tukivälineitä ja ilmastopalveluja käytetään yhä enemmän (erittäin korkea luottamus), ja eri aloilla toteutetaan pilottihankkeita ja paikallisia kokeiluja (korkea luottamus). {WGII SPM C.1, WGII SPM.C.1.1, WGII TS.D.1.3, WGII TS.D.10}

Veteen liittyviin riskeihin ja vaikutuksiin sopeutuminen muodostaa suurimman osan (noin 60 prosenttia) kaikista dokumentoiduista⁸³ sopeutumistoimista (korkea luottamus). Suuri osa sopeutumistoimista liittyy maatalouteen, ja niihin kuuluvat maatilojen vesihuolto, veden varastointi, maaperän kosteuden säilyttäminen ja kastelu. Muita maatalouden mukautuksia ovat muun muassa lajikkeiden parannukset, peltometsäviljely, yhteisölähtöinen sopeutuminen sekä maatilojen ja maisemien monipuolistaminen (korkea luottamus). Sisämaan tulvien osalta tulvariskiä voidaan vähentää yhdistämällä muita kuin rakenteellisia toimenpiteitä, kuten varhaisvaroitusjärjestelmiä, parantamalla luonnollista vedenpidätyskykyä esimerkiksi ennallistamalla kosteikkoja ja jokia, ja maankäytön suunnittelulla, kuten rakentamattomilla alueilla tai yläjuoksun metsänhoidolla (keskimääräinen luottamus). Joitakin maahan liittyviä sopeutumistoimia, kuten kestävä elintarviketuotantoa, parempaa ja kestävä metsänhoitoa, maaperän orgaanisen hiilen hallintaa, ekosysteemien suojelua ja maan ennallistamista, metsäkadon ja metsien tilan heikkenemisen vähentämistä sekä ruokahävikin ja -jätteen vähentämistä, toteutetaan parhaillaan, ja niillä voi olla lieventäviä sivuhyötyjä (korkea luottamus). Sopeutumistoimia, joilla parannetaan biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteemipalvelujen kykyä sietää ilmastonmuutosta, ovat muun muassa lisäjännitysten tai -häiriöiden minimointi, pirstoutumisen vähentäminen, luontotyyppien laajuuden, kytkeytyneisyyden ja heterogeenisyyden lisääminen sekä pienimuotoisen suojelun suojeleminen silloin, kun mikroilmasto-olosuhteet voivat mahdollistaa lajien säilymisen (korkea luottamus). Useimmat kaupunkialueiden sopeutumista koskevat innovaatiot ovat tapahtuneet katastrofiriskien hallinnan, sosiaalisten turvaverkkojen ja vihreän/sinisen infrastruktuurin edistymisenä (keskiluottamus). Monia terveyttä ja hyvinvointia edistäviä sopeutumistoimenpiteitä on muilla aloilla (esim. elintarvikkeet, toimeentulo, sosiaalinen suojeleminen, vesi- ja jätevesihuolto, infrastruktuuri) (korkea luottamus). {WGII SPM C.2.1, WGII SPM C.2.2, WGII TS.D.1.2, WGII TS.D.1.4, WGII TS.D.4.2, WGII TS.D.8.3, WGII 4 ES; SRCL SPM B.1.1}

Sopeutuminen voi tuottaa useita lisähyötyjä, kuten parantaa maatalouden tuottavuutta, innovointia, terveyttä ja hyvinvointia, elintarviketurvaa, toimeentuloa ja biologisen monimuotoisuuden säilyttämistä sekä vähentää riskejä ja vahinkoja (erittäin suuri luottamus). {Työryhmä II SPM C1.1}

Maailmanlaajuisesti seurattu sopeutumisrahoitus on ollut kasvussa viidennen arviointikertomuksen jälkeen, mutta sen osuus ilmastorahoituksen kokonaismäärästä on vain pieni, se on epätasaista ja kehittynyt epäyhtenäisesti alueiden ja alojen välillä (korkea luottamus). Sopeutumisrahoitus on peräisin pääasiassa julkisista lähteistä, pääasiassa avustuksina, edullisin ehdoin myönnettävinä välineinä ja muina kuin edullisin ehdoin myönnettävinä välineinä (erittäin suuri luottamus). Maailmanlaajuisesti sopeutumisen yksityinen rahoitus eri lähteistä, kuten kaupallisilta rahoituslaitoksilta, institutionaalisilta sijoittajilta, muilta pääomasijoittajilta, yrityksiltä sekä yhteisöiltä ja kotitalouksilta, on ollut vähäistä erityisesti kehitysmaissa (korkea luottamus). Julkisilla mekanismeilla ja rahoituksella voidaan saada liikkeelle yksityisen sektorin rahoitusta sopeutumista varten puuttumalla todellisiin ja havaittuihin sääntely-, kustannus- ja markkinaesteisiin esimerkiksi julkisen ja yksityisen sektorin kumppanuuksien avulla (korkea luottamus). Sopeutumis- ja selviytymiskyvyn rahoitukseen liittyviä innovaatioita, kuten ennusteisiin perustuvia/ennakoivia rahoitusjärjestelmiä ja alueellisia riskivakuutuspooleja, on kokeiltu, ja ne ovat kasvussa (korkea luottamus). {WGII SPM C.3.2, WGII SPM C.5.4; WGII TS.D.1.6, WGII Cross-Chapter Box FINANCE; Työryhmä III: SPM E.5.4}

On olemassa sopeutumisvaihtoehtoja, jotka vähentävät⁸⁴ tehokkaasti ilmastoriskejä⁸⁵ tietyissä yhteyksissä, tietyillä aloilla ja tietyillä alueilla ja edistävät myönteisesti kestävä kehitystä ja muita yhteiskunnallisia tavoitteita. Maatalousalalla lajikkeiden parannukset, tilalla tapahtuva vesihuolto ja -varastointi, maaperän kosteuden säilyttäminen,

83 Dokumentoitu sopeutuminen viittaa julkaistuun kirjallisuuteen sopeutumispolitiikoista, -toimenpiteistä ja -toimista, jotka on toteutettu ja dokumentoitu vertaisarvioidussa kirjallisuudessa, toisin kuin sopeutuminen, joka on saatettu suunnitella mutta jota ei ole toteutettu.

84 Vaikuttavuudella tarkoitetaan tässä sitä, missä määrin sopeutumisvaihtoehdon ennakoita tai havaitaan vähentävän ilmastoon liittyviä riskejä.

85 Ks. liite I: Sanasto.

kastelu,⁸⁶ peltometsävilljely, yhteisöpohjainen sopeutuminen sekä maa- ja maisematason monipuolistaminen ja kestävät maankäytön lähestymistavat tarjoavat monia etuja ja vähentävät ilmastoriskejä. Ruokahävikin ja -jätteen vähentäminen sekä sopeutumistoimenpiteet, joilla tuetaan tasapainoista ruokavaliota, edistävät ravitsemukseen, terveyteen ja biologiseen monimuotoisuuteen liittyviä hyötyjä. (korkea luottamus) {WGII SPM C.2, WGII SPM C.2.1, WGII SPM C.2.2; SRCCL B.2, SRCCL SPM C.2.1}

Ekosysteemipohjaiset sopeutumismallit,⁸⁷ kuten kaupunkien viherryttäminen, kosteikkojen ennallistaminen ja yläjuoksun metsäekosysteemit, vähentävät erilaisia ilmastonmuutosriskejä, kuten tulvariskejä ja kaupunkien lämpöä, ja tuottavat useita sivuhyötyjä. Jotkin maapohjaiset sopeutumisvaihtoehdot tarjoavat välittömiä etuja (esim. turvemaiden, kosteikkojen, laidunmaiden, mangrovemetsien ja metsien suojelu); metsittäminen ja uudelleenmetsittäminen, runsashiilisten ekosysteemien ennallistaminen, peltometsätalous ja huonontuneen maaperän ennallistaminen vievät enemmän aikaa mitattavissa olevien tulosten saavuttamiseen. Sopeutumisen ja hillitsemisen välillä on merkittäviä synergioita, esimerkiksi kestävän maankäytön lähestymistapojen avulla. Agroekologiset periaatteet ja käytännöt sekä muut lähestymistavat, jotka toimivat luonnollisten prosessien kanssa, tukevat elintarviketurvaa, ravitsemusta, terveyttä ja hyvinvointia, elinkeinoja ja biologista monimuotoisuutta, kestävyyttä ja ekosysteemipalveluja. (korkea luotettavuus) {WGII SPM C.2.1, WGII SPM C.2.2, WGII SPM C.2.5, WGII TS.D.4.1; SRCCL SPM B.1.2, SRCCL SPM B.6.1; SROCC SPM C.2}

Muiden kuin rakenteellisten toimenpiteiden, kuten varhaisvaroitusjärjestelmien ja rakenteellisten toimenpiteiden, kuten leveiden, yhdistelmät ovat vähentäneet ihmishenkien menetyksiä sisämaan tulvissa (keskitasoinen luottamus), ja varhaisvaroitusjärjestelmät sekä rakennusten tulvasuojaus ovat osoittautuneet kustannustehokkaiksi rannikkotulvien yhteydessä nykyisen merenpinnan nousun aikana (korkea luottamus). Lämpöterveyttä koskevat toimintasuunnitelmat, joihin sisältyy varhaisvaroitusta- ja reagointijärjestelmiä, ovat tehokkaita sopeutumisvaihtoehtoja äärimmäiselle kuumuudelle (korkea luottamus). Tehokkaita sopeutumisvaihtoehtoja vesi-, elintarvike- ja vektorivälitteisten tautien osalta ovat juomaveden saatavuuden parantaminen, vesi- ja sanitaatiojärjestelmien äärimmäisille sääilmiöille altistumisen vähentäminen sekä varhaisvaroitusjärjestelmien, valvonnan ja rokotteiden kehittämisen parantaminen (erittäin korkea luottamus). Sopeutumisvaihtoehtoja, kuten katastrofiriskien hallintaa, varhaisvaroitusjärjestelmiä, ilmastopalveluja ja sosiaalisia turvaverkkoja, voidaan soveltaa laajasti useilla aloilla (korkea luottamus). {WGII SPM C.2.1, WGII SPM C.2.5, WGII SPM C.2.9, WGII SPM C.2.11, WGII SPM C.2.13; SROCC SPM C.3.2}

Integroidut, monialaiset ratkaisut, joilla puututaan sosiaaliseen epätasa-arvoon, eriytetään ilmastoriskeihin perustuvat ja eri järjestelmiä kattavat toimet ja lisätään sopeutumisen toteutettavuutta ja tehokkuutta useilla aloilla (korkea luottamus). {WGII SPM C.2}

86 Kastelu vähentää tehokkaasti kuivuusriskiä ja ilmastovaikutuksia monilla alueilla, ja sillä on useita toimeentuloon liittyviä etuja, mutta sitä on hallinnoitava asianmukaisesti, jotta vältetään mahdolliset kielteiset vaikutukset, joihin voi sisältyä pohjaveden ja muiden vesilähteiden nopeampi ehtyminen ja maaperän suolaantumisen lisääntyminen (keskimääräinen luottamus).

87 EbA on tunnustettu kansainvälisesti biologista monimuotoisuutta koskevassa yleissopimuksessa (CBD14/5). Tähän liittyvä käsite on luontopohjaiset ratkaisut (NbS), ks. liite I: Sanasto.

2.3 Nykyiset hillitsemis- ja sopeutumistoimet ja -politiikat eivät ole riittäviä

Tämän arvioinnin ajankohtana maailmanlaajusten tavoitteiden ja ilmoitettujen kansallisten tavoitteiden summan välillä on⁸⁸ aukkoja. Niitä pahentavat vielä erot ilmoitettujen kansallisten tavoitteiden ja nykyisen täytäntöönpanon välillä ilmastotoimien kaikkien näkökohtien osalta. Ilmastomuutoksen hillitsemiseksi kansallisesti määriteltyjen panosten lokakuuhun 2021 mennessä ilmoittamat maailmanlaajuiset kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2030 tekisivät todennäköiseksi, että lämpeneminen ylittää 1,5 celsiusastetta 2000-luvulla, ja vaikeuttaisivat lämpenemisen rajoittamista alle kahteen celsiusasteeseen. Edistymisestä⁸⁹ huolimatta sopeutumisessa⁹⁰ on edelleen puutteita, ja monissa aloitteissa asetetaan etusijalle lyhyen aikavälin riskien vähentäminen, mikä haittaa muutokseen sopeutumista. Joillakin aloilla ja alueilla on saavutettu kovat ja pehmeät sopeutumisen rajat, ja myös huono sopeutuminen lisääntyy ja vaikuttaa suhteettomasti haavoittuvassa asemassa oleviin ryhmiin. Systeemisest esteet, kuten rahoituksen, tietämyksen ja käytäntöjen puutteet, mukaan lukien ilmastolukutaidon ja -tietojen puute, haittaavat sopeutumisen edistymistä. Riittämätön rahoitus erityisesti sopeutumista varten rajoittaa ilmastotoimia erityisesti kehitysmaissa. (korkea luottamus)

2.3.1. Vähentämiskäytäntöjen, sitoumusten ja reittien välinen kuilu, joka rajoittaa lämpenemisen 1,5 °C:een tai alle 2 °C:seen

Ennen COP26-kokousta ilmoitettujen kansallisesti määriteltyjen panosten täytäntöönpanoon liittyvät maailmanlaajuiset kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2030 tekisivät⁹¹ todennäköiseksi, että lämpeneminen ylittää 1,5 celsiusastetta 2000-luvulla, ja vaikeuttaisivat lämpenemisen rajoittamista alle kahteen celsiusasteeseen – ellei lisäsitoumuksia tehdä tai toimia toteuteta (kaavio 2.5, taulukko 2.2). Huomattava ”päästökuihu” on olemassa, koska ennen COP26-kokousta ilmoitettujen kansallisesti määriteltyjen panosten täytäntöönpanoon liittyvät maailmanlaajuiset kasvihuonekaasupäästöt olisivat vuonna 2030 samanlaiset tai vain hieman pienemmät kuin vuoden 2019 päästötasot ja suuremmat kuin ne, jotka liittyvät mallinnettuihin hillitsemispolkuihin, jotka rajoittavat lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen (> 50 prosenttia) ylittämättä lainkaan tai vain vähän ylittämättä sitä tai 2 celsiusasteeseen (> 67 prosenttia), olettaen, että toteutetaan välittömiä toimia, mikä edellyttää perusteellisia, nopeita ja kestäviä maailmanlaajuisia kasvihuonekaasupäästöjen vähennyksiä tällä vuosikymmenellä (korkea luottamus) (taulukko 2.2, taulukko 3.1, 4.1).⁹² Päästökuilun suuruus riippuu tarkasteltavasta ilmaston lämpenemistasosta ja siitä, otetaanko kansallisesti määriteltyjen panosten osatekijät⁹³ huomioon vain mahdollisina vai myös mahdollisina (korkea luottamus) (taulukko 2.2). Mallinnetuilla kehityspoluilla, jotka ovat yhdenmukaisia ennen COP26-kokousta vuoteen 2030 ilmoitettujen kansallisesti määriteltyjen panosten kanssa ja joissa oletetaan, ettei tavoitetasoa nosteta sen jälkeen, on suuremmat päästöt, mikä johtaa ilmaston lämpenemisen mediaaniin, joka on 2,8 [2,1–3,4] °C vuoteen 2100 mennessä (keskimääräinen luottamus). Jos päästökuihua ei pienennetä, ennen COP26-kokousta ilmoitettujen kansallisesti määriteltyjen panosten mukaiset maailmanlaajuiset kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2030 tekevät todennäköiseksi, että lämpeneminen ylittää 1,5 celsiusastetta 2000-luvulla, kun taas lämpenemisen rajoittaminen kahteen celsiusasteeseen (> 67 %) merkitsisi hillitsemistoimien ennennäkemätöntä nopeutumista vuosina 2030–2050 (keskimääräinen luottamus) (ks. kohta 4.1, monialainen laatikko 2). {WGIII SPM B.6, WGIII SPM B.6.1, WGIII SPM B.6.3, WGIII SPM B.6.4, WGIII SPM C.1.1}

Vuoden 2020 loppuun mennessä toteutettavien politiikkojen ennustetaan johtavan vuonna 2030 suurempiin maailmanlaajuisiin kasvihuonekaasupäästöihin kuin kansallisesti määriteltyt panokset, mikä viittaa ”täytäntöönpanokuihuun”⁹⁴ (korkea luottamus) (taulukko 2.2, kaavio 2.5). Vuoden 2020 loppuun mennessä toteutettujen politiikkojen ennustetut maailmanlaajuiset päästöt ovat 57 (52–60) GtCO₂-ekv. vuonna 2030 (taulukko 2.2). Tämä viittaa siihen, että täytäntöönpanovaje kansallisesti määriteltyihin panoksiin verrattuna on 4–7 GtCO₂-ekv vuonna 2030 (taulukko 2.2); Jos politiikkaa ei vahvisteta, päästöjen ennustetaan lisääntyvän niin, että maapallon keskilämpötilan nousu

88 Arviointien eri jaksotusten ajoitus vaihtelee työryhmän raportin ja arvioidun näkökohdan mukaan. Ks. 1 jakson alaviite 58.

89 Ks. CSB.2 skenaarioiden ja väylien tarkastelusta.

90 Ks. liite I: Sanasto.

91 Ennen COP26-kokousta ilmoitetut kansallisesti määriteltyt panokset viittaavat uusimpiin kansallisesti määriteltyihin panoksiin, jotka on toimitettu UNFCCC:lle työryhmän III raportin kirjallisuuden koontipäivään 11. lokakuuta 2021 mennessä, ja tarkistettuihin kansallisesti määriteltyihin panoksiin, joista Kiina, Japani ja Korean tasavalta ilmoittivat ennen lokakuuta 2021 mutta jotka on toimitettu vasta sen jälkeen. Kansallisia tietokeskuksia päivitettiin 25 kertaa 12. lokakuuta 2021 ja COP26-kokouksen alkamisen välisenä aikana. {Työryhmän III erityisistunnon alaviite 24}

92 Välittömillä toimilla mallinnetuissa globaaleissa kehityspoluissa tarkoitetaan ilmastopolitiikkojen hyväksymistä vuoteen 2020 mennessä ja viimeistään ennen vuotta 2025 ilmaston lämpenemisen rajoittamiseksi tietyille tasolle. Mallinnetut reitit, jotka rajoittavat lämpenemisen 2 °C:seen (> 67 %) välittömien toimien perusteella, on esitetty taulukossa 3.1 luokassa C3a. Kaikki arvioidut mallinnetut globaalit kehityskulut, jotka rajoittavat lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen (> 50 %) ylittämättä lainkaan tai ylittämättä sitä vain rajoitetusti, edellyttävät tässä määriteltyjä välittömiä toimia (taulukon 3.1 luokka C1). {Tiivistelmätyöryhmä III:n alaviite 26}

93 Tässä kertomuksessa kansallisesti määriteltyjen panosten ”ehdottomilla” osatekijöillä viitataan ilman ehtoja esitettyihin hillitsemistoimiin. ”Ehdollisilla” osatekijöillä tarkoitetaan hillitsemistoimia, jotka riippuvat kansainvälisestä yhteistyöstä, esimerkiksi kahden- ja monenvälisistä sopimuksista, rahoituksesta tai rahan ja/tai teknologian siirroista. Tätä terminologiaa käytetään kirjallisuudessa ja UNFCCC:n kansallisesti määriteltyjä panoksia koskeissa yhteenvetoraporteissa, ei Pariisin sopimuksessa. {Tiivistelmätyöryhmä III:n alaviite 27}

94 Täytäntöönpanon puutteet viittaavat siihen, missä määrin tällä hetkellä toteutetut politiikat ja toimet eivät riitä täyttämään sitoumuksia. ”Vuoden 2020 loppuun mennessä täytäntöönpanojen politiikkojen” kasvihuonekaasupäästöjen arvioinnissa käytettyjen tutkimusten määräpäivä vaihtelee heinäkuun 2019 ja marraskuun 2020 välillä. {Työryhmän III taulukko 4.2, työryhmän III SPM alaviite 25}

on 2,2–3,5 celsiusastetta (erittäin todennäköinen vaihteluväli) vuoteen 2100 mennessä (keskimääräinen luottamus) (ks. kohta 3.1.1). {WGIII SPM B.6.1, WGIII SPM C.1}

Ennustetut kumulatiiviset tulevat hiilidioksidipäästöt nykyisen fossiilisten polttoaineiden infrastruktuurin elinkaaren aikana ilman lisävähennyksiä⁹⁵ ylittävät kumulatiiviset kokonaisnettohiilidioksidipäästöt reiteillä, joilla lämpeneminen rajoitetaan 1,5 celsiusasteeseen (> 50 prosenttia) ylittämättä sitä lainkaan tai ylittämättä sitä vain rajoitetusti. Ne ovat suunnilleen yhtä suuret kuin kumulatiiviset hiilidioksidin kokonaisnettopäästöt reiteillä, joilla lämpeneminen rajoitetaan kahteen celsiusasteeseen 83 prosentin todennäköisyydellä⁹⁶ (ks. kaavio 3.5). Lämpenemisen rajoittaminen 2 °C:een (>67 %) tai sitä alhaisempaan lämpötilaan johtaa hukkainvestointeihin. Noin 80 prosenttia hiilestä, 50 prosenttia kaasusta ja 30 prosenttia öljyvaroista ei voida polttaa ja päästää ympäristöön, jos lämpeneminen rajoitetaan kahteen celsiusasteeseen. Merkittävästi enemmän varantoja odotetaan jäävän polttamatta, jos lämpeneminen rajoitetaan 1,5 celsiusasteeseen. (korkea luottamus) {WGIII SPM B.7, WGIII Box 6.3}

Kansallisesti määriteltuihin vuoden 2030 ennustettuihin maailmanlaajuisiin päästöihin liittyvät päästö- ja täytäntöönpanovajeet

Panokset (kansalliset panokset) ja täytäntöönpannut politiikat

	Sisältyy vuoden 2020 loppuun mennessä toteutettuihin politiikkoihin (GtCO ₂ -ekv/vuosi)	Kansallisesti määriteltyt panokset, joista ilmoitettiin ennen COP26-kokousta	
		Ehdottomat elementit (GtCO ₂ -ekv/vuosi)	Mukaan lukien ehdolliset tekijät (GtCO ₂ -ekv/vuosi)
Ennustettujen maailmanlaajuisten päästöjen mediaani (min–max)*	57 [52–60]	4	7
Toteutettujen politiikkojen ja kansallisesti määriteltyjen panosten välinen täytäntöönpanokuilu (mediaani)	–	53 [50–57]	50 [47–55]
Päästökuilu kansallisesti määriteltyjen panosten ja sellaisten reittien välillä, jotka rajoittavat lämpenemisen kahteen celsiusasteeseen (> 67 %) välittömin toimin	–	10–16	6–14
Päästökuilu kansallisesti määriteltyjen panosten ja sellaisten reittien välillä, jotka rajoittavat lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen (>50 %), ylittämättä lainkaan tai vain	–	19–26	16–23

95 Vähentäminen viittaa tässä ihmisen toimiin, jotka vähentävät fossiilisten polttoaineiden infrastruktuurista ilmakehään vapautuvien kasvihuonekaasujen määrää. {Tiivistelmätyöryhmä III:n alaviite 34}

96 WGI tarjoaa hiilibudjetit, jotka vastaavat ilmaston lämpenemisen rajoittamista lämpötilarajoihin eri todennäköisyyksillä, kuten 50%, 67% tai 83%. {WGI Taulukko SPM.2}

Ilmastonmuutos 2023 – yhteenvetoraportti

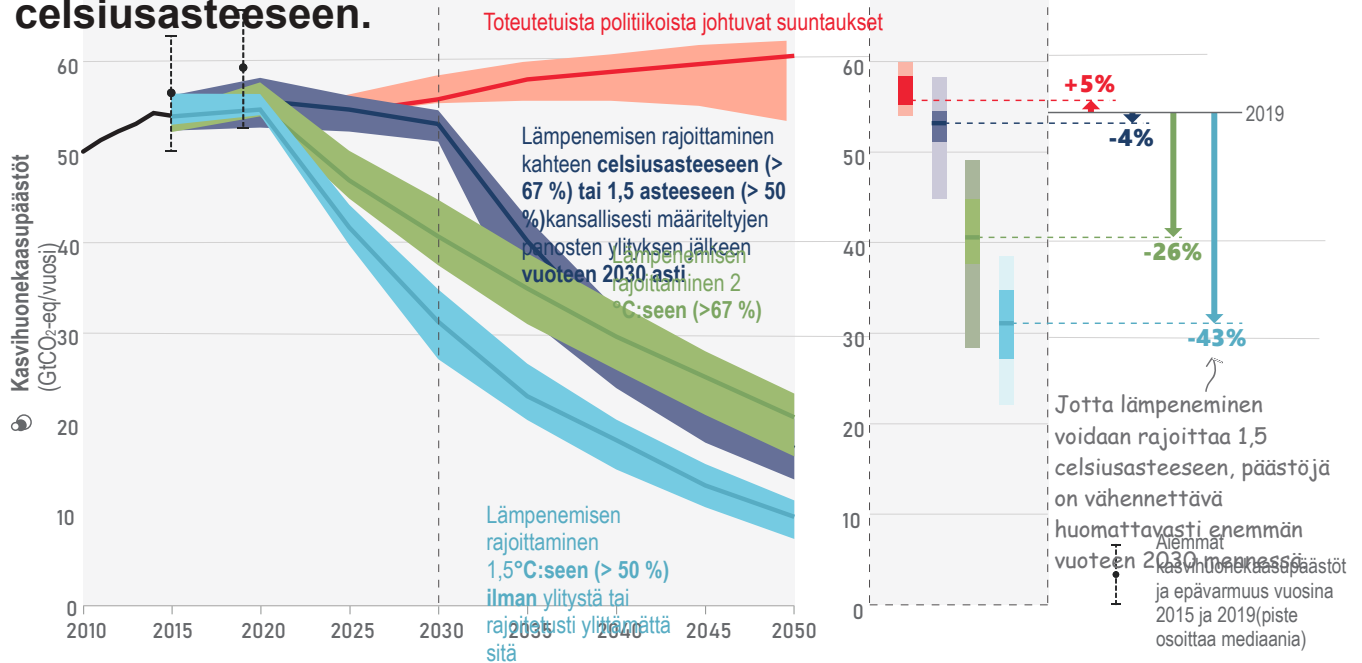
vähän välittömällä toimilla			
*Vuoden 2030 päästöennusteet ja päästöjen bruttoerot perustuvat vuoden 2019 päästöihin, jotka ovat 52–56 GtCO ₂ -ekv. vuodessa, kuten mallitutkimuksissa oletetaan. (keskiluottamus)			

2.2 Ennustetut maailmanlaajuiset päästöt vuonna 2030, jotka liittyvät vuoden 2020 loppuun mennessä toteutettuihin politiikkoihin ja ennen COP26-kokousta ilmoitettuihin kansallisesti määriteltyihin panoksiin, sekä niihin liittyvät päästövaheet.

Vuotta 2030 koskevat päästöennusteet ja päästöjen bruttoerot perustuvat vuoden 2019 päästöihin, jotka ovat 52–56 GtCO₂-ekv. v–1, kuten mallitutkimuksissa oletetaan.⁹⁷ (keskimääräinen luotettavuus) {Työryhmän III taulukko SPM.1} (Taulukko 3.1, poikkileikkauslaatikko.2)

⁹⁷ Yhdenmukaistettujen kasvihuonekaasupäästöjen vaihteluväli vuonna 2019 kaikilla kehityspoluilla [53–58 GtCO₂-eq] on WGIII:n 2 luvussa arvioitujen vuoden 2019 päästöjen epävarmuusvälien sisällä [53–66 GtCO₂-eq].

Ennen COP26-kokousta ilmoitetut kansallisesti määriteltujen panosten ennustetut maailmanlaajuiset kasvihuonekaasupäästöt tekisivätkö todennäköiseksi, että lämpeneminen ylittää 1,5 celsiusastetta, ja vaikeuttaisivat myös vuoden 2030 jälkeen lämpenemisen rajoittamista alle 2 celsiusasteeseen.



Kaavio 2.5 Mallinnettujen kehityspolkujen maailmanlaajuiset kasvihuonekaasupäästöt (paneelin a syklit) ja vuoden 2030 lyhyen aikavälin toimintapoliittisten arviointien ennustetut päästötulokset (paneeli b).

Paneelissa a esitetään maailmanlaajuiset kasvihuonekaasupäästöt vuosina 2015–2050 neljäntyyppisille arvioiduille mallinnetuille maailmanlaajuisille kehityspoluille:

- Toteutetuista politiikoista johtuvat suuntaukset: Väylät, joiden ennustetut kasvihuonekaasupäästöt ovat vuoden 2020 loppuun mennessä täytäntöönpanojen politiikkojen mukaisia ja jotka on jatkettu vastaavilla tavoitetasoilla vuoden 2030 jälkeen (29 skenaariota luokissa C5–C7, työryhmä III:n taulukko SPM.2).

- Rajoitetaan kahteen celsiusasteeseen (> 67 %) tai palautetaan lämpeneminen 1,5 celsiusasteeseen (> 50 %) suuren ylityksen jälkeen, kansallisesti määritellyt panokset vuoteen 2030 saakka: Vuoteen 2030 ulottuvat kasvihuonekaasupäästöjen kehityspolut, jotka liittyvät ennen COP26-kokousta ilmoitettujen kansallisesti määriteltujen panosten täytäntöönpanoon, ja sen jälkeen nopeutetut päästövähennykset, jotka todennäköisesti rajoittavat lämpenemisen kahteen celsiusasteeseen (C3b, WGIII-*taulukko SPM.2*) tai palauttavat lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen todennäköisyydellä, joka on 50 prosenttia tai enemmän suuren ylityksen jälkeen (42 skenaarion osa C2-skenaariosta, WGIII-*taulukko SPM.2*).

- Rajoitetaan 2 °C:seen (> 67 %) välittömin toimin: Reitit, jotka rajoittavat lämpenemisen 2 °C:seen (> 67 %) ja joilla toteutetaan välittömiä toimia vuoden 2020 jälkeen (C3a, työryhmä III:n *taulukko SPM.2*).

- Rajoitetaan 1,5 °C:seen (> 50 %) ylittämättä sitä lainkaan tai ylittämättä sitä vain rajoitetusti: Reitit, joilla lämpeneminen rajoitetaan 1,5 celsiusasteeseen ylittämättä sitä lainkaan tai ylittämättä sitä vain vähän (C1, WGIII-*taulukko SPM.2 C1*).

Kaikki nämä väylät edellyttävät välittömiä toimia vuoden 2020 jälkeen. Aikaisemmat vuosien 2010–2015 kasvihuonekaasupäästöt, joita on käytetty mallinnettujen reittien ilmastolämpenemistulosten ennustamiseen, on esitetty mustalla viivalla. Paneelissa b esitetään tilannekuva mallinnettujen kehityspolkujen kasvihuonekaasupäästöjen vaihteluväleistä vuonna 2030 ja vuoden 2030 lyhyen aikavälin toimintapoliittisten arviointien ennustetuista päästötuloksista työryhmän III luvun 4.2 mukaisesti (*taulukot 4.2 ja 4.3; mediaani ja koko alue*). Kasvihuonekaasupäästöt ovat CO₂-ekvivalentteja, kun käytetään AR6 WGI:n GWP100-arvoa. {WGIII Kuva SPM.4, WGIII 3.5, 4.2, *taulukko 4.2, Taulukko 4.3, luvun 4 poikkileikkauslaatikko*} (*taulukko 3.1, poikkileikkauslaatikko.2*)

Monijaksoinen laatikko 1: Hiilidioksidin nettonollapäästöjen ja kasvihuonekaasujen nettonollapäästöjen ymmärtäminen

Ihmissen aiheuttaman ilmaston lämpenemisen rajoittaminen tietyllä tasolla edellyttää kumulatiivisten hiilidioksidipäästöjen rajoittamista, nollanetto-päästöjen tai negatiivisten nettohiilidioksidipäästöjen saavuttamista sekä muiden kasvihuonekaasupäästöjen voimakasta vähentämistä (ks. 3.3.2). Tuleva lisälämmitys riippuu tulevista päästöistä, ja kokonaislämmitystä hallitsevat aikaisemmat ja tulevat kumulatiiviset hiilidioksidipäästöt. {WGI SPM D.1.1, WGI Kuva SPM.4; SR1.5 SPM A.2.2}

Hiilidioksidin nollanetto-päästöjen saavuttaminen eroaa kasvihuonekaasujen nollanetto-päästöjen saavuttamisesta. Kasvihuonekaasukorin nettonollan ajoitus riippuu päästömittarista, kuten ilmaston lämpenemispotentiaalista 100 vuoden ajanjaksolla, joka on valittu muuntamaan muut kuin hiilidioksidipäästöt hiilidioksidiäkvivalenteiksi (korkea luottamus). Tietyn päästöpolun osalta fyysinen ilmastovaste on kuitenkin riippumaton valitusta mittarista (korkea luottamus). {WGI SPM D.1.8; Työryhmän III laatikko TS.6, työryhmän III monialainen laatikko 2}

Kasvihuonekaasujen nollanetto-päästöjen saavuttaminen maailmanlaajuisesti edellyttää, että kaikki jäljellä olevat hiilidioksidipäästöt ja muut⁹⁸ kuin hiilidioksidilla painotetut kasvihuonekaasupäästöt tasapainotetaan pysyvästi varastoiduilla hiilidioksidi-poistumilla (korkea luottamus). Joitakin muita kuin hiilidioksidipäästöjä, kuten maatalouden metaani- ja typpioksidipäästöjä, ei voida täysin poistaa nykyisillä ja ennakoiduilla teknisillä toimenpiteillä. {WGIII SPM C.2.4, WGIII SPM C.11.4, WGIII Cross-Chapter Box 3}

Hiilidioksidi- tai kasvihuonekaasupäästöjen maailmanlaajuinen nettonollataso voidaan saavuttaa, vaikka jotkin alat ja alueet ovat nettopäästöjen aiheuttajia, edellyttäen että toiset saavuttavat negatiiviset nettopäästöt (ks. kaavio 4.1). Nettonollapäästöjen tai jopa negatiivisten nettopäästöjen saavuttamisen mahdollisuudet ja kustannukset vaihtelevat ajoittain ja alueittain. Se, saavutetaanko tietyn alan tai alueen nettonollapäästöt ja milloin ne saavutetaan, riippuu useista tekijöistä, kuten mahdollisuuksista vähentää kasvihuonekaasupäästöjä ja toteuttaa hiilidioksidin poistoja, niihin liittyvistä kustannuksista sekä sellaisten politiikkamekanismien saatavuudesta, joilla voidaan tasapainottaa päästöjä ja poistumia alojen ja maiden välillä. (korkea luottamus) {Työryhmän III laatikko TS.6, Työryhmän III monialainen laatikko 3}

Nollapäästötavoitteiden hyväksyminen ja täytäntöönpano maissa ja alueilla riippuu myös tasapuolisuus- ja kapasiteettinäkökohdista (korkea luottamus). Nettonollapolkujen muotoilu maittain hyötty soveltamisalan, toimintasuunnitelmien ja oikeudenmukaisuuden selkeydestä. Nollapäästötavoitteiden saavuttaminen riippuu politiikoista, instituutioista ja välitavoitteista, joiden avulla edistymistä voidaan seurata. Vähiten kustannuksia aiheuttavien maailmanlaajuisten mallinnettujen kehityskulkujen on osoitettu jakavan hillitsemistoimet epätasaisesti, ja pääomaperiaatteiden sisällyttäminen voisi muuttaa nettonollan maakohtaista ajoitusta (korkea luottamus). Pariisin sopimuksessa tunnustetaan myös, että päästöjen huippu saavutetaan myöhemmin kehitysmaissa kuin kehittyneissä maissa (4 artiklan 1 kohta). {WGIII Box TS.6, WGIII Cross-Chapter Box 3, WGIII 14.3}

Lisätietoja maakohtaisista nettonollasitoumuksista annetaan 2.3.1 jaksossa, maailmanlaajuisten nettonollapäästöjen ajoituksesta 3.3.2 jaksossa ja nettonollan alakohtaisista näkökohdista 4.1 jaksossa.

98 Ks. edellä alaviite 12.

Monet maat ovat ilmaisseet aikomuksensa saavuttaa kasvihuonekaasujen nollanettopäästöt tai hiilidioksidipäästöjen nollanettopäästöt vuosisadan puoliväliin mennessä (Cross-Section Box.1). Yli 100 maata on joko hyväksynyt, ilmoittanut tai keskustelelee kasvihuonekaasujen nollanettopäästöjä tai hiilidioksidipäästöjen nollanettopäästöjä koskevista sitoumuksista, jotka kattavat yli kaksi kolmasosaa maailman kasvihuonekaasupäästöistä. Yhä useammat kaupungit asettavat ilmastotavoitteita, mukaan lukien kasvihuonekaasujen nettonollatavoitteet. Monet yritykset ja instituutiot ovat myös ilmoittaneet nettopäästöttömyystavoitteista viime vuosina. Erilaiset nettopäästöttömyyssitoumukset vaihtelevat maittain soveltamisalan ja erityisluonteen osalta, ja niiden toteuttamiseksi on tähän mennessä toteutettu vain vähän toimintapolitiikkoja. {WGIII SPM C.6.4, WGIII TS.4.1, WGIII taulukko TS.1, WGIII 13.9, WGIII 14.3, WGIII 14.5}

Kaikilla hillitsemisstrategioilla on täytäntöönpanoon liittyviä haasteita, kuten teknologiariskit, skaalautuminen ja kustannukset (korkea luottamus). Lähes kaikkiin hillitsemisvaihtoehtoihin kohdistuu myös institutionaalisia esteitä, joihin on puututtava, jotta niitä voidaan soveltaa laajamittaisesti (keskitason luottamus). Nykyiset kehityspolut voivat luoda käyttäytymiseen liittyviä, alueellisia, taloudellisia ja sosiaalisia esteitä hillitsemisen nopeuttamiselle kaikilla tasoilla (korkea luottamus). Poliittisten päättäjien, kansalaisten, yksityisen sektorin ja muiden sidosryhmien tekemät valinnat vaikuttavat yhteiskuntien kehityspolkuihin (korkea luottamus). Kansallisten olosuhteiden ja valmiuksien rakenteelliset tekijät (esim. taloudelliset ja luonnolliset voimavarat, poliittiset järjestelmät ja kulttuuriset tekijät sekä sukupuolinäkökohdat) vaikuttavat ilmastohallinnon laajuuteen ja syvyyteen (keskitason luottamus). Se, missä määrin kansalaisyhteiskunnan toimijat, poliittiset toimijat, yritykset, nuoriso, työvoima, tiedotusvälineet, alkuperäiskansat ja paikallisyhteisöt osallistuvat toimintaan, vaikuttaa ilmastomuutoksen hillitsemisen poliittiseen tukeen ja mahdollisiin poliittisiin tuloksiin (keskitason luottamus). {WGIII SPM C.3.6, WGIII SPM E.1.1, WGIII SPM E.2.1, WGIII SPM E.3.3}

Vähäpäästöisten teknologioiden käyttöönotto on viivästynyt useimmissa kehitysmaissa, erityisesti vähiten kehittyneissä maissa, mikä johtuu osittain heikommista mahdollistavista olosuhteista, kuten rajallisesta rahoituksesta, teknologian kehittämisestä ja siirrosta sekä kapasiteetista (keskitason luottamus). Monissa maissa, erityisesti niissä, joiden institutionaaliset valmiudet ovat rajalliset, on havaittu useita kielteisiä sivuvaikutuksia, jotka johtuvat vähäpäästöisen teknologian leviämisestä, esimerkiksi vähäarvoisesta työllisyydestä ja riippuvuudesta ulkomaisesta osaamisesta ja toimittajista (keskitason luottamus). Vähäpäästöinen innovointi ja paremmat mahdollistavat olosuhteet voivat vahvistaa kehityshyötyjä, mikä puolestaan voi antaa palautetta siitä, että kansalaisten tuki politiikalle lisääntyy (keskimääräinen luottamus). Pysyvät ja aluekohtaiset esteet haittaavat edelleen myös AFOLUn lieventämisvaihtoehtojen taloudellista ja poliittista toteutettavuutta (keskimääräinen luottamus). AFOLUn hillitsemisen täytäntöönpanon esteitä ovat riittämätön institutionaalinen ja taloudellinen tuki, epävarmuus pitkän aikavälin täydentävyydestä ja kompromisseista, heikko hallinto, epävarma maanomistus, alhaiset tulot ja vaihtoehtoisten tulolähteiden puute sekä kääntymisen riski (korkea luottamus). {WGIII SPM B.4.2, WGIII SPM C.9.1, WGIII SPM C.9.3}

2.3.2. Sopeutumisen aukot ja esteet

Edistymisestä huolimatta sopeutumisessa on eroja nykyisten sopeutumistasojen ja niiden tasojen välillä, joita tarvitaan vaikutuksiin reagoimiseksi ja ilmastoriskien vähentämiseksi (korkea luottamus). Vaikka sopeutumisen täytäntöönpanossa on edistytty kaikilla aloilla ja alueilla (erittäin korkea luottamus), monissa sopeutumisaloitteissa asetetaan etusijalle ilmastoriskien välitön ja lyhyen aikavälin vähentäminen esimerkiksi kovan tulvasuojelun avulla, mikä vähentää mahdollisuuksia muutokseen sopeutumiseen⁹⁹ (korkea luottamus). Suurin osa havaituista sopeutumistoimista on hajanaisia, pienimuotoisia, asteittaisia ja alakohtaisia, ja niissä keskitytään enemmän suunnitteluun kuin täytäntöönpanoon (korkea luottamus). Lisäksi havaittu sopeutuminen jakautuu epätasaisesti eri alueiden kesken, ja suurimmat sopeutumiserot ovat pienempien väestöryhmien välillä (korkea luottamus). Kaupunkiympäristössä suurimmat sopeutumisvajeet ovat hankkeissa, joilla hallitaan monimutkaisia riskejä, esimerkiksi elintarvikkeiden, energian, veden ja terveyden välisessä yhteydessä tai ilmanlaadun ja ilmastoriskin keskinäisissä suhteissa (korkea luottamus). Tehokkaassa täytäntöönpanossa, seurannassa ja arvioinnissa on edelleen monia rahoitus-, tietämys- ja käytäntöpuutteita, eikä nykyisillä sopeutumistoimilla odoteta saavutettavan nykyisiä tavoitteita (korkea luottamus). Sopeutumisen suunnittelun ja täytäntöönpanon nykyisellä vauhdilla sopeutumisvaje kasvaa edelleen (korkea luottamus). {WGII SPM C.1, WGII SPM C.1.2, WGII SPM C.4.1, WGII TS.D.1.3, WGII TS.D.1.4}

Joillakin¹⁰⁰ aloilla ja alueilla on jo saavutettu pehmeät ja kovat sopeutumisrajat, vaikka sopeutuminen on puskuroinut joitakin ilmastovaikutuksia (korkea luottamus). Ekosysteemejä, jotka jo saavuttavat kovat sopeutumisrajat, ovat jotkut lämpimän veden koralliriutat, jotkut rannikon kosteikot, jotkut sademetsät ja jotkut napa- ja vuoristoekosysteemit (korkea luottamus). Australasian ja Piensaarten matalalla sijaitsevilla rannikkoalueilla asuvat yksityishenkilöt ja kotitaloudet sekä Keski- ja Etelä-Amerikan, Afrikan, Euroopan ja Aasian pienviljelijät ovat saavuttaneet pehmeät rajat (keskitason luottamus), jotka johtuvat taloudellisista, hallinnollisista, institutionaalisista ja poliittisista rajoitteista, ja ne voidaan voittaa puuttamalla näihin rajoitteisiin (korkea luottamus). Siirtyminen asteittaisesta mukautumisesta transformatiiviseen mukautumiseen voi auttaa ylittämään pehmeät sopeutumisrajat (korkea luottamus). {WGII SPM C.3, WGII SPM C.3.1, WGII SPM C.3.2, WGII SPM C.3.3, WGII SPM C.3.4, WGII 16 ES}

99 Ks. liite I: Sanasto.

100 Sopeutumisraja: Kohta, jossa toimijan tavoitteita (tai järjestelmän tarpeita) ei voida turvata sietämättömiltä riskeiltä mukautuvilla toimilla. Kova sopeutumisraja - Sopeutumistoimet eivät ole mahdollisia sietämättömien riskien välttämiseksi. Pehmeä sopeutumisraja – Tällä hetkellä ei ole käytettävissä vaihtoehtoja sietämättömien riskien välttämiseksi sopeutumistoimien avulla.

Sopeutuminen ei estä kaikkia menetyksiä ja vahinkoja edes tehokkaalla sopeutumisella ja ennen pehmeiden ja kovien rajojen saavuttamista. Menetykset ja vahingot jakautuvat epätasaisesti eri järjestelmiin, alueisiin ja aloihin, eikä niihin puututa kattavasti nykyisillä rahoitus-, hallinto- ja institutionaalisilla järjestelyillä etenkin haavoittuvassa asemassa olevissa kehitysmaissa. (korkea luottamus) {WGII SPM.C.3.5}

Epäsopeutumisesta on yhä enemmän näyttöä¹⁰¹ eri aloilla ja alueilla. Esimerkkejä huonosta sopeutumisesta on havaittu kaupunkialueilla (esim. uusi kaupunki-infrastruktuuri, jota ei voida mukauttaa helposti tai edullisesti), maataloudessa (esim. kalliin kastelun käyttö alueilla, joilla kuivuusolosuhteiden ennustetaan olevan voimakkaampia), ekosysteemeissä (esim. palonsammutus luontaisesti paloihin sopeutuneissa ekosysteemeissä tai kova suoja tulvia vastaan) ja asuinalueilla (esim. hukkainvestoinnit ja haavoittuvat yhteisöt, joilla ei ole varaa siirtyä pois tai sopeutua ja jotka edellyttävät sosiaalisten turvaverkkojen lisäämistä). Maladaptaatio vaikuttaa haitallisesti erityisesti syrjäytyneisiin ja haavoittuvassa asemassa oleviin ryhmiin (esim. alkuperäiskansat, etniset vähemmistöt, pienituloiset kotitaloudet, epävirallisissa asutuskeskuksissa asuvat ihmiset), mikä vahvistaa ja juurruttaa olemassa olevaa eriarvoisuutta. Maladaptaatio voidaan välttää suunnittelemalla ja toteuttamalla sopeutumistoimia joustavasti, monialaisesti, osallistavasti ja pitkällä aikavälillä, mistä on hyötyä monille aloille ja järjestelmille. (korkea luottamus) {WGII SPM C.4, WGII SPM C.4.3, WGII TS.D.3.1}

Systeemisest esteet rajoittavat sopeutumisvaihtoehtojen toteuttamista haavoittuvilla aloilla, alueilla ja yhteiskuntaryhmissä (korkea luottamus). Keskeisiä esteitä ovat resurssien rajallisuus, yksityisen sektorin ja kansalaistoiminnan puute, rahoituksen riittämätön käyttöönotto, poliittisen sitoutumisen puute, tutkimuksen rajallisuus ja/tai sopeutumistieteen hidas ja vähäinen käyttöönotto sekä vähäinen kiireellisyys. Epätasa-arvo ja köyhyys rajoittavat myös sopeutumista, mikä johtaa pehmeisiin rajoihin ja aiheuttaa suhteetonta altistumista ja vaikutuksia heikoimmassa asemassa oleville ryhmille (korkea luottamus). Suurimmat sopeutumiserot ovat pienituloisilla väestöryhmillä (korkea luottamus). Koska sopeutumisvaihtoehtojen on usein pitkät täytäntöönpanoajat, pitkän aikavälin suunnittelu ja täytäntöönpanon nopeuttaminen erityisesti tällä vuosikymmenellä on tärkeää sopeutumisvajaiden korjaamiseksi, kun otetaan huomioon, että joillakin alueilla on edelleen rajoitteita (korkea luottamus). Vaihtoehtojen priorisointi ja siirtymät asteittaisesta mukautumisesta muutokseen ovat rajallisia, mikä johtuu omista eduista, taloudellisista lukkiutumisista, institutionaalisista polkuriippuvuuksista ja vallitsevista käytännöistä, kulttuureista, normeista ja uskomusjärjestelmistä (korkea luottamus). Sopeutumisen tehokasta täytäntöönpanoa, seurantaa ja arviointia varten on edelleen monia rahoitus-, tietämys- ja käytäntöpuutteita (korkea luottamus), mukaan lukien ilmastolukutaidon puute kaikilla tasoilla ja tietojen rajallinen saatavuus (keskitason luottamus). Esimerkiksi Afrikassa ilmastotietojen vakavat rajoitukset ja tutkimusrahoituksen ja johtajuuden epätasa-arvo vähentävät sopeutumiskykyä (erittäin suuri luottamus). {WGII SPM C.1.2, WGII SPM C.3.1, WGII TS.D.1.3, WGII TS.D.1.5, WGII TS.D.2.4}

2.3.3. Rahoituksen puute ilmastotoimien esteenä

Riittämätön rahoitus sekä poliittisten kehysten ja rahoituskannustimien puute ovat keskeisiä syitä täytäntöönpanon puutteisiin sekä hillitsemisessä että sopeutumisessa (korkea luottamus). Rahoitusvirrat keskittyivät edelleen voimakkaasti hillitsemiseen, ne ovat epätasaisia ja ne ovat kehittyneet epäyhtenäisesti eri alueilla ja sektoreilla (korkea luottamus). Vuonna 2018 julkiset ja julkisesti mobilisoidut yksityiset ilmastorahoitusvirrat kehittyneistä maista kehitysmaiin jäivät alle UNFCCC:n ja Pariisin sopimuksen mukaisen yhteisen tavoitteen saada käyttöön 100 miljardia Yhdysvaltain dollaria vuodessa vuoteen 2020 mennessä merkityksellisten hillitsemistoimien ja täytäntöönpanon avoimuuden yhteydessä (keskitason luottamus). Fossiilisten polttoaineiden julkiset ja yksityiset rahoitusvirrat ovat edelleen suuremmat kuin ilmastomuutokseen sopeutumisen ja sen hillitsemisen (korkea luottamus). Valtaosa seuratus ilmastorahoituksesta suunnataan ilmastomuutoksen hillitsemiseen (erittäin suuri luottamus). Keskimääräiset vuotuiset mallinnetut investointivaatimukset vuosille 2020–2030 skenaarioissa, joissa lämpeneminen rajoitetaan kahteen tai 1,5 celsiusasteeseen, ovat kuitenkin kolmesta kuuteen nykyistä tasoa suuremmat, ja hillitsemisinvestointien kokonaismäärää (julkiset, yksityiset, kotimaiset ja kansainväliset) olisi lisättävä kaikilla aloilla ja alueilla (keskimääräinen luottamus). Vihreiden joukkolainojen ja vastaavien tuotteiden osalta on edelleen haasteita, jotka liittyvät erityisesti eheyteen ja täydentävyyteen sekä näiden markkinoiden rajalliseen sovellettavuuteen moniin kehitysmaiin (korkea luottamus). {WGII SPM C.3.2, WGII SPM C.5.4; Työryhmä III SPM B.5.4, työryhmä III SPM E.5.1}

Sopeutumiseen tarkoitetut nykyiset maailmanlaajuiset rahoitusvirrat, myös julkisista ja yksityisistä rahoituslähteistä saatavat rahoitusvirrat, ovat riittämättömiä sopeutumisvaihtoehtojen toteuttamiseksi ja rajoittavat sitä erityisesti kehitysmaissa (korkea luottamus). Sopeutumisen arvioitujen kustannusten ja sopeutumiselle osoitetun dokumentoidun rahoituksen välillä on yhä suurempia eroja (korkea luottamus). Sopeutumisen rahoitustarpeiden arvioidaan olevan suuremmat kuin viidennessä arviointikertomuksessa arvioitiin, ja taloudellisten resurssien käyttöönoton ja saatavuuden parantaminen on olennaisen tärkeää sopeutumisen toteuttamiseksi ja sopeutumisvajaiden pienentämiseksi (korkea luottamus). Esimerkiksi Afrikan sopeutumiseen tähtäävät vuotuiset rahoitusvirrat ovat miljardeja Yhdysvaltain dollareita pienemmät kuin lähiajan ilmastomuutoksen alhaisimmat sopeutumiskustannukset (korkea luottamus). Haitalliset ilmastovaikutukset voivat edelleen vähentää taloudellisten resurssien saatavuutta aiheuttamalla menetyksiä ja vahinkoja ja haittaamalla kansallista talouskasvua, mikä lisää entisestään sopeutumisen taloudellisia rajoitteita erityisesti

¹⁰¹ Maladaptaatiolla tarkoitetaan toimia, jotka voivat lisätä ilmastoon liittyvien kielteisten tulosten riskiä muun muassa lisäämällä kasvihuonekaasupäästöjä, lisäämällä tai muuttamalla alttiutta ilmastomuutokselle, lisäämällä epätasa-arvoisia tuloksia tai heikentämällä hyvinvointia nyt tai tulevaisuudessa. Useimmiten huono sopeutuminen on tahaton seuraus. Ks. liite I: Sanasto.

kehitysmaissa ja vähiten kehittyneissä maissa (keskitason luottamus). {WGII SPM C.1.2, WGII SPM C.3.2, WGII SPM C.5.4, WGII TS.D.1.6}

Ilman tehokasta hillitsemistä ja sopeutumista menetykset ja vahingot vaikuttavat edelleen suhteettomasti köyhimpiin ja haavoittuvimpiin väestöryhmiin. Kehittyneistä maista ja muista lähteistä kehitysmailla annettavan taloudellisen tuen nopeuttaminen on ratkaiseva tekijä hillitsemistoimien tehostamisessa. E.5.3}. Monilla kehitysmailla ei ole kattavia tietoja tarvittavassa laajuudessa eikä riittäviä taloudellisia resursseja sopeutumiseen, jotta voitaisiin vähentää niihin liittyviä taloudellisia ja muita menetyksiä ja vahinkoja. (korkea luottamus) {WGII Cross-Chapter Box LOSS, WGII SPM C.3.1, WGII SPM C.3.2, WGII TS.D.1.3, WGII TS.D.1.5; Työryhmä III: SPM E.5.3}

Pääoman ohjaamiselle ilmastotoimiin on esteitä sekä maailmanlaajuisella rahoitusallalla että sen ulkopuolella. Näitä esteitä ovat muun muassa seuraavat: ilmastoon liittyvien riskien ja investointimahdollisuuksien riittämätön arviointi, käytettävissä olevien pääoma- ja investointitarpeiden alueellinen epäsuhta, kotitalouden vinoumatekijät, maiden velkaantumisaste, taloudellinen haavoittuvuus ja rajalliset institutionaaliset valmiudet. Rahoitusalan ulkopuolisia haasteita ovat muun muassa seuraavat: rajalliset paikalliset pääomamarkkinat; epämiellyttävät riski-tuotto-profiilit, jotka johtuvat erityisesti puuttuvista tai heikoista sääntely-ympäristöistä, jotka ovat ristiriidassa tavoitetasojen kanssa; rajalliset institutionaaliset valmiudet varmistaa suojatoimet; investointimahdollisuuksien ja rahoitusmallien standardointi, yhdistäminen, skaalattavuus ja toistettavuus; ja putki, joka on valmis kaupallisiin investointeihin. (korkea luottamus) {WGII SPM C.5.4; työryhmä III SPM E.5.2; SR1.5 SPM D.5.2}

Laatikko 2, poikkileikkaus: Skenaariot, ilmaston lämpenemisen tasot ja riskit

Mallinnettuja skenaarioita ja kehityspolkuja¹⁰² käytetään tulevien päästöjen, ilmastomuutoksen, siihen liittyvien vaikutusten ja riskien sekä mahdollisten hillitsemis- ja sopeutumisstrategioiden tutkimiseen, ja ne perustuvat useisiin oletuksiin, mukaan lukien sosioekonomiset muuttujat ja hillitsemisvaihtoehdot. Nämä ovat kvantitatiivisia ennusteita eivätkä ennusteita. Maailmanlaajuiset mallinnetut päästökäytännöt, myös kustannustehokkaiden lähestymistapoihin perustuvat, sisältävät alueellisesti eriytettyjä oletuksia ja tuloksia, ja niitä on arvioitava ottaen nämä oletukset huolellisesti huomioon. Useimmat eivät esitä nimenomaisia oletuksia maailmanlaajuisesta tasapuolisuudesta, ympäristöoikeudenmukaisuudesta tai alueiden sisäisestä tulonjaosta. IPCC on neutraali tässä raportissa arvioidussa kirjallisuudessa esitettyjen skenaarioiden taustalla olevien oletusten suhteen, sillä ne eivät kata¹⁰³ kaikkia mahdollisia futureja. {WGI Box SPM.1; Ryhmä II:n laatikko SPM.1; työryhmä III:n laatikko SPM.1; SROCC-ruutu SPM.1; SRCCL-laatikko SPM.1}

Sosioekonominen kehitys, skenaariot ja polut

Viisi yhteistä sosioekonomista polkua (SSP1–SSP5) suunniteltiin kattamaan useita ilmastomuutoksen hillitsemiseen ja siihen sopeutumiseen liittyviä haasteita. Ilmastovaikutusten, riskien ja sopeutumisen arvioinnissa käytetään kestävä kehityksen suunnitelmia tulevaa altistumista, haavoittuvuutta ja sopeutumishaasteita varten. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen tasosta riippuen SSP-suunnitelmiin perustuvat mallinnetut päästöskenaariot voivat olla johdonmukaisia alhaisen tai korkean lämpenemistason kanssa.¹⁰⁴ On olemassa monia erilaisia hillitsemisstrategioita, jotka voisivat olla johdonmukaisia vuoden 2100 ilmaston lämpenemisen eri tasojen kanssa (ks. kaavio 4.1). {WGI Box SPM.1; Ryhmä II:n laatikko SPM.1; työryhmä III:n laatikko SPM.1, työryhmä III:n laatikko TS.5, työryhmä III:n liite III; SRCCL Box SPM.1, SRCCL Kuva SPM.2}

WGI arvioi ilmastovastetta viiteen havainnollistavaan skenaarioon,¹⁰⁵ jotka perustuvat SSP: hen, jotka kattavat kirjallisuudessa havaitun ihmisen aiheuttamien ilmastomuutoksen aiheuttajien mahdollisen tulevan kehityksen. Näissä skenaarioissa yhdistetään sosioekonomisia oletuksia, ilmastomuutoksen hillinnän tasoja, maankäytön ja ilmansaasteiden valvontaa aerosolien ja muiden otsonia muodostavien yhdisteiden kuin CH₄-yhdisteiden osalta. Suuria ja erittäin suuria kasvihuonekaasupäästöjä koskeissa skenaarioissa (SSP3-7.0 ja SSP5-8.5) hiilidioksidipäästöt ovat noin kaksinkertaiset nykytasoon verrattuna vuoteen 2100 mennessä ja vuoteen 2050 mennessä.¹⁰⁶ Kasvihuonekaasupäästöjen väliskenaariossa (SSP2-4.5) hiilidioksidipäästöt pysyvät nykyisellä tasolla vuosisadan puoliväliin asti. Hyvin alhaisten ja vähäisten kasvihuonekaasupäästöjen skenaarioissa (SSP1-1.9 ja SSP1-2.6) hiilidioksidipäästöt vähenevät nollaan noin vuonna 2050 ja vuonna 2070, minkä jälkeen negatiiviset nettoshiilidioksidipäästöt vaihtelevat. Lisäksi WGI ja WGII¹⁰⁷ käyttivät edustavia pitoisuusväyliä alueellisten ilmastomuutosten, vaikutusten ja riskien arviointiin. {WGI Box SPM.1} (Cross-Section Box.2 Kuva 1)

Työryhmässä III arvioitiin suuri määrä maailmanlaajuisia mallinnettuja päästöväyliä, joista 1202 luokiteltiin niiden ennustetun ilmaston lämpenemisen perusteella 2000-luvulla. Luokat vaihtelivat reiteistä, jotka rajoittavat lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen yli 50 prosentin todennäköisyydellä¹⁰⁸ ilman ylitystä tai rajoitetusti ylittämättä sitä (C1), reitteihin, jotka ylittävät 4 celsiusastetta (C8). Mallinnettuihin kehityspolkuihin liittyvän ilmaston lämpenemisen arviointimenetelmiä päivitettiin, jotta varmistetaan johdonmukaisuus ilmastojärjestelmän vasteen AR6 WGI¹⁰⁹-arviointin kanssa. {WGIII-laatikko SPM.1, WGIII-taulukko 3.1} (taulukko 3.1, poikkileikkauslaatikko.2 Kuva 1)

102 Kirjallisuudessa termejä Pathways ja scenarios käytetään vaihdellen, kun taas ensin mainittuja käytetään useammin suhteessa ilmastotavoitteisiin. Työryhmä käytti pääasiassa termiä skenaariot ja työryhmä III enimmäkseen termiä mallinnetut päästöt ja hillitsemispolut. SYR käyttää skenaarioita ensisijaisesti viitatessaan WGI:hen ja mallinnettuihin päästö- ja hillitsemispolkuun viitatessaan WGIII:een. {WGI Box SPM.1; Työryhmän III alaviite 44}

103 Noin puolet kaikista mallinnetuista globaaleista päästöväylistä perustuu kustannustehokkaiden lähestymistapoihin, jotka perustuvat maailmanlaajuisesti edullisimpiin hillitsemis-/vähentämisvaihtoehtoihin. Toisessa puoliskossa tarkastellaan nykyisiä politiikkoja ja alueellisesti ja alakohtaisesti eriytettyjä toimia. Taustalla olevat väestöoletukset vaihtelevat 8,5 miljardista 9,7 miljardiin vuonna 2050 ja 7,4 miljardista 10,9 miljardiin vuonna 2100 (5–95. persenttiili) alkaen 7,6 miljardista vuonna 2019. Maailmanlaajuisen BKT:n kasvua koskevat taustaoletukset vaihtelevat 2,5 prosentista 3,5 prosenttiin vuodessa kaudella 2019–2050 ja 1,3 prosentista 2,1 prosenttiin vuodessa kaudella 2050–2100 (5–95. persenttiili). {Työryhmän III laatikko SPM.1}

104 Suuret hillitsemishaasteet, jotka johtuvat esimerkiksi oletuksista hitaasta teknologisesti muutoksesta, maailman väestön nopeasta kasvusta ja suuresta pirstoutumisesta, kuten yhteisessä sosioekonomisessa etenemissuunnitelmassa SSP3, voivat tehdä mahdolliseksi mallinnetut väylät, jotka rajoittavat lämpenemisen kahteen celsiusasteeseen (> 67 %) tai alhaisempaan lämpötilaan (keskitason luottamus). {WGIII SPM C.1.4; SRCCL-laatikko SPM.1}

105 SSP-pohjaisista skenaarioista käytetään nimitystä SSPx-y, jossa "SSPx" viittaa skenaarioiden perustana olevia sosioekonomisia suuntauksia kuvaavaan yhteiseen sosioekonomiseen polkuun ja "y" viittaa vuoden 2100 skenaariosta johtuvan säteilypakotteen tasoon (watteina neliometriä kohti tai Wm⁻²). {WGI SPM alaviite 22}

106 Erittäin suuret päästöskenaariot ovat muuttuneet epätodennäköisemmiksi, mutta niitä ei voida sulkea pois. Lämpötilatasot > 4 °C voivat johtua erittäin suurista päästöskenaarioista, mutta niitä voi esiintyä myös pienemmistä päästöskenaarioista, jos ilmastoherkkyys tai hiilen kiertokulun takaisinkytkentä on parempi kuin paras arvio. {Työryhmä III SPM C.1.3}

107 RCP-pohjaisista skenaarioista käytetään nimitystä RCPy, jossa y viittaa vuoden 2100 skenaariosta johtuvan säteilypakotteen likimääräiseen tasoon (watteina neliometriä kohti tai Wm⁻²). {Työryhmän II SPM:n alaviite 21}

108 Merkitty tässä kertomuksessa ">50%".

109 Ilmaston reagoitua päästöihin tutkitaan ilmastomalleilla, paleokliimaattisilla oivalluksilla ja muilla todisteilla. Arviointituloksia käytetään tuhansien skenaarioiden luokitteluun yksinkertaisten fysikaalisten ilmastomallien (emulaattorien) avulla. {WGI TS.1.2.2}

Ilmaston lämpenemisen tasot (GWL)

Monien ilmasto- ja riskimuuttujien osalta ilmastovaikutusten aiheuttajien¹¹⁰ muutosten ja ilmastovaikutusten maantieteelliset mallit¹¹¹ ilmaston lämpenemisen tasolla ovat yhteisiä kaikille tarkasteltaville skenaarioille ja riippumattomia ajoituksesta, jolloin kyseinen taso saavutetaan. Tämä motivoi GWL:ien käyttöä integraation ulottuvuutena. {WGI Box SPM.1.4, WGI TS.1.3.2; WGII Box SPM.1} (Kuva 3.1, kuva 3.2)

Riskit

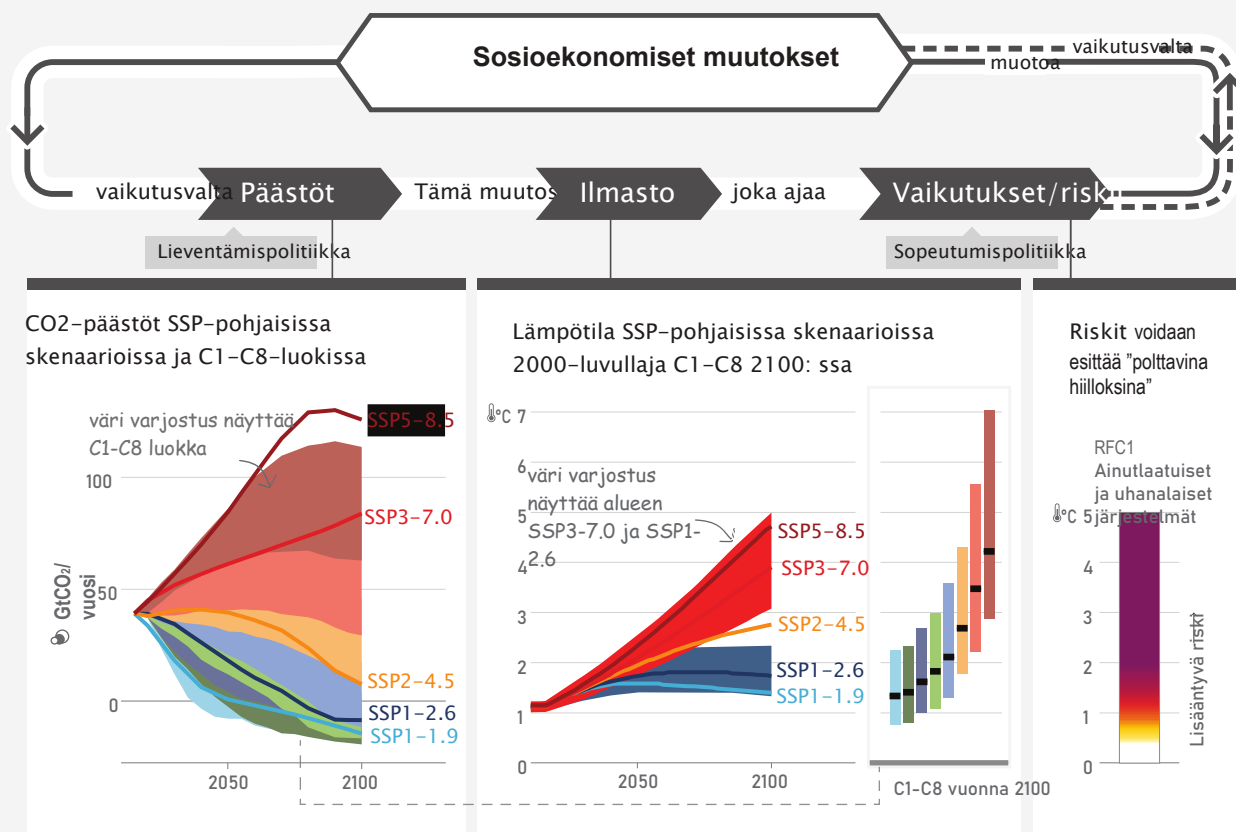
Ilmastoon liittyvien vaarojen, altistumisen ja vaikutusten kohteena olevan ihmisyyteen, lajien tai ekosysteemien haavoittuvuuden väliset dynaamiset vuorovaikutukset aiheuttavat ilmastonmuutoksesta johtuvia riskejä. Arviossa 6 arvioidaan keskeisiä riskejä eri aloilla ja alueilla ja esitetään päivitetty arvio huolenaiheiden syistä – viisi maailmanlaajuisesti yhdistettyä riskiluokkaa, joissa arvioidaan riskin kertymistä maapallon pintalämpötilan noustessa. Riskit voivat aiheutua myös ilmastonmuutoksen hillitsemiseen tai siihen sopeutumiseen liittyvistä toimista, jos toimilla ei saavuteta niille asetettua tavoitetta tai jos niillä on haitallisia vaikutuksia muihin yhteiskunnallisiin tavoitteisiin. {WGII SPM A, WGII Kuva SPM.3, WGII Laatikko TS.1, WGII Kuva TS.4; SR1.5 Kuva SPM.2; SROCC Errata kuva SPM.3; SRCCL Kuva SPM.2} (3.1.2, poikkileikkauslaatikko.2 Kuva 1, kuva 3.3)

¹¹⁰ Ks. liite I: sanasto

¹¹¹ Ks. liite I: Sanasto. Tässä ilmaston lämpeneminen on maapallon pintalämpötilan 20 vuoden keskiarvo verrattuna vuosiin 1850–1900. Arvioitu aika, jona tietty ilmaston lämpeneminen saavutetaan tietyssä skenaariossa, määritellään tässä ensimmäisen 20 vuoden keskimääräisen juoksevan jakson keskipisteeksi, jonka aikana arvioitu maapallon keskimääräinen pintalämpötilan muutos ylittää ilmaston lämpenemisen tason. {WGI SPM alaviite 26, Cross-Section Box TS.1}

Skenaariot ja lämpenemistasot jäsentävät ymmärrystämme koko syy-seurausketjusta päästöistä ilmastonmuutokseen ja riskeihin

a) AR6:n yhdenmestetty arviointikehys tulevasta ilmastosta, vaikutuksista ja ilmastonmuutoksen hillitsemisestä



b) Skenaariot ja reitit AR6-työryhmän raporteissa

Ryhmä III:n	Luokan kuvaus	Kasvihuonekaasupäästökäskyt (SSPx-y*)	RCPy** WGI:ssä
ryhmä C1	Lämpenemisen raja-arvo 1,5 °C (>50 %), ylitystä ei tapahdu	WGI:ssä jaampissa; Erittäin alhainen (SSP1-1.9)	jaampissa; WGI
C2	lämpenemisen rajoittaminen 1,5 asteeseen (>50 %) suuren	WGI:ssä jaampissa; Erittäin alhainen (SSP1-1.9)	jaampissa; WGI
C3	ylittää lämpenemisen 2 °C:seen (> 67 %)	WGI:ssä jaampissa; Erittäin alhainen (SSP1-1.9)	jaampissa; WGI
C4	rajoittaa lämpenemisen 2 °C:seen (>50 %)	WGI:ssä jaampissa; Erittäin alhainen (SSP1-1.9)	jaampissa; WGI
C5	Lämpenemisen raja-arvo 2,5 °C (>50 %)	WGI:ssä jaampissa; Erittäin alhainen (SSP1-1.9)	jaampissa; WGI
C6	rajoittaa lämpenemisen 3 °C:seen (>50 %)	WGI:ssä jaampissa; Erittäin alhainen (SSP1-1.9)	jaampissa; WGI
C7	rajoittaa lämpenemisen 4 °C:seen (>50 %)	WGI:ssä jaampissa; Erittäin alhainen (SSP1-1.9)	jaampissa; WGI
C8	yli 4 °C:n lämpeneminen (>50 %)	WGI:ssä jaampissa; Erittäin alhainen (SSP1-1.9)	jaampissa; WGI

c) Riskin määrittävät tekijät



* Käytetään terminologiaa SSPx-y, jossa 'SSPx' viittaa skenaarion perustana olevia sosioekonomisia suuntauksia kuvaavaan yhteiseen sosioekonomiseen polkuun tai 'SSP' ja 'y' viittaa vuoden 2100 skenaariosta johtuvan säteilypakotteen likimääräiseen tasoon (watteina neliometriä kohti tai Wm⁻²).

** AR5-skenaariot (RCPy), jotka osittain vaikuttavat AR6 WGI:n ja WGI:n arviointeihin, on indeksoitu vastaaviin noin 2100 säteilypakotetasoon (W m⁻²). SSP-skenaariot kattavat laajemman valikoiman kasvihuonekaasu- ja ilmansaastefutuuksia kuin RCP-skenaariot. Ne ovat samankaltaisia mutta eivät identtisiä, ja eri kasvihuonekaasujen pitoisuuspoluissa on eroja. Säteilypakote on yleensä suurempi SSP:ssä kuin samalla merkinnällä varustetuissa RCP:ssä (keskiluottamus). {WGI TS.1.3.1}

*** Rajoitettu ylitys tarkoittaa ilmaston lämpenemisen ylittämistä 1,5 celsiusasteella jopa noin 0,1 celsiusasteella, ylityksen ylittämistä 0,1 celsiusasteella - 0,3 celsiusasteella molemmissa tapauksissa jopa useiden vuosikymmenten ajan.

Monijaksoinen laatikko.2 Kuva 1: Kaavio AR6-kehyksestä tulevien kasvihuonekaasupäästöjen, ilmastonmuutoksen, riskien, vaikutusten ja hillitsemisen arvioimiseksi. Paneeli (a)

Yhdennetty kehys kattaa sosioekonomisen kehityksen ja politiikan, päästöväylät ja globaalin pintalämpötilan reagoinnin WGI:n tarkastelemaan viiteen skenaarioon (SSP1-1.9, SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 ja SSP5-8.5) ja kahdeksan WGII:n arvioimaa globaalia keskilämpötilan muutosluokitusta (C1–C8) sekä WGII:n riskinarvioinnin. Ristiriitainen nuoli osoittaa, että vaikutusten/riskien vaikutusta sosioekonomisiin muutoksiin ei ole vielä otettu huomioon arviointikertomuksessa arvioituissa skenaarioissa. Päästöjä ovat muun muassa kasvihuonekaasut, aerosolit ja otsonin esiasteet. Hiilidioksidipäästöt näkyvät esimerkkinä vasemmalla. Keskiössä on esimerkinomaisesti arvioitu maapallon pintalämpötilan muutos 2000-luvulla suhteessa vuosiin 1850-1900 viiden kasvihuonekaasupäästöskenaarioiden osalta. Hyvin todennäköiset vaihteluvälit on esitetty SSP1-2.6:lle ja SSP3-7.0:lle. Ennustetut lämpötilatulokset 2100: ssa suhteessa 1850-1900: iin esitetään C1-C8-luokille mediaanilla (linja) ja yhdistetyllä erittäin todennäköisellä vaihteluvälillä skenaarioissa (bar). Oikealla puolella lämpenemisestä aiheutuvia tulevia riskejä kuvaa esimerkki ”polttavasta hiekasta” (ks. RFC1:n määritelmä kohdassa 3.1.2). Paneeli b) AR6-työryhmän raporteissa tarkasteltujen skenaarioiden kuvaus ja suhde. Paneeli c) Havainto riskistä, joka aiheutuu (ilmastovaikutusten aiheuttajien muutosten aiheuttamien) vaarojen vuorovaikutuksesta haavoittuvuuden, ilmastonmuutokselle altistumisen ja ilmastonmuutokseen reagoimisen kanssa. {WGI TS1.4, kuva 4.11; WGII-työryhmän kaavio 1.5, WGII-työryhmän kaavio 14.8; Työryhmän III taulukko SPM.2, työryhmän III kuva 3.11}

3 jakso – Pitkän aikavälin ilmasto- ja kehitysfutuurit

3.1 Pitkän aikavälin ilmastomuutos, sen vaikutukset ja siihen liittyvät riskit

Tulevaisuuden lämpeneminen johtuu tulevista päästöistä, ja se vaikuttaa kaikkiin tärkeimpiin ilmastojärjestelmän komponentteihin, ja kaikki alueet kokevat useita ja samanaikaisesti tapahtuvia muutoksia. Monien ilmastoon liittyvien riskien arvioidaan olevan suurempia kuin aiemmissa arvioinneissa, ja ennustetut pitkän aikavälin vaikutukset ovat jopa moninkertaiset nykyiseen verrattuna. Monilla ilmatoriskeilla ja muilla riskeillä on yhteisvaikutuksia, mikä johtaa riskien lisääntymiseen ja kaskadiutumiseen eri aloilla ja alueilla. Merenpinnan nousu ja muut peruuttamattomat muutokset jatkuvat tuhansien vuosien ajan tulevista päästöistä riippuen. (korkea luottamus)

3.1.1. Pitkän aikavälin ilmastomuutos

Maailmanlaajuisen pintalämpötilan arvioitujen tulevien muutosten epävarmuusalue on kapeampi kuin AR5:ssä. Ensimmäistä kertaa IPCC:n arviointisyklissä maapallon pintalämpötilaa, valtameren lämpenemistä ja merenpintaa koskevia monimalliennusteita rajoitetaan havaintojen ja arvioidun ilmastoherkkyiden avulla. Todennäköistä tasapainoilmastoherkkyiden vaihteluväliä on kavennettu 2,5 °C:sta 4,0 °C:seen (parhaan arvion ollessa 3,0 ¹¹²°C) useiden näyttölinjojen perusteella, mukaan lukien pilvipalautteiden parempi ymmärtäminen. Tähän liittyvien päästöskenaarioiden osalta tämä johtaa kapeampiin epävarmuusalueisiin pitkän aikavälin ennustetulle globaalille lämpötilamuutokselle kuin AR5:ssä. {WGI A.4, WGI Box SPM.1, WGI TS.3.2, WGI 4.3}

Tuleva lämpeneminen riippuu tulevista kasvihuonekaasupäästöistä, ja kumulatiivinen nettohiilidioksidi on hallitsevassa asemassa. Arvioidut parhaat arviot ja erittäin todennäköiset lämpenemisasteet vuosille 2081–2100 suhteessa vuosiin 1850–1900 vaihtelevat 1,4 [1,0–1,8] °C:sta erittäin alhaisten kasvihuonekaasupäästöjen skenaariossa (SSP1–1,9) 2,7 [2,1–3,5] °C:seen kasvihuonekaasujen välipäästöjen skenaariossa (SSP2–4.5) ja 4,4 [3,3–5,7] °C:een erittäin suurten kasvihuonekaasupäästöjen skenaariossa (SSP5–8.5).¹¹³ {WGI SPM B.1.1, WGI Taulukko SPM.1, WGI Kuva SPM.4} (Cross-Section Box.2 Kuva 1)

Mallinnetut kehityspolut, jotka vastaavat vuoden 2020 loppuun mennessä toteutettujen politiikkojen jatkamista, johtavat ilmaston lämpenemiseen 3,2 [2,2–3,5] celsiusasteella (5–95 prosentin vaihteluväli) vuoteen 2100 mennessä (keskimääräinen luottamus) (ks. myös 2.3.1 kohta). Yli 4 °C:n (≥ 50 %) kehityspolut vuoteen 2100 mennessä merkitsisivät nykyisen teknologian ja/tai hillitsemispolitiikan suuntausten kääntymistä (keskitason luottamus). Tällainen lämpeneminen voi kuitenkin tapahtua päästöväylillä, jotka ovat yhdenmukaisia vuoden 2020 loppuun mennessä toteutettujen politiikkojen kanssa, jos ilmastoherkkyys tai hiilen kiertoon liittyvä palaute on suurempi kuin paras arvio (korkea luottamus). {Työryhmä III SPM C.1.3}

Ilmaston lämpeneminen jatkuu lähitulevaisuudessa lähes kaikissa harkituissa skenaarioissa ja mallinnetuissa kehityspoluissa. Jotta lämpeneminen voidaan rajoittaa 1,5 celsiusasteeseen (> 50 prosenttia) tai alle 2 celsiusasteeseen (> 67 prosenttia) vuosisadan loppuun mennessä (korkea luottamus), tarvitaan perusteellisia, nopeita ja kestäviä kasvihuonekaasupäästöjen vähennyksiä, joilla saavutetaan hiilidioksidipäästöjen nettonollataso ja joihin sisältyy muiden kasvihuonekaasujen, erityisesti metaanin, päästöjen voimakas vähentäminen. Paras arvio 1,5 celsiusasteen lämpenemisestä on useimmissa tarkastelluissa skenaarioissa ja mallinnetuissa kehityspoluissa 2030-luvun alkupuoliskolla.¹¹⁴ Erittäin alhaisten kasvihuonekaasupäästöjen skenaariossa (SSP1-1.9) hiilidioksidipäästöt saavuttavat nollatason noin vuonna 2050 ja vuosisadan lopun paras arvio lämpenemisestä on 1,4 celsiusastetta sen jälkeen, kun ilmaston lämpeneminen on tilapäisesti ylitetty enintään 0,1 celsiusasteella yli 1,5 celsiusasteen (ks. 3.3.4 kohta). Kahden celsiusasteen ilmaston lämpeneminen ylittyy 2000-luvulla, ellei hiilidioksidi- ja muita kasvihuonekaasupäästöjä vähennetä merkittävästi tulevina vuosikymmeninä. Kasvihuonekaasupäästöjen syvät, nopeat ja kestävät vähennykset parantaisivat ilmanlaatua muutamassa vuodessa, vähentäisivät maapallon pintalämpötilan suuntauksia, jotka ovat havaittavissa noin 20 vuoden kuluttua, ja pidemmällä aikavälillä monien muiden ilmastovaikutusten aiheuttajien osalta¹¹⁵ (korkea luottamus). Ilman epäpuhtauspäästöjen kohdennetut vähennykset parantavat ilmanlaatua nopeammin kuin pelkästään kasvihuonekaasupäästöjen vähennykset, mutta pitkällä aikavälillä ennustetaan lisäparannuksia skenaarioissa, joissa

112 Ilmastoprosessien, mittariston, paleoilma- ja mallipohjaisten uusien rajoitteiden ymmärtäminen (ks. liite I: Sanasto). {WGI SPM alaviite 21}

113 Eri skenaarioiden parhaat arviot [ja erittäin todennäköiset vaihteluvälit] ovat seuraavat: 1,4 [1,0–1,8] °C (SSP1–1,9); 1,8 [1,3–2,4] °C (SSP1-2.6); 2,7 [2,1–3,5] °C (SSP2-4.5); 3,6 [2,8–4,6] °C (SSP3-7,0); ja 4,4 [3,3–5,7] °C (SSP5-8.5). {WGI Taulukko SPM.1} (Cross-Section Box.2)

114 Lyhyellä aikavälillä (2021–2040) 1,5 celsiusasteen ilmaston lämpenemistaso todennäköisesti ylittyy erittäin suurten kasvihuonekaasupäästöjen skenaariossa (SSP5-8.5), todennäköisesti ylittyy välivaiheen ja suurten kasvihuonekaasupäästöjen skenaarioissa (SSP2-4.5, SSP3-7,0), todennäköisesti ylittyy vähäisten kasvihuonekaasupäästöjen skenaariossa (SSP1-2.6) ja todennäköisesti ylittyy erittäin vähäisten kasvihuonekaasupäästöjen skenaariossa (SSP1-1.9). Kaikissa WGI:n tarkastelemissa skenaarioissa, lukuun ottamatta erittäin suuria päästöjä koskevaa skenaariota, ensimmäisen 20 vuoden juoksevan keskimääräisen kauden, jonka aikana arvioitu ilmaston lämpeneminen saavuttaa 1,5 celsiusasteen, keskipisteenä on 2030-luvun alkupuoliskolla. Erittäin suurten kasvihuonekaasupäästöjen skenaariossa tämä puoliväli on 2020-luvun loppupuolella. Viiden vuoden mediaaniväli, jolla saavutetaan 1,5 celsiusasteen ilmaston lämpenemistaso (50 prosentin todennäköisyys) työryhmässä III tarkasteltavien mallinnettujen reittien luokissa, on 2030–2035. {WGI SPM B.1.3, WGI Cross-Section Box TS.1, WGI Taulukko 3.2} (Risti-Section Box.2)

115 Ks. monialainen laatikko.2.

yhdistetään pyrkimykset vähentää ilman epäpuhtauksia ja kasvihuonekaasupäästöjä (korkea luottamus).¹¹⁶ {WGI SPM B.1, WGI SPM B.1.3, WGI SPM D.1, WGI SPM D.2, WGI Kuva SPM.4, WGI Taulukko SPM.1, WGI Cross-Section Box TS.1; WGIII SPM C.3, WGIII Taulukko SPM.2, WGIII Kuvio SPM.5, WGIII Laatikko SPM.1 Kuvio 1, WGIII Taulukko 3.2} (Taulukko 3.1, poikkileikkauslaatikko.2 Kuvio 1)

Viiden tarkastellun skenaarion aiheuttamat muutokset lyhytikäisissä ilmaston vaikuttajissa (SLCF) johtavat ilmaston nettolämpenemisen lisääntymiseen lyhyellä ja pitkällä aikavälillä (korkea luottamus). Samanaikaiset tiukat ilmastomuutoksen hillitsemis- ja ilman pilaantumisen valvontapolitiikat rajoittavat tätä ylimääräistä lämpenemistä ja johtavat suuriin hyötyihin ilmanlaadulle (korkea luottamus). Suuria ja erittäin suuria kasvihuonekaasupäästöjä koskevilla skenaarioissa (SSP3-7.0 ja SSP5-8.5) SLCF-päästöjen, kuten CH₄:n, aerosolien ja otsonin esiasteiden, yhdistetyt muutokset johtavat maapallon nettolämpenemiseen 2100:lla todennäköisesti 0,4–0,9 celsiusasteella vuoteen 2019 verrattuna. Tämä johtuu ennustetusta CH₄:n, alailmakehän otsonin ja fluorihilivetyjen pitoisuuden kasvusta ilmakehässä sekä jäähdytysaerosolien vähenemisestä, kun otetaan huomioon voimakas ilmansaasteiden torjunta. Alhaisten ja erittäin alhaisten kasvihuonekaasupäästöjen skenaarioissa (SSP1-1.9 ja SSP1-2.6) ilman pilaantumisen valvontapolitiikat, CH₄:n ja muiden otsonia muodostavien yhdisteiden vähennykset johtavat nettojäähdytykseen, kun taas ihmisen toiminnan aiheuttamien jäähdytysaerosolien vähennykset johtavat nettolämpenemiseen (korkea luottamus). Kaiken kaikkiaan tämä aiheuttaa todennäköisen nettolämpenemisen 0,0 °C:sta 0,3 °C:seen, mikä johtuu SLCF:n muutoksista vuonna 2100 vuoteen 2019 verrattuna ja maailmanlaajuisen pintaotsonin ja hiukkasten voimakkaasta vähenemisestä (korkea luottamus). {WGI SPM D.1.7, WGI Box TS.7} (ristiosalaatikko.2)

Jatkuvat kasvihuonekaasupäästöt vaikuttavat edelleen kaikkiin tärkeimpiin ilmastojärjestelmän komponentteihin, ja monet muutokset ovat peruuttamattomia sadan vuoden ja vuosituhannen välillä. Monet ilmastojärjestelmän muutokset kasvavat suoraan suhteessa ilmaston lämpenemisen lisääntymiseen. Ilmaston lämpenemisen lisääntyessä muutokset äärimmäisyyksissä ovat yhä suurempia. Lisälämpeneminen johtaa tiheämpiin ja voimakkaampiin merten helleaaltoihin, ja sen ennustetaan edelleen vahvistavan ikeiroudan sulamista ja kausittaisen lumipeitteen, jäätiköiden, maajään ja arktisen merijään häviämistä (korkea luottamus). Jatkuvan ilmaston lämpenemisen ennustetaan edelleen tehostavan maailmanlaajuisen veden kiertoa, mukaan lukien sen vaihtelevuus, maailmanlaajuinen monsuunisade¹¹⁷ sekä erittäin kosteat ja erittäin kuivat sää- ja ilmastotapahtumat ja -kaudet (korkea luottamus). Maailmanlaajuisen maanosan, jonka kausittaisessa keskimääräisessä sademäärässä on havaittavissa muutoksia, ennustetaan kasvavan (keskimääräinen luottamus), kun sademäärä ja pintavesivirrat vaihtelevat useimmilla maa-alueilla vuodenaikojen mukaan (korkea luottamus) ja vuodesta toiseen (keskimääräinen luottamus). Monet menneistä ja tulevista kasvihuonekaasupäästöistä johtuvat muutokset ovat peruuttamattomia satavuotis-¹¹⁸ tai vuosituhannen aikajänteellä, erityisesti valtamerissä, jäätiköissä ja maailmanlaajuisella merenpinnan tasolla (ks. 3.1.3). Valtamerten happamoituminen (lähes varma), valtamerien happamoituminen (korkea luottamus) ja maailmanlaajuinen keskimääräinen merenpinta (lähes varma) lisääntyvät edelleen 2000-luvulla tulevista päästöistä riippuvaisilla nopeuksilla. {WGI SPM B.2, WGI SPM B.2.2, WGI SPM B.2.3, WGI SPM B.2.5, WGI SPM B.3, WGI SPM B.3.1, WGI SPM B.3.2, WGI SPM B.4, WGI SPM B.5, WGI SPM B.5.1, WGI SPM B.5.3, WGI Kuva SPM.8} (Kuva 3.1)

Ilmaston lämpenemisen jatkuessa jokaisen alueen ennustetaan kokevan yhä enemmän samanaikaisia ja useita muutoksia ilmastovaikutusten aiheuttajissa. Kaikilla alueilla ennustetaan kuumuuden lisääntymistä ja kylmien ilmastovaikutusten aiheuttajien, kuten ääriämpötilojen, vähenemistä (korkea luottamus). Ilmaston lämpenemisen 1,5 celsiusasteella, rankkasateiden ja tulvien ennustetaan voimistuvan ja yleistyvän useimmilla alueilla Afrikassa, Aasiassa (korkea luottamus), Pohjois-Amerikassa (keskimääräinen tai korkea luottamus) ja Euroopassa (keskimääräinen luottamus). Vähintään kahden celsiusasteen lämpötilassa nämä muutokset laajenevat useammille alueille ja/tai niistä tulee merkittävämpiä (korkea luottamus), ja Euroopassa, Afrikassa, Australaasiassa ja Pohjois-, Keski- ja Etelä-Amerikassa ennustetaan esiintyvän useammin ja/tai vakavampia maatalouden ja ekologisista kuivuuksista (keskimääräinen tai korkea luottamus). Muita ennustettuja alueellisia muutoksia ovat trooppisten syklonien ja/tai ekstraprooppisten myrskyjen voimistuminen (keskitasoinen luottamus) sekä kuivuuden ja palosään lisääntyminen¹¹⁹ (keskitasoinen tai korkea luottamus). Yhdistetyistä helleaalloista ja kuivuudesta tulee todennäköisesti yleisempiä, myös samanaikaisesti useissa paikoissa (korkea luottamus). {WGI SPM C.2, WGI SPM C.2.1, WGI SPM C.2.2, WGI SPM C.2.3, WGI SPM C.2.4, WGI SPM C.2.7}

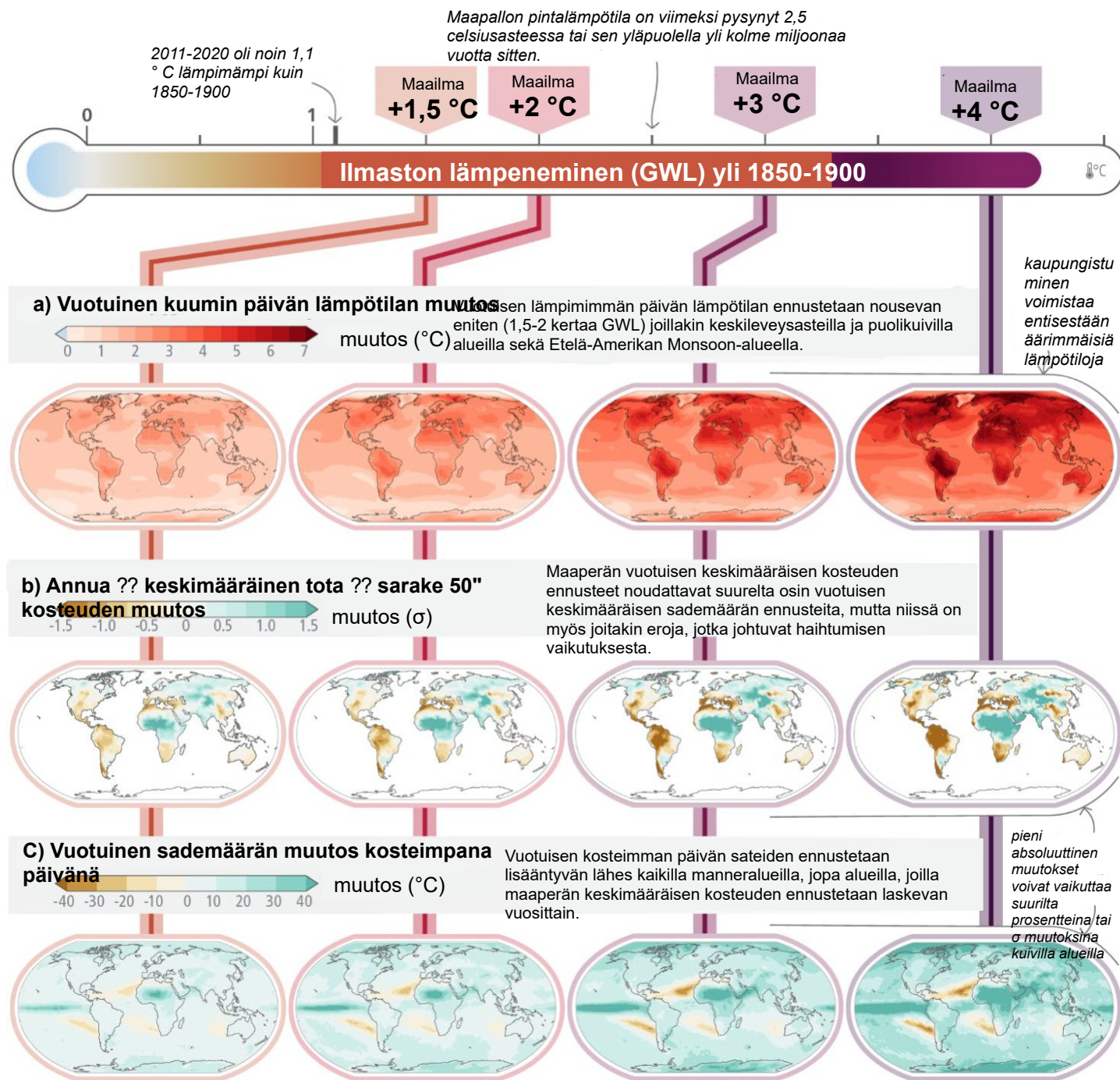
¹¹⁶ Perustuu lisäskenaarioihin.

¹¹⁷ Erityisesti Etelä- ja Kaakkois-Aasiassa, Itä-Aasiassa ja Länsi-Afrikassa lukuun ottamatta kaukana lännessä sijaitsevaa Sahelia. {WGI SPM B.3.3}

¹¹⁸ Ks. liite I: Sanasto.

¹¹⁹ Ks. liite I: Sanasto.

Ilmaston lämpenemisen lisääntyessä alueelliset muutokset keski- ja ääri-ilmastossa yleistyvät ja korostuvat.



Kuva 3.1: Ennustetut muutokset vuotuisessa päivittäisessä enimmäislämpötilassa, vuotuisessa keskimääräisessä maaperän kokonaiskosteudessa CMIP ja vuotuisessa päivittäisessä enimmäissademäärässä ilmaston lämpenemisen ollessa 1,5 °C, 2 °C, 3 °C ja 4 °C suhteessa vuosiin 1850-1900.

Simuloitu a) vuotuinen enimmäislämpötilan muutos (°C), b) maaperän kokonaiskosteuden vuotuinen keskiarvo (keskihajonta) ja c) vuotuinen päivittäisen sademäärän enimmäismuutos (%). Muutokset vastaavat CMIP6:n monimallisia mediaanimuutoksia. Paneeleissa b) ja c) suuret positiiviset suhteelliset muutokset kuivilla alueilla voivat vastata pieniä absoluuttisia muutoksia. Paneelissa (b) yksikkö on maaperän kosteuden vuotuisen vaihtelun keskihajonta vuosina 1850-1900. Keskihajonta on laajalti käytetty mittari kuivuuden vakavuuden kuvaamisessa. Ennustettu maaperän keskimääräisen kosteuden väheneminen yhdellä standardipoikkeamalla vastaa kuivuudelle tyypillisiä maaperän kosteusolosuhteita, joita esiintyi noin kerran kuudessa vuodessa vuosina 1850-1900. WGI:n interaktiivista atlasta (<https://interactive-atlas.ipcc.ch/>) voidaan käyttää ilmastojärjestelmän lisämuutosten tutkimiseen tässä kaaviossa esitetyillä ilmaston lämpenemistasoilla. {WGI-kuva SPM.5, WGI-kuva TS.5, WGI-kuva 11.11, WGI-kuva 11.16, WGI-kuva 11.19} (ristiosalaatikko.2)

3.1.2 Vaikutukset ja niihin liittyvät riskit

Tietyn lämpenemistason osalta monien ilmastoon liittyvien riskien arvioidaan olevan suurempia kuin AR5:ssä (korkea luottamus).¹²⁰ Kaikkien huolenaiheiden riskitasojen arvioidaan nousevan korkeiksi¹²¹ tai erittäin korkeiksi alhaisemmilla ilmaston lämpenemistasoilla verrattuna AR5:ssä arvioituun (korkea luottamus). Tämä perustuu viimeaikaisiin todisteisiin havaituista vaikutuksista, parempaan prosessiymmärrykseen ja uuteen tietoon ihmisten ja luonnon järjestelmien altistumisesta ja haavoittuvuudesta, mukaan lukien sopeutumisen rajat. Ilmaston lämpenemisen tasosta riippuen arvioidut pitkän aikavälin vaikutukset ovat jopa moninkertaiset verrattuna tällä hetkellä havaittuihin vaikutuksiin (korkea luottamus) 127 tunnistetun keskeisen riskin osalta, esimerkiksi vaikutusten kohteena olevien ihmisten ja lajien määrän osalta. Riskien, mukaan lukien kerrannaisriskit (ks. 3.1.3) ja ylityksestä aiheutuvat riskit (ks. 3.3.4), ennustetaan muuttuvan yhä vakavammiksi ilmaston lämpenemisen lisääntyessä (erittäin suuri luottamus). {WGII SPM B.3.3, WGII SPM B.4, WGII SPM B.5, WGII 16.6.3; SRCL SPM A5.3} (Kuva 3.2, kuva 3.3)

Ilmastoon liittyvät riskit luonnon ja ihmisen järjestelmille ovat suuremmat 1,5 celsiusasteen ilmaston lämpenemisen osalta kuin tällä hetkellä (1,1 celsiusastetta) mutta pienemmät kuin 2 celsiusasteen ilmaston lämpenemisen osalta (korkea luottamus) (ks. kohta 2.1.2). Ilmastoon liittyvien terveyteen, toimeentuloon, elintarviketurvaan, vesihuoltoon, ihmisten turvallisuuteen ja talouskasvuun kohdistuvien riskien ennustetaan kasvavan 1,5 celsiusasteen ilmaston lämpenemisen myötä. Maaekosysteemeissä 3–14 prosentilla kymmenistä tuhansista arvioituista lajeista on todennäköisesti erittäin suuri sukupuuton riski 1,5 celsiusasteen gigawatissa. Koralliriuttojen ennustetaan vähenevän edelleen 70–90 prosenttia 1,5 celsiusasteen ilmaston lämpenemisen yhteydessä (korkea luottamus). Tässä GWL:ssä monet matalat ja pienet jäätiköt ympäri maailmaa menettäisivät suurimman osan massastaan tai katoaisivat vuosikymmenien kuluessa vuosisatoihin (korkea luottamus). Suhteettoman suuren riskin alueita ovat arktiset ekosysteemit, kuivat alueet, pienet kehittyvät saarivaltiot ja vähiten kehittyneet maat (korkea luottamus). {WGII SPM B.3, WGII SPM B.4.1, WGII TS.C.4.2; SR1.5 SPM A.3, SR1.5 SPM B.4.2, SR1.5 SPM B.5, SR1.5 SPM B.5.1} (kuva 3.3)

Kun ilmaston lämpeneminen on 2 °C, kokonaisriskitasot, jotka liittyvät vaikutusten epätasaiseen jakautumiseen (RFC3), maailmanlaajuisiin kokonaisvaikutuksiin (RFC4) ja laajamittaisiin yksittäisiin tapahtumiin (RFC5), olisivat siirtymässä korkealle (keskitasoinen luottamus), äärimmäisiin sääilmiöihin (RFC2) liittyvät riskitasot olisivat siirtymässä erittäin korkealle (keskitasoinen luottamus) ja ainutlaatuisiin ja uhattuihin järjestelmiin (RFC1) liittyvät riskitasot olisivat erittäin korkeat (korkea luottamus) (kuva 3.3, paneeli a). Noin kahden celsiusasteen lämpenemisen myötä ilmastoon liittyvien muutosten elintarvikkeiden saatavuudessa ja ruokavalion laadussa arvioidaan lisäävän ravitsemukseen liittyviä sairauksia ja aliravitutujen ihmisten määrää, mikä vaikuttaa kymmeniin (alhainen haavoittuvuus ja alhainen lämpeneminen) satoihin miljooniin ihmisiin (korkea haavoittuvuus ja korkea lämpeneminen), erityisesti pienituloisten kotitalouksien keskuudessa Saharan eteläpuolisen Afrikan, Etelä-Aasian ja Keski-Amerikan matalan ja keskitulotason maissa (korkea luottamus). Esimerkiksi lumisulamisveden saatavuuden kastelua varten ennustetaan vähenevän joillakin lumisulamisista riippuvaisilla vesistöalueilla jopa 20 prosenttia (keskimääräinen luottamus). Kaupungeille, asutuskeskuksille ja keskeiselle infrastruktuurille aiheutuvat ilmastomuutosriskit kasvavat jyrkästi keskipitkällä ja pitkällä aikavälillä ilmaston lämpenemisen jatkuessa erityisesti paikoissa, jotka ovat jo alttiita korkeille lämpötiloille, rannikoilla tai suurilla haavoittuvuuksilla (korkea luottamus). {WGII SPM B.3.3, WGII SPM B.4.2, WGII SPM B.4.5, WGII TS C.3.3, WGII TS.C.12.2} (kuva 3.3)

Kun ilmasto lämpenee kolme celsiusastetta, lisäriskit saavuttavat monilla aloilla ja alueilla korkean tai erittäin korkean tason, mikä merkitsee laajalle levinneitä systeemisä vaikutuksia, peruuttamattomia muutoksia ja monia muita sopeutumisrajoja (ks. kohta 3.2) (korkea luottamus). Esimerkiksi kotoperäisten lajien erittäin suuren sukupuuttoriskin ennustetaan kasvavan vähintään kymmenkertaiseksi, jos lämpeneminen nousee 1,5 celsiusasteesta 3 celsiusasteeseen (keskimääräinen luottamus). Suorien tulvavahinkojen ennustetaan lisääntyvän 1,4–2 kertaa 2 °C:ssa ja 2,5–3,9 kertaa 3

120 Riskitaso, jota ei voida havaita, osoittaa, että siihen liittyviä vaikutuksia ei ole havaittavissa ja että ne johtuvat ilmastomuutoksesta. kohtalainen riski viittaa siihen, että siihen liittyvät vaikutukset ovat sekä havaittavissa että ilmastomuutoksen aiheuttamia ainakin kohtalaisella luottamuksella, ottaen huomioon myös muut keskeisiä riskejä koskevat erityiskriteerit; suuri riski viittaa vakaviin ja laajalle levinneisiin vaikutuksiin, joiden katsotaan olevan suuria yhden tai useamman keskeisten riskien arviointiperusteen osalta; ja erittäin korkea riskitaso osoittaa, että vakavien vaikutusten riski on erittäin suuri ja että ilmastoon liittyvät vaarat ovat huomattavan peruuttamattomia tai pysyviä ja että sopeutumiskyky on rajallinen vaaran tai vaikutusten/riskien luonteen vuoksi. {WGII Kuva SPM.3}

121 Syythuoleen (RFC) -kehys viestii tieteellisestä ymmärryksestä riskin kertymisestä viiden pääluokan osalta (työryhmän II kaavio SPM.3). RFC1: Ainutlaatuiset ja uhanalaiset järjestelmät: ekologiset ja inhimilliset järjestelmät, joiden maantieteelliset levinneisyysalueet ovat rajalliset ilmasto-olosuhteiden vuoksi ja joilla on korkea endemismi tai muita erityisominaisuuksia. Esimerkkejä ovat koralliriutat, arktinen alue ja sen alkuperäiskansat, vuoristojäätiköt ja biologisen monimuotoisuuden hotspotit. RFC2: Äärimmäiset sääilmiöt: äärimmäisistä sääilmiöistä, kuten helleaalloista, rankkasateista, kuivuudesta ja niihin liittyvistä maastopaloista sekä rannikkotulvista ihmisten terveydelle, elinkeinoille, omaisuudelle ja ekosysteemeille aiheutuvat riskit/vaikutukset. RFC3: Vaikutusten jakautuminen: riskit/vaikutukset, jotka vaikuttavat suhteettomasti tiettyihin ryhmiin fyysisten ilmastomuutosvaarojen epätasaisen jakautumisen, altistumisen tai haavoittuvuuden vuoksi. RFC4: Kokonaisvaikutukset: vaikutukset sosioekologisiin järjestelmiin, jotka voidaan yhdistää maailmanlaajuisesti yhdeksi mittariksi, kuten rahalliset vahingot, vaikutukset ihmishenkiin, lajien häviäminen tai ekosysteemien heikkeneminen maailmanlaajuisesti. RFC5: Suuret yksittäiset tapahtumat: suhteellisen suuret, äkilliset ja joskus peruuttamattomat muutokset ilmaston lämpenemisen aiheuttamissa järjestelmissä, kuten jäätiköiden epävakaus tai termohaliinisen kierron hidastuminen. Arviointimenetelmiin kuuluu strukturoitu asiantuntijalausunto, joka perustuu työryhmä II:n asiakirjassa SM16.6 kuvattuun kirjallisuuteen ja on identtinen AR5:n kanssa, mutta sitä tehostetaan jäsennellyllä lähestymistavalla, jolla parannetaan luotettavuutta ja helpotetaan AR5:n ja AR6:n vertailua. Lisätietoja maailmanlaajuisista riskitasoista ja huolenaiheiden syistä, ks. työryhmä II TS.AII. {WGII Kuva SPM.3}

°C:ssa verrattuna 1,5 °C:n ilmaston lämpenemiseen ilman sopeutumista (keskiluottamus). {WGII SPM B.4.1, WGII SPM B.4.2, WGII Kuva SPM.3, WGII TS Liite AII, WGII Liite I Global to Regional Atlas Kuva AI.46} (Kuva 3.2, kuva 3.3)

Ilmaston lämpenemisen vähintään 4 celsiusasteella ennustetaan johtavan kauaskantoisiin vaikutuksiin luonnon ja ihmisten järjestelmiin (korkea luottamus). Neljän celsiusasteen lämpenemisen jälkeen luonnonjärjestelmiin kohdistuvat ennustetut vaikutukset sisältävät noin 50 prosentin paikallisen sukupuuton trooppisista merilajeista (keskimääräinen luottamus) ja biome-siirtymät 35 prosentilla maailman maa-alueesta (keskimääräinen luottamus). Tällä lämpenemistasolla noin 10 prosentilla maailman maa-alasta ennustetaan olevan sekä suuria että väheneviä äärimmäisiä virtauksia, jotka vaikuttavat ilman lisäsopeutumista yli 2,1 miljardiin ihmiseen (keskitason luottamus) ja noin 4 miljardin ihmisen ennustetaan kokevan veden niukkuutta (keskitason luottamus). 4 ° C: n lämpötilassa maailmanlaajuisen palaneen alueen ennustetaan kasvavan 50-70% ja palon taajuuden ~30% nykyiseen verrattuna (keskimääräinen luottamus). {WGII SPM B.4.1, WGII SPM B.4.2, WGII TS.C.1.2, WGII TS.C.2.3, WGII TS.C.4.1, WGII TS.C.4.4} (kuva 3.2, kuva 3.3)

Ilmastomuutoksen ennustetut haittavaikutukset ja niihin liittyvät menetykset ja vahingot lisääntyvät aina ilmaston lämpenemisen lisääntyessä (erittäin korkea luottamus), mutta ne riippuvat myös voimakkaasti sosioekonomisen kehityksen kehityspoluista ja sopeutumistoimista haavoittuvuuden ja altistumisen vähentämiseksi (korkea luottamus). Esimerkiksi kehityspolut, joissa elintarvikkeiden, eläinten rehun ja veden kysyntä on suurempi, kulutus ja tuotanto on resurssi-intensiivisempää ja tekniset parannukset ovat vähäisiä, lisäävät veden niukkuudesta kuivilla alueilla, maaperän huonontumisesta ja puutteellisesta elintarviketurvasta aiheutuvia riskejä (korkea luottamus). Esimerkiksi väestörakenteen muutoksilla tai terveydenhuoltojärjestelmiin tehtävillä investoinneilla on vaikutusta monenlaisiin terveyteen liittyviin tuloksiin, kuten kuumuuteen liittyvään sairastuvuuteen ja kuolleisuuteen (kaavio 3.3, paneeli d). {WGII SPM B.3, WGII SPM B.4, WGII kuva SPM.3; SRCCL SPM A.6}

Ilmastomuutoksen vaikutuksista ja riskeistä tulee yhä monimutkaisempia ja vaikeammin hallittavia jokaisen lämpenemisen lisääntyessä. Monien alueiden ennustetaan kokevan lisääntyneen todennäköisyyden yhdistetapahtumille, joilla on korkeampi ilmaston lämpeneminen, kuten samanaikaiset helleaallot ja kuivuus, yhdistetyt tulvat ja palosää. Lisäksi useat ilmastolliset ja muut riskitekijät, kuten biologisen monimuotoisuuden köyhtyminen tai väkivaltaiset konfliktit, vaikuttavat toisiinsa, mikä lisää kokonaisriskiä ja riskien kaskadiutumista eri alojen ja alueiden välillä. Lisäksi riskejä voi aiheutua joistakin toimista, joiden tarkoituksena on vähentää ilmastomuutoksen riskejä, esimerkiksi joidenkin päästöjen vähentämistä ja hiilidioksidin poistamista koskevien toimenpiteiden haitallisista sivuvaikutuksista (ks. 3.4.1). (korkea luotettavuus) {WGI SPM C.2.7, WGI Kuva SPM.6, WGI TS.4.3; WGII SPM B.1.7, WGII B.2.2, WGII SPM B.5, WGII SPM B.5.4, WGII SPM C.4.2, WGII SPM B.5, WGII CCB2}

Jos SRM-lähestymistavat (aurinkosäteilyn muuntaminen) pannaan täytäntöön, ne aiheuttavat ihmisille ja ekosysteemeille monenlaisia uusia riskejä, joita ei ymmärretä hyvin. Yhteisellä riskiaineella voidaan kompensoida lämpenemistä yhden tai kahden vuosikymmenen kuluessa ja lievittää joitakin ilmastouhkia, mutta se ei palauttaisi ilmastoa aiempaan tilaan, ja merkittävä ilmastomuutoksen jäännös tai liiallinen kompensointi tapahtuisi alueellisessa ja kausiluonteisessa mittakaavassa (korkea luottamus). Erikseen määritellyn riskiaineen vaikutukset riippuisivat käytetystä erityisestä lähestymistavasta¹²², ja erikseen määritellyn riskiaineen äkillinen ja jatkuva lopettaminen suurten hiilidioksidipäästöjen skenaariossa aiheuttaisi nopean ilmastomuutoksen (korkea luottamus). Erikseen määritelty riskiaine ei estäisi ilmakehän hiilidioksidipitoisuuksien kasvua eikä vähentäisi niistä johtuvaa valtamerten happamoitumista ihmisen toiminnan aiheuttamien päästöjen jatkuessa (korkea luottamus). Yhteiseen riskiaineeseen perustuvien lähestymistapojen mahdollisuuksiin vähentää ilmastomuutosriskejä liittyy suuria epävarmuustekijöitä ja tietovajeita. Yhteisen kriisinratkaisumekanismen vankan ja virallisen hallinnoinnin puute aiheuttaa riskejä, koska rajallinen määrä valtioita saattaa aiheuttaa kansainvälisiä jännitteitä. {WGI 4.6; työryhmä II, SPM B.5.5; työryhmä III 14.4.5.1; työryhmä III:n 14 "ristikkäiset työryhmät – aurinkosäteilyn muuttaminen" SR1.5 SPM C.1.4}

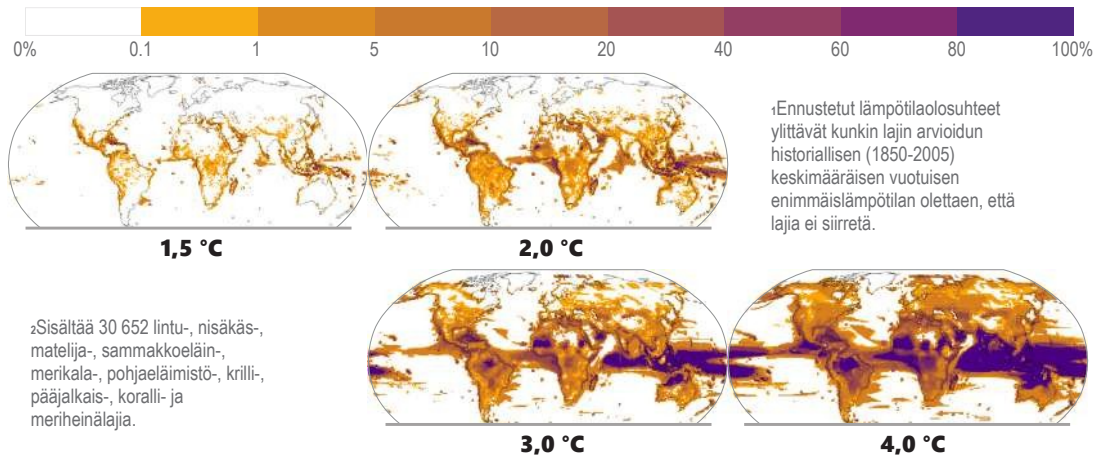
122 Useita SRM-lähestymistapoja on ehdotettu, mukaan lukien stratosfääriin aerosoli-injektio, meripilvien kirkastaminen, maanpäälliset albedo-muutokset ja valtamerten albedo-muutokset. Ks. liite I: Sanasto.

Tulevan ilmastomuutoksen ennustetaan lisäävän luonnollisten ja inhimillisten järjestelmien vaikutusten vakavuutta ja lisäävän alueellisia eroja.

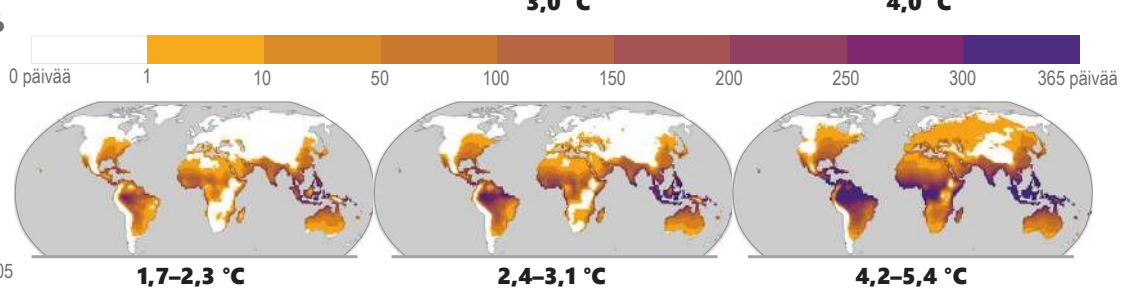
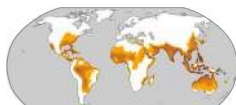
Esimerkkejä vaikutuksista ilman lisämukautuksia

a) Lajien häviämisen riski

Mahdollisestivaarallisille lämpötilaolosuhteille altistuneiden eläinlajien ja meriheinäkasvien prosenttiosuus^{1,2}



b) Lämpö- kosteusriskit ihmisten terveydelle



Vuotuiset päivät, jolloin yhdistetyt lämpötila- ja kosteusolosuhteet aiheuttavat kuolleisuusriskin³

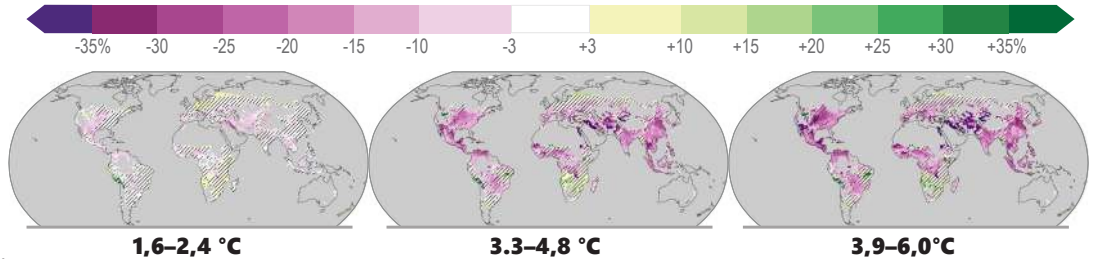
³ Ennustetuissa alueellisissa vaikutuksissa käytetään maailmanlaajuista kynnyksarvoa, jonka ylittyessä päivittäinen keskimääräinen pintailman lämpötila ja suhteellinen kosteus voivat aiheuttaa hypertermiaa, joka aiheuttaa kuolleisuusriskin. Lämpöaaltojen kesto ja voimakkuutta ei esitetä tässä. Lämpöön liittyvät terveystulokset vaihtelevat sijainnin mukaan, ja niitä hillitsevät suuresti sosioekonomiset, ammatilliset ja muut kuin ilmastoon liittyvät tekijät, jotka vaikuttavat yksilön terveyteen ja sosioekonomiseen haavoittuvuuteen. Näissä kartoissa käytetty kynnyksarvo perustuu yhteen tutkimukseen, joka syntetisoi 783 tapauksen tiedot lämpökosteusolosuhteiden ja kuolleisuuden välisen suhteen määrittämiseksi suurelta osin lauhkean ilmaston havainnoista.

c) Elintarviketuotannon vaikutukset



c1) Maissin tuotto⁴

Tuotannon muutokset (%)

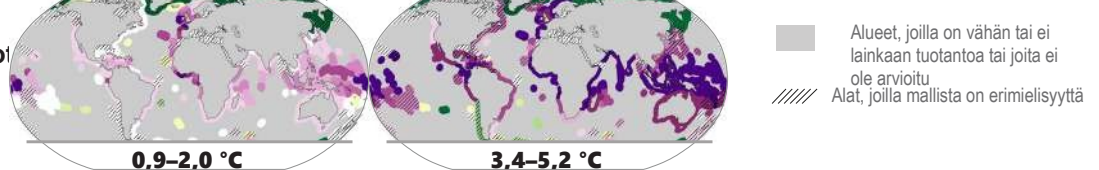


⁴ Ennustetut alueelliset vaikutukset heijastavat biofysikaalisia reaktioita lämpötilan, sateen, auringon säteilyn, kosteuden, tuulen ja CO₂-kasvun ja vedenpidätyksen lisääntymiseen tällä hetkellä viljellyillä alueilla. Mallit olettavat, että kastellut alueet eivät ole vesirajoitteisia. Mallit eivät edusta tulevaisuuden olosuhteita, tulevia maatalouden teknologisia muutoksia ja joitakin äärimmäisiä ilmastovasteita.



c2) Kalastuksen tuotto

Suurimman saalispotentialin muutokset (%)



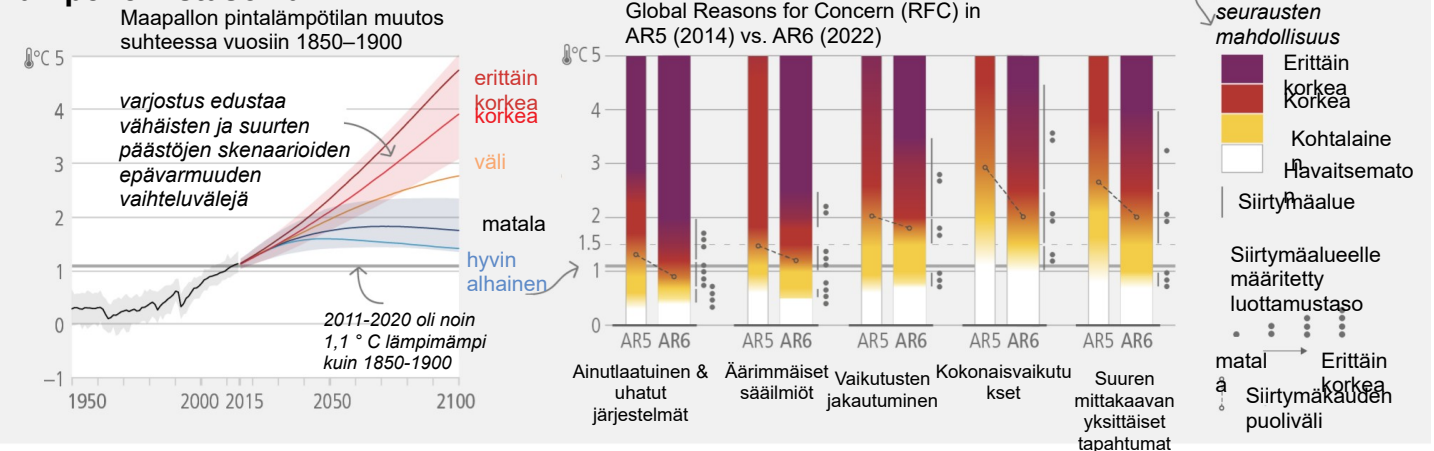
⁵ Ennustetut alueelliset vaikutukset heijastavat kalastus- ja meriekosysteemien reaktioita valtamerten fysiikkaalisiin ja biogeokemiallisiin olosuhteisiin, kuten lämpötilaan, happitasoon ja nettoalkutuotantoon. Mallit eivät edusta muutoksia kalastustoiminnassa ja joissakin äärimmäisissä ilmasto-olosuhteissa. Arktisilla alueilla ennustetuilla muutoksilla on heikko luottamus, mikä johtuu epävarmuustekijöistä, jotka liittyvät useiden vuorovaikutteisten tekijöiden ja ekosysteemien vastausten mallintamiseen.

Kuva 3.2: Ilmastomuutoksen ennustetut riskit ja vaikutukset luonnon ja ihmisen järjestelmiin eri ilmaston lämpenemistasoilla (GWL) suhteessa 1850-1900-tasoihin.

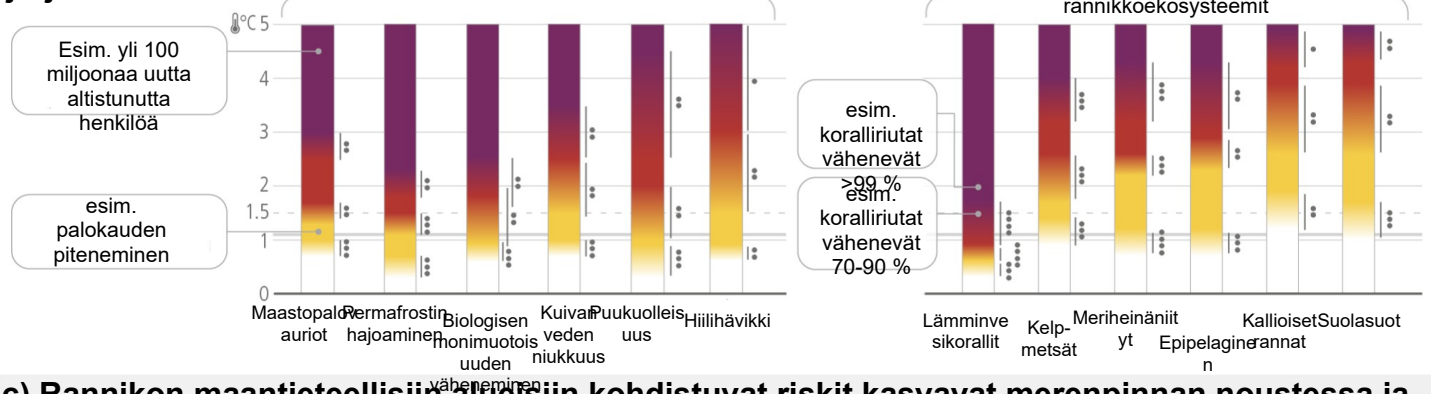
Kartoissa esitetyt ennustetut riskit ja vaikutukset perustuvat Maan järjestelmämallien eri osajoukoista saatuihin tuotoksiin, joita käytettiin kunkin vaikutusindikaattorin projisointiin ilman lisämukautuksia. Toisessa työryhmässä arvioidaan tarkemmin vaikutuksia ihmisen ja luonnon järjestelmiin näiden ennusteiden ja lisänäyttöjen avulla. a) Lajien häviämiskit, jotka ilmenevät niiden arvioitujen lajien prosenttiosuutena, jotka ovat alttiina mahdollisesti vaarallisille lämpötilaolosuhteille, sellaisina kuin ne on määritelty kunkin lajin arvioitua historiallista (1850–2005) vuotuista keskimääräistä enimmäislämpötilaa suuremmiksi, 1,5 celsiusasteen, 2 celsiusasteen, 3 celsiusasteen ja 4 celsiusasteen lämpötiloissa. Lämpötilaennusteet perustuvat 21:een maapallon järjestelmämalliin, eikä niissä oteta huomioon äärimmäisiä tapahtumia, jotka vaikuttavat arktisen alueen kaltaisiin ekosysteemeihin. b) Ihmisten terveydelle aiheutuva riski, joka ilmaistaan päivinä vuodessa, joina väestö on altistunut hypotermisille olosuhteille, jotka aiheuttavat pintailman lämpötila- ja kosteusolosuhteiden aiheuttaman kuolleisuusriskin historiallisena ajanjaksona (1991–2005) ja suurina lämpötiloina 1,7–2,3 °C (keskiarvo = 1,9 °C; 13 ilmastomallia), 2,4–3,1 °C (2,7 °C; 16 ilmastomallia) ja 4,2–5,4 °C (4,7 °C; 15 ilmastomallia). Kvartiilien väliset vaihteluvälit vuoteen 2081–2100 mennessä RCP2.6:n, RCP4.5:n ja RCP8.5:n mukaisesti. Esitetty indeksi on yhdenmukainen monien WGI:n ja WGII:n arviointeihin sisältyvien indeksien yhteisten piirteiden kanssa. c) Vaikutukset elintarviketuotantoon: c1) Maissin tuotoksen muutokset ennustetuissa GWL-arvoissa 1,6–2,4 °C (2,0 °C), 3,3–4,8 °C (4,1 °C) ja 3,9–6,0 °C (4,9 °C). Sadon mediaanimuutokset 12 viljelymallista koostuvasta kokonaisuudesta, joista kutakin ohjaavat viiden maajärjestelmämallin vinoumakorjatut tuotokset maatalousmallien vertailu- ja parannushankkeesta (AgMIP) ja sektorien välisestä vaikutusmallien vertailuhankkeesta (ISIMIP). Kartat kuvaavat vuosia 2080–2099 verrattuna vuosiin 1986–2005 nykyisillä kasvualueilla (>10 ha), ja vastaavat tulevat ilmaston lämpenemistasot esitetään kohdissa SSP1-2.6, SSP3-7.0 ja SSP5-8.5. Hatching osoittaa alueet, joilla <70% ilmasto-viljelymallien yhdistelmistä on samaa mieltä vaikutuksen merkistä. c2) Kalastuksen enimmäissaalispotentiaalin muutokset vuosiin 2081–2099 mennessä verrattuna vuosiin 1986–2005 ennustetuissa GWL-arvoissa 0,9–2,0 °C (1,5 °C) ja 3,4–5,2 °C (4,3 °C). Suuntaviivat vuosiin 2081–2100 mennessä RCP2.6:n ja RCP8.5:n mukaisesti. Hatching osoittaa, missä kaksi ilmasto-kalastuksen mallia ovat eri mieltä muutoksen suunnasta. Suuret suhteelliset muutokset heikosti tuottavilla alueilla voivat vastata pieniä absoluuttisia muutoksia. Luonnon monimuotoisuutta ja kalastusta Etelämantereella ei analysoitu tietojen puutteellisuuden vuoksi. Elintarviketurvaan vaikuttavat myös sato- ja kalastuspuutteet, joita ei ole esitetty tässä. {WGII Kuva TS.5, WGII Kuva TS.9, WGII Liite I: Global to Regional Atlas, kaavio AI.15, kaavio AI.22, kaavio AI.23, kaavio AI.29; Työryhmä II 7.3.1.2, 7.2.4.1, SROCC-kuva SPM.3} (3.1.2, poikkileikkauslaatikko.2)

Riskit lisääntyvät lämpenemisen lisääntyessä

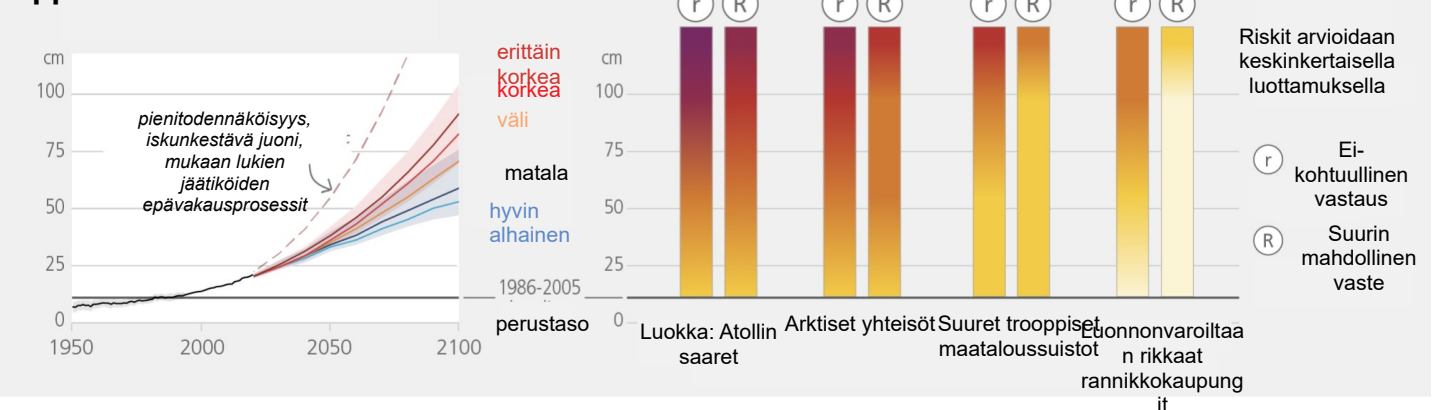
a) Suuret riskit arvioidaan nyt esiintyvän alhaisemmilla ilmaston lämpenemistasoilla



b) Riskit vaihtelevat järjestelmän mukaan

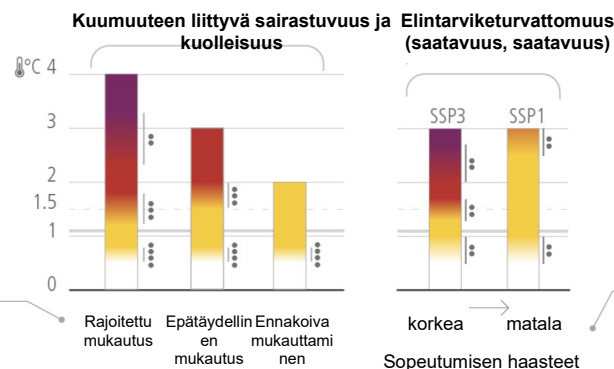


c) Rannikon maantieteellisiin alueisiin kohdistuvat riskit kasvavat merenpinnan noustessa ja riippuvat vastatoimista



d) Sopeutuminen ja sosioekonomiset kehityspolut vaikuttavat ilmaston liittyvien riskien tasoon

Vähäinen mukautuminen (ennakoivan mukautumisen laiminlyönti; vähäiset investoinnit terveydenhuoltojärjestelmiin) epätäydellinen sopeutuminen (epätäydellinen sopeutumisen suunnittelu; kohtuulliset investoinnit terveydenhuoltojärjestelmiin); ennakoinninen sopeutuminen (proaktiivinen sopeutumisen hallinta; suuret investoinnit terveydenhuoltojärjestelmiin)



SSP1-polku kuvaa maailmaa, jossa väestönkasvu on vähäistä, tulot suuria ja eriarvoisuus vähäisempää, kasvihuonekaasupäästöiltään vähäisissä järjestelmissä tuotetut elintarvikkeet ovat vähäisiä, maankäytön sääntely on tehokasta ja sopeutumiskyky suuri (eli sopeutumisen haasteet ovat vähäisiä). SSP3-reitillä on päinvastaiset suuntaukset.

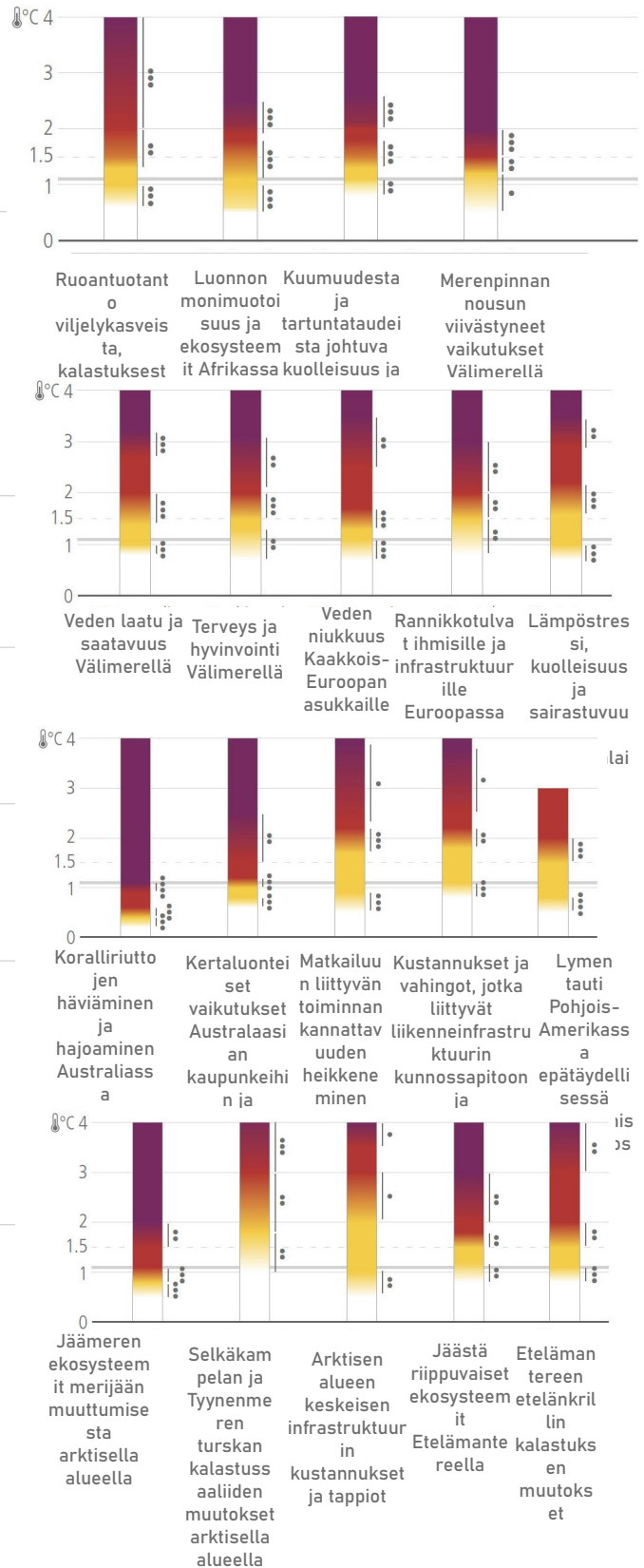
e) Esimerkkejä keskeisistä riskeistä eri alueilla

Riskikaavioiden puuttuminen ei tarkoita, että alueella ei olisi riskejä.

Pienisaaria, Aasiaa sekä Keski- ja Etelä-Amerikkaa koskevien synteettisten kaavioiden kehittäminen oli vähäistä, koska ilmastoennusteita oli liian vähän. Muutossuuntaan liittyi epävarmuutta, ilmastot ja sosioekonomiset olosuhteet vaihtelivat alueen maiden välillä, minkä vuoksi eri lämpenemistasoja koskevia vaikutus- ja riskiennusteita oli vähän.

Luetteloidut riskit ovat vähintään keskiluottamustasolla:

Pienet saaret	- Maa-, meri- ja rannikkoalueiden biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteempipalvelujen menettäminen- Ihmishenkien ja omaisuuden menetykset, ruokaturvaan kohdistuvat riskit ja taloudelliset häiriöt, jotka johtuvat siirtokuntien ja infrastruktuurin tuhoutumisesta- Talouden taantuminen ja toimeentulon epäonnistuminen kalastuksessa, maataloudessa, matkailussa ja perinteisten maatalouden ekosysteemien aiheuttamasta biologisen monimuotoisuuden köyhtymisestä- Riutta- ja muiden saarten heikentynyt asumiskelpoisuus, joka johtaa lisääntyneeseen pakkomuuttoon- Vesiturvaan kohdistuva riski lähes kaikilla pienillä saarilla
Pohjois-Amerikka	- Ilmaston kannalta herkat mielenterveystulokset, ihmisten kuolleisuus ja sairastuvuus, joka johtuu keskilämpötilan noususta, äärimmäisistä sääoloista ja ilmaston ääri-ilmiöistä sekä yhdistetyistä ilmastoriskeistä- Meri-, rannikko- ja maaekosysteemien heikkenemisen riski, mukaan lukien biologisen monimuotoisuuden, toimintojen ja suojelupalvelujen väheneminen - Makean veden luonnonvaroihin kohdistuva riski, jolla on vaikutuksia ekosysteemeihin, pintaveden saatavuuden heikkenemiseen kastellussa maataloudessa, muihin ihmisen käyttötarkoituksiin ja veden laadun heikkenemiseen - Maatalouden, karjankasvatuksen, metsästyksen, kalastuksen ja vesiviljelyn tuottavuuden ja saatavuuden muutoksista johtuva elintarvike- ja ravitsemusturvaan kohdistuva riski- Hyvinvointiin, elinkeinoin ja taloudelliseen toimintaan kohdistuvat riskit, jotka johtuvat ilmastorisken kasaantumisesta ja pahenemisesta, mukaan lukien riskit rannikkokaupungeille, taajamille ja infrastruktuureille
Eurooppa	- Rannikko- ja sisämaan tulvista ihmisille, talouksille ja infrastruktuureille aiheutuvat riskit- Lämpötilan noususta ja äärimmäisistä lämpötiloista ihmisille aiheutuva stressi ja kuolleisuus- Meri- ja maaekosysteemien häiriöt- Veden niukkuus useilla toisilla aloilla- Kasvintuotannon menetykset, jotka johtuvat yhdistetystä lämmöstä ja kuivista olosuhteista sekä äärimmäisistä sääoloista
Keski- ja Etelä-Amerikka	Vesiturvallisuuden kohdistuva riski Lisääntyneistä epidemioista, erityisesti vektorivälitteisistä taudeista, johtuvat vakavat terveysvaikutukset Koralliriutan ekosysteemien heikkeneminen korallin valkaisuun vuoksi toistuvasta/äärimmäisestä kuivuudesta elintarviketurvalle aiheutuva riski - tulvien, maanvyörymien, merenpinnan nousun, myrskyjen ja rannikoiden eroosion aiheuttamat ihmishenkien ja infrastruktuurien vahingot
Itä-Tralasiala	Trooppisten matalien koralliriuttojen ja niihin liittyvien biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteempipalvelujen arvojen heikkeneminen- Ihmisten ja luonnon järjestelmien häviäminen matalilla rannikkoalueilla merenpinnan nousun vuoksi- Maataloustuotannon vähenemisestä johtuva vaikutus elinkeinoin ja tuloihin- Ihmisten ja luonnonvaraisten eläinten lämpöön liittyvän kuolleisuuden ja sairastuvuuden lisääntyminen- Alppien biologisen monimuotoisuuden häviäminen Australiassa lumen vähenemisen vuoksi
Aasian	- Tulvien aiheuttamat kaupunki-infrastruktuurin vahingot ja vaikutukset ihmisten hyvinvointiin ja terveyteen erityisesti rannikkokaupungeissa ja -asutusalueilla- Luonnon monimuotoisuuden häviäminen ja elinympäristöjen muutokset sekä niihin liittyvät häiriöt riippuvaisissa ihmisten järjestelmissä makean veden, maan ja valtamerien ekosysteemeissä- Merten lämpenemisestä ja happamoitumisesta, merenpinnan noususta, meren lämpöaalloista ja luonnonvarojen hyödyntämisestä johtuva useammin tapahtuva laajamittainen korallien valkaisu ja sitä seuraava korallikuolleisuus- Merenpinnan noususta johtuva rannikon kalavarojen väheneminen, sademäärien väheneminen joissakin osissa ja lämpötilan nousu- Äärimmäisten lämpötilojen, sademäärien vaihtelun ja kuivuuden lisääntymisestä johtuva elintarviketurvaan ja vesiturvallisuuden kohdistuva riski
Afrikka	- Lajien sukupuutto ja ekosysteemien ja ekosysteempipalvelujen väheneminen tai peruuttamaton häviäminen, mukaan lukien makean veden, maan ja valtamerien ekosysteemit- Ruokaturvaan kohdistuva riski, aliravitsemuksen riski (mikroravintoaineiden puute) ja toimeentulon menetys viljelykasveista, karjasta ja kalastuksesta peräisin olevan ruoan tuotannon vähenemisen vuoksi- Meriekosysteemien terveyteen ja rannikkoyhteisöjen elinkeinoin kohdistuvat riskit- Lisääntyneestä kuumuudesta ja tartuntataudeista johtuva ihmisten kuolleisuuden ja sairastuvuuden lisääntyminen (mukaan lukien vektorivälitteiset sairaudet ja ripulitaudit)- Talouden tuotoksen ja kasvun väheneminen sekä eriarvoisuuden ja köyhyyden lisääntyminen - Kuivuudesta ja kuumuudesta johtuva vesi- ja energiaturvallisuuden kohdistuva lisääntynyt riski



Kuva 3.3: Maailmanlaajuisten ja alakohtaisten arviointien synteettiset riskikaaviot ja esimerkkejä alueellisista keskeisistä riskeistä.

Palavat hiililoket ovat peräisin kirjallisuuteen perustuvasta asiantuntijan eliitaatiosta. Paneeli (a): Vasen - Maapallon pintalämpötilan muutokset °C:ssa suhteessa vuosiin 1850–1900. Nämä muutokset saatiin yhdistämällä CMIP6-mallisimulaatiot havaintorajoitteisiin, jotka perustuvat aiempaan simuloituun lämpenemiseen sekä päivitettyyn arvioon tasapainoilmaherkkyydestä. Hyvin todennäköiset vaihteluvälit esitetään vähäisten ja suurten kasviuonekaasupäästöjen skenaarioissa (SSP1-2.6 ja SSP3-7.0). Oikea - Global Reasons for Concern, vertaamalla AR6 (paksuja hiililoksia) ja AR5 (ohuita hiililoksia) arvioiteja. Kutakin RFC:tä koskevat kaaviot esitetään olettaen, että mukautukset ovat vähäisiä tai niitä ei ole lainkaan (eli mukautukset ovat hajanaisia, paikallisia ja koostuvat nykyisten käytäntöjen asteittaisista mukautuksista). Siirtymisessä erittäin riskialttiille tasolle painotetaan kuitenkin peruuttamattomuutta ja sopeutumisrajoja. Horisontaalinen viiva tarkoittaa nykyistä 1,1 celsiusasteen ilmaston lämpenemistä, jota käytetään erottamaan havaitut, aiemmat vaikutukset linjan alapuolella tulevista ennustetuista riskeistä sen yläpuolella. Linjat yhdistävät keskipisteet siirtymisestä kohtalaisesta suureen riskiin AR5: n ja AR6: n välillä. Paneeli (b): Maalla sijaitseviin järjestelmiin ja valtameri- ja rannikkoekosysteemeihin kohdistuvat riskit. Kutakin riskiä koskevissa kaavioissa oletetaan, että muutokset ovat vähäisiä tai olemattomia. Tekstikuplat osoittavat esimerkkejä vaikutuksista tietyllä lämpenemistasolla. Paneeli (c): Vasen - Globaali keskimääräinen merenpinnan muutos senttimetreinä verrattuna vuoteen 1900. Historialliset muutokset (mustat) havaitaan vuorovesimittareilla ennen vuotta 1992 ja sen jälkeen korkeusmittareilla. Tulevat muutokset 2100: een (värilliset viivat ja varjostus) arvioidaan johdonmukaisesti havaintorajoitteiden kanssa, jotka perustuvat CMIP-, jäälevy- ja jäätikkömallien emulointiin, ja todennäköiset vaihteluvälit esitetään SSP1-2.6: lle ja SSP3-7.0: lle. Oikea – Rannikkotulvien, eroosion ja suolaantumisen yhdistetyn riskin arviointi neljällä havainnollistavalla rannikon maantieteellisellä alueella vuonna 2100 keski- ja äärimmäisten merenpinnan tasojen muuttumisen vuoksi kahdessa vasteskenaariossa SROCC:n viiteajanjaksoon (1986–2005) nähden ja IPCC:n AR6:n viiteajanjaksoon (1995–2014) nähden. Arvioinnissa ei oteta huomioon merenpinnan äärimmäisen tason muutoksia, jotka ovat suurempia kuin merenpinnan keskimääräisen nousun suoraan aiheuttamat muutokset. riskitasot voisivat nousta, jos harkittaisiin muita muutoksia merenpinnan äärimmäisissä tasoissa (esim. sykloni-intensiteetin muutosten vuoksi). "Ei-kohtuullinen reagointi" kuvaa toimia nykyhetkestä lähtien (eli ei uusia merkittäviä toimia tai uudentyypisiä toimia). "Mahdollisten toimien enimmäismäärä" on yhdistelmä vastatoimia, jotka on toteutettu täysimääräisesti, ja näin ollen merkittäviä lisätoimia nykytilanteeseen verrattuna olettaen, että taloudelliset, sosiaaliset ja poliittiset esteet ovat minimaaliset. Arviointikriteereihin kuuluvat altistuminen ja haavoittuvuus (varojen tiheys, maa- ja meripuskuriekosysteemien heikkenemisen taso), rannikkoalueiden vaarat (tulvat, rannikoiden eroosio, suolaantuminen), in situ -reaktiot (kovat rannikkoalueiden suojauskeinot, ekosysteemien ennallistaminen tai uusien luonnollisten puskurialueiden luominen sekä vajoamisen hallinta) ja suunniteltu uudelleensijoittaminen. Suunnitellulla sisäisellä siirrolla tarkoitetaan hallittua vetäytymistä tai uudelleensijoittamista. Pakkomuuttoa ei oteta huomioon tässä arvioinnissa. Tässä käytetään termiä "vaste" sopeutumisen sijasta, koska joitakin vastauksia, kuten vetäytymistä, voidaan pitää sopeutumisenä. Paneeli (d): Vasen - Lämpöherkät ihmisten terveystulokset kolmessa sopeutumistehokkuuden skenaariossa. Kaaviot lyhennetään lähimpään kokonaiseen oC:seen lämpötilan muutoksen vaihteluvälillä vuonna 2100 kolmessa SSP-skenaariossa. Oikein - Ilmastonmuutoksesta ja sosioekonomisen kehityksen malleista johtuvat elintarviketurvaan liittyvät riskit. Elintarviketurvaan kohdistuvia riskejä ovat muun muassa elintarvikkeiden saatavuus ja saanti, mukaan lukien nälänhädän vaarassa oleva väestö, elintarvikkeiden hintojen nousu ja lapsuuden alipainosta johtuva työkyvyttömyyskorjattujen elinvuosien lisääntyminen. Riskit arvioidaan kahden vastakkaisen sosioekonomisen kehityspolun (SSP1 ja SSP3) osalta ilman kohdennettujen hillitsemis- ja sopeutumispolitiikkien vaikutuksia. Paneeli e: Esimerkkejä alueellisista keskeisistä riskeistä. Havaitut riskit ovat vähintään keskitason luottamustasolla. Keskeiset riskit yksilöidään haitallisten seurausten suuruuden perusteella (seurausten läpikäytavuus, muutostas, seurausten peruuttamattomuus, vaikutuskynnysten tai -kipinäpisteiden mahdollisuus, järjestelmäraajat ylittävien kerrannaisvaikutusten mahdollisuus). haitallisten seurausten todennäköisyys; riskin ajalliset ominaisuudet; ja kyky vastata riskiin esimerkiksi sopeutumalla. {WGI Kuva SPM.8; WGII SPM B.3.3, WGII Kuva SPM.3, WGII SM 16.6, WGII SM 16.7.4; SROCC Kuva SPM.3d, SROCC SPM.5a, SROCC 4SM; SRCCL Kuva SPM.2, SRCCL 7.3.1, SRCCL 7 SM} (ristiosalaatikko.2)

3.1.3 Äkillisen ja peruuttamattoman muutoksen todennäköisyys ja riskit

Äkillisten ja peruuttamattomien muutosten ja niiden vaikutusten todennäköisyys kasvaa maapallon lämpenemisen lisääntyessä (korkea luottamus). Lämpenemisen lisääntyessä myös lajien sukupuuttoon kuoleminen tai biologisen monimuotoisuuden peruuttamattoman vähenemisen riski kasvaa ekosysteemeissä, kuten metsissä (keskitason luottamus), koralliriutoilla (erittäin korkea luottamus) ja arktisilla alueilla (korkea luottamus). Riskit, jotka liittyvät suuriin yksittäisiin tapahtumiin tai kippipisteisiin, kuten jäätiköiden epävakautteen tai ekosysteemien häviämiseen trooppisista metsistä, siirtymiseen suureen riskiin 1,5–2,5 celsiusasteeseen (keskitason luottamus) ja erittäin suureen riskiin 2,5–4 celsiusasteeseen (alhainen luottamus). Biogeokemiallisten syklien vaste ihmisen aiheuttamiin häiriöihin voi olla äkillinen alueellisessa mittakaavassa ja peruuttamaton vuosisatojen aika-asteikolla (korkea luottamus). Epävarmojen alueellisten raja-arvojen ylittymisen todennäköisyys kasvaa lämpenemisen jatkuessa (korkea luottamus). {WGI SPM C.3.2, WGI Box TS.9, WGI TS.2.6; WGII Kuva SPM.3, WGII SPM B.3.1, WGII SPM B.4.1, WGII SPM B.5.2, WGII Taulukko TS.1, WGII TS.C.1, WGII TS.C.13.3; SROCC SPM B.4}

Merenpinnan nousu on väistämätöntä vuosisatojen ja vuosituhansien ajan syvän meren lämpenemisen ja jäätiköiden sulamisen vuoksi, ja merenpinta pysyy koholla tuhansia vuosia (korkea luottamus). Maailmanlaajuinen keskimääräinen merenpinnan nousu jatkuu 2000-luvulla (lähes varmaa), ja ennustettu alueellinen suhteellinen merenpinnan nousu on 20 prosenttia maailmanlaajuudesta keskiarvosta kahdella kolmasosalla maailman rannikosta (keskimääräinen luottamus). Merenpinnan nousun suuruus, nopeus, raja-arvojen ylitysten ajoitus ja pitkän aikavälin sitoutuminen merenpinnan nousuun riippuvat päästöistä, ja suuremmat päästöt johtavat suurempaan ja nopeampaan merenpinnan nousuun. Suhteellisen merenpinnan nousun vuoksi merenpinnan tason ääri-ilmiöiden, jotka ovat tapahtuneet kerran vuosisadassa lähimenneisyydessä, ennustetaan esiintyvän vähintään vuosittain yli puolessa kaikista vuorovesiraideteveyden sijainneista vuoteen 2100 mennessä, ja rannikkoekosysteemeihin, ihmisiin ja infrastruktuuriin kohdistuvat riskit kasvavat edelleen yli 2100:n (korkea luottamus). Grönlannin ja Länsi-Antarktiksien jäätiköt häviävät lähes kokonaan ja peruuttamattomasti useiden vuosituhansien aikana 2–3 celsiusasteen jatkuvalla lämpenemisellä (rajoitettu näyttö). Jäämassahäviön todennäköisyys ja nopeus kasvavat, kun globaalit pintalämpötilat nousevat (korkea luottamus). Seuraavien 2000 vuoden aikana maapallon keskimääräinen merenpinta nousee noin 2–3 metriä, jos lämpeneminen rajoitetaan 1,5 celsiusasteeseen, ja 2–6 metriä, jos lämpeneminen rajoitetaan 2 celsiusasteeseen (alhainen luottamus). Monimiljoonaisen maailmanlaajuisen keskimääräisen merenpinnan nousun ennusteet ovat yhdenmukaisia aiempien lämpimien ilmastokausien rekonstruoitujen tasojen kanssa: maapallon keskimääräinen merenpinta oli hyvin todennäköisesti 5–25 metriä korkeampi kuin nykyään noin 3 miljoonaa vuotta sitten, jolloin maapallon lämpötila oli 2,5–4 celsiusastetta korkeampi kuin 1850–1900 (keskimääräinen luottamus). Muita esimerkkejä ilmastojärjestelmän väistämättömistä muutoksista, jotka johtuvat useista vuosikymmenistä tai pidemmistä vasteajoista, ovat jäätiköiden jatkuva sulaminen (erittäin korkea luottamus) ja ikeroudan hiihävio (korkea luottamus). {WGI SPM B.5.2, WGI SPM B.5.3, WGI SPM B.5.4, WGI SPM C.2.5, WGI Box TS.4, WGI Box TS.9, WGI 9.5.1; WGII TS C.5; SROCC SPM B.3, SROCC SPM B.6, SROCC SPM B.9} (Kuva 3.4)

Mahdollisiin erittäin suuriin vaikutuksiin liittyvien epätodennäköisten seurausten todennäköisyys kasvaa, kun ilmaston lämpeneminen on suurempaa (korkea luottamus). Tietyn skenaarion osalta arvioitua erittäin todennäköistä vaihteluväliä huomattavasti suurempaa lämpenemistä ei voida sulkea pois, ja on olemassa suuri luottamus siihen, että tämä johtaisi monilta osin arvioitua suurempiin alueellisiin muutoksiin ilmastojärjestelmässä. Vähän todennäköisiä ja vaikutuksiltaan merkittäviä tuloksia voi esiintyä alueellisessa mittakaavassa jopa ilmaston lämpenemisen osalta tietyn kasvihuonekaasupäästöskenaarion hyvin todennäköisellä arvioidulla vaihteluvälillä. Maailmanlaajuisista keskimääräistä merenpinnan nousua todennäköisen vaihteluvälin yläpuolelle (lähes 2 metriä vuoteen 2100 mennessä ja yli 15 metriä vuoteen 2300 mennessä erittäin korkeiden kasvihuonekaasupäästöjen skenaariossa (SSP5-8.5) (heikko luottamus)) ei voida sulkea pois jääpeiteprosessien syvän epävarmuuden vuoksi,¹²³ ja sillä olisi vakavia vaikutuksia matalan korkeuden rannikkoalueiden väestöön. Jos ilmaston lämpeneminen lisääntyy, jotkin yhdistetyt ääri-ilmiöt¹²⁴ yleistyvät, ja ennennäkemättömät voimakkuudet, kestot tai alueellinen laajuus (korkea luottamus) ovat todennäköisempiä. Atlantin meridiaalin kiertäminen heikkenee hyvin todennäköisesti 2000-luvulla kaikissa tarkastelluissa skenaarioissa (korkea luottamus), mutta äkillistä romahdusta ei odoteta ennen vuotta 2100 (keskitason luottamus). Jos näin epätodennäköinen tapahtuma tapahtuisi, se aiheuttaisi hyvin todennäköisesti äkillisiä muutoksia alueellisissa sääoloissa ja veden kiertokulussa, kuten trooppisen sadevyöhykkeen siirtyminen etelään ja suuret vaikutukset ekosysteemeihin ja ihmisen toimintaan. Sekvenssi suuria räjähdysmäisiä tulivuorenpurkauksia vuosikymmenien sisällä, kuten on tapahtunut aiemmin, on epätodennäköinen suuren vaikutuksen tapahtuma, joka johtaisi merkittävään jäähdytykseen maailmanlaajuisesti ja alueellisiin ilmastohäiriöihin useiden vuosikymmenten aikana. {WGI SPM B.5.3, WGI SPM C.3, WGI SPM C.3.1, WGI SPM C.3.2, WGI SPM C.3.3, WGI SPM C.3.4, WGI SPM C.3.5, WGI Figure SPM.8, WGI Box TS.3, WGI Figure TS.6, WGI Box 9.4; WGII SPM B.4.5, WGII SPM C.2.8; SROCC SPM B.2.7} (Kuva 3.4, poikkileikkauslaatikko.2)

123 Tälle lopputulokselle on ominaista syvä epävarmuus: Sen todennäköisyys on kvantitatiivisen arvioinnin vastainen, mutta sitä pidetään suuren potentiaalisen vaikutuksensa vuoksi. {WGI-ruutu TS.1; Työryhmän II lukujen välinen laatikko DEEP}

124 Ks. liite I: Sanasto. Esimerkkejä yhdistetyistä ääri-ilmiöistä ovat samanaikaiset helleaalot ja kuivuus tai yhdistelmätulvat. {WGI SPM Alaviite 18}

3.2 Pitkän aikavälin sopeutumisvaihtoehdot ja -rajat

Lämpenemisen myötä sopeutumisvaihtoehdoista tulee rajoitetumpia ja tehottomampia. Korkeammilla lämpenemistasoilla menetykset ja vahingot lisääntyvät, ja ihmisen ja luonnon lisäjärjestelmät saavuttavat sopeutumisraajat. Integroidut monialaiset ratkaisut lisäävät sopeutumisen tehokkuutta. Maladaptaatio voi aiheuttaa haavoittuvuuden, altistumisen ja riskien lukkiutumista, mutta se voidaan välttää pitkän aikavälin suunnittelulla ja toteuttamalla sopeutumistoimia, jotka ovat joustavia, monialaisia ja osallistavia. (korkea luottamus)

Ilmastomuutokseen sopeutumisen tehokkuus ilmastoriskin vähentämisessä on dokumentoitu tiettyjen olosuhteiden, alojen ja alueiden osalta, ja se heikkenee lämpenemisen lisääntyessä (korkea luottamus).¹²⁵ Esimerkiksi maatalouden yhteiset sopeutumistoimet – parempien lajikkeiden ja maatalouskäytäntöjen käyttöönotto sekä viljelymallien ja -järjestelmien muutokset – eivät enää tehoa 2 celsiusasteesta korkeampaan lämpenemisasteeseen (korkea luottamus). Useimpien veteen liittyvien sopeutumisvaihtoehtojen tehokkuus ennakoitujen riskien vähentämisessä heikkenee lämpenemisen lisääntyessä (korkea luottamus). Vesivoimaan ja lämpösähkön tuotantoon liittyvät mukautukset ovat tehokkaita useimmilla alueilla jopa 1,5–2 °C:n lämpötilassa, mikä vähentää tehokkuutta korkeammilla lämmitystasolla (keskimääräinen luottamus). Ekosysteemipohjainen sopeutuminen on altis ilmastomuutoksen vaikutuksille, ja tehokkuus heikkenee ilmaston lämpenemisen lisääntyessä (korkea luottamus). Peltometsätalouteen ja metsätalouteen liittyvien sopeutumisvaihtoehtojen tehokkuus heikkenee maailmanlaajuisesti jyrkästi 3 celsiusasteessa, ja jäännösriski kasvaa huomattavasti (keskitason luottamus). {WGII SPM C.2, WGII SPM C.2.1, WGII SPM C.2.5, WGII SPM C.2.10, WGII Kuva TS.6 Paneeli (e), 4.7.2}

Ilmaston lämpenemisen lisääntyessä ilmastomuutokseen sopeutumiselle saavutetaan enemmän rajoja ja menetykset ja vahingot, jotka keskittyvät voimakkaasti köyhimpiin haavoittuviin väestöryhmiin, lisääntyvät (korkea luottamus). Jo alle 1,5 celsiusasteen lämpötilassa maa- ja vesiekosysteemien autonomiset ja evolutiiviset sopeutumisvasteet ovat yhä vaikeampia (korkea luottamus) (kohta 2.1.2). Joillakin yli 1,5 celsiusasteen ekosysteemeihin perustuvilla sopeutumistoimenpiteillä ei enää pystytä tuottamaan hyötyjä ihmisille, koska nämä ekosysteemit saavuttavat kovat sopeutumisraajat (korkea luottamus). Sopeutuminen lämpöstressin, lämpökuolleisuuden ja ihmisille tarkoitetun ulkotyökapasiteetin vähenemisen riskeihin kohdistuu pehmeisiin ja koviin rajoihin alueilla, jotka muuttuvat merkittävästi vakavammiksi 1,5 celsiusasteessa ja ovat erityisen merkityksellisiä alueilla, joilla on lämmin ilmasto (korkea luottamus). Jos ilmasto lämpenee yli 1,5 celsiusastetta, rajalliset makean veden luonnonvarat asettavat mahdollisesti kovia rajoituksia pienille saarille sekä jäätiköiden ja lumen sulamisesta riippuvaisille alueille (keskimääräinen luottamus). Pehmeitä raja-arvoja ennustetaan 2 celsiusasteella useille peruskasveille, erityisesti trooppisilla alueilla (korkea luottamus). Joillekin vesienhoitotoimenpiteille ennustetaan 3 celsiusasteen pehmeitä raja-arvoja monilla alueilla ja kovia raja-arvoja osissa Eurooppaa (keskitason luottamus). {WGII SPM C.3, WGII SPM C.3.3, WGII SPM C.3.4, WGII SPM C.3.5, WGII TS.D.2.2, WGII TS.D.2.3; SR1.5 SPM B.6; SROCC SPM C.1}

Integroidut monialaiset ratkaisut lisäävät sopeutumisen tehokkuutta. Esimerkiksi osallistava, yhdenmies ja pitkän aikavälin suunnittelu paikallisella, kunnallisella, alueellisella ja kansallisella tasolla yhdessä tehokkaiden sääntely- ja seurantajärjestelmien sekä taloudellisten ja teknologisten resurssien ja valmiuksien kanssa edistävät kaupunki- ja maaseutujärjestelmän siirtymää. On olemassa monialaisia sopeutumisvaihtoehtoja, kuten katastrofiriskien hallinta, varhaisvaroitusjärjestelmät, ilmastopalvelut sekä riskien leviäminen ja jakaminen, joita voidaan soveltaa laajasti eri aloilla ja jotka yhdessä tarjoavat suurempia hyötyjä muille sopeutumisvaihtoehdoille. Siirtyminen asteittaisesta sopeutumisesta muutokseen ja erilaisten rajoitteiden poistaminen pääasiassa rahoituksen, hallinnon, instituutioiden ja politiikan aloilla voi auttaa ylittämään pehmeän sopeutumisen rajat. Sopeutuminen ei kuitenkaan estä kaikkia menetyksiä ja vahinkoja edes tehokkaalla sopeutumisella ja ennen pehmeiden ja kovien rajojen saavuttamista. (korkea luottamus) {WGII SPM C.2, WGII SPM C.2.6, WGII SPM C.2.13, WGII SPM C.3.1, WGII SPM C.3.4, WGII SPM C.3.5, WGII Kuva TS.6 Paneeli (e)}

Puutteelliset toimet ilmastomuutoksen torjumiseksi voivat aiheuttaa haavoittuvuuteen, altistumiseen ja riskeihin liittyviä lukkiutumisia, joita on vaikea ja kallis muuttaa ja jotka pahentavat olemassa olevaa eriarvoisuutta. Toimet, joissa keskitytään erillisiin aloihin ja riskeihin sekä lyhyen aikavälin hyötyihin, johtavat usein huonoon sopeutumiseen. Sopeutumisvaihtoehdoista voi tulla huonosti sopeutuvia, koska niiden ympäristövaikutukset rajoittavat ekosysteemipalveluja ja vähentävät luonnon monimuotoisuutta ja ekosysteemien kykyä sietää ilmastomuutosta tai koska ne aiheuttavat haitallisia vaikutuksia eri ryhmille ja pahentavat eriarvoisuutta. Maladaptaatio voidaan välttää suunnittelemalla ja toteuttamalla sopeutumistoimia joustavasti, monialaisesti, osallistavasti ja pitkällä aikavälillä, mistä on hyötyä monille aloille ja järjestelmille. (korkea luottamus) {WGII SPM C.4, WGII SPM C.4.1, WGII SPM C.4.2, WGII SPM C.4.3}

Merenpinnan nousu aiheuttaa erityisen ja vakavan sopeutumishaasteen, koska se merkitsee sekä hitaasti alkavien muutosten käsittelyä että äärimmäisten merenpinnan tason tapahtumien esiintymistiheyden ja laajuuden lisäämistä (korkea luottamus). Tällaiset sopeutumishaasteet ilmenisivät paljon aikaisemmin merenpinnan noustessa voimakkaasti (korkea luottamus). Meneillään olevaan merenpinnan nousuun ja maan vajoamiseen liittyviin toimiin kuuluvat suojele, majoitus, ennako ja suunniteltu uudelleensijoittaminen (korkea luottamus). Nämä toimet ovat tehokkaampia, jos ne

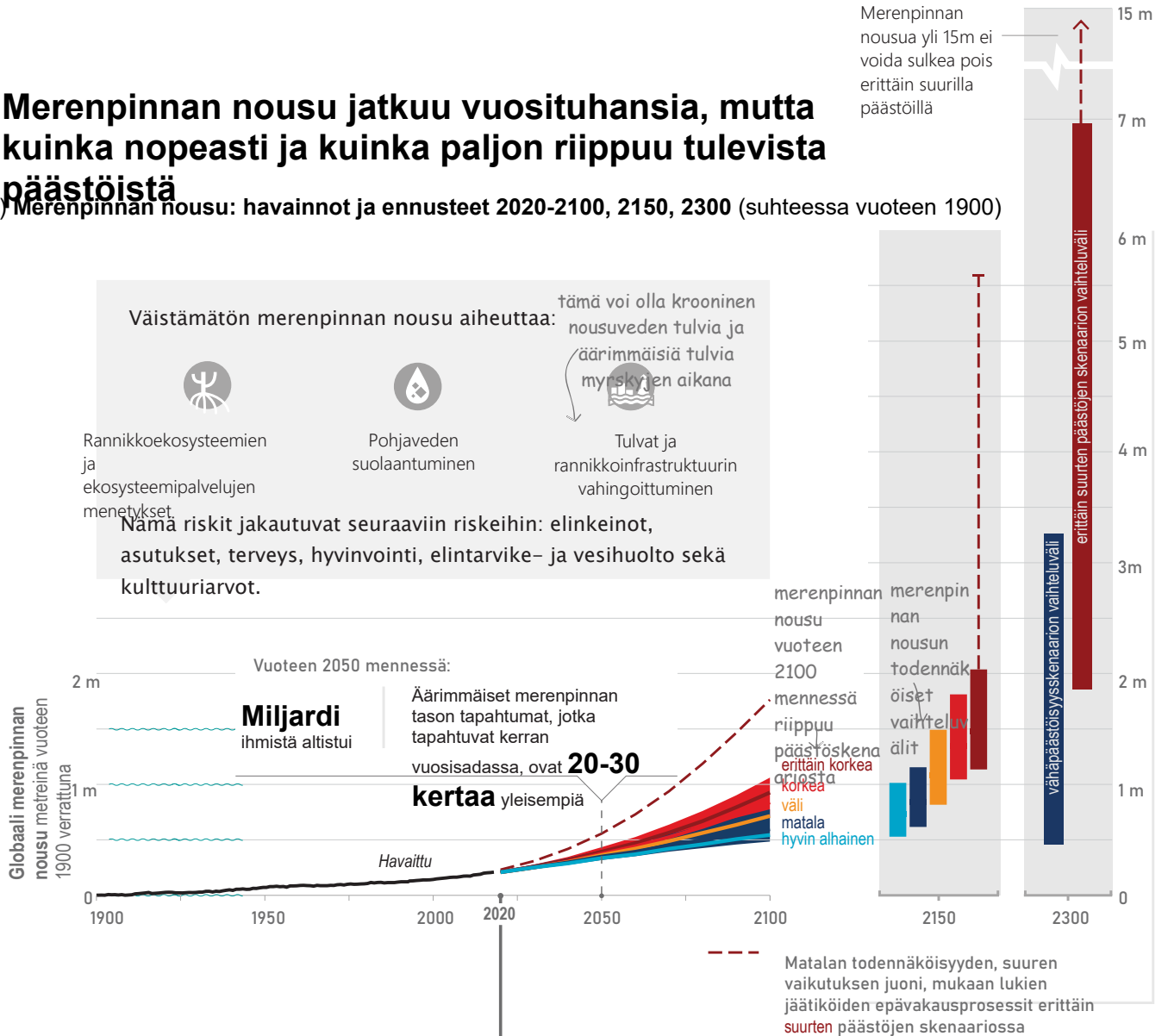
¹²⁵ Tulevaisuudessa käytettävissä olevien sopeutumisvaihtoehtojen koko laajuuden arvioimiseen liittyy rajoituksia, koska kaikkia mahdollisia tulevia sopeutumistoimia ei voida sisällyttää ilmastovaikutusmalleihin ja tulevaa sopeutumista koskevat ennusteet riippuvat tällä hetkellä saatavilla olevista teknologioista tai lähestymistavoista. {Työryhmä II 4.7.2}

yhdistetään ja/tai jaksotetaan, suunnitellaan hyvissä ajoin eteenpäin, sovitetaan yhteen sosiokulttuuristen arvojen kanssa ja niitä tuetaan osallistavilla yhteisön osallistamisprosesseilla (korkea luottamus). Ekosysteemipohjaiset ratkaisut, kuten kosteikot, tuottavat sivuhyötyjä ympäristölle ja ilmastonmuutoksen hillitsemiselle ja vähentävät tulvantorjuntakustannuksia (keskimääräinen luottamus), mutta niillä on paikkakohtaiset fyysiset rajat, vähintään 1,5 celsiusasteen ilmaston lämpeneminen (korkea luottamus) ja ne menettävät tehokkuutensa korkeilla merenpinnan tasoilla, jotka nousevat yli 0,5–1 senttimetriin vuodessa (keskimääräinen luottamus). Merimuurit voivat olla huonosti sopeutuvia, koska ne vähentävät tehokkaasti vaikutuksia lyhyellä aikavälillä, mutta ne voivat myös johtaa lukkiutumisiin ja lisätä altistumista ilmastoriskeille pitkällä aikavälillä, ellei niitä ole sisällytetty pitkän aikavälin sopeutuvaan suunnitelmaan (korkea luottamus). {WGI SPM C.2.5; työryhmä II SPM C.2.8, työryhmä II SPM C.4.1; WGII 13.10, WGII Cross-Chapter Box SLR; SROCC SPM B.9, SROCC SPM C.3.2, SROCC Kuva SPM.4, SROCC Kuva SPM.5c} (Kuva 3.4)

Merenpinnan nousu jatkuu vuosituhansia, mutta kuinka nopeasti ja kuinka paljon riippuu tulevista

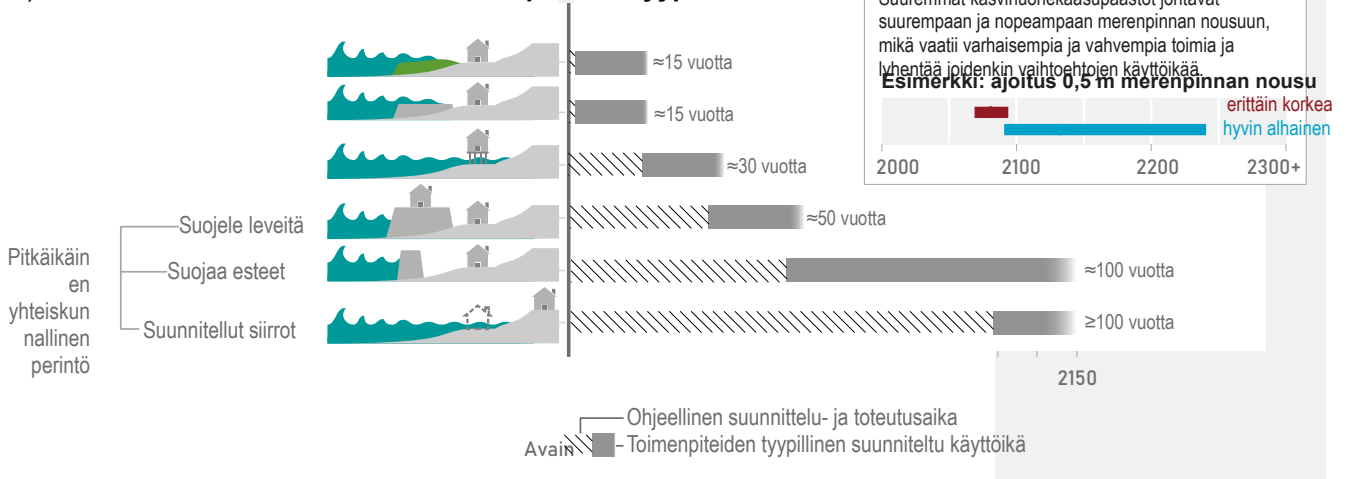
päästöistä

a) Merenpinnan nousu: havainnot ja ennusteet 2020-2100, 2150, 2300 (suhteessa vuoteen 1900)



Merenpinnan nousuun vastaaminen edellyttää pitkän aikavälin suunnittelua

b) Rannikkoalueiden riskinhallintatoimenpiteiden tyypilliset aikataulut



Kuva 3.4: Havaittu ja ennustettu maailmanlaajuinen keskimääräinen merenpinnan muutos ja sen vaikutukset sekä rannikkoalueiden riskienhallinnan aikataulut.

Paneeli (a): Maailmanlaajuinen keskimääräinen merenpinnan muutos metreinä vuoteen 1900 verrattuna. Historialliset muutokset (mustat) havaitaan vuorovesimittareilla ennen vuotta 1992 ja sen jälkeen korkeusmittareilla. Tulevat muutokset arvoihin 2100 ja 2150 (värilliset viivat ja varjostus) arvioidaan johdonmukaisesti havaintorajoitteiden kanssa, jotka perustuvat CMIP-, jäälevy- ja jäätikkömallien emulointiin, ja mediaaniarvot ja todennäköiset vaihteluvälit esitetään tarkasteltavissa skenaarioissa. Vuosiin 1995–2014 verrattuna maapallon keskimääräinen merenpinnan nousu vuoteen 2050 mennessä on todennäköisesti 0,15–0,23 metriä erittäin alhaisten kasvihuonekaasupäästöjen skenaariossa (SSP1–1.9) ja 0,20–0,29 metriä erittäin suurten kasvihuonekaasupäästöjen skenaariossa (SSP5–8.5). vuoteen 2100 mennessä 0,28–0,55 metriä SSP1–1.9:n osalta ja 0,63–1,01 metriä SSP5–8.5:n osalta; ja vuoteen 2150 mennessä 0,37–0,86 metriä SSP1–1.9:n osalta ja 0,98–1,88 metriä SSP5–8.5:n osalta (keskimääräinen luotettavuus). Muutokset vuoteen 1900 verrattuna lasketaan lisäämällä 0,158 m (havaittu maailmanlaajuinen keskimääräinen merenpinnan nousu vuodesta 1900 vuoteen 1995–2014) vuosien 1995–2014 simuloituihin muutoksiin. Tulevat muutokset 2300 baariin perustuvat kirjallisuuden arviointiin, joka edustaa 17.–83. persentiilin vaihteluväliä SSP1–2.6:lle (0,3–3,1 m) ja SSP5–8.5:lle (1,7–6,8 m). Punaiset katkoviivat: Matalan todennäköisyyden, suuren vaikutuksen juoni, mukaan lukien jäätiköiden epävakausero. Nämä osoittavat erittäin epävarmojen prosessien mahdollisen vaikutuksen ja osoittavat SSP5–8.5-ennusteiden 83. persentiiliin, joka sisältää alhaisen todennäköisyyden, suuren vaikutuksen prosessit, joita ei voida sulkea pois; Koska luottamus näiden prosessien ennusteisiin on heikkoa, tämä ei kuulu todennäköiseen vaihteluväliin. IPCC:n AR6:n maailmanlaajuisia ja alueellisia merenpinnan tason ennusteita isännöidään osoitteessa <https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool>. Matalalla rannikkoalueella asuu tällä hetkellä noin 896 miljoonaa ihmistä (lähes 11 prosenttia vuoden 2020 maailman väestöstä), ja sen ennustetaan saavuttavan yli miljardin vuoteen 2050 mennessä kaikissa viidessä kestävä kehityksen strategiasuunnitelmassa. Paneeli (b): Tyypilliset aikataulut nykyisten rannikkoalueiden riskinhallintatoimenpiteiden suunnittelulle, toteuttamiselle (pysäköidyt pylväät) ja käyttöille (siniset pylväät). Merenpinnan nousun myötä kysyntä kasvaa aikaisemmin, reagointi tehostuu ja toimenpiteiden kesto aika lyhenee. Koska merenpinnan nousu kiihtyy vuoden 2050 jälkeen, pitkän aikavälin mukautukset voivat joissakin paikoissa ylittää nykyisten sopeutumisvaihtoehtojen rajat, ja joillekin pienille saarille ja matalille rannikoille voi muodostua eksistentiaalinen riski. {WGI SPM B.5, WGI C.2.5, WGI Kuva SPM.8, WGI 9.6; WGII SPM B.4.5, WGII B.5.2, WGII C.2.8, WGII D.3.3, WGII TS.D.7, WGII Cross-Chapter Box SLR} (Cross-Section Box.2)

3.3 Vähentämisväylät

Ihmisen aiheuttaman ilmaston lämpenemisen rajoittaminen edellyttää, että ihmisen toiminnasta aiheutuvat hiilidioksidipäästöt ovat nolla. Reitit, jotka vastaavat 1,5 celsiusasteen ja 2 celsiusasteen hiilibudjetiteja, edellyttävät nopeita, perusteellisia ja useimmissa tapauksissa välittömiä kasvihuonekaasupäästöjen vähennyksiä kaikilla aloilla (korkea luottamus). Lämpenemistason ylittäminen ja paluu (eli ylitys) merkitsee riskien lisääntymistä ja mahdollisia peruuttamattomia vaikutuksia. maailmanlaajuisen negatiivisten hiilidioksidin nettopäästöjen saavuttaminen ja ylläpitäminen vähentäisi lämpenemistä (korkea luottamus).

3.3.1 Jäljellä olevat hiilibudjetit

Maailmanlaajuisen lämpötilan nousun rajoittaminen tietylle tasolle edellyttää kumulatiivisten hiilidioksidin nettopäästöjen rajoittamista rajallisen hiilibudjetin puitteissa¹²⁶ sekä muiden kasvihuonekaasujen voimakasta vähentämistä. Jokaista ihmisen toiminnan päästämää 1000 GtCO₂:a kohti maapallon keskilämpötila nousee todennäköisesti 0,27 °C:sta 0,63 °C:seen (paras arvio 0,45 °C:sta). Tämä suhde merkitsee sitä, että on olemassa rajallinen hiilibudjetti, jota ei voida ylittää lämpenemisen rajoittamiseksi tietylle tasolle. {WGI SPM D.1, WGI SPM D.1.1; SR1.5 SPM C.1.3} (Kuva 3.5)

Parhaat arviot vuoden 2020 alusta jäljellä olevasta hiilibudjetista, joka koskee lämpenemisen rajoittamista 1,5 celsiusasteeseen 50 prosentin todennäköisyydellä,¹²⁷ ovat arviolta 500 GtCO₂; 2 °C:n lämpötilassa (67 %:n todennäköisyydellä) tämä on 1150 GtCO₂.¹²⁸ Jäljellä olevat hiilibudjetit on kvantifioitu TCRE:n arvioidun arvon ja sen epävarmuuden, historiallista lämpenemistä koskevien arvioiden, ilmastojärjestelmän palautteen, kuten ikiroudan sulamisesta aiheutuvien päästöjen, ja maapallon pintalämpötilan muutoksen perusteella sen jälkeen, kun ihmisen toiminnan aiheuttamat maailmanlaajuiset hiilidioksidipäästöt saavuttavat nettonollan, sekä muiden kuin hiilidioksidipäästöjen ennustetun lämpenemisen vaihtelujen perusteella, jotka johtuvat osittain hillitsemistoimista. Mitä voimakkaampia muiden kuin hiilidioksidipäästöjen vähennykset ovat, sitä alhaisemmat lämpötilat saadaan tietylle RCB:lle tai suuremmalle RCB:lle samalla lämpötilan muutoksen tasolla. Esimerkiksi lämpötilan nousun rajoittaminen 1,5 celsiusasteeseen 50 prosentin todennäköisyydellä voi vaihdella 300–600 GtCO₂:sta riippuen muusta kuin CO₂:n¹²⁹ lämpenemisestä. Lämpenemisen rajoittaminen kahteen celsiusasteeseen 67 prosentin (tai 83 prosentin) todennäköisyydellä merkitsisi sitä, että RCB olisi 1150 (900) GtCO₂ vuoden 2020 alusta alkaen. Jotta RCB pysyisi alle 2 °C:ssa 50 prosentin todennäköisyydellä, se on suurempi eli 1350 GtCO₂.¹³⁰ {WGI SPM D.1.2, WGI-tilukko SPM.2; työryhmä III:n laatikko SPM.1, työryhmä III:n laatikko 3.4; SR1.5 SPM C.1.3}

Jos vuotuiset hiilidioksidipäästöt pysyisivät vuosina 2020–2030 keskimäärin samalla tasolla kuin vuonna 2019, tuloksena olevat kumulatiiviset päästöt käyttäisivät lähes loppuun jäljellä olevan 1,5 celsiusasteen hiilibudjetin (50 prosenttia) ja yli kolmanneksen jäljellä olevasta 2 celsiusasteen hiilibudjetista (67 prosenttia) (kaavio 3.5). Vain keskitettyjen arvioiden perusteella historialliset kumulatiiviset nettohiilidioksidipäästöt vuosina 1850–2019 (2400 ±240 GtCO₂) ovat noin neljä viidesosaa¹³¹ kokonaishiilibudjetista, mikä tarkoittaa 50 prosentin todennäköisyyttä rajoittaa ilmaston lämpeneminen 1,5 celsiusasteeseen (keskitetty arvio noin 2900 GtCO₂), ja noin kaksi kolmasosaa¹³² kokonaishiilibudjetista, mikä tarkoittaa 67 prosentin todennäköisyyttä rajoittaa ilmaston lämpeneminen 2 celsiusasteeseen (keskitetty arvio noin 3550 GtCO₂). {WGI-tilukko SPM.2; Työryhmän III kokous B.1.3, työryhmän III tilukko 2.1}

Skenaarioissa, joissa hiilidioksidipäästöt kasvavat, maan ja valtamerien hiilinielujen ennustetaan olevan vähemmän tehokkaita hidastamaan hiilidioksidin kertymistä ilmakehään (korkea luottamus). Vaikka luonnollisten maan ja valtamerien hiilinielujen ennustetaan vievän absoluuttisesti mitattuna asteittain suuremman määrän hiilidioksidia pienempiin hiilidioksidipäästöskenaarioihin verrattuna, niiden teho heikkenee, toisin sanoen maan ja valtamerien osuus päästöistä vähenee kumulatiivisten nettohiilidioksidipäästöjen lisääntyessä (korkea luottamus). Ilmastomalleihin vielä täysin sisällyttämättömät ekosysteemien lisätoimet, kuten kosteikkojen kasvihuonekaasuvirrat, ikiroudan sulaminen ja

126 Ks. liite I: Sanasto.

127 Tämä todennäköisyys perustuu epävarmuuteen tilapäisestä ilmastovasteesta kumulatiivisiin nettohiilidioksidipäästöihin ja maapallon järjestelmän lisäpalautteisiin, ja se antaa todennäköisyyden sille, että ilmaston lämpeneminen ei ylitä määritettyjä lämpötilatasoja. {WGI Taulukko SPM.1}

128 Maailmanlaajuisissa tietokannoissa tehdään erilaisia valintoja siitä, mitä maalla esiintyviä päästöjä ja poistumia pidetään ihmisen toiminnasta aiheutuvina. Useimmat maat ilmoittavat kansallisissa kasvihuonekaasuinventaarissaan ihmisen toiminnan aiheuttamat maan hiilidioksidivirrat, mukaan lukien ihmisen aiheuttamista ympäristömuutoksista (esim. hiilidioksidilannoituksesta) johtuvat virrat hoidetulla maalla. Näihin inventaariot perustuvien päästöarvioiden avulla jäljelle jääviä hiilibudjetiteja on vastaavasti pienennettävä. {Työryhmä III:n SPM:n alaviite 9, Työryhmä III:n TS.3, Työryhmä III:n monialainen laatikko 6}

129 Keskitetyssä tapauksessa RCB olettaa, että tuleva muu kuin hiilidioksidin lämpeneminen (aerosolien ja muiden kasvihuonekaasujen kuin hiilidioksidin nettolisävaikutus) on noin 0,1 °C vuosien 2010–2019 yläpuolella tiukkojen hillitsemisskenaarioiden mukaisesti. Jos ylimääräinen muu kuin hiilidioksidin lämpeneminen on suurempi, RCB lämpenemisen rajoittamiseksi 1,5 °C:een 50 prosentin todennäköisyydellä kutistuu noin 300 GtCO₂:een. Jos muu kuin hiilidioksidin lisälämmitys kuitenkin rajoittuu vain 0,05 celsiusasteeseen (CH₄:n ja N₂O:n voimakkaampi väheneminen syvien rakenteellisten ja käyttäytymismuutosten, kuten ruokavaliomuutosten, yhdistelmällä), RCB voisi olla noin 600 GtCO₂ 1,5 celsiusasteen lämpenemistä varten. {WGI-tilukko SPM.2, WGI-ruutu TS.7; Työryhmä III – Laatikko 3.4}

130 Kun näitä RCB-estimaatteja oikaistaan edellisten raporttien jälkeisillä päästöillä, ne ovat samankaltaisia kuin SR1.5 mutta suurempia kuin AR5-arvot metodologisten parannusten vuoksi. {WGI SPM D.1.3}

131 Kokonaishiilibudjetteihin liittyviä epävarmuustekijöitä ei ole arvioitu, ja ne voivat vaikuttaa tiettyihin laskettuihin jakeisiin.

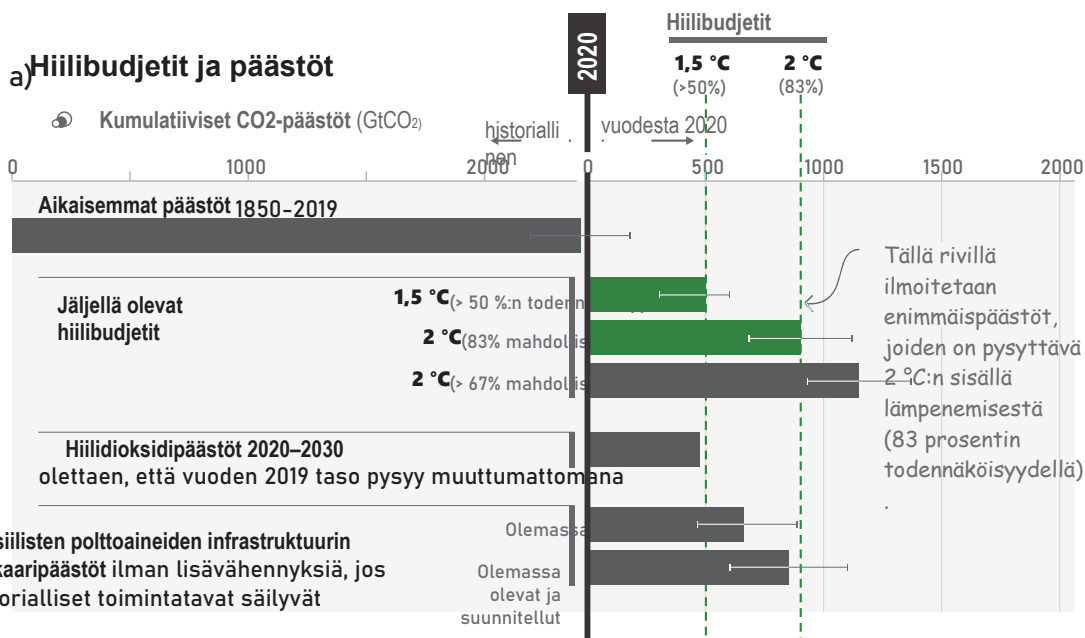
132 Ks. alaviite 131.

maastopalot, lisääisivät entisestään näiden kaasujen pitoisuuksia ilmakehässä (korkea luottamus). Skenaarioissa, joissa hiilidioksidipitoisuudet ovat huipussaan ja vähenevät 2000-luvulla, maa ja valtameret alkavat ottaa vähemmän hiiltä vastauksena ilmakehän hiilidioksidipitoisuuksien vähenemiseen (korkea luottamus) ja muuttuvat heikoksi nettolähteeksi vuoteen 2100 mennessä erittäin alhaisten kasvihuonekaasupäästöjen skenaariossa (keskitason luottamus).¹³³ {WGI SPM B.4, WGI SPM B.4.1, WGI SPM B.4.2, WGI SPM B.4.3}

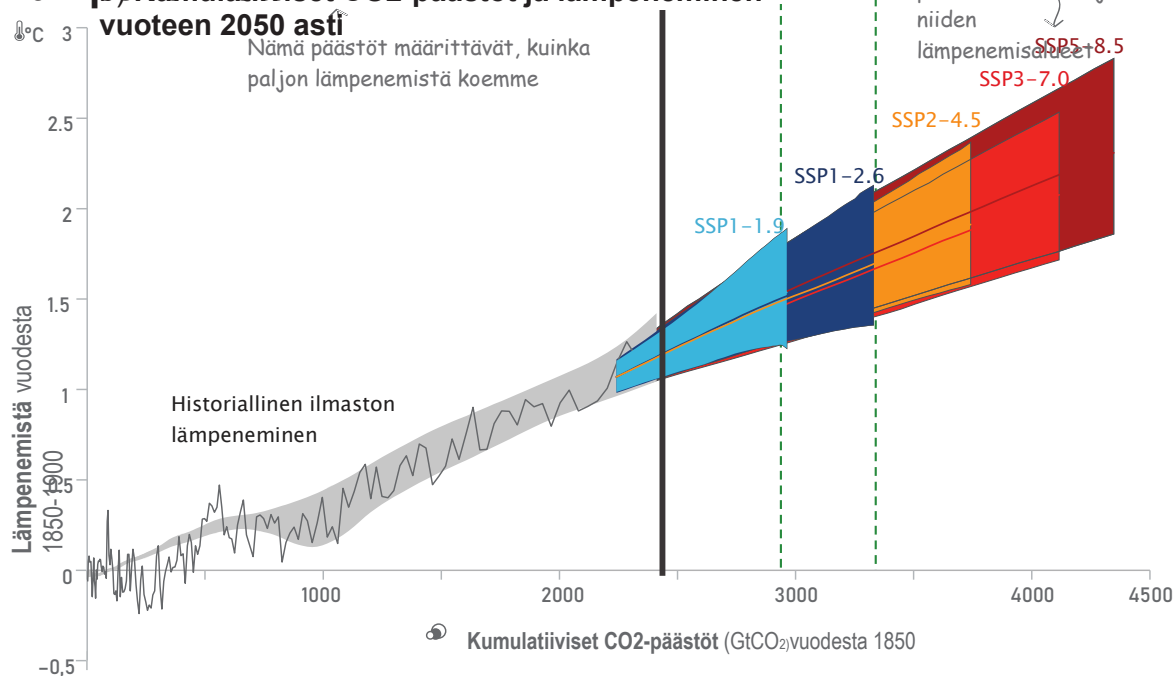
¹³³ Nämä ennustetut hiilinielujen mukautukset ilmakehän hiilidioksidipitoisuuksien vakauttamiseksi tai vähentämiseksi otetaan huomioon jäljellä olevia hiilibudjetteja koskeissa laskelmissa. {WGI SPM alaviite 32}

Jäljellä olevat hiilibudjetit lämpenemisen rajoittamiseksi 1,5 celsiusasteeseen voitaisiin pian käyttää loppuun, ja 2 celsiusasteen budjetit suurelta osin ehtyivät

Jäljellä olevat hiilibudjetit ovat samankaltaisia kuin nykyisen ja suunnitellun fossiilisten polttoaineiden infrastruktuurin käytöstä aiheutuvat päästöt ilman lisävähennyksiä



Jokainen hiilidioksiditonni lisää ilmaston lämpenemistä vuoteen 2050 asti



Kuva 3.5: Kumulatiiviset aikaisemmat, ennustetut ja sitoutuneet päästöt ja niihin liittyvät globaalit lämpötilan muutokset.

Paneeli a) Arvioidut jäljellä olevat hiilibudjetit lämpenemisen rajoittamiseksi todennäköisemmin kuin 1,5 celsiusasteeseen, 2 celsiusasteeseen 83 prosentin ja 67 prosentin todennäköisyydellä verrattuna kumulatiivisiin päästöihin, jotka vastaavat vuoden 2019 kiinteitä päästöjä vuoteen 2030 asti, sekä olemassa oleviin ja suunniteltuihin fossiilisten polttoaineiden infrastruktuureihin (GtCO₂). Jäljellä olevien hiilibudjettien osalta ohuet viivat osoittavat epävarmuutta, joka johtuu muun kuin hiilidioksidin lämpenemisen vaikutuksesta. Fossiilisten polttoaineiden infrastruktuurin elinkaaren aikaisten päästöjen osalta ohuet viivat osoittavat arvioidun herkkyyden alueen. Paneeli b) Kumulatiivisten hiilidioksidipäästöjen ja maapallon pintalämpötilan nousun välinen suhde. Historialliset tiedot (ohut musta viiva) osoittavat historialliset CO₂-päästöt verrattuna havaittuun maapallon pintalämpötilan nousuun suhteessa ajanjaksoon 1850-1900. Harmaa alue ja sen keskiviiva osoittavat vastaavan arvion ihmisen aiheuttamasta historiallisesta lämpenemisestä. Värilliset alueet osoittavat maapallon pintalämpötilaennusteiden arvioidun erittäin todennäköisen vaihteluvälin, ja paksut värilliset keskiviivat osoittavat keskimääräisen estimaatin kumulatiivisten hiilidioksidipäästöjen funktiona valituissa skenaarioissa SSP1-1.9, SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 ja SSP5-8.5. Vuoteen 2050 ulottuvissa ennusteissa käytetään kunkin skenaarion kumulatiivisia hiilidioksidipäästöjä, ja ennustettuun ilmaston lämpenemiseen sisältyy kaikkien ihmisen toiminnan aiheuttamien tekijöiden vaikutus. {WGI SPM D.1, WGI Kuva SPM.10, WGI Taulukko SPM.2; työryhmä III SPM B.1, työryhmä III SPM B.7, työryhmä III 2.7; SR1.5 SPM C.1.3}

Ilmastonmuutos 2023 – yhteenvetoraportti

p50 [p5-p95] (1)	Luokka (2)#[Pathways]	Mallinnetut globaalit päästöväylät, jotka on luokiteltu ennustettujen ilmaston lämpenemistasojen (GWL) mukaan. Yksityiskohtaiset todennäköisyyden määritelmät esitetään SPM-laatikossa 1. AR6 WGIn tarkastelemat viisi havainnollistavaa skenaariota (SSPx-yy) ja työryhmässä III arvioidut havainnollistavat (vähentämispolut on yhdenmukaistettu lämpötilaluokkien kanssa, ja ne esitetään erillisessä sarakekeessa. Maailmanlaajuiset päästöväylät sisältävät alueellisesti eriytettyä tietoa. Tässä arvioinnissa keskitytään niiden maailmanlaajuisiin ominaisuuksiin.	C1 [97]	C1a [50]	C1b [47]	C2 [133]	C3 [311]	C3a [204]	C3b [97]	C4 [159]	C5 [212]	C6 [97]
			Lämpenemisen raja-arvo 1,5 °C (>50 %), ylitystä ei tapahtu lainkaan tai se on rajoitettu a	... kasvihuonekaasujen nettonollapäästöt	... ilman kasvihuonekaasujen nettonollapäästöjä	Lämpenemisen palauttamisen 1,5 asteeseen (>50 %) suuren ylityksen jälkeen	rajoittaa lämpenemisen 2 °C:seen (> 67%)	... ja toiminta alkaa vuonna 2020	... kansallisesti määritellyt panokset vuoteen 2030 asti	rajoittaa lämpenemisen 2 °C:seen (>50 %)	Lämpenemisen raja-arvo 2,5 °C (>50 %)	rajoittaa lämpenemisen 3 °C:seen (>50 %)
Kasvihuonekaasupäästöjen vähennykset vuodesta 2019 (%) (3)	2030	Ennustetut kasvihuonekaasupäästöjen mediaanivähennykset vuoden aikana skenaarioissa verrattuna mallinnettuun vuoteen 2019, 5.–95. persenttiili suluissa. Negatiiviset luvut viittaavat päästöjen kasvuun vuoteen 2019 verrattuna	43 [34–60]	41 [31–59]	48 [35–61]	23 [0–44]	21 [1–42]	27 [13–45]	5 [0–14]	10 [0–27]	6 [–1–18]	2 [–10–11]
	2040		69 [58–90]	66 [58–89]	70 [62–87]	55 [40–71]	46 [34–63]	47 [35–63]	46 [34–63]	31 [20–5]	18 [4–33]	3 [–14–14]
	2050		84 [73–98]	85 [72–100]	84 [76–93]	75 [62–91]	64 [53–77]	63 [52–76]	68 [56–83]	49 [35–65]	29 [11–48]	5 [–2–18]
		Hiiliidioksidin nettonollapitoisuus (%) nettonollakehityspoluista)				2055–2060 (100 %) [2045–2070]	2070–2075 (93 %) [2055–...]	2070–2075 (91 %) [2055–...]	2065–2070 (97 %) [2055–2090]	2080–2085 (86 %) [2065–...]	... (41 %) [2080–...]	ei nettonollaa
Päästöjen välitavoitteet (4)	Kasvihuonekaasujen nettonollapäästöt (5) (%) nettonollakehityspoluista)	Nettonollareittien prosenttiosuus ilmoitetaan pyöreissä suluissa. Kolme pistettä (...) tarkoittaa nettonollaa, jota ei saavuteta kyseisellä prosenttipisteellä.	2095–2100 (52 %) [2050–...]	2070–2075 (100 %) [2050–2090]	(0 %) [...–...]	2070–2075 (87 %) [2055–...]	(30 %) [2075–...]	(24 %) [2080–...]	(41 %) [2075–...]	(31 %) [2075–...]	(12 %) [2090–...]	ei nettonollaa
	Hiiliidioksidipäästöt nollaan vuonna 2020	Kumulatiivisten nettohiiliidioksidipäästöjen mediaani tämän luokan ennustetuissa skenaarioissa nettonollan saavuttamiseen tai vuoteen 2100 saakka hakasulkeissa 5.–95. persenttiiliin välein.	510 [330–710]	550 [340–760]	460 [320–590]	720 [530–930]	890 [640–1160]	860 [640–1180]	910 [720–1150]	1210 [970–1490]	1780 [1400–2360]	ei nettonollaa
Kumulatiiviset hiiliidioksidipäästöt [Gt CO ₂] (6)	2020–2100		320 [–210–570]	160 [–220–620]	360 [10–540]	400 [–90–620]	800 [510–1140]	790 [480–1150]	800 [560–1050]	1160 [700–1490]	1780 [1260–2360]	2790 [2440–3520]
	Lämpenemishipun aikana	Tähän luokkaan kuuluvien reittien ennustettu lämpötilan muutos (50 %:n todennäköisyys ilmastoepävarmuuksien vaihteluvälillä) suhteessa vuosiin 1850–1900, huippulämpötilassa ja vuonna 2100 skenaarioiden mediaaniarvon ja 5.–95. persenttiiliin vaihteluvälin osalta hakasulkeissa.	1.6 [1.4–1.6]	1.6 [1.4–1.6]	1.6 [1.5–1.6]	1.7 [1.5–1.8]	1.7 [1.6–1.8]	1.7 [1.6–1.8]	1.8 [1.6–1.8]	1.9 [1.7–2.0]	1.9 [1.7–2.0]	2.2 [1.9–2.5]
Globaali keskilämpötila muuttuu 50 % todennäköisyydellä (°C)	2100		1.3 [1.1–1.5]	1.2 [1.1–1.4]	1.4 [1.3–1.5]	1.4 [1.2–1.5]	1.6 [1.5–1.8]	1.6 [1.5–1.8]	1.6 [1.5–1.7]	1.8 [1.5–2.0]	2.1 [1.9–2.5]	2.7 [2.4–2.9]
	Todennäköisyys, että ilmaston lämpenemisen huippu pysyy alle (%)	Keskimmääräisen todennäköisyyden, että tämän luokan ennustetut reitit pysyvät tietyin ilmaston lämpenemistason	38 [33–58]	38 [34–60]	37 [33–56]	24 [15–42]	20 [13–41]	21 [14–42]	17 [12–35]	11 [7–22]	4 [0–10]	0 [0–0]
	kallistus 1,5 °C		90 [86–97]	90 [85–97]	89 [87–96]	82 [71–93]	76 [68–91]	78 [69–91]	73 [67–87]	59 [50–77]	37 [18–59]	8 [2–18]
	<3,0 °C		100 [99–100]	100 [99–100]	100 [99–100]	100 [99–100]	99 [98–100]	100 [98–100]	99 [98–99]	98 [95–99]	91 [83–98]	71 [53–88]

alapuolella,
hakasulkeissa 5.–95.

Taulukko 3.1: Mallinnettujen maailmanlaajuisten päästöväylien keskeiset ominaisuudet.

Tiivistelmä arvioituista hiilidioksid- ja kasvihuonekaasupäästöistä, arvioituista nettonolla-ajotuksista ja niistä johtuvista ilmaston lämpenemisen vaikutuksista. Reitit luokitellaan (sarakkeet) sen mukaan, kuinka todennäköisesti ne rajoittavat lämpenemisen erilaisille lämpenemishuipuille (jos huippulämpötila esiintyy ennen vuotta 2100) ja 2100 lämpenemistasoille. Esitetyt arvot koskevat mediaania [p50] ja 5–95. persentiiliä [p5–p95], ja niissä todetaan, että kaikilla kehityspoluilla ei saavuteta hiilidioksidin tai kasvihuonekaasujen nettonollatasoa. {Työryhmä III:n taulukko SPM.2}

1 Taulukosta annetaan yksityiskohtaiset selitykset työryhmän III laatikossa SPM.1 ja työryhmän III taulukossa SPM.2. Lämpötilaluokkien ja SSP/RCP-pisteiden välistä suhdetta käsitellään monialaisessa laatikossa.2. Taulukon arvot viittaavat 50. ja [5–95.] persentiiliin arvoihin reiteillä, jotka kuuluvat tiettyyn WGIII:n laatikossa SPM.1 määriteltyyn luokkaan. Kolmen pisteen (...) merkki tarkoittaa, että arvoa ei voida antaa (koska arvo on 2100:n jälkeen tai nettonollan osalta nettonollaa ei saavuteta). AR6 WG I -työryhmän ilmastoemulaattoreiden arvioinnin perusteella (luku 7, laatikko 7.1) käytettiin kahta ilmastoemulaattoria reitin lämpenemisen todennäköisyyspohjaisessa arvioinnissa. Sarakkeissa "Lämpötilan muutos" ja "Likelihood" kiinnittämättömät arvot edustavat 50. persentiiliä kyseisen luokan reiteillä ja mediaania [50. persentiiliä] todennäköisyysperusteisen MAGICC-ilmastomalliemulaattorin lämpenemisarvioissa. "Todennäköisyys"-sarakkeen hakasulkeissa oleville vaihteluväleille lasketaan kyseisen luokan kunkin reitin keskimääräinen lämpeneminen kummallekin ilmastomalliemulaattorille (MAGICC ja FaIR). Nämä vaihteluvälit kattavat sekä päästöpokujen epävarmuuden että ilmastoemulaattorien epävarmuuden. Kaikki ilmaston lämpenemisen tasot ovat suhteessa 1850-1900.

2 C3-päästöväylää on luokiteltu alaluokkiin politiikkatoimien ajoituksen mukaan, jotta ne vastaisivat työryhmän III kaaviossa SPM.4 esitettyjä päästöväyliä.

3 Ilmastomuutoksen hillitsemisväylien maailmanlaajuisista päästövähennyksistä raportoidaan kehityspolkukohtaisesti suhteessa yhdenmukaistettuihin mallinnettuihin maailmanlaajuisiin päästöihin vuonna 2019 sen sijaan, että raportoitaisiin maailmanlaajuiset päästöt, jotka on raportoitu työryhmän III SPM:n B jaksossa ja työryhmän III 2 luvussa; Näin varmistetaan päästölähteitä ja -toimintoja koskevien oletusten sisäinen johdonmukaisuus sekä johdonmukaisuus WGI:n fysikaaliseen ilmastotieteelliseen arviointiin perustuvien lämpötilaennusteiden kanssa (ks. työryhmän III SPM alaviite 49). Negatiiviset arvot (esim. C5, C6) merkitsevät päästöjen lisääntymistä. Mallinnetut kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2019 ovat 55 [53–58] GtCO₂-ekv. eli vuoden 2019 päästöjä koskevien arvioiden epävarmuusvälin [53–66] GtCO₂-ekv. (ks. 2.1.1) sisällä.

4 Päästöjen välitavoitteet esitetään viiden vuoden välein, jotta ne olisivat johdonmukaisia mallinnettujen reittien perustana olevien viiden vuoden aikavaihetta koskevien tietojen kanssa. Alla hakasulkeissa olevat vaihteluvälit viittaavat vaihteluväleihin reiteillä, jotka käsittävät 5. persentiiliin 5 vuoden jakson alarajan ja 95. persentiiliin 5 vuoden jakson ylärajan. Pyöreissä suluissa olevat numerot tarkoittavat niiden väylien murto-osaa, jotka saavuttavat tietyt virstanpylväät 2000-luvulla. Kaikissa kyseisen luokan reiteissä ilmoitettuihin prosentiosuuksiin kuuluvat ne, jotka eivät saavuta nettonollaa ennen vuotta 2100.

5 Tapauksissa, joissa malleissa ei ilmoiteta kaikkia kasvihuonekaasuja, puuttuvat kasvihuonekaasulajit täytetään ja yhdistetään Kioton koriin, joka sisältää kasvihuonekaasupäästöt hiilidioksidiekvivalenteina, jotka määritellään 100 vuoden lämmityspotentiaalin perusteella. Kunkin kehityspolun osalta CO₂-, CH₄- ja N₂O-päästöjen raportointi oli vähimmäisvaatimus ilmastotoimien arvioimiseksi ja ilmastoluokkaan luokitteluksi. Päästöreitit ilman ilmastoarviointia eivät sisälly tässä esitettyihin vaihteluväleihin. Ks. työryhmä III, liite III, II.5 kohta.

6 Kumulatiiviset päästöt lasketaan vuoden 2020 alusta nettonollan ja 2100:n aikaan. Ne perustuvat yhdenmukaistettuihin hiilidioksidin nettopäästöihin, ja niillä varmistetaan johdonmukaisuus jäljellä olevan hiilibudjetin työryhmän I arvioinnin kanssa. {WGIII Box 3.4, WGIII SPM Alaviite 50}

3.3.2 Nettonollapäästöt: Ajoitus ja vaikutukset

Fysiikan näkökulmasta ihmisen aiheuttaman ilmaston lämpenemisen rajoittaminen tietylle tasolle edellyttää kumulatiivisten hiilidioksidipäästöjen rajoittamista, nollanettopäästöjen tai negatiivisten nettohiilidioksidipäästöjen saavuttamista sekä muiden kasvihuonekaasupäästöjen voimakasta vähentämistä (ks. monialainen laatikko 1). Maailmanlaajuisen mallinnettujen kehityskulkujen, jotka saavuttavat kasvihuonekaasujen nollanettopäästöt ja ylläpitävät niitä, ennustetaan johtavan pintalämpötilan asteittaiseen laskuun (korkea luottamus). Kasvihuonekaasujen nollanettopäästöjen saavuttaminen edellyttää ensisijaisesti hiilidioksid-, metaani- ja muiden kasvihuonekaasupäästöjen perusteellista vähentämistä ja merkitsee negatiivisia nettohiilidioksidipäästöjä.¹³⁴ Hiilidioksidin poisto (CDR) on tarpeen negatiivisten hiilidioksidin nettopäästöjen saavuttamiseksi.¹³⁵ Hiilidioksidin aiheuttaman maapallon pintalämpötilan nousun vakauttamiseksi (ks. 3.3.3 kohta) on tarpeen saavuttaa maailmanlaajuiset hiilidioksidin nollanettopäästöt siten, että jäljelle jäävät ihmisen toiminnan aiheuttamat hiilidioksidipäästöt tasapainotetaan ihmisen toiminnan aiheuttamasta poistumasta peräisin olevalla pysyvästi varastoidulla hiilidioksidilla (korkea luottamus). Tämä eroaa kasvihuonekaasujen nollanettopäästöjen saavuttamisesta, jossa ihmisen toiminnan aiheuttamat metrisesti painotetut kasvihuonekaasupäästöt (ks. monialainen laatikko 1) ovat yhtä suuret kuin hiilidioksidin poisto (korkea luottamus). Päästöpolut, jotka saavuttavat ja ylläpitävät kasvihuonekaasujen nollanettopäästöjä, jotka on määritelty maapallon 100 vuoden lämmityspotentiaalissa, merkitsevät negatiivisia nettohiilidioksidipäästöjä, ja niiden ennustetaan johtavan pintalämpötilan asteittaiseen alenemiseen aiemman huipputason jälkeen (korkea luottamus). Hiilidioksidin nollanettopäästöjen tai kasvihuonekaasujen nollanettopäästöjen saavuttaminen edellyttää perusteellisia ja nopeita bruttopäästöjen vähennyksiä, mutta CDR:n käyttöönotto vaikeasti vähennettävien jäännöspäästöjen (esim. jotkin maatalouden, ilmailun, merenkulun ja teollisten prosessien päästöt) vastapainoksi on väistämätöntä (korkea luottamus). {WGI SPM D.1, WGI SPM D.1.1, WGI SPM D.1.8; WGIII SPM C.2, WGIII SPM C.3, WGIII SPM C.11, WGIII Box TS.6; SR1.5 SPM A.2.2}

¹³⁴ Kasvihuonekaasujen nollanettopäästöt, jotka määritellään 100 vuoden lämmityspotentiaalin perusteella. Ks. alaviite 70.

¹³⁵ Ks. 3.3.3 ja 3.4.1 kohta.

Mallinnetuissa kehityspoluissa hiilidioksidin nettopäästöttömyyden ja sen jälkeen kasvihuonekaasujen nettopäästöttömyyden ajoitus riippuu useista muuttujista, kuten toivotusta ilmastotuloksesta, hillitsemisstrategiasta ja soveltamisalaan kuuluvista kaasuista (korkea luottamus). Hiilidioksidipäästöjen maailmanlaajuinen nettonollataso saavutetaan 2050-luvun alussa reiteillä, jotka rajoittavat lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen (>50 %) ylittämättä lainkaan tai ylittämättä sitä vain vähän, ja noin 2070-luvun alussa reiteillä, jotka rajoittavat lämpenemisen 2 celsiusasteeseen (>67 %). Vaikka muiden kasvihuonekaasujen kuin hiilidioksidin päästöt vähenevät voimakkaasti kaikissa kehityskuluissa, jotka rajoittavat lämpenemisen enintään kahteen celsiusasteeseen (> 67 %), CH₄-, N₂O- ja F-kaasujen jäännöspäästöt, jotka ovat noin 8 [5–11] GtCO₂-ekv. v-1, pysyvät kasvihuonekaasujen nettonollatasolla, jota kompensoivat negatiiviset nettohiilidioksidipäästöt. Tämän seurauksena hiilidioksidin nettonollataso saavutettaisiin ennen kasvihuonekaasujen nettonollatasoa (korkea luottamus). {WGIII SPM C.2, WGIII SPM C.2.3, WGIII SPM C.2.4, WGIII-taulukko SPM.2, WGIII 3.3} (kuva 3.6)

Globaalit mallinnetut kehityspolut, jotka rajoittavat lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen (>50 %) ja joissa ei ylitetä hiilidioksidin nettonollatason myöhemmin kuin vuonna 2050

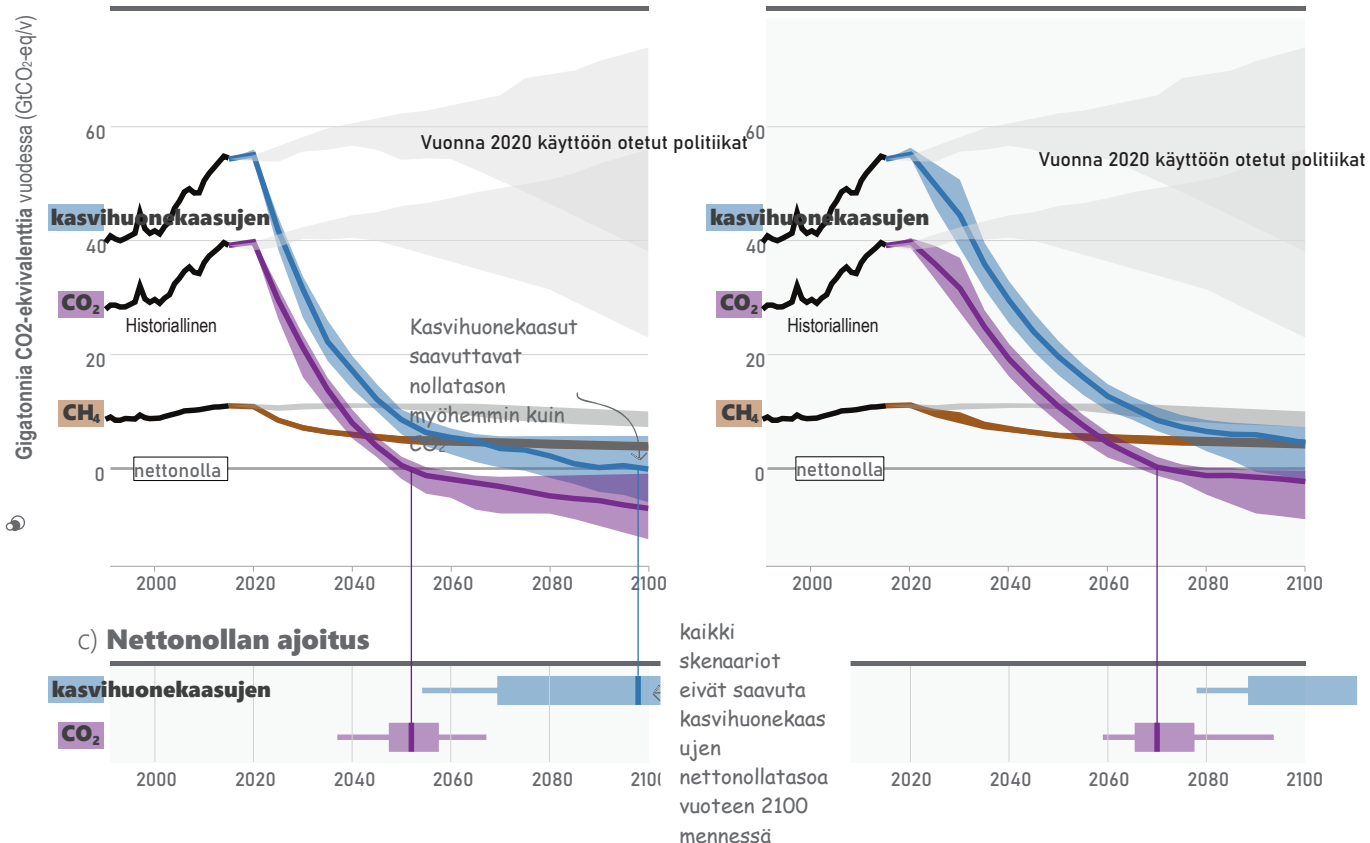
Kasvihuonekaasujen kokonaismäärä saavuttaa nollatasonnoin vuonna 2050

a) Lämpenemisen pitäminen 1,5 °C:ssa

(> 50 %), ylityksiä ei ole lainkaan tai ne ovat vähäisiä

b) Lämpenemisen pitäminen 2 °C:ssa

(>67%)



Kuva3.6: Kasvihuonekaasujen, hiilidioksidin ja metaanin kokonaispäästöt ja nettonollan saavuttamisen ajoitus eri hillitsemisväylillä.

Yläriivi: kasvihuonekaasu-, hiilidioksidi- ja metaanipäästöt ajan mittaan (GtCO₂eq), aiemmat päästöt, vuoden 2020 loppuun mennessä toteutettujen politiikkojen mukaiset ennustetut päästöt (harmaa) ja värillisten lämpötilatavoitteiden mukaiset kehityspolut (sininen, violetti ja ruskea). Paneeli (a) (vasemmalla) näyttää reitit, jotka rajoittavat lämpenemisen 1,5 °C:een (>50 %) ilman ylitystä tai rajoitetusti ylittämättä sitä (C1) ja paneeli (b) (oikealla) näyttää reitit, jotka rajoittavat lämpenemisen 2 °C:een (>67 %) (C3). Alarivi: Paneelissa c esitetään keskimääräinen (pystysuora viiva), todennäköinen (bar) ja erittäin todennäköinen (ohut viiva) ajoitus kasvihuonekaasujen ja hiilidioksidipäästöjen nettonollatason saavuttamiselle maailmanlaajuisilla mallinnetuilla kehityspoluilla, jotka rajoittavat lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen (>50 %) ilman ylityksiä tai vain vähän ylityksiä (C1) (vasemmalla) tai 2 celsiusasteeseen (>67 %) (C3) (oikealla). {WGIII Kuva SPM.5}

3.3.3 Alakohtaiset vaikutukset hillitsemiseen

Kaikki maailmanlaajuiset mallinnetut kehityspolut, jotka rajoittavat lämpenemisen 2 celsiusasteeseen (> 67 %) tai sitä alemmaksi vuoteen 2100 mennessä, edellyttävät nopeita ja perusteellisia ja useimmissa tapauksissa välittömiä kasvihuonekaasupäästöjen vähennyksiä kaikilla aloilla (ks. myös 4.1 ja 4.5 kohta). Kasvihuonekaasupäästöjä voidaan vähentää teollisuudessa, liikenteessä, rakennuksissa ja kaupunkialueilla yhdistämällä energiatehokkuus ja energiansäästö sekä siirtymällä vähän kasvihuonekaasupäästöjä aiheuttaviin teknologioihin ja energiankantajiin (ks. myös 4.5, kaavio 4.4). Sosiokulttuurisilla vaihtoehdoilla ja käyttäytymisen muutoksilla voidaan vähentää loppukäyttöalojen maailmanlaajuisia kasvihuonekaasupäästöjä, ja suurin osa potentiaalista on kehittyneissä maissa, jos niihin yhdistetään infrastruktuurin suunnittelun ja saatavuuden parantaminen. (korkea luottamus) {WGIII SPM C.3, WGIII SPM C.5, WGIII SPM C.6, WGIII SPM C.7.3, WGIII SPM C.8, WGIII SPM C.10.2}

Maailmanlaajuisiin mallinnettuihin hillitsemispolkuihin, joilla saavutetaan hiilidioksidin ja kasvihuonekaasujen nollanettopäästöt, kuuluvat siirtyminen fossiilisista polttoaineista, joissa ei ole hiilidioksidin talteenottoa ja varastointia, erittäin vähähiilisiin tai hiilettömiin energialähteisiin, kuten uusiutuviin energialähteisiin tai fossiilisiin polttoaineisiin, joissa on hiilidioksidin talteenotto ja varastointi, kysyntäpuolen toimenpiteet ja tehokkuuden parantaminen, muiden kasvihuonekaasupäästöjen kuin hiilidioksidipäästöjen vähentäminen ja hiilidioksidin talteenotto ja varastointi.¹³⁶ Maailmanlaajuisissa mallinnetuissa kehityspoluissa, joissa lämpeneminen rajoitetaan enintään kahteen celsiusasteeseen, lähes kaikki sähkö toimitetaan vuonna 2050 hiilettömistä tai vähähiilisistä lähteistä, kuten uusiutuvista energialähteistä tai fossiilisista polttoaineista, joihin liittyy hiilidioksidin talteenotto ja varastointi, yhdistettynä energiankysynnän lisääntyneeseen sähköistämiseen. Tällaiset väylät vastaavat energiapalvelujen kysyntään suhteellisen alhaisella energiankulutuksella esimerkiksi parantamalla energiatehokkuutta ja käyttäytymisen muutoksia sekä lisäämällä energian loppukäytön sähköistämistä. Mallinnetut globaalit väylät, jotka rajoittavat ilmaston lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen (> 50 %) ilman ylityksiä tai vain vähän ylityksiä, toteuttavat yleensä tällaisia muutoksia nopeammin kuin väylät, jotka rajoittavat ilmaston lämpenemisen 2 celsiusasteeseen (> 67 %). (korkea luotettavuus) {työryhmä III SPM C.3, työryhmä III SPM C.3.2, työryhmä III SPM C.4, työryhmä III TS.4.2; SR1.5 SPM C.2.2}

Kestävästi toteutetuilla AFOLU-lieventämisvaihtoehdoilla voidaan vähentää kasvihuonekaasupäästöjä laajamittaisesti ja tehostaa hiilidioksidin poistamista. Täytöntöönpanon esteitä ja kompromisseja voivat kuitenkin aiheuttaa ilmastonmuutoksen vaikutukset, kilpailevat maankäyttövaatimukset, ristiriidat elintarviketurvan ja toimeentulon kanssa, maanomistus- ja maanhoitojärjestelmien monimutkaisuus sekä kulttuuriset näkökohdat (ks. 3.4.1). Kaikki arvioidut mallinnetut väylät, jotka rajoittavat lämpenemisen 2 °C:een (> 67 %) tai sitä alhaisempaan lämpötilaan vuoteen 2100 mennessä, sisältävät maapohjaisen hillitsemisen ja maankäytön muutoksen, ja useimmat sisältävät erilaisia uudelleenmetsityksen, metsityksen, metsäkadon vähentämisen ja bioenergian yhdistelmiä. Kasvillisuuteen ja maaperään kertynyt hiili on kuitenkin vaarassa ilmastonmuutoksen ja tulvien, kuivuuden, tulipalojen, tuholaisien tai tulevan huonon hallinnan aiheuttamien tulevien menetysten (tai nielujen kääntymisen) vuoksi. (korkea luotettavuus) {WGI SPM B.4.3; WGII SPM B.2.3, WGII SPM B.5.4; työryhmä III SPM C.9, työryhmä III SPM C.11.3, työryhmä III SPM D.2.3, työryhmä III TS.4.2, 3.4; SR1.5 SPM C.2.5; SRCCL SPM B.1.4, SRCCL SPM B.3, SRCCL SPM B.7}

Syvien, nopeiden ja kestävien päästövähennysten lisäksi CDR:llä voi olla kolme toisiaan täydentävää tehtävää: hiilidioksidin tai kasvihuonekaasujen nettopäästöjen vähentäminen lyhyellä aikavälillä; tasapainotetaan vaikeasti vähennettäviä jäännöspäästöjä (esim. joitakin maatalouden, ilmailun, merenkulun ja teollisten prosessien päästöjä), jotta voidaan auttaa saavuttamaan hiilidioksidin tai kasvihuonekaasupäästöjen nettonollataso ja saavuttamaan negatiiviset hiilidioksidin tai kasvihuonekaasupäästöt, jos ne otetaan käyttöön vuotuisia jäännöspäästöjä suuremmilla tasoilla (korkea luottamus). CDR-menetelmät vaihtelevat kypsyyden, poistoprosessin, hiilen varastoinnin aikataulun, varastointivälineen, hillitsemispotentiaalin, kustannusten, sivuhyötyjen, vaikutusten ja riskien sekä hallintovaatimusten (korkea luottamus) osalta. Erityisesti kypsyys vaihtelee alemmasta kypsyysasteesta (esim. valtamerten alkalinisaatio) korkeampaan kypsyysasteeseen (esim. uudelleenmetsitys); poisto- ja varastointipotentiaali vaihtelee pienemmästä potentiaalista (<1 Gt CO₂ yr⁻¹, esim. sinisen hiilen hallinta) suurempaan potentiaaliin (>3 Gt CO₂ yr⁻¹, esim. peltometsätalous); kustannukset vaihtelevat alhaisemmista kustannuksista (esim. –45–100 USD tCO₂-1 maaperän hiilensidonnalle) korkeampiin kustannuksiin (esim. 100–300 USD tCO₂-1 suoralle hiilidioksidin talteenotolle ja varastoinnille ilmaan) (keskimääräinen luottamus). Arvioidut varastointiajat vaihtelevat vuosikymmenistä vuosisatoihin menetelmissä, jotka varastoivat hiiltä kasvillisuuteen ja maaperän hiilenhallinnan kautta, 10 000 vuoteen tai enemmän menetelmissä, jotka varastoivat hiiltä

¹³⁶ Hiilidioksidin talteenotto ja varastointi on vaihtoehto, jolla voidaan vähentää laajamittaisista fossiilisista energialähteistä ja teollisuuden lähteistä peräisin olevia päästöjä edellyttäen, että geologista varastointia on saatavilla. Kun hiilidioksidi otetaan talteen suoraan ilmakehästä (DACCS) tai biomassasta (BECCS), CCS tarjoaa näiden CDR-menetelmien varastointikomponentin. Hiilidioksidin talteenotto ja pinnanalaan injektointi on kypsä teknologia kaasun käsittelyyn ja öljyn talteenoton tehostamiseen. Toisin kuin öljy- ja kaasualalla, hiilidioksidin talteenotto ja varastointi on vähemmän kehittynyttä energia-alalla sekä sementin ja kemikaalien tuotannossa, jossa se on kriittinen hillitsemisvaihtoehto. Teknisen geologisen varastointikapasiteetin arvioidaan olevan noin 1000 GtCO₂, mikä on enemmän kuin hiilidioksidin varastointivaatimukset vuoteen 2100 mennessä ilmaston lämpenemisen rajoittamiseksi 1,5 celsiusasteeseen, vaikka geologisen varastoinnin alueellinen saatavuus voisi olla rajoittava tekijä. Jos geologinen varastointipaikka valitaan ja sitä hallinnoidaan asianmukaisesti, arvioidaan, että hiilidioksidi voidaan eristää pysyvästi ilmakehästä. CCS:n täytöntöönpanoon kohdistuu tällä hetkellä teknologisia, taloudellisia, institutionaalisia, ekologisia, ympäristöön liittyviä ja sosiokulttuurisia esteitä. Tällä hetkellä hiilidioksidin talteenoton ja varastoinnin maailmanlaajuisen käyttöönottoaste on huomattavasti alhaisempi kuin mallinnetuilla kehityspoluilla, joilla ilmaston lämpeneminen rajoitetaan 1,5–2 celsiusasteeseen. Mahdollistavat olosuhteet, kuten poliittiset välineet, julkisen tuen lisääminen ja teknologinen innovointi, voisivat vähentää näitä esteitä. (korkea luottamus) {WGIII SPM C.4.6}

geologisiin muodostumiin (korkea luottamus). Metsittäminen, uudelleenmetsittäminen, metsänhoidon parantaminen, peltometsäviljely ja maaperän hiilensidonta ovat tällä hetkellä ainoat laajalti käytetyt CDR-menetelmät (korkea luottamus). CDR:n käyttöönottonmenetelmät ja -tasot globaaleissa mallinnetuissa hillitsemisväylissä vaihtelevat kustannuksia, saatavuutta ja rajoituksia koskevien oletusten mukaan (korkea luottamus). {WGIII SPM C.3.5, WGIII SPM C.11.1, WGIII SPM C.11.4}

3.3.4 Ylitysreitit: Lisääntyneet riskit ja muut vaikutukset

Tietyn jäljellä olevan hiilibudjetin ylittäminen johtaa suurempaan ilmaston lämpenemiseen. Negatiivisten maailmanlaajuisten hiilidioksidipäästöjen saavuttaminen ja ylläpitäminen voisi kääntää tuloksena olevan lämpötilan ylityksen (korkea luottamus). Lämpenemistä vähentäisi myös lyhytikäisten ilmastovoimien, erityisesti metaanin, päästöjen jatkuva vähentäminen huippulämpötilan saavuttamisen jälkeen (korkea luottamus). Vain pieni osa kunnianhimoisimmista globaaleista mallinnetuista kehityskuluista rajoittaa ilmaston lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen (>50 %) ylittämättä sitä. {WGI SPM D.1.1, WGI SPM D.1.6, WGI SPM D.1.7; Työryhmä III TS.4.2}

Lämpenemistason ylittäminen johtaa enemmän haitallisiin vaikutuksiin, joihinkin peruuttamattomiin ja lisäriskeihin ihmisen ja luonnon järjestelmille verrattuna pysymiseen kyseisen lämpenemistason alapuolella, ja riskit kasvavat ylityksen suuruuden ja keston myötä (korkea luottamus). Verrattuna reitteihin, joita ei ylitetä, yhteiskunnat ja ekosysteemit altistuisivat ilmastovaikutusten aiheuttajien suuremmille ja laajemmille muutoksille, kuten äärimmäiselle kuumuudelle ja äärimmäiselle sademäärälle, ja infrastruktuuriin, mataliin rannikkoasutuksiin ja niihin liittyviin elinkeinoihin kohdistuvat riskit kasvaisivat (korkea luottamus). Ylitys 1,5 celsiusasteessa aiheuttaa peruuttamattomia haittavaikutuksia tiettyihin ekosysteemeihin, joiden sietokyky on heikko, kuten napa-, vuoristo- ja rannikkoekosysteemeihin, joihin vaikuttavat jäätiköiden sulaminen, jäätiköiden sulaminen tai merenpinnan nousun kiihtyminen ja kiihtyminen (korkea luottamus). Ylitys lisää vakavien vaikutusten, kuten metsäpalojen lisääntymisen, puiden massakuolleisuuden, turvemaiden kuivumisen, ikeiroudan sulamisen ja luonnollisten maan hiilinielujen heikkenemisen, riskiä. Tällaiset vaikutukset voisivat lisätä kasvihuonekaasupäästöjä, mikä tekisi lämpötilan kääntämisestä haastavampaa (keskimääräinen luottamus). {WGI SPM C.2, WGI SPM C.2.1, WGI SPM C.2.3; WGII SPM B.6, WGII SPM B.6.1, WGII SPM B.6.2; SR1.5 3.6}

Mitä suurempi ylitys on, sitä enemmän negatiivisia hiilidioksidin nettopäästöjä tarvitaan tiettyyn lämpenemistasoon palaamiseksi (korkea luottamus). Maailmanlaajuisen lämpötilan alentaminen poistamalla hiilidioksidia edellyttäisi 220 GtCO₂:n (parhaan arvion mukaan 160-370 GtCO₂) negatiivisia nettopäästöjä jokaista asteen kymmenesosaa kohden (keskimääräinen luottamus). Mallinnetut väylät, jotka rajoittavat lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen (>50 %) siten, että kumulatiivisten negatiivisten nettopäästöjen mediaaniarvot ovat 220 GtCO₂ vuoteen 2100 mennessä, ja väylät, jotka palauttavat lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen (>50 %) suuren ylityksen jälkeen, saavuttavat mediaaniarvot 360 GtCO₂ (korkea luottamus).¹³⁷ Hiilidioksidipäästöjen ja muiden päästöjen, erityisesti metaanin, nopeampi vähentäminen rajoittaa lämpenemishuippuja ja vähentää negatiivisten hiilidioksidipäästöjen ja CDR:n nettomäärää koskevaa vaatimusta, mikä vähentää toteutettavuuteen ja kestävyYTEEN liittyviä huolenaiheita sekä sosiaalisia ja ympäristöriskejä (korkea luottamus). {WGI SPM D.1.1; WGIII SPM B.6.4, WGIII SPM C.2, WGIII SPM C.2.2, WGIII-taulukko SPM.2}

¹³⁷ Rajoitettu ylitys tarkoittaa ilmaston lämpenemisen ylittämistä 1,5 celsiusasteella jopa noin 0,1 celsiusasteella, ylityksen ylittämistä 0,1 celsiusasteella 0,3 celsiusasteeseen molemmissa tapauksissa jopa useiden vuosikymmenten ajan. {Työryhmän III laatikko SPM.1}

3.4 Pitkän aikavälin vuorovaikutus sopeutumisen, hillitsemisen ja kestävän kehityksen välillä

Lieventäminen ja sopeutuminen voivat johtaa synergioihin ja kompromisseihin kestävän kehityksen kanssa (korkea luottamus). Nopeutettu ja tasapuolinen hillitseminen ja sopeutuminen tuovat etuja ilmastomuutoksen aiheuttamien vahinkojen välttämiseksi, ja ne ovat ratkaisevan tärkeitä kestävän kehityksen saavuttamiseksi (korkea luottamus). Ilmastomuutoksen kestäviä kehityspolkuja¹³⁸ rajoittaa asteittain jokainen lämpenemisen lisääntyminen (erittäin suuri luottamus). Tarjolla on nopeasti sulkeutuva tilaisuus turvata kaikille elinkelpoinen ja kestävä tulevaisuus (erittäin korkea luottamus).

Lieventämis- ja sopeutumisvaihtoehdot voivat johtaa synergioihin ja kompromisseihin muiden kestävän kehityksen näkökohtien kanssa (ks. myös 4.6 jakso, kaavio 4.4). Synergiat ja kompromissit riippuvat muutosten tahdista ja laajuudesta sekä kehitysympäristöstä, mukaan lukien eriarvoisuus, ilmasto-oikeudenmukaisuus huomioon ottaen. Joidenkin sopeutumis- ja hillitsemisvaihtoehtojen potentiaali tai tehokkuus heikkenee ilmastomuutoksen voimistuessa (ks. myös 3.2, 3.3.3 ja 4.5 jakso). (korkea luotettavuus) {WGII SPM C.2, WGII Kuva SPM.4b; WGIII SPM D.1, WGIII SPM D.1.2, WGIII TS.5.1, WGIII kuva SPM.8; SR1.5 SPM D.3, SR1.5 SPM D.4; SRCCL SPM B.2, SRCCL SPM B.3, SRCCL SPM D.3.2, SRCCL Kuva SPM.3}

Energia-alalla siirtymisellä vähäpäästöisiin järjestelmiin on useita sivuhyötyjä, kuten ilmanlaadun ja terveyden paraneminen. Kestävän kehityksen ja esimerkiksi energiatehokkuuden ja uusiutuvan energian välillä on mahdollisia synergioita. (korkea luottamus) {WGIII SPM C.4.2, WGIII SPM D.1.3}

Maataloudessa, maankäytössä ja elintarvikejärjestelmissä monet maankäyttövaihtoehdot ja kysyntäjoustovaihtoehdot (esim. ruokavaliovalinnat, sadonkorjuun jälkeisten hävikkien vähentäminen, ruokahävikin vähentäminen) voivat auttaa poistamaan köyhyyttä ja nälänhätää ja edistää samalla hyvää terveyttä ja hyvinvointia, puhdasta vettä ja sanitaatiota sekä elämää maalla (keskitason luottamus). Sitä vastoin tietyillä tuotannon tehostamista edistävillä sopeutumisvaihtoehdoilla, kuten kastelulla, voi olla kielteisiä vaikutuksia kestävyteen (esimerkiksi biologisen monimuotoisuuden, ekosysteemipalvelujen, pohjaveden ehtymisen ja veden laadun kannalta) (korkea luottamus). {WGII TS.D.5.5; työryhmä III SPM D.10; SRCCL SPM B.2.3}

Uudelleenmetsittäminen, parempi metsänhoito, maaperän hiilen sitominen, turvemaiden ennallistaminen ja rannikoiden sinisen hiilen hallinta ovat esimerkkejä CDR-menetelmistä, joilla voidaan parantaa luonnon monimuotoisuutta ja ekosysteemin toimintoja, työllisyyttä ja paikallisia elinkeinoja tilanteesta riippuen.¹³⁹ Metsityksellä tai biomassakasvien tuotannolla bioenergiaa varten hiilidioksidin talteenoton ja varastoinnin tai biohiilen avulla voi kuitenkin olla haitallisia sosioekonomisia ja ympäristövaikutuksia, jotka kohdistuvat muun muassa biologiseen monimuotoisuuteen, elintarvike- ja vesiturvaan, paikallisiin elinkeinoin ja alkuperäiskansojen oikeuksiin, erityisesti jos niitä toteutetaan laajamittaisesti ja jos maanomistus on epävarmaa. (korkea luottamus) {WGII SPM B.5.4, WGII SPM C.2.4; työryhmä III:n erityiskokous C.11.2; SR1.5 SPM C.3.4, SR1.5 SPM C.3.5; SRCCL SPM B.3, SRCCL SPM B.7.3, SRCCL Kuva SPM.3}

Mallinnettuihin kehityspolkuihin, joissa oletetaan resurssien käytön olevan tehokkaampaa tai globaalin kehityksen siirtyvän kohti kestävyttä, sisältyy vähemmän haasteita, kuten riippuvuus maa-alueista ja paineet maahan ja biologiseen monimuotoisuuteen, ja niillä on merkittävimmät synergiat kestävän kehityksen kanssa (korkea luottamus). {WGIII SPM C.3.6; SR1.5 SPM D.4.2}

Ilmastomuutoksen hillitsemistoimien vahvistaminen edellyttää nopeampia siirtymiä ja suurempia alkuinvestointeja, mutta siitä on hyötyä ilmastomuutoksen aiheuttamien vahinkojen välttämiseksi ja sopeutumiskustannusten alentamisessa. Ilmastomuutoksen hillitsemisen kokonaisvaikutukset maailman BKT:hen (lukuun ottamatta ilmastomuutoksen aiheuttamia vahinkoja ja sopeutumiskustannuksia) ovat vähäiset verrattuna maailman BKT:n ennustettuun kasvuun. Ennustetut arviot maailmanlaajuisista nettomääräisistä taloudellisista vahingoista ja sopeutumiskustannuksista kasvavat yleensä ilmaston lämpenemisen myötä. (korkea luotettavuus) {WGII SPM B.4.6, WGII TS.C.10; Työryhmä III SPM C.12.2, työryhmä III SPM C.12.3}

Kustannus-hyötyanalyysin kyky edustaa kaikkia ilmastomuutoksen aiheuttamia vahinkoja, myös muita kuin rahallisia vahinkoja, tai ottaa huomioon vahinkojen heterogeenisuus ja katastrofaalisten vahinkojen riski (korkea luottamus). Vaikka näitä tekijöitä tai hillinnän sivuhyötyjä ei otettaisi huomioon, lämpenemisen rajoittamisesta kahteen celsiusasteeseen saatavat kokonaishyödyt ylittävät hillinnän kustannukset (keskimääräinen luottamus). Tämä havainto on vahva, kun otetaan huomioon lukuisat oletukset eriarvoisuutta koskevista sosiaalisista mieltymyksistä ja ajan mittaan tapahtuvasta diskonttauksesta (keskitason luottamus). Ilmaston lämpenemisen rajoittaminen 1,5 celsiusasteeseen kahden celsiusasteen sijaan lisää hillitsemiskustannuksia mutta myös hyötyjä, jotka liittyvät vaikutusten ja niihin liittyvien riskien vähenemiseen (ks. 3.1.1 ja 3.1.2) ja sopeutumistarpeiden vähenemiseen (korkea luottamus).¹⁴⁰ {WGII SPM B.4, WGII

138 Ks. liite I: Sanasto.

139 CDR:n käyttöönnoton vaikutukset, riskit ja sivuhyödyt ekosysteemeille, biologiselle monimuotoisuudelle ja ihmisille vaihtelevat suuresti menetelmän, paikkakohtaisen kontekstin, täytäntöönpanon ja laajuuden mukaan (korkea luottamus). {Työryhmä III SPM C.11.2}

140 Näyttö on liian rajallista, jotta voitaisiin tehdä samanlainen vankka päätelmä lämpenemisen rajoittamisesta 1,5 celsiusasteeseen.

SPM B.6; WGIII SPM C.12, WGIII SPM C.12.2, WGIII SPM C.12.3 WGIII Box TS.7; SR1.5 SPM B.3, SR1.5 SPM B.5, SR1.5 SPM B.6}

Kun otetaan huomioon muut kestävästä kehityksen ulottuvuudet, kuten ilmanlaadun parantamisesta ihmisten terveydelle mahdollisesti saatavat voimakkaat taloudelliset hyödyt, hillitsemisen arvioitua hyödyt voivat lisääntyä (keskimääräinen luottamus). Tehostettujen hillitsemistoimien taloudelliset vaikutukset vaihtelevat alueittain ja maittain riippuen erityisesti talouden rakenteesta, alueellisista päästövähennyksistä, politiikan suunnittelusta ja kansainvälisen yhteistyön tasosta (korkea luottamus). Kunnianhimoiset hillitsemispolut merkitsevät suuria ja joskus häiritseviä muutoksia talouden rakenteessa, mikä vaikuttaa lyhyen aikavälin toimiin (4.2 jakso), oikeudenmukaisuuteen (4.4 jakso), kestäväyyteen (4.6 jakso) ja rahoitukseen (4.8 jakso) (korkea luottamus). {WGIII SPM C.12.2, WGIII SPM D.3.2, WGIII TS.4.2}

3.4.2 Kestävää kehitystä edistävien yhdennettyjen ilmastotoimien edistäminen

Osallistava ja tasapuolinen lähestymistapa sopeutumisen, hillitsemisen ja kehityksen integroimiseksi voi edistää kestävästä kehitystä pitkällä aikavälillä (korkea luottamus). Integroiduilla toimilla voidaan hyödyntää kestävästä kehityksen synergioita ja vähentää kompromisseja (korkea luottamus). Kehityspolkujen siirtäminen kohti kestäväyyttä ja ilmastokestävästä kehityksen edistäminen on mahdollista, kun hallitukset, kansalaisyhteiskunta ja yksityinen sektori tekevät kehitysvalintoja, joissa etusijalle asetetaan riskien vähentäminen, oikeudenmukaisuus ja oikeudenmukaisuus, ja kun päätöksentekoprosessit, rahoitus ja toimet integroidaan hallinnon eri tasoille, aloille ja aikaväleille (erittäin korkea luottamus) (ks. myös kaavio 4.2). Osallistavat prosessit, joihin liittyy paikallista tietämystä ja alkuperäiskansojen tietämystä, lisäävät näitä näkymiä (korkea luottamus). Toimintamahdollisuudet vaihtelevat kuitenkin huomattavasti alueiden välillä ja niiden sisällä historiallisten ja jatkuvien kehitysmallien vuoksi (erittäin suuri luottamus). Nopeutettu taloudellinen tuki kehitykselle on ratkaisevan tärkeää hillitsemis- ja sopeutumistoimien tehostamiseksi (korkea luottamus). {WGII SPM C.5.4, WGII SPM D.1, WGII SPM D.1.1, WGII SPM D.1.2, WGII SPM D.2, WGII SPM D.3, WGII SPM D.5, WGII SPM D.5.1, WGII SPM D.5.2; WGIII SPM D.1, WGIII SPM D.2, WGIII SPM D.2.4, WGIII SPM E.2.2, WGIII SPM E.2.3, WGIII SPM E.5.3, WGIII Cross-Chapter Box 5}

Politiikat, joilla kehityspolkuja siirretään kohti kestäväyyttä, voivat laajentaa käytettävissä olevien hillitsemis- ja sopeutumistoimien valikoimaa (keskitason luottamus). Yhdistämällä hillitseminen toimiin, joilla pyritään muuttamaan kehityspolkuja, kuten laajempiin alakohtaisiin politiikkoihin, elämäntapojen tai käyttäytymisen muutoksia aiheuttaviin lähestymistapoihin, rahoitusalan sääntelyyn tai makrotalouspolitiikkaan, voidaan poistaa esteitä ja avata laajempi valikoima hillitsemisvaihtoehtoja (korkea luottamus). Integroitu, osallistava suunnittelu ja investoinnit kaupunki-infrastruktuuria koskevaan jokapäiväiseen päätöksentekoon voivat lisätä merkittävästi kaupunki- ja maaseutualueiden sopeutumiskykyä. Rannikkokaupungeilla ja -asutusalueilla on tärkeä rooli ilmastokestävästä kehityksen edistämisessä, koska matalalla rannikkovyöhykkeellä asuu suuri määrä ihmisiä, niiden kohtaama riski kasvaa ja ilmasto pahenee ja niillä on keskeinen rooli kansallisissa talouksissa ja niiden ulkopuolella (korkea luottamus). {WGII SPM D.3, WGII SPM D.3.3; työryhmä III SPM E.2, työryhmä III SPM E.2.2; SR1.5 SPM D.6}

Havaitut haitalliset vaikutukset ja niihin liittyvät menetykset ja vahingot, ennustetut riskit, haavoittuvuuden suuntaukset ja sopeutumisraajat osoittavat, että kestävästä kehitykseen ja ilmastomuutokseen sopeutuviin kehystoimiin tähtäävä muutos on aiemmin arvioitua kiireellisempi (erittäin korkea luottamus). Ilmastokestävä kehitys yhdistää sopeutumisen ja kasvihuonekaasupäästöjen hillitsemisen kestävästä kehityksen edistämiseksi kaikille. Aiempi kehitys, päästöt ja ilmastomuutos ovat rajoittaneet ilmastomuutoksen kestäviä kehityspolkuja, ja niitä rajoittaa asteittain jokainen lämpeneminen, erityisesti yli 1,5 celsiusasteen (erittäin korkea luottamus). Ilmastokestävä kehitys ei ole mahdollista joillakin alueilla ja osa-alueilla, jos ilmaston lämpeneminen ylittää kaksi celsiusastetta (keskitason luottamus). Biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteemien suojelu on olennaisen tärkeää ilmastomuutoksen kestävästä kehityksen kannalta, mutta biologisella monimuotoisuudella ja ekosysteemipalveluilla on rajalliset valmiudet sopeutua maapallon lämpenemisen lisääntymiseen, minkä vuoksi ilmastomuutoksen kestävästä kehitystä on asteittain vaikeampi saavuttaa yli 1,5 celsiusasteen lämpenemisen (erittäin korkea luottamus). {WGII SPM D.1, WGII SPM D.1.1, WGII SPM D.4, WGII SPM D.4.3, WGII SPM D.5.1; Työryhmä III SPM D.1.1}

Kumulatiivinen tieteellinen näyttö on yksiselitteistä: ilmastomuutos on uhka ihmisten hyvinvoinnille ja maapallon terveydelle (erittäin suuri luottamus). Jos sopeutumista ja hillitsemistä koskevat yhteiset ennakoivat maailmanlaajuiset toimet viivästyvät entisestään, menetetään lyhyt ja nopeasti sulkeutuva tilaisuus turvata elinkelpoinen ja kestävä tulevaisuus kaikille (erittäin korkea luottamus). Mahdollisuuksia lyhyen aikavälin toimiin arvioidaan seuraavassa jaksossa. {WGII SPM D.5.3; Työryhmä III SPM D.1.1}

4 jakso - Lähiajan reaktiot muuttuvassa ilmastossa

4.1 Ilmastotoimien ajoitus ja kiireellisyys

Sopeutumisen syvä, nopea ja kestävä hillitseminen ja nopeutettu täytäntöönpano vähentävät ilmastonmuutoksen riskejä ihmisille ja ekosysteemeille. Mallinnetuissa kehityspoluissa, jotka rajoittavat lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen (>50 %) ylittämättä lainkaan tai ylittämättä sitä vain vähän, ja kehityspoluissa, jotka rajoittavat lämpenemisen 2 celsiusasteeseen (>67 %) ja edellyttävät välittömiä toimia, maailmanlaajuisten kasvihuonekaasupäästöjen ennustetaan saavuttavan huippunsa 2020-luvun alussa, minkä jälkeen ne vähenevät nopeasti ja perusteellisesti. Koska sopeutumisvaihtoehdoilla on usein pitkät täytäntöönpanoajat, sopeutumisen nopeutettu täytäntöönpano erityisesti tällä vuosikymmenellä on tärkeää sopeutumisvajeiden korjaamiseksi. (korkea luottamus)

Ilmastonmuutoksen laajuus ja nopeus ja siihen liittyvät riskit riippuvat voimakkaasti lyhyen aikavälin hillitsemis- ja sopeutumistoimista (erittäin suuri luottamus). Ilmaston lämpeneminen on todennäköisempää kuin olla saavuttamatta 1,5 celsiusastetta vuosina 2021–2040 jopa hyvin alhaisten kasvihuonekaasupäästöjen skenaarioissa (SSP1–1.9) ja todennäköisesti tai hyvin todennäköisesti yli 1,5 celsiusastetta suurempien päästöjen skenaarioissa.¹⁴¹ Monien sopeutumisvaihtoehtojen toteutettavuus on keskitasoa tai korkea, jopa 1,5 celsiusastetta (vaihtoehdosta riippuen keskitasoa tai korkea luottamus), mutta joissakin ekosysteemeissä on jo saavutettu tiukat sopeutumisen rajat, ja sopeutumisen tehokkuus ilmatoristuksen vähentämisessä vähenee lämpenemisen lisääntyessä (korkea luottamus). Tällä vuosikymmenellä toteutetut yhteiskunnalliset valinnat ja toimet määrittävät, missä määrin keskipitkän ja pitkän aikavälin kehityspolut johtavat suurempaan tai pienempään ilmastonmuutoksen kestäväan kehitykseen (korkea luottamus). Ilmastokestävän kehityksen näkymät ovat yhä rajallisemmat, jos nykyiset kasvihuonekaasupäästöt eivät vähene nopeasti, erityisesti jos ilmaston lämpeneminen ylitetään lyhyellä aikavälillä 1,5 celsiusasteella (korkea luottamus). Ilman kiireellisiä, tehokkaita ja tasapuolisia sopeutumis- ja hillitsemistoimia ilmastonmuutos uhkaa yhä enemmän ihmisten terveyttä ja toimeentuloa eri puolilla maailmaa, ekosysteemien terveyttä ja biologista monimuotoisuutta, millä on vakavia kielteisiä seurauksia nykyisille ja tuleville sukupolville (korkea luottamus). {WGI SPM B.1.3, WGI SPM B.5.1, WGI SPM B.5.2; WGII SPM A, WGII SPM B.4, WGII SPM C.2, WGII SPM C.3.3, WGII Kuva SPM.4, WGII SPM D.1, WGII SPM D.5, WGIII SPM D.1.1 SR1.5 SPM D.2.2}. (Cross-Section Box.2, kuva 2.1, kuva 2.3)

Mallinnetuissa kehityspoluissa, jotka rajoittavat lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen (> 50 prosenttia) ylittämättä lainkaan tai ylittämättä sitä vain vähän, ja kehityspoluissa, jotka rajoittavat lämpenemisen 2 celsiusasteeseen (> 67 prosenttia), olettaen, että toteutetaan välittömiä toimia, maailmanlaajuisten kasvihuonekaasupäästöjen ennustetaan saavuttavan huippunsa 2020-luvun alussa, minkä jälkeen kasvihuonekaasupäästöjä vähennetään nopeasti ja perusteellisesti (korkea luottamus).¹⁴² Reiteillä, joilla lämpeneminen rajoitetaan 1,5 celsiusasteeseen (> 50 %) ylittämättä lainkaan tai ylittämättä sitä vain vähän, maailmanlaajuisten kasvihuonekaasujen nettopäästöjen ennustetaan vähenevän 43 [34–60] prosenttia¹⁴³ vuoden 2019 tasosta vuoteen 2030 mennessä, 60 [49–77] prosenttia vuoteen 2035 mennessä, 69 [58–90] prosenttia vuoteen 2040 mennessä ja 84 [73–98] prosenttia vuoteen 2050 mennessä (korkea luottamus) (ks. ¹⁴⁴2.3.1 jakso, taulukko 2.2, kaavio 2.5, taulukko 3.1). Globaalit mallinnetut kehityspolut, jotka rajoittavat lämpenemisen kahteen celsiusasteeseen (> 67 %), vähentävät kasvihuonekaasupäästöjä alle vuoden 2019 tason 21 [1–42] prosenttia vuoteen 2030 mennessä, 35 [22–55] prosenttia vuoteen 2035 mennessä, 46 [34–63] prosenttia vuoteen 2040 mennessä ja 64 [53–77] prosenttia vuoteen 2050 mennessä¹⁴⁵ (korkea luottamus). Ennen COP26-kokousta ilmoitettuihin kansallisesti määriteltuihin panoksiin liittyvät maailmanlaajuiset kasvihuonekaasupäästöt tekisivät todennäköiseksi, että lämpeneminen ylittäisi 1,5 celsiusastetta (korkea luottamus), ja lämpenemisen rajoittaminen kahteen celsiusasteeseen (> 67 prosenttia) merkitsisi päästövähennysten nopeaa nopeutumista vuosina 2030–2050, mikä olisi noin 70 prosenttia nopeampaa kuin reiteillä, joilla toteutetaan välittömiä toimia lämpenemisen rajoittamiseksi kahteen celsiusasteeseen (> 67 prosenttia) (keskimääräinen luottamus) (2.3.1 kohta) Jatkuvat investoinnit päästöttömään paljon päästöjä aiheuttavaan infrastruktuuriin¹⁴⁶ ja vähäpäästöisten vaihtoehtojen rajoitettu kehittäminen ja käyttöönotto ennen vuotta 2030 toimisivat tämän nopeutumisen esteenä ja lisäisivät toteutettavuusriskejä (korkea luottamus). {WGIII SPM B.6.3, WGIII 3.5.2, WGIII SPM B.6, WGIII SPM B.6., WGIII SPM C.1, WGIII SPM C1.1, WGIII-tilaus SPM.2} (moniosainen laatikko.2)

141 Lyhyellä aikavälillä (2021–2040) 1,5 celsiusasteen ilmaston lämpenemistaso todennäköisesti ylittyy erittäin suurten kasvihuonekaasupäästöjen skenaariossa (SSP5–8.5), todennäköisesti ylittyy välivaiheen ja suurten kasvihuonekaasupäästöjen skenaariossa (SSP2–4.5, SSP3–7.0), todennäköisesti ylittyy vähäisten kasvihuonekaasupäästöjen skenaariossa (SSP1–2.6) ja todennäköisesti ylittyy erittäin vähäisten kasvihuonekaasupäästöjen skenaariossa (SSP1–1.9). Parhaat arvot [ja erittäin todennäköiset vaihteluvälit] ilmaston lämpenemisestä eri skenaarioissa lyhyellä aikavälillä ovat seuraavat: 1,5 [1.2–1.7] °C (SSP1–1.9); 1,5 [1.2–1.8] °C (SSP1–2.6); 1,5 [1.2–1.8] °C (SSP2–4.5); 1,5 [1.2–1.8] °C (SSP3–7.0); ja 1,6[1.3–1.9] °C (SSP5–8.5). {WGI SPM B.1.3, WGI-tilaus SPM.1} (ristiosalaatikko.2)

142 Sulkeissa olevat arvot osoittavat, kuinka todennäköisesti lämpeneminen rajoittuu määritettyyn tasoon (ks. poikkileikkauslaatikko.2).

143 Mediaani ja erittäin todennäköinen vaihteluväli (5.-95. persentiili). {Tiivistelmätyöryhmä III:n alaviite 30}

144 Nämä hiilidioksidipäästöt ovat 48 [36–69] prosenttia vuonna 2030, 65 [50–96] prosenttia vuonna 2035, 80 [61–109] prosenttia vuonna 2040 ja 99 [79–119] prosenttia vuonna 2050.

145 Nämä hiilidioksidipäästöt ovat 22 [1–44] prosenttia vuonna 2030, 37 [21–59] prosenttia vuonna 2035, 51 [36–70] prosenttia vuonna 2040 ja 73 [55–90] prosenttia vuonna 2050.

146 Tässä yhteydessä 'ehdottomilla fossiilisilla polttoaineilla' tarkoitetaan fossiilisia polttoaineita, jotka on tuotettu ja käytetty ilman toimia, jotka vähentävät merkittävästi kasvihuonekaasupäästöjen määrää koko elinkaaren ajan; esimerkiksi ottamalla talteen vähintään 90 prosenttia voimalaitosten hiilidioksidista tai 50–80 prosenttia energiahuollon metaanin hajapäästöistä. {Tiivistelmätyöryhmä III:n alaviite 54}

Kaikki maailmanlaajuisesti mallinnetut kehityspolut, jotka rajoittavat lämpenemisen 2 °C:een (> 67 %) tai sitä alemmaksi vuoteen 2100 mennessä, vähentävät sekä hiilidioksidin nettopäästöjä että muita päästöjä (ks. kuva 3.6) (korkea luottamus). Esimerkiksi reiteillä, joilla lämpeneminen rajoitetaan 1,5 celsiusasteeseen (> 50 %) ylittämättä lainkaan tai ylittämättä sitä vain vähän, maailmanlaajuiset CH₄-päästöt (metaani) vähenevät 34 [21–57] prosenttia vuoden 2019 tasosta vuoteen 2030 mennessä ja 44 [31–63] prosenttia vuonna 2040 (korkea luottamus). Maailmanlaajuiset CH₄-päästöt vähenevät 24 [9–53] prosenttia vuoden 2019 tasosta vuoteen 2030 mennessä ja 37 [20–60] prosenttia vuonna 2040 mallinnetuilla reiteillä, joilla lämpeneminen rajoitetaan kahteen celsiusasteeseen, ja toimet aloitetaan vuonna 2020 (> 67 prosenttia) (korkea luottamus). {WGIII SPM C.1.2, WGIII taulukko SPM.2, WGIII 3.3; SR1.5 SPM C.1, SR1.5 SPM C.1.2} (ristiosalaatikko.2)

Kaikki maailmanlaajuiset mallinnetut kehityspolut, jotka rajoittavat lämpenemisen kahteen celsiusasteeseen (> 67 %) tai sitä alemmaksi vuoteen 2100 mennessä, vähentävät kasvihuonekaasupäästöjä kaikilla aloilla (korkea luottamus). Eri alojen panokset vaihtelevat eri mallinnetuissa hillitsemisväylissä. Useimmissa globaaleissa mallinnetuissa hillitsemispoluissa maankäytöstä, maankäytön muutoksesta ja metsätaloudesta, uudelleenmetsityksestä ja metsäkadon vähentämisestä sekä energiahuollosta aiheutuvat päästöt saavuttavat hiilidioksidin nettopäästöjen nollatason aikaisemmin kuin rakennus-, teollisuus- ja liikennealat (kaavio 4.1). Strategiat voivat perustua eri vaihtoehtojen yhdistelmiin (kaavio 4.1, kohta 4.5), mutta jos lämpenemistä halutaan rajoittaa, vähennyksiä yhdellä alalla on kompensoitava muilla aloilla toteutettavilla lisävähennyksillä. (korkea luottamus) {WGIII SPM C.3, WGIII SPM C.3.1, WGIII SPM 3.2, WGIII SPM C.3.3} (ristiosalaatikko.2)

Ilman nopeita, perusteellisia ja kestäviä hillitsemistoimia ja nopeutettuja sopeutumistoimia menetykset ja vahingot lisääntyvät edelleen, mukaan lukien ennustetut haittavaikutukset¹⁴⁷ Afrikassa, vähiten kehittyneissä maissa, pienissä kehittyvissä saarivaltioissa, Keski- ja Etelä-Amerikassa, Aasiassa ja arktisella alueella, ja vaikuttavat suhteettomasti heikoimmassa asemassa oleviin väestöryhmiin (korkea luottamus). {WGII SPM C.3.5, WGII SPM B.2.4, WGII 12.2, WGII 10. Laatikko 10.6, WGII TS D.7.5, WGII Cross-Chapter Box 6 ES, WGII Global to Regional Atlas Annex A1.15, WGII Global to Regional Atlas Annex A1.27; SR1.5 SPM B.5.3, SR 1.5 SPM B.5.7; SRCCL A.5.6} (kuva 3.2; Kuva 3.3)

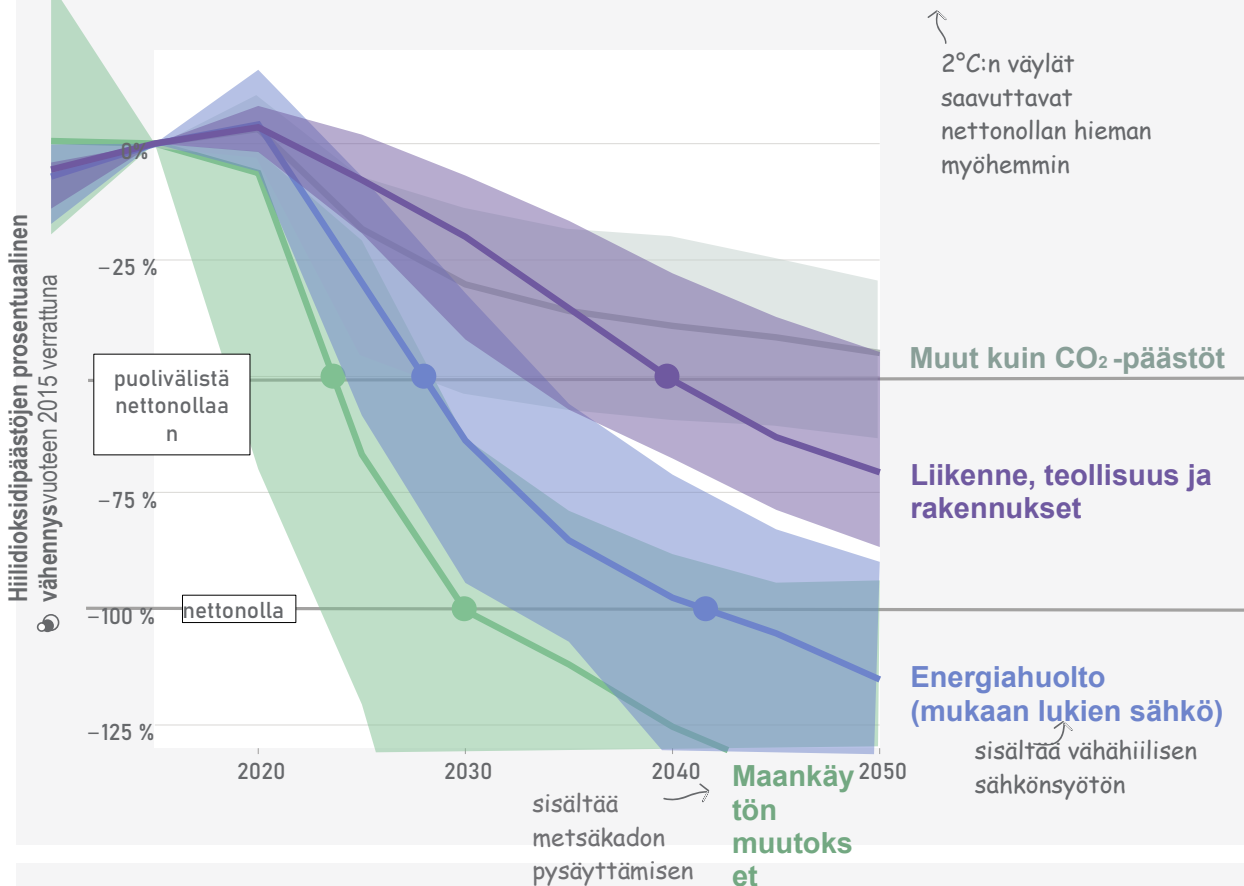
¹⁴⁷ Meksikon eteläosa kuuluu WGI:n ilmasto-osa-alueeseen Etelä-Keski-Amerikka. Meksikon arvioidaan olevan osa Pohjois-Amerikkaa toisen maailmansodan aikana. Maatalouden erityiskomitean aluetta koskevassa ilmastomuutosta koskevassa kirjallisuudessa on toisinaan mukana Meksiko, ja näissä tapauksissa työryhmä II:n arvioinnissa viitataan Latinalaiseen Amerikkaan. Meksikon katsotaan olevan osa Latinalaista Amerikkaa ja Karibiaa työryhmässä III. {Työryhmä II 12.1.1, työryhmä III AII.1.1}

Siirtyminen kohti nollanettohiilidioksidia etenee eri tahtiin eri aloilla.

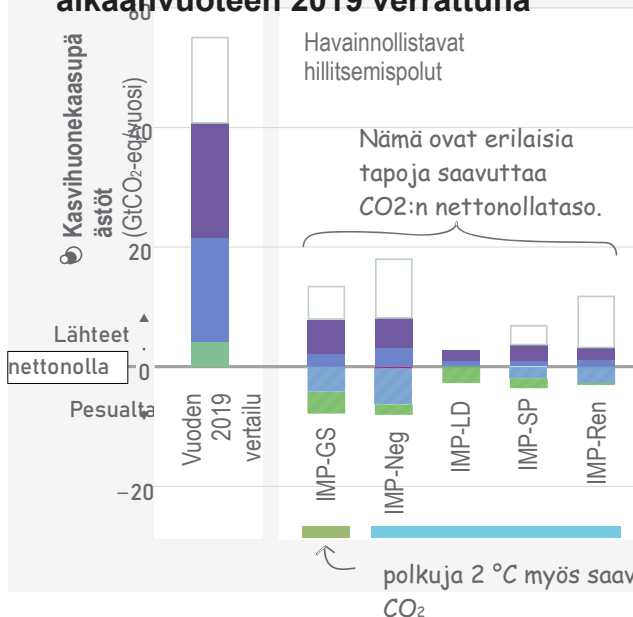
Sähkö-/fossiilisia polttoaineita käyttävän teollisuuden hiilidioksidipäästöt ja maankäytön muutokset saavuttavat yleensä nettonollatason aikaisemmin kuin

muilla aloilla.

a) Alakontaiset päästöt reiteillä, joilla lämpeneminen rajoitetaan 1,5 celsiusasteeseen



b) Kasvihuonekaasupäästöt sektoreittain hiilidioksidin nollanettopäästöjen aikaanvuoteen 2019 verrattuna



Avain

- Muut kuin CO₂-päästöt
- Liikenne, teollisuus ja rakennukset
- Energiahuolto (mukaan lukien sähkö)
- Maankäytön muutos ja metsätalous

Reitit, jotka vastaavat lämpenemisen rajoittamista 1,5 °C:een tai 2 °C:seen vuoteen 2100 mennessä

- IMP-GS Asteittainen vahvistaminen
- IMP-Neg* Suuri riippuvuus negatiivisista nettopäästöistä
- IMP-LD Voimakas riippuvuus resurssien tehokkaasta käytöstä
- IMP-SP Keskittyminen kestäväan kehitykseen
- IMP-Ren Keskittyminen uusiutuviin energialähteisiin

*Korkea ylitys

Kuva 4.1: Alakohtaiset päästöt reiteillä, joilla lämpeneminen rajoitetaan 1,5 celsiusasteeseen.

Paneelissa a esitetään alakohtaiset hiilidioksidipäästöt ja muut kuin hiilidioksidipäästöt globaaleissa mallinnetuissa kehityskuluissa, jotka rajoittavat lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen (> 50 prosenttia) ylittämättä sitä lainkaan tai ylittämättä sitä vain rajoitetusti. Vaakasorat viivat kuvaavat vuoden 2015 päästöjen puolittamista (polkujen perusvuosi) (päiväty) ja nollanettopäästöjen saavuttamista (kiinteä linja). Vaihdeluväli osoittaa päästöjen 5–95. persentiilin reiteillä. Ajankohta vaihtelee suuresti aloittain, ja sähkö-/fossiilisia polttoaineita käyttävän teollisuuden hiilidioksidipäästöt ja maankäytön muutokset ovat yleisesti ottaen saavuttaneet nollatason aikaisemmin. Maatalouden muut kuin hiilidioksidipäästöt vähenevät myös merkittävästi verrattuna kehityspolkuihin, joilla ei ole ilmastopolitiikkaa, mutta ne eivät yleensä saavuta nollaa. Paneeli b) Vaikka kaikki reitit sisältävät voimakkaasti vähentyneitä päästöjä, on olemassa erilaisia reittejä, kuten IPCC:n työryhmässä III käytetyt havainnollistavat hillitsemisreitit osoittavat. Reitit korostavat reittejä, jotka ovat johdonmukaisia lämpenemisen rajoittamisen 1,5 celsiusasteeseen kanssa, jotka ovat erittäin riippuvaisia negatiivisista nettopäästöistä (IMP-Neg), korkeasta resurssitehokkuudesta (IMP-LD), keskittymisestä kestäväan kehitykseen (IMP-SP) tai uusiutuviin energialähteisiin (IMP-Ren) ja johdonmukaisia 2 celsiusasteen kanssa, jotka perustuvat vähemmän nopeisiin hillitsemistoimenpiteisiin ja niiden asteittaiseen vahvistamiseen (IMP-GS). Positiivisia (kiinteästi täytetyt palkit) ja negatiivisia päästöjä (haudutetut palkit) eri havainnollistavien hillitsemispolkujen osalta verrataan vuoden 2019 kasvihuonekaasupäästöihin. Luokkaan "energiahuolto (mukaan lukien sähkö)" sisältyy bioenergia, johon liittyy hiilidioksidin talteenotto ja varastointi sekä hiilidioksidin talteenotto ja varastointi suoraan ilmasta. {Työryhmä III Laatikko TS.5, Työryhmä III 3.3, Työryhmä III 3.4, Työryhmä III 6.6, Työryhmä III 10.3, Työryhmä III 11.3} (Rajat ylittävät laatikko.2)

4.2 Lähiajan toiminnan vahvistamisen hyödyt

Sopeutumisen nopeutettu toteuttaminen parantaa hyvinvointia vähentämällä menetyksiä ja vahinkoja erityisesti haavoittuvassa asemassa olevien väestöryhmien osalta. Syvälliset, nopeat ja kestävät hillitsemistoimet vähentäisivät tulevia sopeutumiskustannuksia, menetyksiä ja vahinkoja, lisäisivät kestäväan kehityksen sivuhyötyjä, välttäisivät päästölähteiden lukkiutumista ja vähentäisivät hukkainvestointeja ja peruuttamattomia ilmastonmuutoksia. Näihin lyhyen aikavälin toimiin liittyy suurempia alkuinvestointeja ja murroksellisia muutoksia, joita voidaan hillitä erilaisilla mahdollistavilla edellytyksillä ja toteutettavuuden esteiden poistamisella tai vähentämisellä. (korkea luottamus)

Sopeutumistoimien nopeutettu täytäntöönpano hyödyttää ihmisten hyvinvointia (korkea luottamus) (kohta 4.3). Koska sopeutumisvaihtoehdoilla on usein pitkät täytäntöönpanoajat, pitkän aikavälin suunnittelu ja täytäntöönpanon nopeuttaminen erityisesti tällä vuosikymmenellä on tärkeää sopeutumisvajaiden korjaamiseksi, kun otetaan huomioon, että joillakin alueilla on edelleen rajoitteita. Heikossa asemassa oleville väestöryhmille koituvat hyödyt olisivat suuret (ks. kohta 4.4). (korkea luotettavuus) {WGI SPM B.1, WGI SPM B.1.3, WGI SPM B.2.2, WGI SPM B.3; WGII SPM C.1.1, WGII SPM C.1.2, WGII SPM C.2, WGII SPM C.3.1, WGII kuva SPM.4b; SROCC SPM C.3.4, SROCC Kuva 3.4, SROCC Kuva SPM.5}

Lähiajan toimet, joilla rajoitetaan ilmaston lämpeneminen lähes 1,5 celsiusasteeseen, vähentäisivät merkittävästi ilmastonmuutokseen liittyviä ennustettuja menetyksiä ja vahinkoja ihmisen järjestelmissä ja ekosysteemeissä verrattuna korkeampiin lämpenemistasoihin, mutta niillä ei voida poistaa niitä kaikkia (erittäin korkea luottamus). Ilmastonmuutoksen ja siihen liittyvien riskien suuruus ja nopeus riippuvat voimakkaasti lyhyen aikavälin hillitsemis- ja sopeutumistoimista, ja ennustetut haitalliset vaikutukset ja niihin liittyvät menetykset ja vahingot lisääntyvät aina ilmaston lämpenemisen lisääntyessä (erittäin suuri luottamus). Viivästyneet hillitsemistoimet lisäävät edelleen ilmaston lämpenemistä, mikä vähentää monien sopeutumisvaihtoehtojen, kuten ekosysteemipohjaisen sopeutumisen ja monien veteen liittyvien vaihtoehtojen, tehokkuutta sekä lisää hillitsemistoteutettavuusriskejä esimerkiksi ekosysteemiin perustuvien vaihtoehtojen osalta (korkea luottamus). Kattavilla, tehokkailla ja innovatiivisilla toimilla, joissa yhdistyvät sopeutuminen ja hillitseminen, voidaan hyödyntää synergioita ja vähentää kompromisseja sopeutumisen ja hillitsemisen välillä sekä täyttää rahoitusta koskevat vaatimukset (erittäin korkea luottamus) (ks. 4.5, 4.6, 4.8 ja 4.9 kohta). {WGII SPM B.3, WGII SPM B.4, WGII SPM B.6.2, WGII SPM C.2, WGII SPM C.3, WGII SPM D.1, WGII SPM D.4.3, WGII SPM D.5, WG II TS D.1.4, WG II TS.D.5, WGII TS D.7.5; työryhmä III SPM B.6.3, työryhmä III SPM B.6.4, työryhmä III SPM C.9, työryhmä III SPM D.2, työryhmä III SPM E.13; SR1.5 SPM C.2.7, SR1.5 D.1.3, SR1.5 D.5.2}

Lieventävillä toimilla on muita kestäväan kehityksen sivuhyötyjä (korkea luottamus). Lieventäminen parantaa ilmanlaatua ja ihmisten terveyttä lyhyellä aikavälillä erityisesti siksi, että monet ilman epäpuhtaudet ovat kasvihuonekaasupäästöjä aiheuttavien alojen yhteispäästöjä ja koska metaanipäästöt johtavat pintaotsonin muodostumiseen (korkea luottamus). Ilmanlaadun parantamisesta saatavia hyötyjä ovat muun muassa ilman pilaantumiseen liittyvien ennenaikaisten kuolemien, kroonisten sairauksien sekä ekosysteemeille ja viljelykasveille aiheutuvien vahinkojen ehkäiseminen. Ilmanlaadun parantamisesta saatava taloudellinen hyöty ihmisten terveydelle hillitsemistoimien ansiosta voi olla samaa suuruusluokkaa kuin hillitsemiskustannukset ja mahdollisesti jopa suurempi (keskitasoinen luottamus). Koska metaanin käyttöikä on lyhyt mutta se on voimakas kasvihuonekaasu, metaanipäästöjen voimakas, nopea ja kestävä vähentäminen voi rajoittaa lämpenemistä lyhyellä aikavälillä ja parantaa ilmanlaatua vähentämällä maailmanlaajuisia pintaotsonia (korkea luottamus). {WGI SPM D.1.7, WGI SPM D.2.2, WGI 6.7, WGI TS Box TS.7, WGI 6 Box 6.2, WGI Kuvio 6.3, WGI Kuvio 6.16, WGI Kuvio 6.17; WGII TS.D.8.3, WGII Cross-Chapter Box Health, WGII 5 ES, WGII 7 ES; WGII 7.3.1.2; WGIII Kuva SPM.8, WGIII SPM C.2.3, WGIII SPM C.4.2, WGIII TS.4.2}

Viivästyneistä sopeutumis- ja hillitsemistoimista aiheutuviin haasteisiin kuuluvat kustannusten nousun riski, infrastruktuurin lukkiutuminen, hukkainvestoinnit sekä sopeutumis- ja hillitsemisvaihtoehtojen toteutettavuuden ja

tehokkuuden heikkeneminen (korkea luottamus). Vähentämättömän fossiilisten polttoaineiden¹⁴⁸ infrastruktuuriin jatkuva asentaminen "lukkiutuu" kasvihuonekaasupäästöihin (korkea luottamus). Ilmaston lämpenemisen rajoittaminen enintään kahteen celsiusasteeseen jättää huomattavan määrän fossiilisia polttoaineita polttamatta ja voisi sitoa huomattavan määrän fossiilisten polttoaineiden infrastruktuuria (korkea luottamus), ja maailmanlaajuisesti diskontatun arvon ennustetaan olevan noin 1–4 biljoonaa Yhdysvaltain dollaria vuosina 2015–2050 (keskitason luottamus). Varhaiset toimet rajoittaisivat näiden hukkainvestointien kokoa, kun taas viivästyneet toimet, jotka liittyvät jatkuviin investointeihin päästöttömään suuripäästöiseen infrastruktuuriin ja vähäpäästöisten vaihtoehtojen rajalliseen kehittämiseen ja käyttöönottoon ennen vuotta 2030, nostaisivat tulevat hukkainvestoinnit vaihteluvälin yläpäähän, mikä toimisi esteenä ja lisäisi poliittisen talouden toteutettavuusriskejä, jotka voivat vaarantaa pyrkimykset rajoittaa ilmaston lämpenemistä. (korkea luottamus). {WGIII SPM B.6.3, WGIII SPM C.4, WGIII Box TS.8}

Lähiajan ilmastotoimien laajentaminen (4.1 jakso) tarjoaa sekä edullisia että kalliita vaihtoehtoja. Kustannustehokkaita vaihtoehtoja, kuten energian ja infrastruktuuriin alalla, tarvitaan, jotta voidaan välttää tulevat lukkiutumis- ja edistää innovointia ja käynnistää muutoksia (kaavio 4.4). Ilmastokestävät kehityspolut, joilla tuetaan kestävä kehitystä kaikille, perustuvat oikeudenmukaisuuteen sekä sosiaaliseen ja ilmasto-oikeudenmukaisuuteen (erittäin korkea luottamus). Tehokkaan ja tasapuolisen sopeutumisen ja hillitsemisen sisällyttäminen kehityssuunnitteluun voi vähentää haavoittuvuutta, säilyttää ja ennallistaa ekosysteemejä ja mahdollistaa ilmastonmuutoksen kestävä kehityksen. Tämä on erityisen haastavaa paikkakunnilla, joilla on sitkeitä kehitysvajeita ja rajalliset resurssit. (korkea luottamus) {WGII SPM C.5, WGII SPM D.1; WGIII TS.5.2, WGIII 8.3.1, WGIII 8.3.4, WGIII 8.4.1, WGIII 8.6}

Ilmastotoimien lisääminen voi aiheuttaa talouden rakenteessa murroksellisia muutoksia, joilla on jakaumavaikutuksia, ja siinä on sovittava yhteen maiden sisäiset ja niiden väliset erilaiset edut, arvot ja maailmankatsomukset. Syvemmillä finanssipoliittisilla, rahoituksellisilla, institutionaalisilla ja sääntelyyn liittyvillä uudistuksilla voidaan kompensoida tällaisia kielteisiä vaikutuksia ja vapauttaa hillitsemispotentiaalia. Tällä vuosikymmenellä toteutetut yhteiskunnalliset valinnat ja toimet määrittävät, missä määrin keskipitkän ja pitkän aikavälin kehityspolut tuottavat parempia tai heikompia ilmastonmuutokseen sopeutuvia kehitystuloksia. (korkea luottamus) {WGII SPM D.2, WGII SPM D.5, WGII Box TS.8; WGIII SPM D.3, WGIII SPM E.2, WGIII SPM E.3, WGIII SPM E.4, WGIII TS.2, WGIII TS.4.1, WGIII TS.6.4, WGIII 15.2, WGIII 15.6}

Mahdollistavia edellytyksiä olisi vahvistettava lyhyellä aikavälillä ja esteitä olisi vähennettävä tai poistettava, jotta voidaan hyödyntää mahdollisuuksia toteuttaa perusteellisia ja nopeita sopeutumis- ja hillitsemistoimia ja ilmastonmuutoksen kestävä kehitystä (korkea luottamus) (kaavio 4.2). Nämä mahdollistavat edellytykset on eriytetty kansallisten, alueellisten ja paikallisten olosuhteiden ja maantieteellisten alueiden mukaan valmiuksien mukaan, ja niihin kuuluvat seuraavat: tasapuolisuus ja osallisuus ilmastotoimissa (ks. 4.4 kohta), nopeat ja kauaskantoiset siirtymät aloilla ja järjestelmissä (ks. 4.5 kohta), toimenpiteet synergioiden saavuttamiseksi ja kompromissien vähentämiseksi kestävä kehityksen tavoitteiden kanssa (ks. 4.6 kohta), hallinnon ja politiikan parannukset (ks. 4.7 kohta), rahoituksen saatavuus, kansainvälisen yhteistyön ja teknologian parannusten parantaminen (ks. 4.8 kohta) sekä lyhyen aikavälin toimien integrointi eri alojen, järjestelmien ja alueiden välillä (ks. 4.9 kohta). {WGII SPM D.2; Työryhmä III SPM E.1, työryhmä III SPM E.2}

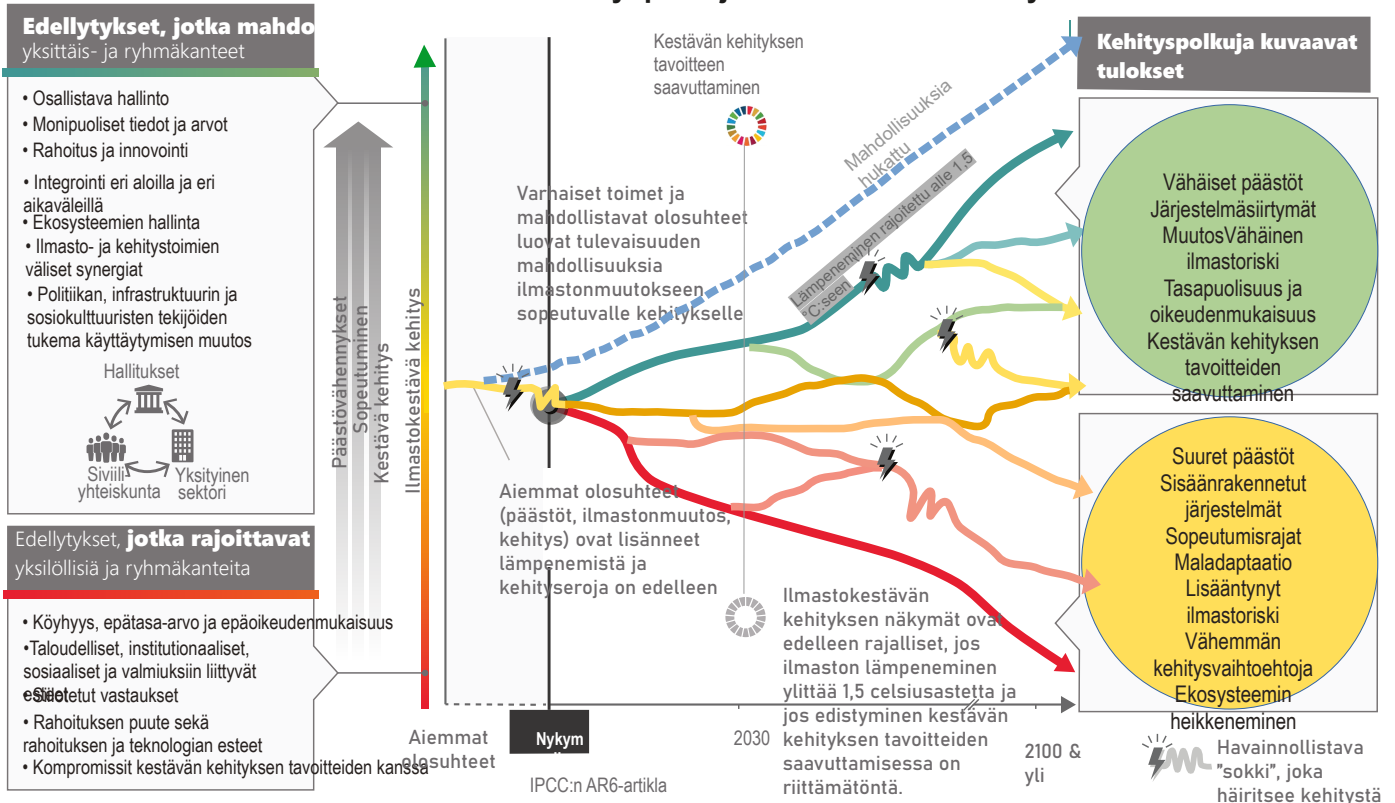
Toteutettavuuden esteitä olisi vähennettävä tai ne olisi poistettava, jotta lieventämis- ja sopeutumisvaihtoehtoja voidaan ottaa käyttöön laajamittaisesti. Vastatoimien toteutettavuuteen ja tehokkuuteen liittyvät monet rajoitukset voidaan poistaa puuttamalla erilaisiin esteisiin, kuten taloudellisiin, teknologisiin, institutionaalsiin, sosiaalisiin, ympäristöön liittyviin ja geofysikaalisiin esteisiin. Vaihtoehtojen toteutettavuus ja tehokkuus paranevat, kun käytössä on integroitua monialaisia ratkaisuja, joilla eriytetään ilmastoriskiä perustuvia toimia, jotka ulottuvat eri järjestelmiin ja joilla puututaan sosiaaliseen eriarvoisuuteen. Tehostetut lyhyen aikavälin toimet mallinnetuissa kustannustehokkaissa kehityspoluissa, jotka rajoittavat ilmaston lämpenemisen enintään kahteen celsiusasteeseen, vähentävät järjestelmän siirtymien toteutettavuuteen kohdistuvaa kokonaisriskiä verrattuna mallinnettuihin kehityspoluihin, joihin liittyy viivästyneitä tai koordinoimattomia toimia. (korkea luottamus) {WGII SPM C.2, WGII SPM C.3, WGII SPM C.5; Työryhmä III SPM E.1, työryhmä III SPM E.1.3}

Kunnianhimoisten ilmastotoimien sisällyttäminen makrotalouspolitiikkaan maailmanlaajuisen epävarmuuden vallitessa toisi etuja (korkea luottamus). Tähän sisältyy kolme pääsuuntaa: a) talouden laajuiset valtavirtaistamispaketit, joilla tuetaan vaihtoehtoja kestävien vähäpäästöisten talouden elvytys-, kehitys- ja työpaikkojen luomishelmien parantamiseksi (4.4, 4.5, 4.6, 4.8 ja 4.9) b) turvaverkot ja sosiaalinen suojelu siirtymävaiheessa (4.4 ja 4.7 kohta); ja c) rahoituksen, teknologian ja valmiuksien kehittämisen saatavuuden laajentaminen sekä vähäpäästöisen infrastruktuuriin koordinoitu tukeminen ("leap-frog"-potentiaali) erityisesti kehittyvillä alueilla ja velkastreessistä kärsivillä alueilla (korkea luottamus). (Kohta 4.8) {WGII SPM C.2, WGII SPM C.4.1, WGII SPM D.1.3, WGII SPM D.2, WGII SPM D.3.2, WGII SPM E.2.2, WGII SPM E.4, WGII SPM TS.2, WGII SPM TS.5.2, WGII TS.6.4, WGII TS.15, WGII TS Box TS.3; WGIII SPM B.4.2, WGIII SPM C.5.4, WGIII SPM C.6.2, WGIII SPM C.12.2, WGIII SPM D.3.4, WGIII SPM E.4.2, WGIII SPM E.4.5, WGIII SPM E.5.2, WGIII SPM E.5.3, WGIII TS.1, WGIII Box TS.15, WGIII 15.2, WGIII Cross-Chapter Box 1 on COVID in Chapter 1}

148 Tässä yhteydessä 'ehdottomilla fossiililla polttoaineilla' tarkoitetaan fossiilisia polttoaineita, jotka on tuotettu ja käytetty ilman toimia, jotka vähentävät merkittävästi kasvihuonekaasupäästöjen määrää koko elinkaaren ajan; esimerkiksi ottamalla talteen vähintään 90 prosenttia voimalaitosten hiilidioksidista tai 50–80 prosenttia energiahuollon metaanin hajapäästöistä. {Tiivistelmätyöryhmä III:n alaviite 54}

Mahdollisuudet ilmastonmuutoksen kestäväään kehitykseen kaventuvat nopeasti

Moninkertaiset vuorovaikutteiset valinnat ja toimet voivat siirtää kehityspolkuja kohti kestävää kehitystä



Kuva 4.2: Havainnollistavat kehityspolut (punaisesta vihreään) ja niihin liittyvät tulokset (oikea paneeli) osoittavat, että mahdollisuudet turvata elinkelpoinen ja kestävä tulevaisuus kaikille kaventuvat nopeasti.

Ilmastokestävä kehitys on prosessi, jossa toteutetaan kasvihuonekaasujen hillitsemis- ja sopeutumistoimenpiteitä kestäväen kehityksen tukemiseksi. Erilaiset kehityspolut osoittavat, että eri viranomaisten, yksityisen sektorin ja kansalaisyhteiskunnan toimijoiden tekemät vuorovaikutteiset valinnat ja toimet voivat edistää ilmastomuutosta kestävää kehitystä, siirtää kehityspolkuja kohti kestävyyttä ja mahdollistaa pienemmillä päästöillä sopeutumisen. Monipuolisia tietoja ja arvoja ovat kulttuuriset arvot, alkuperäiskansojen tieto, paikallinen tieto ja tieteellinen tieto. Ilmastolliset ja muut tapahtumat, kuten kuivuus, tulvat tai pandemiat, aiheuttavat vakavampia häiriöitä kehityspoluille, joilla on heikompi ilmastomuutoksen kestävä kehitys (punaisesta keltaiseen), kuin kehityspoluille, joilla on parempi ilmastomuutoksen kestävä kehitys (vihreä). Joidenkin inhimillisten ja luonnollisten järjestelmien sopeutumis- ja sopeutumiskyvyllä on rajansa 1,5 celsiusasteen ilmaston lämpenemisessä, ja jokaisen lämpenemisen lisääntymisen myötä menetykset ja vahingot lisääntyvät. Maiden kaikissa talouskehityksen vaiheissa käyttämät kehityspolut vaikuttavat kasvihuonekaasupäästöihin ja muokkaavat siten hillitsemishaasteita ja -mahdollisuuksia, jotka vaihtelevat maittain ja alueittain. Toimintapolkuja ja -mahdollisuuksia muovaavat aiemmat toimet (tai menetetyt toimimatta jättämiset ja mahdollisuudet, katkonainen polku) sekä mahdollistavat ja rajoittavat olosuhteet (vasemmanpuoleinen paneeli), ja ne toteutetaan ilmastoriskien, sopeutumisrajojen ja kehitysvajeiden yhteydessä. Mitä pidemmät päästövähennykset viivästyvät, sitä vähemmän tehokkaita sopeutusvaihtoehtoja on. {WGI SPM B.1; WGII SPM B.1–B.5, WGII SPM C.2–5, WGII SPM D.1–5, WGII Figure SPM.3, WGII Figure SPM.4, WGII Figure SPM.5, WGII TS.D.5, WGII 3.1, WGII 3.2, WGII 3.4, WGII 4.2, WGII Figure 4.4, WGII 4.5, WGII 4.6, WGII 4.9; WGIII SPM A, WGIII SPM B.1, WGIII SPM B.3, WGIII SPM B.6, WGIII SPM C.4, WGIII SPM D1–3, WGIII SPM E.1, WGIII SPM E.2, WGIII SPM E.4, WGIII SPM E.5, WGIII-kuva TS.1, WGIII-kuva TS.7, WGIII-laatikko TS.3, WGIII-laatikko TS.8, ristikkäistyöryhmän laatikko 1 luvussa 3, WGIII-ristikkäistyöryhmän laatikko 5 luvussa 4; SR1.5 SPM D.1–6; SRCCL SPM D.3}

4.3 Lähiajan riskit

Monet ilmastojärjestelmän muutokset, mukaan lukien ääri-ilmiöt, kasvavat lyhyellä aikavälillä ilmaston lämpenemisen lisääntyessä (korkea luottamus). Monilla ilmastoriskeillä ja muilla riskeillä on yhteisvaikutuksia, mikä johtaa siihen, että pahanemis- ja kaskadivaikutuksia on vaikeampi hallita (korkea luottamus). Menetykset ja vahingot lisääntyvät ilmaston lämpenemisen lisääntyessä (erittäin korkea luottamus), mutta ne keskittyvät voimakkaasti köyhimpiin haavoittuviin väestöryhmiin (korkea luottamus). Nykyisten kestävämmien kehitysmallien jatkaminen lisääisi ekosysteemien ja ihmisten alttiutta ja haavoittuvuutta ilmastoriskeille (korkea luottamus).

Ilmaston lämpeneminen jatkuu lyhyellä aikavälillä (2021–2040) pääasiassa kumulatiivisten hiilidioksidipäästöjen lisääntymisen vuoksi lähes kaikissa tarkastelluissa skenaarioissa ja kehityspoluissa. Lähitulevaisuudessa kaikkien maailman alueiden ilmastouhkien ennustetaan lisääntyvän edelleen (keskitasoisesta korkeaan luottamukseen alueesta ja vaarasta riippuen), mikä lisää ekosysteemeihin ja ihmisiin kohdistuvia moninaisia riskejä (erittäin korkea luottamus). Lyhyellä aikavälillä luonnollinen¹⁴⁹ vaihtelu muokkaa ihmisen aiheuttamia muutoksia, joko lieventäen tai vahvistaen ennustettuja muutoksia, erityisesti alueellisissa mittakaavoissa, vaikuttamatta juurikaan satavuotiseen ilmaston lämpenemiseen. Nämä modulaatiot on tärkeää ottaa huomioon sopeutumisen suunnittelussa. Globaali pintalämpötila voi vaihdella yhden vuoden aikana ihmisen aiheuttaman pitkän aikavälin trendin ylä- tai alapuolella luonnollisen vaihtelun vuoksi. Vuoteen 2030 mennessä maapallon pintalämpötila voi minä tahansa yksittäisenä vuonna nousta yli 1,5 celsiusasteeseen suhteessa vuosiin 1850–1900 40–60 prosentin todennäköisyydellä kaikissa viidessä WGI:ssä arvioidussa skenaariossa (keskimääräinen luottamus). Yksittäisten vuosien esiintyminen maapallon pintalämpötilan muuttuessa tietyn tason yläpuolelle ei tarkoita, että ilmaston lämpeneminen olisi saavutettu. Jos laaja räjähdysmäinen tulivuorenpurkaus tapahtuisi lyhyellä aikavälillä¹⁵⁰, se peittäisi väliaikaisesti ja osittain ihmisen aiheuttaman ilmastomuutoksen vähentämällä maapallon pintalämpötilaa ja sateita, erityisesti maan päällä, yhdestä kolmeen vuoteen (keskimääräinen luottamus). {WGI SPM B.1.3, WGI SPM B.1.4, WGI SPM C.1, WGI SPM C.2, WGI Cross-Section Box TS.1, WGI Cross-Chapter Box 4.1; työryhmä II SPM B.3, työryhmä II SPM B.3.1; Työryhmän III laatikko SPM.1 Kuva 1}

Ihmisiin ja ekosysteemeihin kohdistuvan riskin taso riippuu haavoittuvuuden, altistumisen, sosioekonomisen kehityksen ja sopeutumisen lyhyen aikavälin suuntauksista (korkea luottamus). Lyhyellä aikavälillä monet ilmastoon liittyvät riskit luonnon ja ihmisen järjestelmille riippuvat voimakkaammin näiden järjestelmien haavoittuvuuden ja altistumisen muutoksista kuin eroista ilmastovaaroissa päästöskenaarioiden välillä (korkea luottamus). Tuleva altistuminen ilmastoriskeille lisääntyy maailmanlaajuisesti sosioekonomisen kehityksen suuntausten, kuten kasvavan eriarvoisuuden, vuoksi ja kun kaupungistuminen tai muuttoliike lisää altistumista (korkea luottamus). Kaupungistuminen lisää kuumia ääri-ilmiöitä (erittäin korkea luottamus) ja sadevesien valumisintensiteettiä (korkea luottamus). Kaupungistumisen lisääntyminen matalilla ja rannikkoalueilla on merkittävä tekijä, joka lisää altistumista äärimmäisille jokien virtausilmiöille ja merenpinnan nousun vaaroille ja lisää riskejä (korkea luottamus) (kaavio 4.3). Haavoittuvuus lisääntyy nopeasti myös pienissä kehittyvissä saarivaltioissa ja atolleissa merenpinnan noustessa (korkea luottamus) (ks. kaavio 3.4 ja kaavio 4.3). Ihmisten haavoittuvuus keskittyy epävirallisiin siirtokuntiin ja nopeasti kasvaviin pienempiin siirtokuntiin. ja maaseutualueiden haavoittuvuutta lisäävät asumiskelpoisuuden heikkeneminen ja suuri riippuvuus ilmaston kannalta herkistä elinkeinoista (korkea luottamus). Ihmisten ja ekosysteemien haavoittuvuus riippuu toisistaan (korkea luottamus). Ekosysteemien haavoittuvuuteen ilmastomuutokselle vaikuttavat voimakkaasti inhimillisen kehityksen aiemmat, nykyiset ja tulevat mallit, mukaan lukien kestävämmän kulutus ja tuotanto, lisääntyvät väestöpaineet sekä maan, valtamerten ja veden jatkuva kestävämmän käyttö ja hallinta (korkea luottamus). Useita lyhyen aikavälin riskejä voidaan lieventää sopeutumisella (korkea luottamus). {WGI SPM C.2.6; WGII SPM B.2, WGII SPM B.2.3, WGII SPM B.2.5, WGII SPM B.3, WGII SPM B.3.2, WGII TS.C.5.2} (4.5 ja 3.2 jakso)

Lähitulevaisuudessa (ilmaston lämpeneminen 1,5 celsiusasteella) odotettavissa olevat pääasialliset vaarat ja niihin liittyvät riskit ovat seuraavat:

- Kuumien ääri-ilmiöiden ja vaarallisten lämpökosteusolosuhteiden intensiteetin ja esiintymistiheyden lisääntyminen, mikä lisää ihmisten kuolleisuutta, sairastuvuutta ja työvoiman tuottavuuden heikkenemistä (korkea luottamus). {WGI SPM B.2.2, WGI TS Kuva TS.6; WGII SPM B.1.4, WGII SPM B.4.4, WGII Kuva SPM.2}
- Merten helleaaltojen yleistymisen lisää biodiversiteetin köyhtymisen riskiä valtamerissä, mukaan lukien massakuolleisuustapahtumat (korkea luottamus). {WGI SPM B.2.3; WGII SPM B.1.2, WGII kuva SPM.2; SROCC SPM B.5.1}
- Biologisen monimuotoisuuden häviämiseen liittyvät lähiajan riskit ovat kohtalaisia tai suuria metsäekosysteemeissä (keskitasoinen luottamus) sekä rakkolevä- ja meriheinäekosysteemeissä (korkea tai erittäin korkea luottamus), ja

149 Ks. liite I: Sanasto. Tärkeimmät sisäiset vaihteluilmiöt ovat El Niño–Southern Oscillation, Pacific Decadal Variability ja Atlantic Multi-decadal Variability niiden alueellisen vaikutuksen kautta. Maailmanlaajuisen pintalämpötilan sisäisen vaihtelun arvioidaan yhden vuoden aikana olevan noin $\pm 0,25$ °C (5–95 %:n vaihteluväli, korkea luotettavuus). {WGI SPM alaviite 29, WGI SPM alaviite 37}

150 2500 vuoden rekonstruktioiden perusteella tässä raportissa arvioidussa kirjallisuudessa vulkaanisten stratosfäärin aerosolien säteilyvaikutukseen liittyviä purkauksia, joiden säteilypakote on negatiivisempi kuin -1 Wm⁻², tapahtuu keskimäärin kaksi kertaa vuosisadalla. {WGI SPM alaviite 38}

ne ovat suuria tai erittäin suuria arktisissa merijää- ja maaekosysteemeissä (korkea luottamus) ja lämpimän veden koralliriutoilla (erittäin korkea luottamus). {WGII SPM B.3.1}

- Intensiivisemmät ja tiheämmin toistuvat äärimmäiset sateet ja niihin liittyvät tulvat monilla alueilla, kuten rannikkokaupungeissa ja muissa matalissa kaupungeissa (keskimääräinen tai korkea luottamus), sekä intensiivisten trooppisten syklonien lisääntynyt osuus tuulen nopeuksista ja niiden huippunopeudet (korkea luottamus). {WGI SPM B.2.4, WGI SPM C.2.2, WGI SPM C.2.6, WGI 11.7}
- Suuret riskit, jotka johtuvat kuivan veden niukkuudesta, maastopalo-vaurioista ja ikiroudan hajoamisesta (keskitasoinen luottamus). {SRCCL SPM A.5.3.}
- Merenpinnan nousu jatkuu ja äärimmäiset merenpinnan tasoon liittyvät tapahtumat, jotka häiritsevät rannikon asutusta ja vahingoittavat rannikkoinfrastruktuuria (korkea luottamus), sitouttavat alavia rannikkoekosysteemejä uppoutumiseen ja häviämiseen (keskitasoinen luottamus), laajentavat maaperän suolaantumista (erittäin korkea luottamus) ja aiheuttavat riskejä toimeentulolle, terveydelle, hyvinvoinnille, kulttuuriarvoille sekä elintarvike- ja vesiturvalle (korkea luottamus). {WGI SPM C.2.5, WGI SPM C.2.6; WGII SPM B.3.1, WGII SPM B.5.2; SRCCL SPM A.5.6; SROCC SPM B.3.4, SROCC SPM 3.6, SROCC SPM B.9.1} (Kuva 3.4, 4.3)
- Ilmastomuutos lisää merkittävästi terveysongelmia ja ennenaikaisia kuolemia lyhyellä ja pitkällä aikavälillä (korkea luottamus). Ilmaston lämpeneminen lisää ilmastoherkkiä elintarvike-, vesi- ja vektorivälitteisten tautien riskejä (korkea luottamus) ja mielenterveyshaasteita, kuten ahdistusta ja stressiä (erittäin korkea luottamus). {Työryhmän II kokous B.4.4}
- Kryosfääriin liittyvät muutokset tulvissa, maanvyörymissä ja veden saatavuudessa voivat aiheuttaa vakavia seurauksia ihmisille, infrastruktuurille ja taloudelle useimmilla vuoristoalueilla (korkea luottamus). {WGII TS C.4.2}
- Ennustettu rankkasateiden esiintymistiheyden ja voimakkuuden kasvu (korkea luottamus) lisää sateiden aiheuttamia paikallisia tulvia (keskimääräinen luottamus). {WGI Kuva SPM.6, WGI SPM B.2.2; Työryhmä II TS C.4.5}

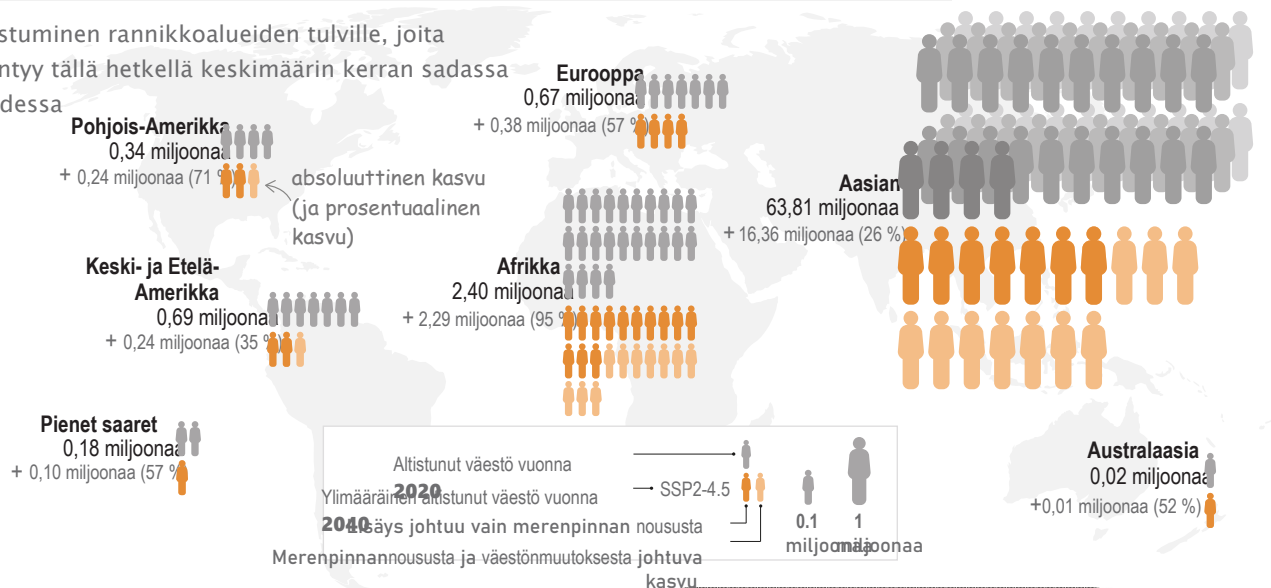
Useat ilmastomuutokseen liittyvät riskit lisääntyvät ja kaskadiutuvat lyhyellä aikavälillä (korkea luottamus). Monilla alueilla ennustetaan lisääntyvän sellaisten yhdistettyjen tapahtumien todennäköisyyttä, joilla on suurempi ilmaston lämpeneminen (korkea luottamus), mukaan lukien samanaikaiset helleaallot ja kuivuus. Lämmön ja kuivuuden aiheuttamat äkilliset elintarvikkeiden tuotannon menetykset lisäävät terveysriskejä ja elintarviketuotannon riskejä (korkea luottamus) (kaavio 4.3). Nämä vuorovaikutteiset vaikutukset nostavat elintarvikkeiden hintoja, vähentävät kotitalouksien tuloja ja johtavat aliravitsemuksen ja ilmastoon liittyvän kuolleisuuden terveysriskeihin ilman sopeutumista tai vähäisellä sopeutumisella erityisesti trooppisilla alueilla (korkea luottamus). Ilmastomuutoksesta elintarvikejärjestelmiin, asuinyhdyskuntiin, infrastruktuuriin ja terveyteen kohdistuvat samanaikaiset ja porrastetut riskit tekevät näistä riskeistä vakavampia ja vaikeammin hallittavia, myös silloin, kun ne ovat vuorovaikutuksessa muiden kuin ilmastoon liittyvien riskitekijöiden, kuten kaupunkien laajentumisen ja elintarviketuotannon välisen maa-aluekilpailun, ja pandemioiden (korkea luottamus) kanssa. Ekosysteemien ja niiden tarjoamien palvelujen häviämisellä on kerrannaisvaikutuksia ja pitkän aikavälin vaikutuksia ihmisiin maailmanlaajuisesti, erityisesti ekosysteemeistä suoraan riippuvaisiin alkuperäiskansoihin ja paikallisyhteisöihin, perustarpeiden täyttämiseksi (korkea luottamus). Rajat ylittävien riskien ennustetaan lisääntyvän elintarvike-, energia- ja vesialoilla, kun äärimmäisten sää- ja ilmastoiilmiöiden vaikutukset leviävät toimitusketjujen, markkinoiden ja luonnonvarojen virtojen kautta (korkea luottamus) ja voivat olla vuorovaikutuksessa muiden kriisien, kuten pandemioiden, vaikutusten kanssa. Riskejä aiheutuu myös joistakin toimista, joilla pyritään vähentämään ilmastomuutoksen riskejä, mukaan lukien joidenkin päästöjen vähentämis- ja hiilidioksidinpoistotoimenpiteiden huonosta sopeutumisesta ja kielteisistä sivuvaikutuksista aiheutuvat riskit, kuten luontaisesti metsittämättömän maan metsittäminen tai huonosti toteutettu bioenergia, joka lisää ilmastoon liittyviä riskejä biologiselle monimuotoisuudelle, elintarvike- ja vesiturvalle ja elinkeinoille (korkea luottamus) (ks. 3.4.1 ja 4.5 jakso). {WGI SPM.2.7; WGII SPM B.2.1, WGII SPM B.5, WGII SPM B.5.1, WGII SPM B.5.2, WGII SPM B.5.3, WGII SPM B.5.4, WGII Cross-Chapter Box COVID luvussa 7; työryhmä III:n erityiskokous C.11.2; SRCCL SPM A.5, SRCCL SPM A.6.5} (kuva 4.3)

Kun ilmaston lämpeneminen lisääntyy, menetykset ja vahingot lisääntyvät (erittäin korkea luottamus), niitä on yhä vaikeampi välttää ja ne keskittyvät voimakkaasti köyhimpiin haavoittuviin väestöryhmiin (korkea luottamus). Sopeutuminen ei estä kaikkia menetyksiä ja vahinkoja edes tehokkaalla sopeutumisella ja ennen pehmeiden ja kovien rajojen saavuttamista. Menetykset ja vahingot jakautuvat epätasaisesti järjestelmien, alueiden ja alojen kesken, eivätkä nykyiset rahoitus-, hallinto- ja institutionaaliset järjestelyt kata niitä kattavasti etenkin haavoittuvassa asemassa olevissa kehitysmaissa. (korkea luottamus). {WGII SPM B.4, WGII SPM C.3, WGII SPM C.3.5}

Kaikilla alueilla on vakavampia ja/tai useammin toistuvia ilmastoriskejä

a) Merenpinnan nousulle altistuvan väestön kasvu vuodesta 2020 vuoteen 2040

Altistuminen rannikkoalueiden tulville, joita esiintyy tällä hetkellä keskimäärin kerran sadassa vuodessa



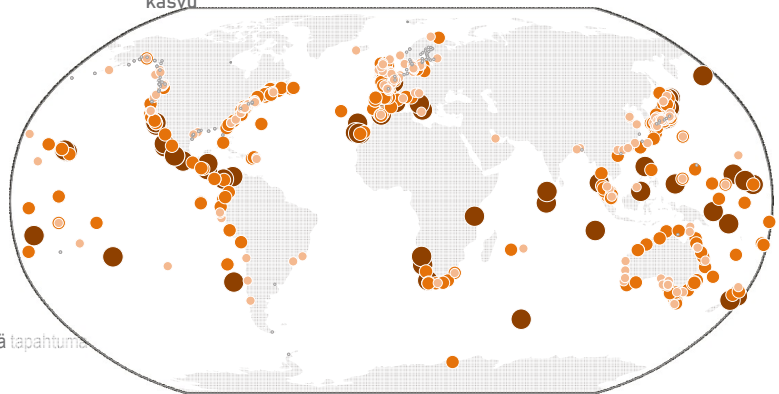
b) Merenpinnan ääri-ilmiöiden yleistymisen vuoteen 2040 mennessä

Tapahtumien esiintymistiheys, joka tällä hetkellä esiintyy keskimäärin kerran sadassa vuodessa
ympyrän puuttuminen osoittaa, että arviointia ei voida suorittaa tietojen puutteen vuoksi.

Ennustettu muutos
1-in-100-vuotisiin tapahtumiin
SSP2-4.5-väliskenaariossa

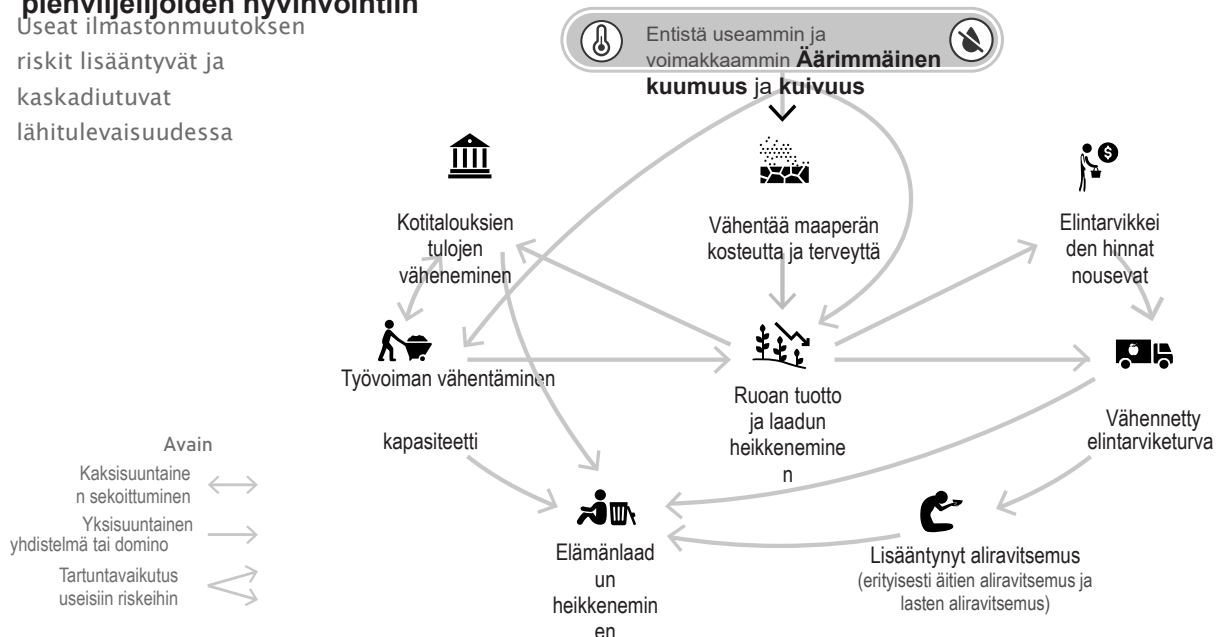


Vuosittainen tapahtuma
Dekadaalitapahtuma
Kahdesti vuosisadalla järjestettävä tapahtuma
Ei muutosta



c) Esimerkki monimutkaisesta riskistä, jossa ilmaston ääri-ilmiöiden vaikutuksilla on kerrannaisvaikutuksia elintarvikkeisiin, ravitsemukseen, toimeentuloon ja pientilajelijöiden hyvinvointiin

Useat ilmastonmuutoksen riskit lisääntyvät ja kaskadiutuvat lähitulevaisuudessa



Kuva 4.3: Kuhunkin alueeseen kohdistuu lyhyellä aikavälillä vakavampia tai useammin toistuvia ilmastoriskejä.

Riskin muutokset johtuvat muutoksista vaaran, altistuneen väestön ja ihmisten, omaisuuden tai ekosysteemien haavoittuvuuden asteessa. Paneeli a) Rannikkotulvat vaikuttavat moniin maailman tiheään asuttuihin alueisiin, joilla suuri osa väestöstä altistuu tulville. Paneeli esittää kasvihuonekaasupäästöjen väliskenaarioon (SSP2-4.5) ja nykyisiin sopeutumistoimenpiteisiin perustuvan lähiajan ennusteen, jonka mukaan 100 vuoden tulville altistuva väestö kasvaa vuodesta 2020 vuoteen 2040 (merenpinnan nousun ja väestönmuutoksen vuoksi). Skenaariossa ei oteta huomioon rannikkoalueilta tulevaa merenpinnan nousua. Paneeli b) ennustettu mediaanitodennäköisyys vuonna 2040 äärimmäisille vedenpinnoille, jotka johtuvat keskimääräisestä merenpinnan noususta, vuorovesistä ja myrskyn nousuista, joilla on historiallinen yhden prosentin keskimääräinen vuotuinen todennäköisyys. Global Extreme Sea Level Analysis version 2 -tietokannassa saatavilla oleviin historiallisiin vuorovesimittarihavaintoihin sovellettiin huippuarvon ylitysmenetelmää (99,7 %), joka on samat tiedot kuin WGI:n kaaviossa 9.32, paitsi tässä tapauksessa paneeli käyttää SSP2-4.5:n mukaisia suhteellisia merenpinnan tason ennusteita vuodelle 2040 eikä vuodelle 2050. Ympyrän puuttuminen osoittaa, että arviointia ei voida tehdä tietojen puutteen vuoksi, mutta se ei viittaa siihen, että taajuuksia ei lisätä. Paneeli c) Ilmastoriskit voivat käynnistää riskikaskadeja, jotka vaikuttavat useisiin aloihin ja leviävät alueiden välillä monimutkaisten luonnollisten ja yhteiskunnallisten yhteyksien seurauksena. Tämä esimerkki maatalousalueeseen vaikuttavasta yhdistettyä helleaaltoa ja kuivuutta aiheuttavasta tapahtumasta osoittaa, miten monet riskit liittyvät toisiinsa ja johtavat biofysisten, taloudellisten ja yhteiskunnallisten vaikutusten kaskadiutumiseen myös kaukaisilla alueilla, ja vaikutukset kohdistuvat erityisesti haavoittuvassa asemassa oleviin ryhmiin, kuten pienviljelijöihin, lapsiin ja raskaana oleviin naisiin. {WGI Kuva 9.32; WGII SPM B.4.3, WGII SPM B.1.3, WGII SPM B.5.1, WGII TS Kuva TS.9, WGII TS Kuva TS.10 (c), WGII Kuva 5.2, WGII TS.B.2.3, WGII TS.B.2.3, WGII TS.B.3.3, WGII 9.11.1.2}

4.4 Tasapuolisuus ja osallisuus ilmastonmuutostoimissa

Toimet, joissa asetetaan etusijalle oikeudenmukaisuus, ilmasto-oikeudenmukaisuus, sosiaalinen oikeudenmukaisuus ja osallisuus, johtavat kestävämpiin tuloksiin, sivuhyötyihin, vähentävät kompromisseja, tukevat muutosvoimaista muutosta ja edistävät ilmastonmuutosta kestävää kehitystä. Sopeutumistoimia tarvitaan välittömästi kasvavien ilmastoriskien vähentämiseksi erityisesti kaikkein heikoimmassa asemassa olevien osalta. Tasapuolisuus, osallisuus ja oikeudenmukaiset siirtymät ovat avainasemassa, jotta voidaan edistää sopeutumisessa ja syventää yhteiskunnallisia tavoitteita ilmastonmuutoksen hillitsemisen nopeuttamiseksi. (korkea luottamus)

Sopeutumis- ja hillitsemistoimet, joissa asetetaan etusijalle tasapuolisuus, ilmasto-oikeudenmukaisuus, oikeuksiin perustuvat lähestymistavat, sosiaalinen oikeudenmukaisuus ja osallistavuus, johtavat kestävämpiin tuloksiin, vähentävät kompromisseja, tukevat muutosvoimaista muutosta ja edistävät ilmastonmuutoksen kestävää kehitystä (korkea luottamus). Köyhiä ja haavoittuvassa asemassa olevia suojelevat uudelleenjakopolitiikat eri aloilla ja alueilla, sosiaaliset turvaverkot, tasapuolisuus, osallisuus ja oikeudenmukaiset siirtymät kaikissa mittakaavoissa voivat mahdollistaa syvemmät yhteiskunnalliset tavoitteet ja ratkaista kompromisseja kestävä kehityksen tavoitteiden, erityisesti koulutuksen, nälän, köyhyyden, sukupuolten tasa-arvon ja energian saatavuuden (korkea luottamus), kanssa. Laajempaan kehitysympäristöön sisältyvät hillintätoimet voivat lisätä päästövähennysten tahtia, syvyyttä ja laajuutta (keskimääräinen luottamus). Tasapuolisuus, osallisuus ja oikeudenmukaiset siirtymät kaikilla tasoilla mahdollistavat syvemmät yhteiskunnalliset tavoitteet ilmastonmuutoksen hillitsemisen nopeuttamiseksi ja ilmastotoimet laajemmin (korkea luottamus). Elintarvikkeiden hintojen nousun, kotitalouksien tulojen vähenemisen sekä terveyteen ja ilmastoon liittyvän aliravitsemuksen (erityisesti äitien aliravitsemuksen ja lasten aliravitsemuksen) ja kuolleisuuden riski kasvaa vain vähän tai vain vähän sopeutumista (korkea luottamus). {WGII SPM B.5.1, WGII SPM C.2.9, WGII SPM D.2.1, WGII TS Box TS.4; WGIII SPM D.3, WGIII SPM D.3.3, WGIII SPM WGIII SPM E.3, SR1.5 SPM D.4.5} (kuva 4.3c)

Alueet ja ihmiset, joilla on huomattavia kehitysrajoitteita, ovat erittäin alttiita ilmastoriskeille. Kaikkein heikoimmassa asemassa olevien sopeutumistuloksia maiden ja alueiden sisällä ja niiden välillä parannetaan lähestymistavoilla, joissa keskitytään oikeudenmukaisuuteen, osallisuuteen ja oikeuksiin perustuviin lähestymistapoihin, mukaan lukien 3,3–3,6 miljardia ihmistä, jotka elävät olosuhteissa, jotka ovat erittäin alttiita ilmastonmuutokselle (korkea luottamus). Haavoittuvuus on suurempi paikoissa, joissa esiintyy köyhyyttä, hallintoon liittyviä haasteita ja peruspalvelujen ja -resurssien rajallista saatavuutta, väkivaltaisia konflikteja ja ilmastoherkkiä elinkeinoja (esim. pienviljelijät, paimentolaiset, kalastusyhteisöt) (korkea luottamus). Useita riskejä voidaan lieventää sopeutumisella (korkea luottamus). Suurimmat sopeutumiserot ovat pienituloisilla väestöryhmillä (korkea luottamus), ja sopeutumisen edistyminen jakautuu epätasaisesti havaittujen sopeutumisvajeiden (korkea luottamus) kanssa. Nykyisiin kehityshaasteisiin, jotka aiheuttavat suurta haavoittuvuutta, vaikuttavat erityisesti monien alkuperäiskansojen ja paikallisyhteisöjen historialliset ja jatkuvat eriarvoisuusmallit, kuten kolonialismi (korkea luottamus). Haavoittuvuutta pahentaa epätasa-arvo ja syrjäytyminen, joka liittyy sukupuoleen, etniseen alkuperään, pienituloisuuteen tai niiden yhdistelmiin, erityisesti monien alkuperäiskansojen ja paikallisyhteisöjen osalta (korkea luottamus). {WGII SPM B.2, WGII SPM B.2.4, WGII SPM B.3.2, WGII SPM B.3.3, WGII SPM C.1, WGII SPM C.1.2, WGII SPM C.2.9}

Merkityksellinen osallistuminen ja osallistava suunnittelu, jotka perustuvat kulttuuriarvoihin, alkuperäiskansojen tietämykseen, paikalliseen tietämykseen ja tieteelliseen tietämykseen, voivat auttaa korjaamaan sopeutumisvajeita ja välttämään huonoa sopeutumista (korkea luottamus). Tällaiset toimet, joihin sisältyy joustavia väyliä, voivat kannustaa vähän valitettaviin ja oikea-aikaisiin toimiin (erittäin suuri luottamus). Ilmastonmuutokseen sopeutumisen sisällyttäminen sosiaalisen suojelun ohjelmiin, mukaan lukien käteissirrot ja julkisia rakennusurakoita koskevat ohjelmat, parantaisi kykyä sietää ilmastonmuutosta, erityisesti kun sitä tuetaan peruspalveluilla ja infrastruktuurilla (korkea luottamus). {WGII SPM C.2.3, WGII SPM C.4.3, WGII SPM C.4.4, WGII SPM C.2.9, WGII WPM D.3}

Oikeudenmukaisuus, osallisuus, oikeudenmukaiset siirtymät, kaikkien asiaankuuluvien toimijoiden laaja ja merkityksellinen osallistuminen päätöksentekoon kaikilla tasoilla mahdollistavat syvemmät yhteiskunnalliset tavoitteet nopeutetulle hillitsemiselle ja ilmastotoimille laajemmin ja rakentavat sosiaalista luottamusta, tukevat muutosvoimaisia muutoksia sekä hyötyjen ja rasitteiden tasapuolista jakamista (korkea luottamus). Oma pääoma on edelleen keskeinen osa YK:n ilmastojärjestelmää huolimatta valtioiden välisen eriyttämisen muutoksista ajan mittaan ja oikeudenmukaisten osuuksien arviointiin liittyvistä haasteista. Kunnianhimoiset hillitsemispolut merkitsevät suuria ja joskus häiritseviä muutoksia talouden rakenteessa, millä on merkittäviä tulojakovaihteluita maiden sisällä ja niiden välillä, mukaan lukien tulojen ja työllisyyden siirtyminen siirryttäessä suuripäästöisistä toiminnoista vähäpäästöisiin toimintoihin (korkea luottamus). Vaikka osa työpaikoista saattaa hävitä, vähäpäästöinen kehitys voi myös avata mahdollisuuksia parantaa osaamista ja luoda työpaikkoja (korkea luottamus). Ilmastomuutoksen hillitsemistä helpottavan rahoituksen, teknologian ja hallinnon tasapuolisen saatavuuden laajentaminen ja ilmasto-oikeudenmukaisuuden huomioon ottaminen voivat auttaa hyötyjen ja rasitteiden tasapuolisessa jakamisessa erityisesti haavoittuvassa asemassa olevien maiden ja yhteisöjen osalta. {WGIII SPM D.3, WGIII SPM D.3.2, WGIII SPM D.3.3, WGIII SPM D.3.4, WGIII TS Box TS.4}

Maiden kehitysprioriteetit heijastavat myös erilaisia lähtökohtia ja olosuhteita, ja mahdollistavat edellytykset kehityspolkujen siirtämiselle kohti parempaa kestävyyttä vaihtelevat, mikä aiheuttaa erilaisia tarpeita (korkea luottamus). Oikeudenmukaisen siirtymän periaatteiden täytäntöönpano kollektiivisten ja osallistavien päätöksentekoprosessien avulla on tehokas tapa sisällyttää tasapuolisuuden periaatteet politiikkoihin kaikilla tasoilla kansallisista olosuhteista riippuen, kun taas useissa maissa on perustettu oikeudenmukaista siirtymää käsitteleviä valiokuntia, työryhmiä ja kansallisia politiikkoja (keskitason luottamus). {WGIII SPM D.3.1, WGIII SPM D.3.3}

Monet taloudelliset ja sääntelyvälineet ovat vähentäneet päästöjä tehokkaasti, ja käytännön kokemus on vaikuttanut välineiden suunnitteluun niiden parantamiseksi samalla kun on pyritty saavuttamaan jakaumatavoitteet ja sosiaalinen hyväksyntä (korkea luottamus). Käyttämiseen liittyvien toimenpiteiden suunnittelu, mukaan lukien tapa, jolla valinnat esitetään kuluttajille, toimii synergisesti hintasignaalien kanssa, mikä tekee yhdistelmästä tehokkaamman (keskimääräinen luottamus). Henkilöt, joilla on korkea sosioekonominen asema, vaikuttavat suhteettomasti päästöihin, ja heillä on suurimmat mahdollisuudet päästövähennyksiin esimerkiksi kansalaisina, sijoittajina, kuluttajina, roolimalleina ja ammattilaisina (korkea luottamus). On olemassa vaihtoehtoja sellaisten välineiden kuten verojen, tukien, hintojen ja kulutukseen perustuvien lähestymistapojen suunnittelemiseksi, joita täydennetään sääntelyvälineillä suuripäästöisen kulutuksen vähentämiseksi samalla kun parannetaan tasapuolisuutta ja yhteiskunnallista hyvinvointia (korkea luottamus). Käyttämisen ja elämäntapojen muutoksia, joilla autetaan loppukäyttäjiä ottamaan käyttöön vähän kasvihuonekaasupäästöjä aiheuttavia vaihtoehtoja, voidaan tukea politiikoilla, infrastruktuurilla ja teknologialla, joilla on useita yhteiskunnalliseen hyvinvointiin liittyviä sivuhyötyjä (korkea luottamus). Kotimaisen ja kansainvälisen rahoituksen, teknologian ja valmiuksien tasapuolisen saatavuuden laajentaminen voi myös vauhdittaa hillitsemistoimien nopeuttamista ja kehityspolkujen muuttamista matalan tulotason olosuhteissa (korkea luottamus). Äärimmäisen köyhyyden ja energiaköyhyyden poistaminen ja ihmisarvoisen elintason takaaminen kaikille näillä alueilla kestävän kehityksen tavoitteiden saavuttamiseksi lyhyellä aikavälillä voidaan saavuttaa ilman merkittävää maailmanlaajuisia päästöjen kasvua (korkea luottamus). Teknologian kehittämisellä, siirrolla, valmiuksien kehittämisellä ja rahoituksella voidaan tukea kehitysmaiden/alueiden harppauksia tai siirtymistä vähäpäästöisiin liikennejärjestelmiin ja siten tuottaa useita sivuhyötyjä (korkea luottamus). Ilmastokestävä kehitys on edistynyt, kun toimijat työskentelevät tasapuolisilla, oikeudenmukaisilla ja mahdollistavilla tavoilla sovitukseen yhteen erilaiset edut, arvot ja maailmankatsomukset kohti tasapuolisia ja oikeudenmukaisia tuloksia (korkea luottamus). {WGII D.2.1, WGIII SPM B.3.3, WGIII SPM C.8.5, WGIII SPM C.10.2, WGIII SPM C.10.4, WGIII SPM D.3.4, WGIII SPM E.4.2, WGIII TS.5.1, WGIII 5.4, WGIII 5.8, WGIII 15.2}

4.5 Lähiajan hillitsemis- ja sopeutumistoimet

Nopeat ja kauaskantoiset siirtymät kaikilla aloilla ja kaikissa järjestelmissä ovat tarpeen, jotta voidaan saavuttaa syvät ja kestävät päästövähennykset ja turvata elinkelpoinen ja kestävä tulevaisuus kaikille. Näihin järjestelmäsiirtymiin liittyy laajan lieventämis- ja sopeutumisvaihtoehtojen valikoiman merkittävä laajentaminen. Käytettävissä on jo toteuttamiskelpoisia, tehokkaita ja edullisia vaihtoehtoja ilmastomuutoksen hillitsemiseksi ja siihen sopeutumiseksi, ja järjestelmien ja alueiden välillä on eroja. (korkea luottamus)

Nopeat ja kauaskantoiset siirtymät kaikilla aloilla ja kaikissa järjestelmissä ovat tarpeen, jotta voidaan saavuttaa merkittäviä päästövähennyksiä ja turvata kaikille elinkelpoinen ja kestävä tulevaisuus (korkea luottamus). Järjestelmäsiirtymät, jotka¹⁵¹ ovat yhdenmukaisia sellaisten reittien kanssa, jotka rajoittavat lämpenemisen 1,5 celsiusasteeseen (>50 %) ilman ylitystä tai rajoitetusti ylittäen, ovat nopeampia ja ilmeisempiä lähitulevaisuudessa kuin niissä, jotka rajoittavat lämpenemisen 2 celsiusasteeseen (>67 %) (korkea luottamus). Tällainen systeeminen muutos on mittakaavaltaan ennennäkemätön, mutta ei välttämättä nopeuden kannalta (keskitason luottamus). Järjestelmäsiirtymät mahdollistavat ihmisten terveyden ja hyvinvoinnin, taloudellisen ja sosiaalisen palautumiskyvyn, ekosysteemien terveyden ja maapallon terveyden korkean tason edellyttämän muutosvoimaisen sopeutumisen. {WGII SPM A, WGII Kuva SPM.1; työryhmä III SPM C.3; SR1.5 SPM C.2, SR1.5 SPM C.2.1, SR1.5 SPM C.2, SR1.5 SPM C.5}

¹⁵¹ Järjestelmäsiirtymiin liittyy laaja valikoima hillitsemis- ja sopeutumisvaihtoehtoja, jotka mahdollistavat syvälliset päästövähennykset ja muutosvoimaisen sopeutumisen kaikilla aloilla. Tässä kertomuksessa keskitytään erityisesti seuraaviin järjestelmäsiirtymiin: energia; teollisuus; kaupungit, taajamat ja infrastruktuuri; maa, valtameret, elintarvikkeet ja vesi; terveys ja ravitsemus; sekä yhteiskuntaa, elinkeinoja ja taloutta. {WGII SPM A, WGII Kuva SPM.1, WGII Kuva SPM.4; SR1.5 SPM C.2}

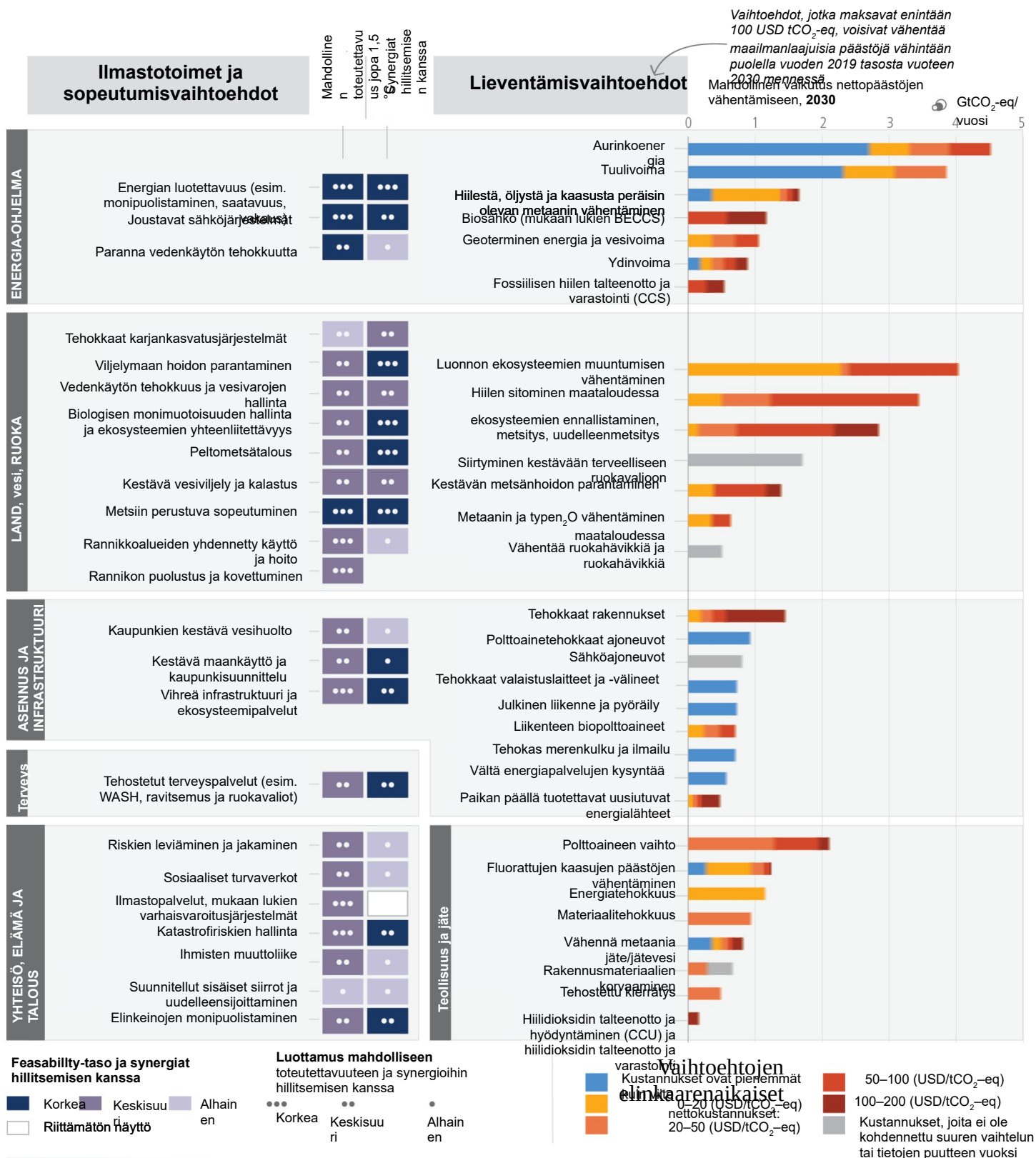
Käytettävissä on jo toteuttamiskelpoisia, tehokkaita ja edullisia vaihtoehtoja ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi ja siihen sopeutumiseksi (korkea luottamus) (kaavio 4.4). Vähentämisvaihtoehdoilla, joiden kustannukset ovat enintään 100 Yhdysvaltain dollaria hiilidioksidiekvivalenttitonnia, voitaisiin vähentää maailmanlaajuisia kasvihuonekaasupäästöjä vähintään puolella vuoden 2019 tasosta vuoteen 2030 mennessä (vaihtoehtojen, joiden kustannukset ovat alle 20 Yhdysvaltain dollaria hiilidioksidiekvivalenttitonnia, arvioidaan muodostavan yli puolet tästä potentiaalista) (korkea luottamus) (kaavio 4.4). Sopeutumisvaihtoehtojen saatavuus, toteutettavuus¹⁵² ja mahdollisuudet lieventämiseen tai tehokkuuteen lyhyellä aikavälillä vaihtelevat järjestelmien ja alueiden välillä (erittäin suuri luottamus). {WGII SPM C.2; työryhmä III SPM C.12, työryhmä III SPM E.1.1; SR1.5 SPM B.6}

Kysyntäpuolen toimenpiteillä ja loppukäyttöpalvelujen uusilla tarjontatavoilla voidaan vähentää loppukäyttöalojen maailmanlaajuisia kasvihuonekaasupäästöjä 40–70 prosenttia vuoteen 2050 mennessä perusskenaarioihin verrattuna, kun taas jotkin alueet ja sosioekonomiset ryhmät tarvitsevat lisäenergiaa ja -resursseja. Kysynnän hillintään kuuluvat infrastruktuurin käytön muutokset, loppukäyttötekniikan käyttöönotto sekä sosiokulttuuriset ja käyttäytymisen muutokset. (korkea luotettavuus) (kuva 4.4). {Työryhmä III SPM C.10}

152 Ks. liite I: Sanasto.

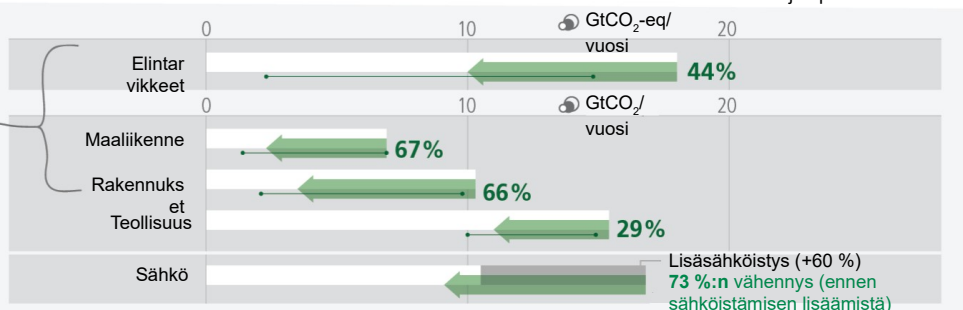
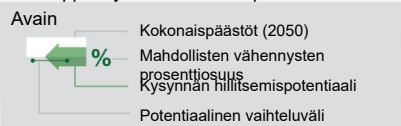
Ilmastotoimien laajentamiseen on monia mahdollisuuksia

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



b) Kysyntäpuolen potentiaali hillitsemisvaihtoehtojen 2050 mennessä

Nettopäästöjen vähennyspotentiaali on näillä loppukäyttöaloilla 40–70 prosenttia



Kuva 4.4: Monipuoliset mahdollisuudet ilmastotoimien laajentamiseen.

Paneeli a esittää valitut hillitsemis- ja sopeutumisvaihtoehdot eri järjestelmissä. Paneelin vasemmassa laidassa a) esitetään ilmastotoimet ja sopeutumisvaihtoehdot, joiden moniulotteista toteutettavuutta arvioidaan maailmanlaajuisesti lyhyellä aikavälillä ja ilmaston lämpenemisen ollessa jopa 1,5 celsiusastetta. Koska yli 1,5 celsiusasteen lämpötilaa koskeva kirjallisuus on rajallista, toteutettavuus korkeammilla lämpenemistasoilla voi muuttua, mitä ei tällä hetkellä ole mahdollista arvioida luotettavasti. Käsitettä "vastaus" käytetään tässä sopeutumisen lisäksi, koska joitakin vastatoimia, kuten muuttoliikettä, sisäisiä siirtoja ja uudelleensijoittamista, voidaan pitää sopeutumisenä. Kun muuttoliike on vapaaehtoista, turvallista ja hallittua, sen avulla voidaan vähentää ilmastostressitekijöihin ja muihin kuin ilmastostressitekijöihin kohdistuvia riskejä. Metsiin perustuvaan sopeutumiseen kuuluvat kestävä metsänhoito, metsien suojelu ja ennallistaminen, uudelleenmetsittäminen ja metsittäminen. WASH tarkoittaa vettä, sanitaatiota ja hygieniää. Kuutta toteutettavuusulottuvuutta (taloudellinen, teknologinen, institutionaalinen, sosiaalinen, ympäristöön liittyvä ja geofyysinen) käytettiin laskettaessa ilmastotoimien ja sopeutumisvaihtoehtojen mahdollista toteutettavuutta sekä niiden synergioita hillitsemisen kanssa. Mahdollisten toteutettavuus- ja toteutettavuusulottuvuuksien osalta kaavio osoittaa, että toteutettavuus on korkea, keskitasoinen tai alhainen. Synergiat hillitsemisen kanssa ovat suuret, keskiuuret ja vähäiset. Paneelin oikeassa reunassa a) esitetään yleiskatsaus valituista hillitsemisvaihtoehdoista ja niiden arvioituista kustannuksista ja mahdollisuuksista vuonna 2030. Suhteelliset mahdollisuudet ja kustannukset vaihtelevat paikan, kontekstin ja ajan mukaan ja pidemmällä aikavälillä vuoteen 2030 verrattuna. Kustannukset ovat vältettyjen kasvihuonekaasupäästöjen elinkaarenaikaisia diskontattuja rahallisia nettokustannuksia, jotka lasketaan suhteessa vertailuteknologiaan. Potentiaali (horisontaalinen akseli) on kasvihuonekaasujen nettopäästöjen vähennysten määrä, joka voidaan saavuttaa tietyllä hillitsemisvaihtoehdolla suhteessa määritettyyn päästöjen lähtötasoon. Kasvihuonekaasupäästöjen nettovähennykset ovat vähentyneiden päästöjen ja/tai tehostettujen nielujen summa. Käytettävä perustaso koostuu nykyisistä (noin vuoden 2019) viiteskenaarioista AR6-skenaariotietokannasta (25–75 prosenttipisteen kanssa). Lieventämispotentiaalit arvioidaan erikseen kunkin vaihtoehdon osalta, eikä niitä ne välttämättä ole additiivisia. Terveystietojärjestelmän hillitsemisvaihtoehdot sisältyvät enimmäkseen asutukseen ja infrastruktuuriin (esim. tehokkaisiin terveydenhuollon rakennuksiin), eikä niitä voida yksilöidä erikseen. Polttoaineen vaihtamisella teollisuudessa tarkoitetaan siirtymistä sähköön, vetyyn, bioenergiaan ja maakaasuun. Kiinteiden tankojen pituus edustaa vaihtoehdon lieventämispotentiaalia. Mahdollisuudet on jaoteltu kustannusluokkiin eri väreillä (ks. selitykset). Huomioon otetaan vain diskontatut elinkaarikustannukset. Jos esitetään esteittainen värien siirtyminen, potentiaalain jakautumista kustannusluokkiin ei tunneta hyvin tai se riippuu suuresti sellaisista tekijöistä kuin maantieteellinen sijainti, resurssien saatavuus ja alueelliset olosuhteet, ja värit osoittavat estimaattien vaihteluvälin. Kokonaispotentiaalain epävarmuus on tyypillisesti 25–50 prosenttia. Tätä lukua tulkittaessa on otettava huomioon seuraavat seikat: (1) Lieventämispotentiaali on epävarma, koska se riippuu vertailuteknologian (ja päästöjen) siirtymisestä, uuden teknologian käyttöönoton nopeudesta ja useista muista tekijöistä; (2) Eri vaihtoehdoilla on kustannusnäkökohtien lisäksi erilaisia toteutettavuusvaihtoehtoja, jotka eivät näy kuviossa. ja 3) Kustannusten, jotka aiheutuvat erilaisten uusiutuvien energialähteiden integroinnista sähköjärjestelmiin, odotetaan olevan vaatimattomia vuoteen 2030 asti, eikä niitä oteta huomioon. Paneelissa b esitetään kysyntäpuolen hillitsemisvaihtoehtojen suuntaa-antavat mahdollisuudet vuoteen 2050 mennessä. Mahdollisuudet arvioidaan noin 500 alhaalta ylöspäin suuntautuvan tutkimuksen perusteella, jotka edustavat kaikkia maailman alueita. Perustaso (valkoinen palkki) saadaan kahden skenaarion (IEA-STEPS ja IP ModAct) vuoden 2050 alakohtaisista keskimääräisistä kasvihuonekaasupäästöistä, jotka ovat johdonmukaisia kansallisten hallitusten vuoteen 2020 mennessä ilmoittamien politiikkojen kanssa. Vihreä nuoli kuvaa kysyntäpuolen päästövähenemispotentiaalia. Potentiaalialue esitetään viivalla, joka yhdistää kirjallisuudessa ilmoitetut suurimmat ja pienimmät potentiaalit. Elintarvikkeet osoittavat sosiokulttuuristen tekijöiden ja infrastruktuurin käytön kysyntäpuolen potentiaalia sekä elintarvikkeiden kysynnän muutoksen mahdollistamia muutoksia maankäyttömalleissa. Kysyntäpuolen toimenpiteillä ja uusilla loppukäyttöpalvelujen tarjontatavoilla voidaan vähentää loppukäyttöalojen (rakennukset, maaliikenne, elintarvikkeet) maailmanlaajuisia kasvihuonekaasupäästöjä 40–70 prosenttia vuoteen 2050 mennessä perusskenaarioihin verrattuna, kun taas jotkin alueet ja sosioekonomiset ryhmät tarvitsevat lisäenergiaa ja -resursseja. Viimeinen rivi osoittaa, miten kysyntäpuolen hillitsemisvaihtoehdot muilla aloilla voivat vaikuttaa sähkön kokonaiskysyntään. Tummanharmaa palkki osoittaa sähkön kysynnän ennustetun kasvun yli vuoden 2050 perustason, mikä johtuu sähköistyksen lisääntymisestä muilla aloilla. Alhaalta ylöspäin suuntautuvan arvioinnin perusteella tämä sähkön kysynnän ennustettu kasvu voidaan välttää kysyntäpuolen hillitsemisvaihtoehdoilla, jotka liittyvät infrastruktuurin käyttöön ja sosiokulttuurisiin tekijöihin, jotka vaikuttavat sähkön käyttöön teollisuudessa, maaliikenteessä ja rakennuksissa (vihreä nuoli). {WGII Kuva SPM.4, WGII Cross-Chapter Box FEASIB luvussa 18; WGIII SPM C.10, WGIII 12.2.1, WGIII 12.2.2, WGIII Kuva SPM.6, WGIII Kuva SPM.7}

4.5.1. Energiajärjestelmät

Kasvihuonekaasupäästöjen nopea ja perusteellinen vähentäminen edellyttää merkittäviä energiajärjestelmän muutoksia (korkea luottamus). Sopeutumisvaihtoehdot voivat auttaa vähentämään energiajärjestelmään kohdistuvia ilmastoon liittyviä riskejä (erittäin suuri luottamus). Hiilidioksidipäästöttömiin energiajärjestelmiin kuuluvat: fossiilisten polttoaineiden kokonaiskäytön merkittävä vähentäminen, fossiilisten polttoaineiden käytön minimointi sekä hiilidioksidin talteenoton ja varastoinnin käyttö jäljellä olevissa fossiilisten polttoaineiden¹⁵³ järjestelmissä; sähköjärjestelmät, joista ei aiheudu hiilidioksidin nettopäästöjä; laajalle levinnyt sähköistäminen; vaihtoehtoiset energiankantajat sovelluksissa, jotka eivät sovellu sähköistämiseen; energiansäästö ja energiatehokkuus; ja energiajärjestelmän yhdentymisen lisääminen (korkea luottamus). Päästövähenyksiin voidaan vaikuttaa merkittävästi vaihtoehdoilla, joiden kustannukset ovat alle 20 Yhdysvaltain dollaria hiilidioksidiekvivalenttonnia, mukaan lukien aurinko- ja tuulienergia, energiatehokkuuden parannukset ja CH₄-päästöjen (metaani) vähennykset (hiilen louhinnasta, öljystä ja kaasusta sekä jätteistä) (keskimääräinen luottamus).¹⁵⁴ Monet näistä toimintavaihtoehdoista ovat teknisesti toteuttamiskelpoisia, ja yleisö tukee niitä (korkea luottamus). Päästöintensiivisten järjestelmien ylläpitäminen voi joillakin alueilla ja aloilla olla kalliimpaa kuin siirtyminen vähäpäästöisiin järjestelmiin (korkea luottamus). {WGII SPM C.2.10; WGIII SPM C.4.1, WGIII SPM C.4.2, WGIII SPM C.12.1, WGIII SPM E.1.1, WGIII TS.5.1}

Ilmastonmuutos ja siihen liittyvät ääri-ilmiöt vaikuttavat tuleviin energiajärjestelmiin, kuten vesivoiman tuotantoon, bioenergian tuottoon, lämpövoimaloiden tehokkuuteen sekä lämmitys- ja jäähdytysvaatimuksiin (korkea luottamus).

¹⁵³ Tässä yhteydessä 'ehdottomilla fossiilisilla polttoaineilla' tarkoitetaan fossiilisia polttoaineita, jotka on tuotettu ja käytetty ilman toimia, jotka vähentävät merkittävästi kasvihuonekaasupäästöjen määrää koko elinkaaren ajan; esimerkiksi ottamalla talteen vähintään 90 prosenttia voimalaitosten hiilidioksidista tai 50–80 prosenttia energiahuollon metaanin hajapäästöistä. {Tiivistelmätyöryhmä III:n alaviite 54}

¹⁵⁴ Yksittäisten teknologioiden hillitsemismahdollisuudet ja -kustannukset tietyssä yhteydessä tai tietyllä alueella voivat poiketa suuresti toimitetuista arvioista (keskimääräinen luottamus). {Työryhmä III SPM C.12.1}

Toteutettavimmat energiajärjestelmän mukauttamisvaihtoehdot tukevat infrastruktuurin häiriönsietokykyä, luotettavia sähköjärjestelmiä ja tehokasta vedenkäyttöä nykyisissä ja uusissa energiantuotantojärjestelmissä (erittäin korkea luottamus). Vesivoimaan ja lämpösähkön tuotantoon liittyvät mukautukset ovat tehokkaita useimmilla alueilla jopa 1,5–2 °C:n lämpötilassa, mikä vähentää tehokkuutta korkeammilla lämmitystasoilla (keskimääräinen luottamus). Energiantuotannon monipuolistaminen (esim. tuuli- ja aurinkoenergia, pienimuotoinen vesivoima) ja kysyntäpuolen hallinta (esim. varastoinnin ja energiatehokkuuden parantaminen) voivat lisätä energiavarmuutta ja vähentää haavoittuvuutta ilmastomuutokselle erityisesti maaseutuväestössä (korkea luottamus). Ilmastomuutokseen reagoivat energiamarkkinat, energiaomaisuutta koskevat päivitettyt suunnittelustandardit nykyisen ja ennustetun ilmastomuutoksen mukaisesti, älykkäät verkkoteknologiat, vankat siirtojärjestelmät ja parempi kapasiteetti vastata toimitusvajaisiin ovat erittäin toteutettavissa keskipitkällä ja pitkällä aikavälillä, ja niillä on lieventäviä sivuhyötyjä (erittäin suuri luottamus). {WGII SPM B.5.3, WGII SPM C.2.10; Työryhmä III TS.5.1}

4.5.2. Teollisuus

Teollisuuden päästöjen vähentämiseksi on useita vaihtoehtoja, jotka vaihtelevat teollisuuden tyypin mukaan. Ilmastomuutos, erityisesti ääri-ilmiöt (korkea luottamus), häiritsee monia teollisuudenaloja. Teollisuuden päästöjen vähentäminen edellyttää koordinoituja toimia koko arvoketjussa, jotta voidaan edistää kaikkia hillitsemisvaihtoehtoja, mukaan lukien kysynnän hallinta, energia- ja materiaalitehokkuus, kiertotalouteen perustuvat materiaalivirrat sekä päästövähennysteknologiat ja tuotantoprosessien muutosmuutokset (korkea luottamus). Kevyt teollisuus ja valmistus voidaan suurelta osin irrottaa hiilestä käytettävissä olevilla päästönvähentämistekniikoilla (esim. materiaalitehokkuus, kiertotalous), sähköistämällä (esim. sähkölämpö, lämpöpumput) ja siirtymällä vähän tai ei lainkaan kasvihuonekaasupäästöjä aiheuttaviin polttoaineisiin (esim. vety, ammoniakki ja biopohjaiset ja muut synteettiset polttoaineet) (korkea luottamus), kun taas sementtiprosessipäästöjen merkittävä vähentäminen riippuu sementtimäisten materiaalien korvaamisesta ja hiilidioksidin talteenoton ja varastoinnin saatavuudesta, kunnes uudet kemikaalit on saatu hallintaan (korkea luottamus). Kemikaalien tuotannosta ja käytöstä aiheutuvien päästöjen vähentämisen olisi perustuttava elinkaariajatteluun, mukaan lukien muovien kierrätyksen lisääminen, polttoaineen ja raaka-aineiden vaihtaminen ja biogeenisistä lähteistä peräisin oleva hiili sekä saatavuudesta riippuen hiilidioksidin talteenotto ja käyttö, hiilidioksidin talteenotto suoraan ilmasta sekä hiilidioksidin talteenotto ja varastointi (korkea luottamus). Toimilla teollisuuden päästöjen vähentämiseksi voidaan muuttaa kasvihuonekaasuintensiivisten teollisuudenalojen sijaintia ja arvoketjujen organisointia, millä on jakaumavaikutuksia työllisyyteen ja talouden rakenteeseen (keskitason luottamus). {WGII TS.B.9.1, WGII 16.5.2; Työryhmä III SPM C.5, työryhmä III SPM C.5.2, työryhmä III SPM C.5.3, työryhmä III TS.5.5}

Ilmastomuutos vaikuttaa kielteisesti moniin teollisuus- ja palvelualoihin toimitus- ja toimintahäiriöiden, erityisesti äärimmäisten tapahtumien (korkea luottamus) vuoksi, ja se edellyttää sopeutumistoimia. Vesi-intensiiviset teollisuudenalat (esim. kaivosteollisuus) voivat toteuttaa toimenpiteitä vesistressin vähentämiseksi, kuten veden kierrätystä ja uudelleenkäyttöä, käyttämällä murto- tai suolaliuoslähteitä ja pyrkimällä parantamaan vedenkäytön tehokkuutta. Jäännösriskit säilyvät kuitenkin, erityisesti korkeammilla lämpenemisasteilla (keskitason luottamus). {WGII TS.B.9.1, WGII 16.5.2, WGII 4.6.3} (3.2 jakso)

4.5.3. Kaupungit, siirtokunnat ja infrastruktuuri

Kaupunkijärjestelmät ovat ratkaisevan tärkeitä, jotta voidaan saavuttaa merkittäviä päästövähennyksiä ja edistää ilmastomuutoksen kestävä kehitystä erityisesti silloin, kun tähän liittyy integroitua suunnittelua, johon sisältyy fyysinen, luonnollinen ja sosiaalinen infrastruktuuri (korkea luottamus). Syvällisiä päästövähennyksiä ja integroitua sopeutumistoimia edistetään yhdennetty ja osallistava maankäytön suunnittelu ja päätöksenteko; kompakti kaupunkimuoto, jossa työpaikat ja asuminen sijaitsevat rinnakkain; kaupunkien energian ja -materiaalien kulutuksen vähentäminen tai muuttaminen; sähköistäminen yhdessä vähäpäästöisten lähteiden kanssa; vesi- ja jätehuoltoinfrastruktuurin parantaminen; ja hiilen talteenoton ja varastoinnin lisääminen kaupunkiympäristössä (esim. biopohjaiset rakennusmateriaalit, läpäisevät pinnat sekä kaupunkien vihreä ja sininen infrastruktuuri). Kaupungit voivat saavuttaa nollanettopäästöt, jos päästöt vähennetään niiden hallinnollisten rajojen sisällä ja niiden ulkopuolella toimitusketjujen kautta, millä on myönteisiä kerrannaisvaikutuksia muilla aloilla. (korkea luottamus) {WGII SPM C.5.6, WGII SPM D.1.3, WGII SPM D.3; WGIII SPM C.6, WGIII SPM C.6.2, WGIII TS 5.4, SR1.5 SPM C.2.4}

Ilmastomuutoksen vaikutusten ja riskien huomioon ottaminen (esimerkiksi ilmastopalvelujen avulla) kaupunki- ja maaseutuasutuksen ja -infrastruktuurin suunnittelussa on ratkaisevan tärkeää selviytymiskyvyn ja ihmisten hyvinvoinnin parantamisen kannalta. Tehokasta lieventämistä voidaan edistää rakennusten kaikissa suunnittelu-, rakennus-, jälkiasennus-, käyttö- ja loppusijoitusvaiheissa. Rakennuksia koskevia lieventäviä toimenpiteitä ovat muun muassa seuraavat: rakennusvaiheessa vähäpäästöiset rakennusmateriaalit, erittäin tehokas rakennuksen vaippa ja uusiutuvien energiaratkaisujen integrointi; käyttövaiheessa erittäin tehokkaat laitteet, rakennusten käytön optimointi ja vähäpäästöisten energialähteiden käyttö; ja loppukäsitelyvaiheessa rakennusmateriaalien kierrätys ja uudelleenkäyttö. Riittävyystoimenpiteillä¹⁵⁵ voidaan rajoittaa energian ja materiaalien kysyntää rakennusten ja laitteiden elinkaaren aikana. (korkea luottamus) {WGII SPM C.2.5; Työryhmä III: SPM C.7.2}

¹⁵⁵ Joukko toimenpiteitä ja päivittäisiä käytäntöjä, joilla vältetään energian, materiaalien, maan ja veden kysyntä samalla kun huolehditaan ihmisten hyvinvoinnista kaikille maapallon sietokyvyn rajoissa. {Työryhmän III liite I}

Liikenteeseen liittyviä kasvihuonekaasupäästöjä voidaan vähentää kysyntäpuolen vaihtoehdoilla ja vähän kasvihuonekaasupäästöjä aiheuttavilla teknologioilla. Muutokset kaupunkimuodossa, katutilan uudelleenkehittäminen pyöräilyä ja kävelyä varten, digitalisaatio (esim. etätö) ja kuluttajien käyttäytymisen muutoksiin kannustavat ohjelmat (esim. liikenne, hinnoittelu) voivat vähentää liikennepalvelujen kysyntää ja tukea siirtymistä energiatehokkaampiin liikennemuotoihin (korkea luottamus). Vähäpäästöisellä sähköllä toimivat sähköajoneuvot tarjoavat suurimman potentiaalin hiilestä irtautumiseen maaliikenteessä elinkaariperusteisesti (korkea luottamus). Sähköistettyjen ajoneuvojen kustannukset ovat laskussa ja niiden käyttöönotto kiihtyy, mutta ne edellyttävät jatkuvia investointeja infrastruktuuriin tukemiseen käyttöönoton laajentamiseksi (korkea luottamus). Akkutuotannon ympäristöjalanjälkeä ja kasvavaa huolta kriittisistä mineraaleista voidaan käsitellä materiaalien ja toimitusten monipuolistamisstrategioilla, energia- ja materiaalitehokkuuden parannuksilla sekä kiertotalouden mukaisilla materiaalivirroilla (keskimääräinen luottamus). Akkuteknologian kehitys voisi helpottaa raskaiden kuorma-autojen sähköistämistä ja täydentää tavanomaisia sähkökiskojärjestelmiä (keskiluottamus). Kestävät biopolttoaineet voivat tarjota lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä lisähyötyjä maaliikenteen hillitsemisessä (keskimääräinen luottamus). Kestävillä biopolttoaineilla, vähäpäästöisellä vedyllä ja johdannaisilla (myös synteettisillä polttoaineilla) voidaan tukea merenkulun, ilmailun ja raskaan maaliikenteen hiilidioksidipäästöjen vähentämistä, mutta ne edellyttävät tuotantoprosessien parantamista ja kustannusten vähentämistä (keskimääräinen luottamus). Keskeiset infrastruktuurijärjestelmät, kuten sanitaatio, vesihuolto, terveydenhuolto, liikenne, viestintä ja energia, ovat yhä haavoittuvampia, jos suunnittelustandardeissa ei oteta huomioon muuttuvia ilmastolosuhteita (korkea luottamus). {WGII SPM B.2.5; WGIII SPM C.6.2, WGIII SPM C.8, WGIII SPM C.8.1, WGIII SPM C.8.2, WGIII SPM C.10.2, WGIII SPM C.10.3, WGIII SPM C.10.4}

Vihreällä/luonnonläheisellä ja sinisellä infrastruktuurilla, kuten kaupunkimetsätaloudella, viherkatoilla, lammikoilla ja järvillä sekä jokien ennallistamisella, voidaan hillitä ilmastomuutosta hiilen sitomisen ja varastoinnin, päästöjen välttämisen ja energiankulutuksen vähentämisen avulla samalla kuin vähennetään äärimmäisten tapahtumien, kuten helleaaltojen, rankkasateiden ja kuivuuden, riskiä ja edistetään terveyteen, hyvinvointiin ja toimeentuloon kohdistuvia sivuhyötyjä (keskitason luottamus). Kaupunkien viherryttäminen voi tarjota paikallista jäähdytystä (erittäin korkea luottamus). Yhdistämällä vihreään/luonnolliseen ja harmaaseen/fyysiseen infrastruktuuriin sopeutumista koskevat toimet voidaan vähentää sopeutumiskustannuksia ja edistää tulvien hallintaa, sanitaatiota, vesivarojen hoitoa, maanvyörymien ehkäisemistä ja rannikkoalueiden suojelua (keskitason luottamus). Maailmanlaajuisesti enemmän rahoitusta suunnataan harmaaseen/fyysiseen infrastruktuuriin kuin vihreään/luonnonläheiseen infrastruktuuriin ja sosiaaliseen infrastruktuuriin (keskitasoinen luottamus), ja epävirallisiin asutuskeskuksiin tehdyistä investoinneista on vain vähän näyttöä (keskitasoinen tai korkea luottamus). Suurimmat hyvinvointihyödyt kaupunkialueilla voidaan saavuttaa asettamalla etusijalle rahoitus, jolla vähennetään pienituloisten ja syrjäytyneiden yhteisöjen, myös epävirallisissa asutuskeskuksissa asuvien ihmisten, ilmatoriskeitä (korkea luottamus). {WGII SPM C.2.5, WGII SPM C.2.6, WGII SPM C.2.7, WGII SPM D.3.2, WGII TS.E.1.4, WGII Cross-Chapter Box FEAS; Työryhmä III SPM C.6, työryhmä III SPM C.6.2, työryhmä III SPM D.1.3, työryhmä III SPM D.2.1}

Matalissa rannikkokaupungeissa, asutuskeskuksissa ja pienillä saarilla käynnissä olevaan merenpinnan nousuun ja maan vajoamiseen liittyviin toimiin kuuluvat suojelu, majoitus, ennako ja suunniteltu uudelleensijoittaminen. Nämä toimet ovat tehokkaampia, jos ne yhdistetään ja/tai jaksotetaan, suunnitellaan hyvissä ajoin eteenpäin, sovitetaan yhteen sosiokulttuuristen arvojen ja kehitysprioriteettien kanssa ja niitä tuetaan osallistavilla yhteisön osallistumisprosesseilla. (korkea luottamus) {WGII SPM C.2.8}

4.5.4. Maa, valtameri, ruoka ja vesi

Maatalouteen, metsätalouteen ja muuhun maankäyttöön sekä valtameriin liittyvien vaihtoehtojen tarjoamat hillitsemis- ja sopeutumismahdollisuudet ovat huomattavat, ja niitä voitaisiin laajentaa lyhyellä aikavälillä useimmilla alueilla (korkea luottamus) (kaavio 4.5). Metsien ja muiden ekosysteemien suojelu, parempi hoito ja ennallistaminen tarjoavat suurimman osan taloudellisesta hillitsemispotentiaalista, ja metsäkato on vähentynyt trooppisilla alueilla, joilla on suurin hillitsemispotentiaali. Ekosysteemien ennallistaminen, uudelleenmetsittäminen ja metsittäminen voivat johtaa kompromisseihin maata koskevien kilpailevien vaatimusten vuoksi. Kompromissien minimointi edellyttää yhdennettyjä lähestymistapoja, jotta voidaan saavuttaa useita tavoitteita, kuten elintarviketurva. Kysyntäpuolen toimenpiteillä (siirtyminen kestäväan terveelliseen ruokavalioon ja ruokahävikin/-jätteen vähentäminen) ja maatalouden kestäväällä tehostamisella voidaan vähentää ekosysteemien muuntamista ja metsitys- ja typpioksiduulipäästöjä sekä vapauttaa maata uudelleenmetsitykseen ja ekosysteemien ennallistamiseen. Kestävästi tuotettuja maatalous- ja metsätuotteita, myös pitkäikäisiä puutuotteita, voidaan käyttää muilla aloilla kasvihuonekaasuintensiivisempien tuotteiden sijaan. Tehokkaita sopeutumisvaihtoehtoja ovat muun muassa lajikkeiden parannukset, peltometsäviljely, yhteisöpohjainen sopeutuminen, maatilojen ja maisemien monipuolistaminen sekä kaupunkiviljely. Nämä AFOLU-toimintavaihtoehdot edellyttävät biofyysisten, sosioekonomisten ja muiden mahdollistavien tekijöiden integrointia. Ekosysteemipohjaisen sopeutumisen ja useimpien veteen liittyvien sopeutumisvaihtoehtojen tehokkuus heikkenee lämpenemisen lisääntyessä (ks. 3.2). (korkea luottamus) {WGII SPM C.2.1, WGII SPM C.2.2, WGII SPM C.2.5; työryhmä III SPM C.9.1; SRCCL SPM B.1.1, SRCCL SPM B.5.4, SRCCL SPM D.1; SROCC SPM C}

Joillakin vaihtoehdoilla, kuten runsashiilisten ekosysteemien suojelulla (esim. turvemaat, kosteikot, laidunmaat, mangrovemetsät ja metsät), on välittömiä vaikutuksia, kun taas toisilla, kuten runsashiilisten ekosysteemien ennallistamisella, huonontuneen maaperän ennallistamisella tai metsittämisellä, kestää vuosikymmeniä mitattavissa

olevien tulosten saavuttamiseksi (korkea luottamus). Monet kestävä maankäytön teknologiat ja käytännöt ovat taloudellisesti kannattavia 3–10 vuodessa (keskimääräinen luottamus). {SRCL SPM B.1.2, SRCL SPM D.2.2}

Biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteemipalvelujen häiriönsietokyvyn säilyttäminen maailmanlaajuisesti edellyttää, että noin 30–50 prosenttia maapallon maa-, makean veden ja valtamerialueista, mukaan lukien tällä hetkellä lähes luonnontilaiset ekosysteemit, suojellaan tehokkaasti ja tasapuolisesti (korkea luottamus). Maa-, makean veden, rannikko- ja valtameriekosysteemien tarjoamia palveluja ja vaihtoehtoja voidaan tukea suojelulla, ennallistamisella, ennalta varautuvalla ekosysteemipohjaisella uusiutuvien luonnonvarojen käytön hallinnalla sekä saasteiden ja muiden stressitekijöiden vähentämisellä (korkea luottamus). {WGII SPM C.2.4, WGII SPM D.4; SROCC SPM C.2}

Laajamittainen maankäyttö bioenergiaa, biohiiltä tai metsitystä varten voi lisätä biologiseen monimuotoisuuteen, veteen ja elintarviketurvaan kohdistuvia riskejä. Sen sijaan luonnonmetsien ja ojitettujen turvemaiden ennallistaminen sekä hoidettujen metsien kestävyysparantaminen parantavat hiilivarantojen ja -nielujen sietokykyä ja vähentävät ekosysteemien alttiutta ilmastomuutokselle. Yhteistyö ja osallistava päätöksenteko paikallisyhteisöjen ja alkuperäiskansojen kanssa sekä alkuperäiskansojen luontaisten oikeuksien tunnustaminen ovat olennainen osa onnistunutta sopeutumista metsissä ja muissa ekosysteemeissä. (korkea luottamus) {WGII SPM B.5.4, WGII SPM C.2.3, WGII SPM C.2.4; työryhmä III SPM D.2.3; SRCL B.7.3, SRCL SPM C.4.3, SRCL TS.7}

Luonnonjoet, kosteikot ja yläjuoksun metsät vähentävät tulvariskiä useimmissa olosuhteissa (korkea luottamus). Luonnollisen vedenpidätyskyvyn parantaminen, kuten kosteikkojen ja jokien ennallistaminen, maankäytön suunnittelu, kuten rakennusalueiden puuttuminen tai yläjuoksun metsänhoito, voi edelleen vähentää tulvariskiä (keskiluottamus). Sisävesitulvien osalta muiden kuin rakenteellisten toimenpiteiden, kuten varhaisvaroitusjärjestelmien ja rakenteellisten toimenpiteiden, kuten leveiden, yhdistelmät ovat vähentäneet ihmishenkien menetyksiä (keskitasoinen luottamus), mutta myös kova suoja tulvia tai merenpinnan nousua vastaan voi olla huonosti sopeutuva (korkea luottamus). {WGII SPM C.2.1, WGII SPM C.4.1, WGII SPM C.4.2, WGII SPM C.2.5}

Rannikon "sinisen hiilen" ekosysteemien (esim. mangrovemetsät, vuorovesisuot ja meriheinäniityt) suojelu ja ennallistaminen voisi vähentää päästöjä ja/tai lisätä hiilen talteenottoa ja varastointia (keskimääräinen luottamus). Rannikon kosteikot suojaavat rannikoiden eroosiolta ja tulvilta (erittäin korkea luottamus). Ennalta varautuvien lähestymistapojen vahvistaminen, kuten liikakalastetun tai köyhtyneen kalastuksen jälleenrakentaminen, ja nykyisten kalastushoitostrategioiden reagoitukyky vähentävät ilmastomuutoksen kielteisiä vaikutuksia kalastukseen, mistä on hyötyä alueellisille talouksille ja elinkeinoille (keskitason luottamus). Kalastuksen ja vesiviljelyn ekosysteemilähtöisellä hoidolla tuetaan elintarviketurvaa, biologista monimuotoisuutta, ihmisten terveyttä ja hyvinvointia (korkea luottamus). {WGII SPM C.2.2, WGII SPM C.2; SROCC SPM C.2.3, SROCC SPM C.2.4}

4.5.5. Terveys ja ravitsemus

Ihmisten terveys hyötyy yhdenmetyistä hillitsemis- ja sopeutumisvaihtoehtoista, joissa terveys valtavirtaistetaan elintarvike-, infrastruktuuri-, sosiaaliturva- ja vesipolitiikkaan (erittäin korkea luottamus). Tasapainoinen ja kestävä terveellinen ruokavalio¹⁵⁶ sekä ruokahävikin ja -jätteen väheneminen tarjoavat merkittäviä sopeutumis- ja hillitsemismahdollisuuksia ja tuottavat samalla merkittäviä sivuhuotyjä biologisen monimuotoisuuden ja ihmisten terveyden kannalta (korkea luottamus). Ravitsemuksen parantamiseen tähtäävät kansanterveyspolitiikat, kuten elintarvikelähteiden monimuotoisuuden lisääminen julkisissa hankinnoissa, sairausvakuutus, taloudelliset kannustimet ja tiedotuskampanjat, voivat mahdollisesti vaikuttaa elintarvikkeiden kysyntään, vähentää elintarviketä, vähentää terveydenhuollon kustannuksia, auttaa vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä ja parantaa sopeutumiskykyä (korkea luottamus). Puhtaiden energialähteiden ja teknologioiden parempi saatavuus sekä siirtyminen aktiiviseen liikkuvuuteen (esim. kävely ja pyöräily) ja julkiseen liikenteeseen voivat tuottaa sosioekonomisia, ilmanlaatuun liittyviä ja terveyshyötyjä erityisesti naisille ja lapsille (korkea luottamus). {WGII SPM C.2.2, WGII SPM C.2.11, WGII Cross-Chapter Box Health; työryhmä III SPM C.2.2, työryhmä III SPM C.4.2, työryhmä III SPM C.9.1, työryhmä III SPM C.10.4, työryhmä III SPM D.1.3, työryhmä III Kuva SPM.6, työryhmä III Kuva SPM.8; SRCL SPM B.6.2, SRCL SPM B.6.3, SRCL B.4.6, SRCL SPM C.2.4}

Ihmisten terveyden ja hyvinvoinnin suojelemiseksi on olemassa tehokkaita sopeutumisvaihtoehtoja (korkea luottamus). Terveysalan toimintasuunnitelmat, joihin sisältyy varhaisvaroitus- ja reagoitijärjestelmiä, ovat tehokkaita äärimmäisessä kuumuudessa (korkea luottamus). Tehokkaita vaihtoehtoja vesi- ja elintarvikeväliaineiden tautien torjumiseksi ovat juomaveden saatavuuden parantaminen, vesi- ja sanitaatiojärjestelmien tulville ja äärimmäisille sääilmiöille altistumisen vähentäminen sekä varhaisvaroitusjärjestelmien parantaminen (erittäin suuri luottamus). Vektoriväliaineiden tautien osalta tehokkaita sopeutumisvaihtoehtoja ovat seuranta, varhaisvaroitusjärjestelmät ja rokotteiden kehittäminen (erittäin korkea luottamus). Tehokkaita sopeutumisvaihtoehtoja mielenterveysriskien vähentämiseksi ilmastomuutoksen yhteydessä ovat muun muassa seurannan ja mielenterveyspalvelujen saatavuuden parantaminen sekä äärimmäisten sääilmiöiden psykososiaalisten vaikutusten seuranta (korkea luottamus). Terveystenhuollon yleinen saatavuus (korkea luottamus) on keskeinen keino parantaa terveydenhuoltoalan ilmastokestävyttä. {WGII SPM C.2.11, WGII 7.4.6}

¹⁵⁶ Tasapainoisilla ruokavaliolla tarkoitetaan ruokavaliota, joissa käytetään kasvipohjaisia elintarvikkeita, kuten karkeisiin jyvihin, palkokasveihin, hedelmiin ja vihanneksiin, pähkinöihin ja siemeniin perustuvia elintarvikkeita, sekä eläinperäisiä elintarvikkeita, jotka on tuotettu kestävässä, kestävässä ja vähän kasvihuonekaasupäästöjä aiheuttavissa järjestelmissä, kuten SRCL:ssä kuvataan.

4.5.6 Yhteiskunta, elinkeinot ja talous

Riskejä ja saatavilla olevia sopeutumisvaihtoehtoja koskevan tietämyksen lisääminen edistää yhteiskunnallisia toimia, ja toimintapolitiikoilla, infrastruktuurilla ja teknologialla tuetut käyttäytymisen ja elämäntapojen muutokset voivat auttaa vähentämään maailmanlaajuisia kasvihuonekaasupäästöjä (korkea luottamus). Ilmastolukutaito ja -tiedot, joita tarjotaan ilmastopalvelujen ja yhteisöllisten lähestymistapojen avulla, mukaan lukien alkuperäiskansojen tietämyksen ja paikallisen tietämyksen perusteella, voivat nopeuttaa käyttäytymisen muutoksia ja suunnittelua (korkea luottamus). Koulutus- ja tiedotusohjelmat, joissa hyödynnetään taidetta, osallistavaa mallintamista ja kansalaistiedettä, voivat helpottaa tietoisuutta, lisätä käsitystä riskeistä ja vaikuttaa käyttäytymiseen (korkea luottamus). Valintojen esittämistapa voi mahdollistaa vähän kasvihuonekaasupäästöjä aiheuttavien sosiokulttuuristen vaihtoehtojen käyttöönoton, kuten siirtymisen tasapainoiseen ja kestävään terveelliseen ruokavalioon, ruokahävikin vähentämisen ja aktiivisen liikkuvuuden (korkea luottamus). Sosiaalisten normien asianmukainen merkitseminen, kehystäminen ja niistä tiedottaminen voi lisätä mandaattien, tukien tai verojen vaikutusta (keskimääräinen luottamus). {WGII SPM C.5.3, WGII TS.D.10.1; WGIII SPM C.10, WGIII SPM C.10.2, WGIII SPM C.10.3, WGIII SPM E.2.2, WGIII kuva SPM.6, WGIII TS.6.1, 5.4; SR1.5 SPM D.5.6; SROCC SPM C.4}

Erilaisia sopeutumisvaihtoehtoja, kuten katastrofiriskien hallintaa, varhaisvaroitusjärjestelmiä, ilmastopalveluja sekä riskien levittämiseen ja jakamiseen liittyviä lähestymistapoja, voidaan soveltaa laajasti eri aloilla, ja ne tarjoavat yhdessä suurempia hyötyjä riskien vähentämisessä (korkea luottamus). Kysyntälähtöiset ilmastopalvelut, joissa ovat mukana eri käyttäjät ja palveluntarjoajat, voivat parantaa maatalouskäytäntöjä, parantaa veden käyttöä ja tehokkuutta sekä mahdollistaa häiriönsietokykyisen infrastruktuurisuunnittelun (korkea luottamus). Poliittikan yhdistelmät, joihin kuuluvat sää- ja sairausvakuutus, sosiaalinen suojelu ja mukautuvat turvaverkot, ehdollinen rahoitus ja vararahastot sekä varhaisvaroitusjärjestelmien yleinen saatavuus yhdistettynä tehokkaisiin valmiussuunnitelmiin, voivat vähentää ihmisten järjestelmien haavoittuvuutta ja altistumista (korkea luottamus). Ilmastomuutokseen sopeutumisen sisällyttäminen sosiaalisen suojelun ohjelmiin, mukaan lukien käteissiirrot ja julkisia rakennusurakoita koskevat ohjelmat, on erittäin toteutettavissa ja parantaa kykyä sietää ilmastomuutosta, erityisesti kun sitä tuetaan peruspalveluilla ja infrastruktuurilla (korkea luottamus). Sosiaalisilla turvaverkoilla voidaan kehittää sopeutumiskykyä, vähentää sosioekonomista haavoittuvuutta ja vähentää vaaroihin liittyviä riskejä (vankka näyttö, keskitason yhteisymmärrys). {WGII SPM C.2.9, WGII SPM C.2.13, WGII Cross-Chapter Box FEASIB luvussa 18; SRCLL SPM C.1.4, SRCLL SPM D.1.2}

Ilmastomuutoksesta johtuvan vastentahtoisen muuttoliikkeen ja pakkomuuton riskien vähentäminen tulevaisuudessa on mahdollista tekemällä yhteistyötä ja toteuttamalla kansainvälisiä toimia institutionaalisten sopeutumisvalmiuksien ja kestävä kehityksen parantamiseksi (korkea luottamus). Sopeutumiskyvyn lisäämisellä minimoidaan tahattomaan muuttoliikkeeseen ja liikkumattomuuteen liittyvät riskit ja parannetaan muuttoliikettä koskevien päätösten valinnanvaraa, kun taas poliittisilla toimilla voidaan poistaa esteitä ja laajentaa turvallisen, hallitun ja laillisen muuttoliikkeen vaihtoehtoja, joiden avulla haavoittuvassa asemassa olevat ihmiset voivat sopeutua ilmastomuutokseen (korkea luottamus). {WGII SPM C.2.12, WGII TS.D.8.6, WGII Cross-Chapter Box MIGRATE luvussa 7}

Yksityisen sektorin sitoutumisen ja seurannan nopeuttamista edistetään esimerkiksi kehittämällä liiketoimintamalleja sopeutumis-, vastuuvollisuus- ja avoimuusmekanismeja varten sekä seuraamalla ja arvioimalla sopeutumisen edistymistä (keskitason luottamus). Integroidut väylät ilmastoriskien hallitsemiseksi ovat sopivimpia, kun niin kutsutut vähän kaivatut ennakkointivaihtoehdot laaditaan yhdessä eri alojen kesken oikea-aikaisesti ja kun ne ovat toteuttamiskelpoisia ja tehokkaita paikallisessa kontekstissaan ja kun vältetään riippuvuudet ja epämukavuudet eri alojen välillä (korkea luottamus). Pysyviä sopeutumistoimia vahvistetaan valtavirtaistamalla sopeutuminen institutionaaliin talousarvioihin ja toimintapolitiikan suunnittelusykleihin, lakisäätöihin suunnittelu-, seuranta- ja arviointikehyksiin sekä katastrofitapahtumista toipumiseen (korkea luottamus). Välineet, joihin sisältyy sopeutumista, kuten poliittiset ja oikeudelliset kehykset, käyttäytymiskannustimet ja taloudelliset välineet, joilla puututaan markkinoiden toimintapuutteisiin, kuten ilmastoriskien julkistaminen, osallistavat ja keskustelevat prosessit, vahvistavat julkisten ja yksityisten toimijoiden sopeutumistoimia (keskitason luottamus). {WGII SPM C.5.1, WGII SPM C.5.2, WGII TS.D.10.4}

4.6 Sopeutumisen ja hillitsemisen yhteishyödyt kestävän kehityksen tavoitteiden saavuttamiseksi

Lieventämis- ja sopeutumistoimilla on enemmän synergiaa kuin kompromisseilla kestävän kehityksen tavoitteiden kanssa. Synergiat ja kompromissit riippuvat toimintaympäristöstä ja täytäntöönpanon laajuudesta. Mahdollisia kompromisseja voidaan kompensoida tai välttää lisäpolitiikoilla, investoinneilla ja rahoituskumppanuuksilla. (korkea luottamus)

Monilla hillitsemis- ja sopeutumistoimilla on useita synergioita kestävän kehityksen tavoitteiden kanssa, mutta joillakin toimilla voidaan myös tehdä kompromisseja. Mahdolliset synergiat kestävän kehityksen tavoitteiden kanssa ylittävät mahdolliset kompromissit. Synergiat ja kompromissit ovat tilannekohtaisia ja riippuvat seuraavista: täytäntöönpanon keinot ja laajuus, alojen sisäinen ja niiden välinen vuorovaikutus, maiden ja alueiden välinen yhteistyö, toimien jaksottaminen, ajoitus ja tiukkuus, hallinto ja politiikan suunnittelu. Äärimmäisen köyhyyden ja energiaköyhyyden poistaminen ja ihmisarvoisen elintason tarjoaminen kaikille lyhyen aikavälin kestävän kehityksen tavoitteiden mukaisesti voidaan saavuttaa ilman merkittävää maailmanlaajuisia päästöjen kasvua. (korkea luottamus) {WGII SPM C.2.3, WGII Kuva SPM.4b; WGIII SPM B.3.3, WGIII SPM C.9.2, WGIII SPM D.1.2, WGIII SPM D.1.4, WGIII Kuva SPM.8} (Kuva 4.5)

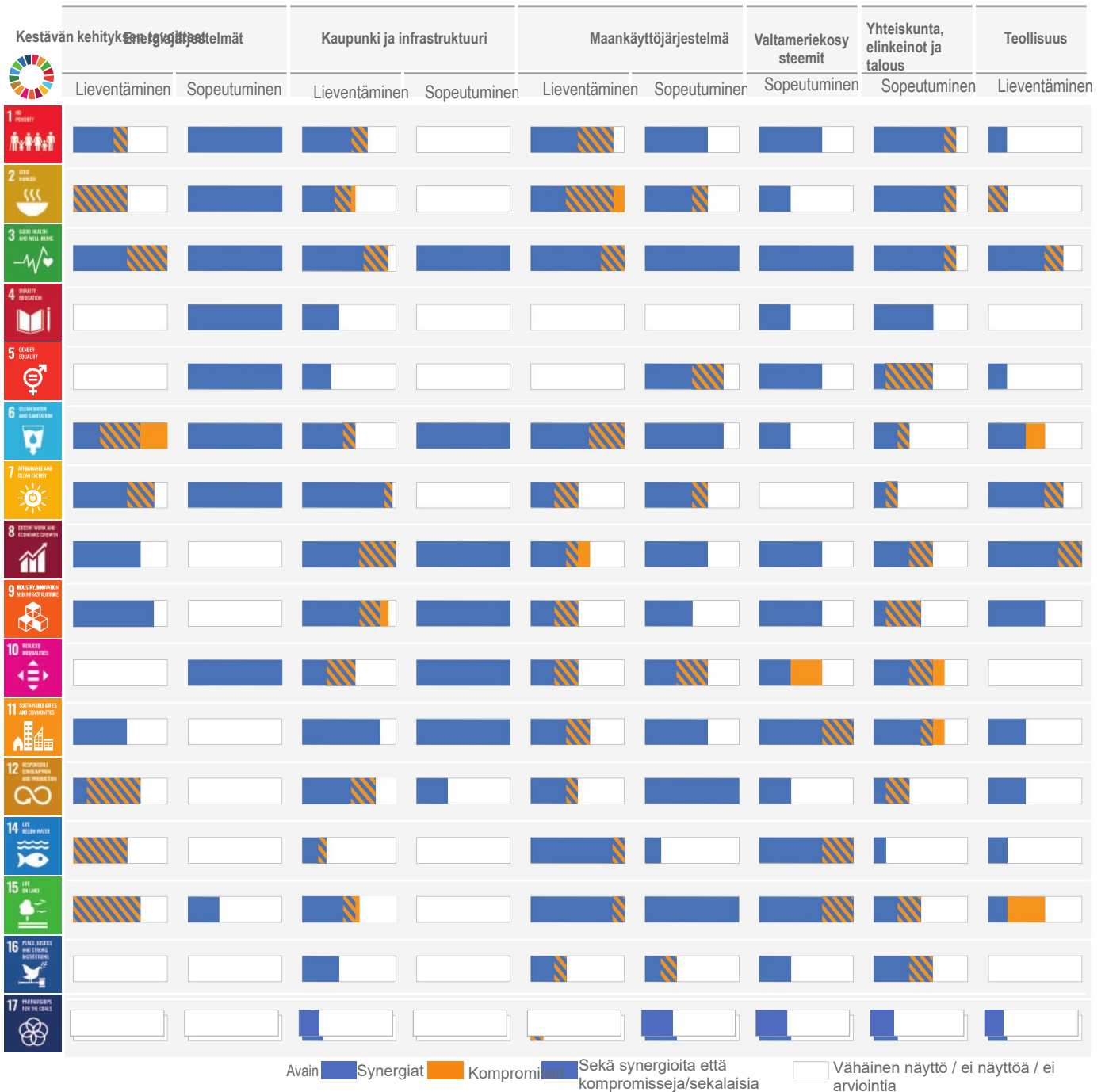
Useilla hillitsemis- ja sopeutumisvaihtoehdoilla voidaan hyödyntää lyhyen aikavälin synergioita ja vähentää kompromisseja kestävän kehityksen edistämiseksi energia-, kaupunki- ja maajärjestelmissä (kaavio 4.5) (korkea luottamus). Puhtaan energian toimitusjärjestelmillä on useita sivuhyötyjä, kuten ilmanlaadun ja terveyden paraneminen. Lämpöterveyttä koskevat toimintasuunnitelmat, joihin sisältyy varhaisvaroitus- ja reagointijärjestelmiä, lähestymistapoja, joilla terveys valtavirtaistetaan elintarvikkeisiin, elinkeinoihin, sosiaaliseen suojeluun, veteen ja sanitaatioon, hyödyttävät terveyttä ja hyvinvointia. Useiden kestävän kehityksen tavoitteiden ja kestävän maankäytön ja kaupunkisuunnittelun välillä on mahdollisia synergioita, kun viheralueita on enemmän, ilmansaasteita on vähemmän ja kysyntäpuolen hillintää, mukaan lukien siirtyminen tasapainoiseen ja kestäväan terveelliseen ruokavalioon. Sähköistäminen yhdistettynä vähän kasvihuonekaasupäästöjä aiheuttavaan energiaan ja siirtymiseen julkiseen liikenteeseen voi parantaa terveyttä ja työllisyyttä sekä edistää energiavarmuutta ja tasapuolisuutta. Maa-, makean veden, rannikko- ja valtameriekosysteemien säilyttäminen, suojelu ja ennallistaminen sekä kohdennettu hoito ilmastomuutoksen väistämättömiin vaikutuksiin sopeutumiseksi voivat tuottaa useita lisähyötyjä, kuten maatalouden tuottavuus, elintarviketurva ja biologisen monimuotoisuuden säilyttäminen. (korkea luottamus) {WGII SPM C.1.1, WGII C.2.4, WGII SPM D.1, WGII Kuva SPM.4, WGII Cross-Chapter Box HEALTH luvussa 17, WGII Cross-Chapter Box FEASIB luvussa 18; WGIII SPM C.4.2, WGIII SPM D.1.3, WGIII SPM D.2, WGIII kuva SPM.8; SRCCL SPM B.4.6}

Kun hillintää ja sopeutumista toteutetaan yhdessä ja kompromissit otetaan huomioon, voidaan saavuttaa useita sivuhyötyjä ja synergioita ihmisten hyvinvoinnin sekä ekosysteemien ja maapallon terveyden kannalta (korkea luottamus). Kestävän kehityksen, haavoittuvuuden ja ilmatoriskien välillä on vahva yhteys. Ilmastomuutokseen sopeutumista tukevilla sosiaalisilla turvaverkoilla on merkittäviä sivuhyötyjä sellaisten kehitystavoitteiden kanssa kuin koulutus, köyhyyden lievittäminen, sukupuolten tasa-arvo ja elintarviketurva. Maan ennallistaminen edistää ilmastomuutoksen hillitsemistä ja siihen sopeutumista parantamalla ekosysteemipalveluja ja tuottamalla taloudellisesti myönteisiä tuotteita ja sivuhyötyjä köyhyyden vähentämisessä ja toimeentulon parantamisessa. Kompromisseja voidaan arvioida ja minimoida painottamalla valmiuksien kehittämistä, rahoitusta, teknologian siirtoa ja investointeja; hallintoon, kehitykseen, kontekstikohtaisiin sukupuoliperusteisiin ja muihin sosiaalisen tasa-arvon näkökohtiin liittyvät näkökohdat, joihin alkuperäiskansat, paikallisyhteisöt ja haavoittuvassa asemassa olevat väestöryhmät osallistuvat mielekkäällä tavalla. (korkea luottamus). {WGII SPM C.2.9, WGII SPM C.5.6, WGII SPM D.5.2, WGII Cross-Chapter Box on Gender in Chapter 18; työryhmä III SPM C.9.2, työryhmä III SPM D.1.2, työryhmä III SPM D.1.4, työryhmä III SPM D.2; SRCCL SPM D.2.2, SRCCL TS.4}

Asiayhteyden kannalta merkityksellinen suunnittelu ja täytäntöönpano edellyttävät ihmisten tarpeiden, biologisen monimuotoisuuden ja muiden kestävän kehityksen ulottuvuuksien huomioon ottamista (erittäin suuri luottamus). Taloudellisen kehityksen kaikissa vaiheissa olevat maat pyrkivät parantamaan ihmisten hyvinvointia, ja niiden kehitysprioriteetit heijastavat erilaisia lähtökohtia ja olosuhteita. Eri asiayhteyksiin kuuluvat muun muassa sosiaaliset, taloudelliset, ympäristöön liittyvät, kulttuuriset tai poliittiset olosuhteet, resurssivarat, valmiudet, kansainvälinen ympäristö ja aiempi kehitys. Alueet, jotka ovat erittäin riippuvaisia fossiilisista polttoaineista muun muassa tulojen ja työpaikkojen tuottamiseksi, kestäväan kehitykseen kohdistuvien riskien lieventäminen edellyttää toimintapolitiikkoja, joilla edistetään talous- ja energia-alan monipuolistamista, sekä oikeudenmukaisen siirtymän periaatteiden, prosessien ja käytäntöjen huomioon ottamista (korkea luottamus). Pienillä saarilla, matalilla rannikkoalueilla ja pienillä saarilla asuvien yksilöiden ja kotitalouksien sekä pienviljelijöiden, jotka siirtyvät asteittaisesta sopeutumisesta muutokseen sopeutumiseen, on helpompi ylittää pehmeät sopeutumisraajat (korkea luottamus). Tehokas hallinto on tarpeen, jotta voidaan rajoittaa joidenkin hillitsemisvaihtoehtojen, kuten laajamittaisen metsityksen ja bioenergiavaihtoehtojen, kompromisseja, jotka johtuvat riskeistä, joita aiheutuu niiden käyttöönotosta elintarvikkejärjestelmissä, biologisessa monimuotoisuudessa, muissa ekosysteemitoinnoissa ja -palveluissa sekä elinkeinoissa (korkea luottamus). Tehokas hallinto edellyttää riittäviä institutionaalisia valmiuksia kaikilla tasoilla (korkea luottamus). {WGII SPM B.5.4, WGII SPM C.3.1, WGII SPM C.3.4; työryhmä III SPM D.1.3, työryhmä III SPM E.4.2; SR1.5 SPM C.3.4, SR1.5 SPM C.3.5, SR1.5 SPM Kuva SPM.4, SR1.5 SPM D.4.3, SR1.5 SPM D.4.4}

Lähiajan sopeutumis- ja hillitsemistoimilla on enemmän synergioita kuin kompromisseilla kestävä kehityksen tavoitteiden kanssa.

Synergioita kompromissit riippuvat asiayhteydestä ja laajuudesta



Kuva 4.5: Mahdolliset synergiat ja kompromissit ilmastonmuutoksen hillitsemis- ja sopeutumisvaihtoehtojen ja kestävän kehityksen tavoitteiden välillä.

Tässä kaaviossa esitetään korkean tason yhteenveto mahdollisista synergioista ja kompromisseista, joita on arvioitu työryhmän II kaaviossa SPM.4b ja työryhmän III kaaviossa SPM.8 ja jotka perustuvat kunkin yksittäisen lievennyksen tai vaihtoehdon laadulliseen ja määrälliseen arviointiin. Kestävän kehityksen tavoitteet toimivat analyttisenä kehiksenä arvioitaessa kestävän kehityksen eri ulottuvuuksia, jotka ulottuvat vuoden 2030 kestävän kehityksen tavoitteita pidemmälle. Sektorin/järjestelmän kaikkien yksittäisten vaihtoehtojen synergiat ja kompromissit yhdistetään sektori-/järjestelmäpotentiaaliksi koko hillitsemis- tai sopeutumisalaa varten. Kunkin pylvään pituus edustaa lieventämis- tai sopeutumisvaihtoehtojen kokonaismäärää kussakin järjestelmässä/sektorilla. Sopeutumis- ja lieventämisvaihtoehtojen määrä vaihtelee järjestelmä- ja toimialakohtaisesti, ja ne on normalisoitu 100 prosenttiin, jotta rivejä voidaan verrata hillitsemis-, sopeutumis-, järjestelmä- ja toimialakohtaisesti sekä kestävän kehityksen tavoitteisiin. Työryhmän II kaaviossa SPM.4b ja työryhmän III kaaviossa SPM.8 esitetyt positiiviset linkit lasketaan ja aggregoidaan synergioiden prosenttiosuuden tuottamiseksi. Työryhmän II kuvassa SPM.4b ja työryhmän III kuvassa SPM.8 esitetyt negatiiviset linkit lasketaan ja aggregoidaan kompromissien prosenttiosuuden aikaansaamiseksi, ja ne esitetään oranssina osuutena palkeissa. WGII:n kaaviossa SPM.4b esitetyt "molemmat synergiat ja kompromissit" WGIII:n kaaviossa SPM.8 esitetyt "molemmat synergiat ja kompromissit" lasketaan ja aggregoidaan, jotta saadaan "molempien synergioiden ja kompromissien" prosentuaalinen osuus, jota edustaa palkkien raidallinen osuus. "Valkoinen" osuus palkissa osoittaa, että näyttöä on vähän / näyttöä ei ole / sitä ei ole arvioitu. Energiajärjestelmät käsittävät kaikki työryhmän III kuvassa SPM.8 ja työryhmän II kuvassa SPM.4b luetellut sopeutumisvaihtoehdot. Kaupunki- ja infrastruktuuriala käsittää kaikki hillitsemisvaihtoehdot, jotka on lueteltu työryhmän III kaaviossa SPM.8 kaupunkijärjestelmien osalta, rakennusten osalta ja liikenne- ja sopeutumisvaihtoehtojen osalta, jotka on lueteltu työryhmän II kaaviossa SPM.4b kaupunki- ja infrastruktuurijärjestelmien osalta. Maa- ja valtamerialuejärjestelmät: rannikkoalueiden suojelu ja karkaisu, rannikkoalueiden yhdennetty käyttö ja hoito sekä kestävä vesiviljely ja kalastus. Yhteiskunta, elinkeinot ja taloudet käsittävät sopeutumisvaihtoehdot, jotka on lueteltu monialaisen työryhmän II kaaviossa SPM.4b; Teollisuus käsittää kaikki työryhmän III kaaviossa SPM.8 luetellut lieventämisvaihtoehdot. Kestävän kehityksen tavoitetta 13 (ilmastotoimet) ei ole lueteltu, koska ilmastonmuutoksen hillitsemistä ja siihen sopeutumista tarkastellaan vuorovaikutuksessa kestävä kehityksen tavoitteiden kanssa eikä päinvastoin (SPM SR1.5, kuva SPM.4). Palkit ilmaisevat yhteyden vahvuuden, eivätkä ne ota huomioon kestävä kehityksen tavoitteisiin kohdistuvan vaikutuksen vahvuutta. Synergiat ja kompromissit vaihtelevat asiayhteyden ja täytäntöönpanon laajuuden mukaan. Toteutusasteikolla on merkitystä erityisesti silloin, kun niukoista resursseista käydään kilpailua. Yhdenmukaisuuden vuoksi emme raportoi luotettavuustasoa, koska sopeutumisvaihtoehdoissa on tietovajetta suhteessa kestävä kehityksen tavoitteisiin ja niiden luotettavuustasoon, mikä käy ilmi toisen työryhmän kuvasta SPM.4b. {Työryhmän II kuva SPM.4b; Työryhmän III kuva SPM.8}

4.7 Lähiajan ilmastonmuutostomia koskeva hallinto ja politiikka

Tehokkaat ilmastotoimet edellyttävät poliittista sitoutumista, hyvin yhdenmukaistettua monitasoista hallintoa ja institutionaalisia kehyksiä, lakeja, politiikkoja ja strategioita. Se tarvitsee selkeitä tavoitteita, riittävästi rahoitusta ja rahoitusvälineitä, koordinoitua useilla poliittikan aloilla ja osallistavia hallintoprosesseja. Monet hillitsemis- ja sopeutumispolitiikan välineet on otettu onnistuneesti käyttöön, ja niillä voitaisiin tukea perusteellisia päästövähennyksiä ja ilmastokestävyyttä, jos niitä laajennetaan ja sovelletaan laajasti kansallisista olosuhteista riippuen. Sopeutumis- ja hillitsemistoimet hyötyvät monipuolisen tietämyksen hyödyntämisestä. (korkea luottamus)

Tehokas ilmastohallinto mahdollistaa ilmastonmuutoksen hillitsemisen ja siihen sopeutumisen tarjoamalla kansallisiin olosuhteisiin perustuvaa yleistä ohjausta, asettamalla tavoitteita ja painopisteitä ja valtavirtaistamalla ilmastotoimet kaikilla politiikan aloilla ja kaikilla tasoilla kansallisten olosuhteiden perusteella ja kansainvälisen yhteistyön puitteissa. Tehokas hallinto parantaa seuranta- ja arviointia sekä sääntelyvarmuutta, asettaa etusijalle osallistavan, avoimen ja tasapuolisen päätöksenteon ja parantaa rahoituksen ja teknologian saatavuutta (korkea luottamus). Näitä toimintoja voidaan edistää ilmastoon liittyvillä laeilla ja suunnitelmilla, joiden määrä kasvaa eri aloilla ja alueilla ja jotka edistävät hillitsemistuloksia ja sopeutumishyötyjä (korkea luottamus). Ilmastolakien määrä on kasvanut, ja ne ovat auttaneet saavuttamaan hillitsemis- ja sopeutumistuloksia (keskimääräinen luottamus). {WGII SPM C.5, WGII SPM C.5.1, WGII SPM C.5.4, WGII SPM C.5.6; Työryhmä III SPM B.5.2, työryhmä III SPM E.3.1}

Tehokkaat kunnalliset, kansalliset ja valtiotasoa alemmat ilmastoinstituutiot, kuten asiantuntija- ja koordinoitimet, mahdollistavat yhdessä tuotetut, monitasoiset päätöksentekoprosessit, rakentavat yhteisymmärrystä eri intressien välisestä toiminnasta ja antavat tietoa strategia-asetelmista (korkea luottamus). Tämä edellyttää riittäviä institutionaalisia valmiuksia kaikilla tasoilla (korkea luottamus). Haavoittuvuuksia ja ilmastoriskejä vähennetään usein huolellisesti suunnitelluilla ja toteutetuilla laeilla, politiikoilla, osallistavilla prosesseilla ja toimilla, joilla puututaan kontekstikohtaisiin eriarvoisuuksiin, kuten sukupuoleen, etniseen alkuperään, vammaisuuteen, ikään, sijaintiin ja tuloihin (korkea luottamus). Poliittiseen tukeen vaikuttavat alkuperäiskansat, yritykset ja kansalaisyhteiskunnan toimijat, mukaan lukien nuorisot, työvoima, tiedotusvälineet ja paikallisyhteisöt, ja vaikuttavuutta lisäävät monien yhteiskunnan eri ryhmien väliset kumppanuudet (korkea luottamus). Ilmastoon liittyvät riita-asiat ovat lisääntymässä, ja joissakin kehittyneissä maissa niitä on paljon ja joissakin kehitysmaissa paljon vähemmän. Joissakin tapauksissa ne ovat vaikuttaneet ilmastohallinnon tuloksiin ja tavoitteisiin (keskitason luottamus). {WGII SPM C.2.6, WGII SPM C.5.2, WGII SPM C.5.5, WGII SPM C.5.6, WGII SPM D.3.1; Työryhmä III SPM E.3.2, työryhmä III SPM E.3.3}

Tehokas ilmastohallinto on mahdollista osallistavilla päätöksentekoprosesseilla, asianmukaisten resurssien kohdentamisella sekä institutionaalisella uudelleentarkastelulla, seurannalla ja arvioinnilla (korkea luottamus). Monitasoinen, hybridimuotoinen ja monialainen hallinto helpottaa sivuhyötyjen ja kompromissien asianmukaista

huomioon ottamista erityisesti maa-aloilla, joilla päätöksentekoprosessit vaihtelevat tilatasolta kansalliselle tasolle (korkea luottamus). Ilmasto-oikeudenmukaisuuden huomioon ottaminen voi auttaa helpottamaan kehityspolkujen siirtymistä kohti kestävyttä. {WGII SPM C.5.5, WGII SPM C.5.6, WGII SPM D.1.1, WGII SPM D.2, WGII SPM D.3.2; SRCCL SPM C.3, SRCCL TS.1}

Monipuolisen tietämyksen ja kumppanuuksien hyödyntäminen muun muassa naisten, nuorten, alkuperäiskansojen, paikallisyhteisöjen ja etnisten vähemmistöjen kanssa voi helpottaa ilmastomuutoksen kestävä kehitystä ja on mahdollistanut paikallisesti tarkoituksenmukaiset ja sosiaalisesti hyväksyttävät ratkaisut (korkea luottamus). {WGII SPM D.2, D.2.1}

Monet sääntely- ja talousvälineet on jo otettu onnistuneesti käyttöön. Näillä välineillä voitaisiin tukea merkittäviä päästövähennyksiä, jos niitä laajennettaisiin ja sovellettaisiin laajemmin. Käytännön kokemus on vaikuttanut välineiden suunnitteluun ja auttanut parantamaan ennustettavuutta, ympäristötehokkuutta, taloudellista tehokkuutta ja tasapuolisuutta. (korkea luottamus) {WGII SPM E.4; Työryhmä III: SPM E.4.2}

Kansallisten olosuhteiden mukaisten sääntelyvälineiden käytön laajentaminen ja tehostaminen voi parantaa hillitsemistuloksia alakohtaisissa sovelluksissa (korkea luottamus), ja joustomekanismeja sisältävillä sääntelyvälineillä voidaan vähentää päästöjen vähentämisen kustannuksia (keskitason luottamus). {WGII SPM C.5.4; Työryhmä III: SPM E.4.1}

Jos hiilen hinnoitteluvälineitä on sovellettu, niillä on kannustettu toimenpiteisiin, joilla vähennetään päästöjä alhaisin kustannuksin, mutta ne ovat olleet arviointijakson aikana yksinään ja vallitsevin hinnoin tehottomampia lisävähennysten edellyttämien korkeampien kustannusten toimenpiteiden edistämiseksi (keskimääräinen luottamus). Hiiliveroista tai päästökaupasta saatavia tuloja voidaan käyttää muun muassa tasapuolisuus- ja jakaumatavoitteisiin, esimerkiksi pienituloisten kotitalouksien tukemiseen (korkea luottamus). Ei ole olemassa johdonmukaista näyttöä siitä, että nykyiset päästökauppajärjestelmät olisivat johtaneet merkittävään päästövuo- toon (keskitasoinen luottamus). {Työryhmä III SPM E.4.2, työryhmä III SPM E.4.6}

Fossiilisten polttoaineiden tukien poistaminen vähentäisi päästöjä, parantaisi julkisia tuloja ja makrotaloudellista suorituskykyä ja toisi muita ympäristöön ja kestäväan kehitykseen liittyviä etuja, kuten parempia julkisia tuloja, makrotaloudellista suorituskykyä ja kestävyttä; tukien poistamisella voi olla kielteisiä tulonjakovaikutuksia erityisesti taloudellisesti heikoimmassa asemassa oleviin ryhmiin, joita voidaan joissakin tapauksissa lieventää säästöjen uudelleenjaon kaltaisilla toimenpiteillä ja jotka riippuvat kansallisista olosuhteista (korkea luottamus). Fossiilisten polttoaineiden tukien poistamisen ennustetaan useissa tutkimuksissa vähentävän maailmanlaajuisia hiilidioksidipäästöjä 1–4 prosenttia ja kasvihuonekaasupäästöjä jopa 10 prosenttia vuoteen 2030 mennessä eri alueilla (keskimääräinen luottamus). {Työryhmä III SPM E.4.2}

Teknologian kehittämistä tukevalla kansallisilla politiikoilla ja päästövähennysten kansainvälisille markkinoille osallistumisella voi olla myönteisiä heijastusvaikutuksia muihin maihin (keskitason luottamus), vaikka fossiilisten polttoaineiden kysynnän väheneminen ilmastopolitiikan seurauksena voisi aiheuttaa kustannuksia viejämille (korkea luottamus). Koko talouden kattavilla paketeilla voidaan saavuttaa lyhyen aikavälin taloudelliset tavoitteet ja samalla vähentää päästöjä ja siirtää kehityspolkuja kohti kestävä kehitystä (keskimääräinen luottamus). Esimerkkeinä voidaan mainita julkisia menoja koskevat sitoumukset; hinnoitteluuudistukset; sekä investoinnit yleissivistävään ja ammatilliseen koulutukseen, T&K-toimintaan, kehitykseen ja infrastruktuuriin (korkea luottamus). Tehokkaat toimintapoliittiset paketit olisivat kattavia, niitä valjastettaisiin selkeään muutosvisioon, ne olisivat tasapainoisia eri tavoitteiden välillä, ne vastaisivat erityisiä teknologia- ja järjestelmätarpeita, ne olisivat rakenteeltaan johdonmukaisia ja ne olisi räätälöity kansallisiin olosuhteisiin (korkea luottamus). {WGIII SPM E4.4, WGIII SPM 4.5, WGIII SPM 4.6}

4.8 Reagoinnin vahvistaminen: Rahoitus, kansainvälinen yhteistyö ja teknologia

Rahoitus, kansainvälinen yhteistyö ja teknologia ovat kriittisiä edellytyksiä nopeutetulle ilmastotoiminnalle. Ilmastotavoitteiden saavuttaminen edellyttäisi sekä sopeutumis- että hillitsemisrahoituksen moninkertaistamista. Maailmanlaajuista pääomaa on riittävästi maailmanlaajuisten investointivajeiden paikkaamiseksi, mutta pääoman ohjaamiselle ilmastotoimiin on esteitä. Esteitä ovat institutionaaliset, sääntelyyn liittyvät ja markkinoille pääsyn esteet, joita voidaan vähentää, jotta voidaan vastata monien kehitysmaiden tarpeisiin ja mahdollisuuksiin, taloudelliseen haavoittuvuuteen ja velkaantumiseen. Kansainvälisen yhteistyön tehostaminen on mahdollista useiden kanavien kautta. Teknologiainnovaatiojärjestelmien parantaminen on avainasemassa, jotta voidaan nopeuttaa teknologioiden ja käytäntöjen laajaa käyttöönottoa. (korkea luottamus)

4.8.1. Lieventämis- ja sopeutumistoimien rahoitus

Rahoituksen saatavuuden ja saatavuuden parantaminen¹⁵⁷ mahdollistaa nopeutetut ilmastotoimet (erittäin suuri luottamus). Tarpeisiin ja puutteisiin puuttuminen sekä kotimaisen ja kansainvälisen rahoituksen tasapuolisen saatavuuden laajentaminen yhdessä muiden tukitoimien kanssa voivat vauhdittaa hillitsemistoimien nopeuttamista ja kehityspolkujen muuttamista (korkea luottamus). Ilmastokestävä kehitys on mahdollista lisäämällä kansainvälistä yhteistyötä, mukaan lukien taloudellisten resurssien parempi saatavuus erityisesti haavoittuville alueille, aloille ja ryhmille sekä osallistava hallinto ja koordinoitunut politiikat (korkea luottamus). Nopeutettu kansainvälinen rahoitusyhteistyö on ratkaisevan tärkeä vähähiilisten ja oikeudenmukaisten siirtymien mahdollistajana, ja sillä voidaan puuttua rahoituksen saatavuuteen liittyvään eriarvoisuuteen sekä ilmastomuutoksen vaikutusten kustannuksiin ja niihin liittyvään haavoittuvuuteen (korkea luottamus). {WGII SPM C.1.2, WGII SPM C.3.2, WGII SPM C.5, WGII SPM C.5.4, WGII SPM D.2, WGII SPM D.3.2, WGII SPM D.5, WGII SPM D.5.2; WGIII SPM B.4.2, WGIII SPM B.5, WGIII SPM B.5.4, WGIII SPM C.4.2, WGIII SPM C.7.3, WGIII SPM C.8.5, WGIII SPM D.1.2, WGIII SPM D.2.4, WGIII SPM D.3.4, WGIII SPM E.2.3, WGIII SPM E.3.1, WGIII SPM E.5, WGIII SPM E.5.1, WGIII SPM E.5.2, WGIII SPM E.5.3, WGIII SPM E.5.4, WGIII SPM E.6.2}

Sekä sopeutumis- että hillitsemisrahoitusta on lisättävä moninkertaisesti, jotta voidaan puuttua kasvaviin ilmastoriskeihin ja nopeuttaa investointeja päästöjen vähentämiseen (korkea luottamus). Rahoituksen lisäämisellä puututtaisiin sopeutumisen pehmeisiin rajoihin ja kasvaviin ilmastoriskeihin ja estettäisiin samalla joitakin niihin liittyviä menetyksiä ja vahinkoja erityisesti haavoittuvassa asemassa olevissa kehitysmaissa (korkea luottamus). Tehostettu rahoituksen saanti ja saanti yhdessä valmiuksien kehittämisen kanssa ovat olennaisen tärkeitä sopeutumistoimien täytäntöönpanon kannalta ja sopeutumisvajaiden pienentämiseksi, kun otetaan huomioon kasvavat riskit ja kustannukset erityisesti heikoimmassa asemassa oleville ryhmille, alueille ja aloille (korkea luottamus). Julkinen rahoitus on tärkeä sopeutumisen ja hillitsemisen mahdollistajana, ja sillä voidaan myös saada liikkeelle yksityistä rahoitusta (korkea luottamus). Sopeutumisrahoitus tulee pääasiassa julkisista lähteistä, ja julkisilla mekanismeilla ja rahoituksella voidaan vivuttaa yksityisen sektorin rahoitusta puuttumalla todellisiin ja havaittuihin sääntely-, kustannus- ja markkinaesteisiin esimerkiksi julkisen ja yksityisen sektorin kumppanuuksien kautta (korkea luottamus). Taloudelliset ja teknologiset resurssit mahdollistavat sopeutumisen tehokkaan ja jatkuvan toteuttamisen erityisesti silloin, kun niitä tukevat laitokset, joilla on vahva ymmärrys sopeutumistarpeista ja -valmiuksista (korkea luottamus). Keskimääräiset vuotuiset mallinnetut hillitsemisinvestointivaatimukset vuosille 2020–2030 skenaarioissa, joissa lämpeneminen rajoitetaan kahteen tai 1,5 celsiusasteeseen, ovat kolmesta kuuteen nykyistä tasoa suuremmat, ja (julkisten, yksityisten, kotimaisten ja kansainvälisten) hillitsemisinvestointien kokonaismäärää olisi lisättävä kaikilla aloilla ja alueille (keskimääräinen luottamus). Vaikka laajat maailmanlaajuiset hillitsemistoimet toteutettaisiin, sopeutumista varten tarvitaan paljon taloudellisia, teknisiä ja henkilöresursseja (korkea luottamus). {WGII SPM C.1.2, WGII SPM C.2.11, WGII SPM C.3, WGII SPM C.3.2, WGII SPM C.3.5, WGII SPM C.5, WGII SPM C.5.4, WGII SPM D.1, WGII SPM D.1.1, WGII SPM D.1.2, WGII SPM C.5.4; WGIII SPM D.2.4, WGIII SPM E.5, WGIII SPM E.5.1, WGIII 15.2} (2.3.2, 2.3.3, 4.4 kohta, kuva 4.6)

Maailmanlaajuista pääomaa ja likviditeettiä on riittävästi maailmanlaajuisten investointivajeiden korjaamiseksi, kun otetaan huomioon maailmanlaajuisen rahoitusjärjestelmän koko, mutta on olemassa esteitä pääoman ohjaamiselle ilmastotoimiin sekä maailmanlaajuisella rahoitusosalalla että sen ulkopuolella, kun otetaan huomioon monien kehitysmaiden taloudelliset haavoittuvuudet ja velkaantuminen (korkea luottamus). Yksityisen rahoituksen muutosten osalta vaihtoehtoja ovat ilmastoon liittyvien riskien ja investointimahdollisuuksien parempi arviointi rahoitusjärjestelmässä, käytettävissä olevan pääoman ja investointitarpeiden välisen alakohtaisen ja alueellisen epäsuhtan vähentäminen, ilmastoinvestointien riski-tuottoprofiilien parantaminen sekä institutionaalisten valmiuksien ja paikallisten pääomamarkkinoiden kehittäminen. Makrotaloudellisia esteitä ovat muun muassa kehittyvien alueiden velkaantuminen ja taloudellinen haavoittuvuus. (korkea luottamus) {WGII SPM C.5.4; Työryhmä III SPM E.4.2, työryhmä III SPM E.5, työryhmä III SPM E.5.2, työryhmä III SPM E.5.3}

¹⁵⁷ Rahoitus voi olla peräisin eri lähteistä, yksittäin tai yhdessä: julkiset tai yksityiset, paikalliset, kansalliset tai kansainväliset, kahdenväliset tai monenväliset ja vaihtoehtoiset lähteet (esim. hyväntekeväisyys, hiilikompensaatiot). Sitä voidaan myöntää avustuksina, teknisenä apuna, lainoina (konsessio- ja muina lainoina), joukkovelkakirjoina, omana pääomana, riskivakuutuksina ja (erityyppisinä) rahoitusvakuuksina.

Rahoitusvirtojen lisääminen edellyttää hallituksilta ja kansainväliseltä yhteisöltä selkeää signaalia (korkea luottamus). Jäljitetyt rahoitusvirrat eivät riitä sopeutumiseen ja hillitsemistavoitteiden saavuttamiseen kaikilla aloilla ja alueilla (korkea luottamus). Nämä puutteet luovat monia mahdollisuuksia, ja puutteiden korjaamisen haaste on suurin kehitysmaissa (korkea luottamus). Tähän sisältyy julkisen talouden parempi yhteensovittaminen, todellisten ja havaittujen sääntely-, kustannus- ja markkinaesteiden vähentäminen sekä julkisen rahoituksen lisääminen vähäpäästöisiin investointeihin liittyvien riskien pienentämiseksi. Alkuvaiheen riskit estävät taloudellisesti järkeviä vähähiilisiä hankkeita, ja paikallisten pääomamarkkinoiden kehittäminen on yksi vaihtoehto. Sijoittajat, rahoituksen välittäjät, keskuspankit ja rahoitusalan sääntelyviranomaiset voivat siirtää ilmastoon liittyvien riskien systeemistä alihinnoittelua. Säästäjien houkuttelemiseksi tarvitaan vankkaa joukkolainojen merkintää ja avoimuutta. (korkea luottamus) {WGII SPM C.5.4; WGIII SPM B.5.4, WGIII SPM E.4, WGIII SPM E.5.4, WGIII 15.2, WGIII 15.6.1, WGIII 15.6.2, WGIII 15.6.7}

Suurimmat ilmastorahoituksen puutteet ja mahdollisuudet ovat kehitysmaissa (korkea luottamus). Kehittyneiden maiden ja monenvälisen instituutioiden nopeutettu tuki on ratkaisevan tärkeä tekijä hillitsemis- ja sopeutumistoimien tehostamisessa, ja sillä voidaan puuttua rahoituksen epätasa-arvoon, mukaan lukien sen kustannukset, ehdot ja edellytykset sekä taloudellinen haavoittuvuus ilmastonmuutokselle. Julkisten avustusten lisääminen ilmastonmuutoksen hillitsemisen ja siihen sopeutumisen rahoittamiseen haavoittuvilla alueilla, esimerkiksi Saharan eteläpuolisessa Afrikassa, olisi kustannustehokasta ja tuottaisi suuria sosiaalisia hyötyjä perusenergian saatavuuden kannalta. Mahdollisuuksia ilmastonmuutoksen hillitsemisen ja siihen sopeutumisen lisäämiseksi kehitysalueilla ovat muun muassa seuraavat: lisätään julkista rahoitusta ja otetaan julkisesti käyttöön yksityisiä rahoitusvirtoja kehittyneistä maista kehitysmaihin Pariisin sopimuksen 100 miljardin Yhdysvaltain dollarin vuositavoitteen puitteissa; lisättävä julkisten takuiden käyttöä riskien vähentämiseksi ja yksityisten virtojen houkuttelemiseksi pienemmin kustannuksin; paikallisten pääomamarkkinoiden kehittäminen; ja luottamuksen lisääminen kansainvälisiin yhteistyöprosesseihin. Koordinoidut toimet, joilla pyritään tekemään pandemian jälkeisestä elpymisestä kestävää pitkällä aikavälillä lisäämällä rahoitusvirtoja tämän vuosikymmenen aikana, voivat nopeuttaa ilmastotoimia myös kehittyvillä alueilla, joilla on suuria velkakustannuksia, velkaongelmia ja makrotaloudellista epävarmuutta. (korkea luottamus) {WGII SPM C.5.2, WGII SPM C.5.4, WGII SPM C.6.5, WGII SPM D.2, WGII TS.D.10.2; WGIII SPM E.5, WGIII SPM E.5.3, WGIII TS.6.4, WGIII Box TS.1, WGIII 15.2, WGIII 15.6}

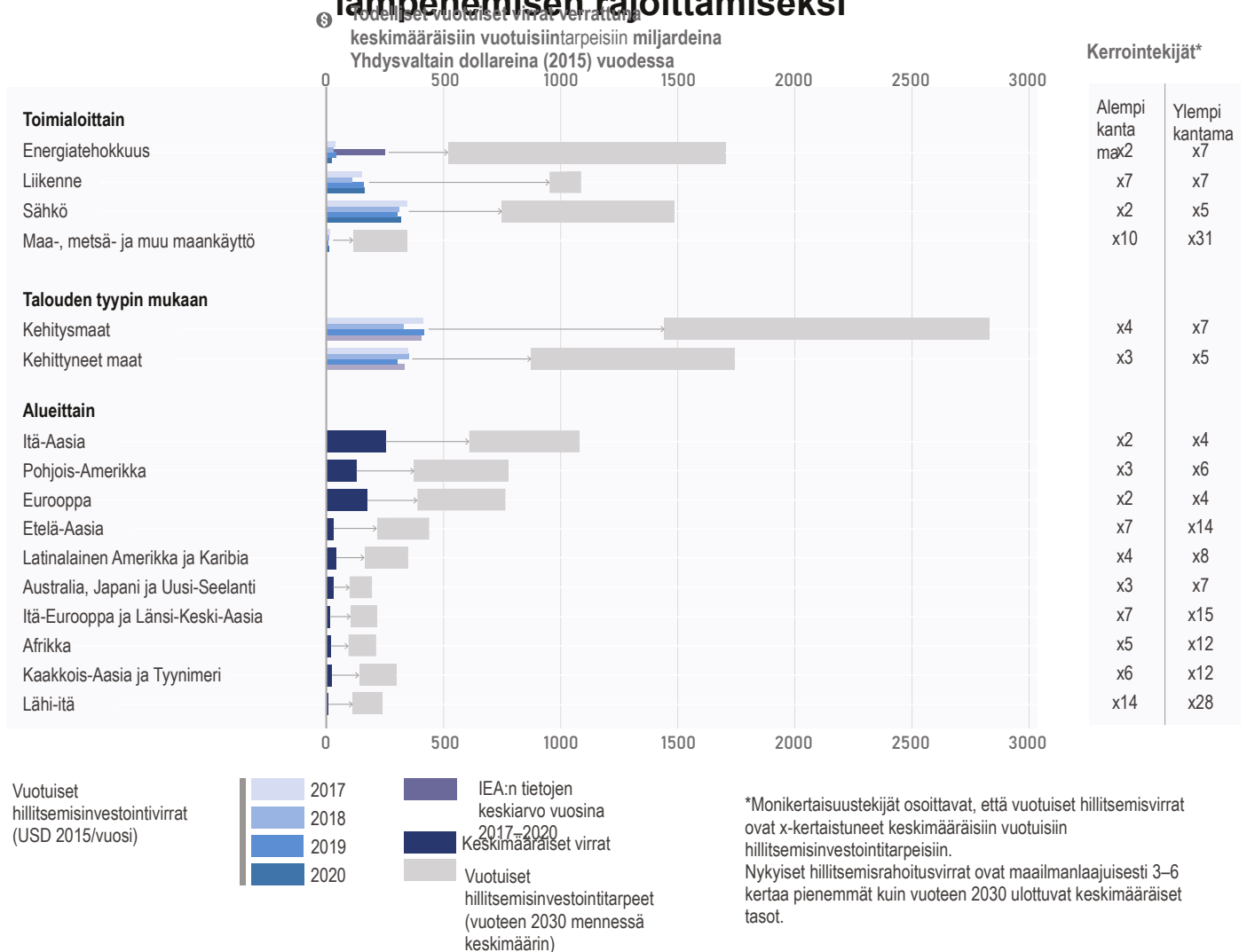
4.8.2. Kansainvälinen yhteistyö ja koordinaatio

Kansainvälinen yhteistyö on ratkaisevan tärkeää, jotta voidaan saavuttaa kunnianhimoiset ilmastonmuutoksen hillitsemistä koskevat tavoitteet ja ilmastonmuutoksen kestävä kehitys (korkea luottamus). Ilmastokestävä kehitys on mahdollista lisäämällä kansainvälistä yhteistyötä, mukaan lukien rahoituksen saannin mobilisointi ja parantaminen erityisesti kehitysmaissa, haavoittuvilla alueilla, aloilla ja ryhmissä sekä ilmastotoimien rahoitusvirtojen mukauttaminen tavoitetasoihin ja rahoitustarpeisiin (korkea luottamus). Vaikka sovitut prosessit ja tavoitteet, kuten UNFCCC:n, Kiiton pöytäkirjan ja Pariisin sopimuksen prosessit ja tavoitteet, auttavat (2.2.1 jakso), kehitysmaille annettava kansainvälinen rahoitus-, teknologia- ja valmiuksien kehittämistuki mahdollistaa paremman täytäntöönpanon ja kunnianhimoisemmat toimet (keskitason luottamus). Yhdentämällä tasapuolisuutta ja ilmasto-oikeudenmukaisuutta kansalliset ja kansainväliset politiikat voivat auttaa helpottamaan kehityspolkujen siirtymistä kohti kestävyttä, erityisesti mobilisoimalla haavoittuvassa asemassa olevia alueita, aloja ja yhteisöjä ja parantamalla niiden rahoituksen saantia (korkea luottamus). Kansainvälinen yhteistyö ja koordinaatio, mukaan lukien yhdistetyt toimintapoliittiset paketit, voivat olla erityisen tärkeitä kestävyys siirtymien kannalta päästöintensiteetillä ja runsaasti kauppaa käyvillä perusmateriaaliteollisuuksilla, jotka ovat alttiita kansainväliselle kilpailulle (korkea luottamus). Suurin osa päästömallinnustutkimuksista edellyttää merkittävää kansainvälistä yhteistyötä rahoitusvirtojen turvaamiseksi ja eriarvoisuuden ja köyhyyteen liittyvien ongelmien ratkaisemiseksi ilmaston lämpenemistä rajoittavilla väylillä. Ilmastonmuutoksen hillitsemisen mallinnetut vaikutukset BKT:hen vaikuttavat suuresti eri alueilla riippuen erityisesti talouden rakenteesta, alueellisista päästövähennyksistä, politiikan suunnittelusta ja kansainvälisen yhteistyön tasosta (korkea luottamus). Viivästynyt maailmanlaajuinen yhteistyö lisää toimintapoliittisia kustannuksia eri alueilla (korkea luottamus). {WGII SPM D.2, WGII SPM D.3.1, WGII SPM D.5.2; WGIII SPM D.3.4, WGIII SPM C5.4, WGIII SPM C.12.2, WGIII SPM E.6, WGIII SPM E.6.1, WGIII E.5.4, WGIII TS.4.2, WGIII TS.6.2; SR1.5 SPM D.6.3, SR1.5 SPM D.7, SR1.5 SPM D.7.3}

Monien ilmastonmuutosriskien rajat ylittävä luonne (esimerkiksi elintarvike-, kalastus-, energia- ja vesialan toimitusketjut, markkinat ja luonnonvaravirrat sekä konfliktit) lisää tarvetta ilmastotietoiseen rajat ylittävään hallintaan, yhteistyöhön, vastatoimiin ja ratkaisuihin monikansallisten tai alueellisten hallintoprosessien avulla (korkea luottamus). Monenväliset hallintotoimet voivat auttaa sovittamaan yhteen kiistanalaisia etuja, maailmankatsomuksia ja arvoja siitä, miten ilmastonmuutokseen voidaan puuttua. Kansainväliset ympäristösopimukset ja alakohtaiset sopimukset sekä joissakin tapauksissa aloitteet voivat auttaa edistämään vähäisiä kasvihuonekaasuihin investointeja ja vähentämään päästöjä (kuten otsonikatoa, valtoiden rajat ylittävää ilman pilaantumista ja elohopeapäästöjä ilmakehään). Kansallisten ja kansainvälisten hallintorakenteiden parantaminen mahdollistaisi edelleen merenkulun ja ilmailun hiilestä irtautumisen ottamalla käyttöön vähäpäästöisiä polttoaineita esimerkiksi tiukentamalla tehokkuus- ja hiili-intensiteettinormeja. Valtioiden väliset kumppanuudet voivat myös edistää politiikan kehittämistä, vähäpäästöisen teknologian levittämistä, päästövähennyksiä ja sopeutumista yhdistämällä valtiotasoa alempia ja muita toimijoita, kuten kaupunkia, alueita, valtiosta riippumattomia järjestöjä ja yksityisen sektorin toimijoita, ja tehostamalla valtiollisten ja valtiosta riippumattomien toimijoiden välistä vuorovaikutusta, vaikka niiden kustannuksiin, toteutettavuuteen ja tehokkuuteen liittyy edelleen

epävarmuutta. Kansainväliset ympäristöalan ja alakohtaiset sopimukset, instituutiot ja aloitteet auttavat ja joissakin tapauksissa voivat auttaa edistämään investointeja vähäisiin kasvihuonekaasupäästöihin ja vähentämään päästöjä. (keskimääräinen luotettavuus) {WGII SPM B.5.3, WGII SPM C.5.6, WGII TS.E.5.4, WGII TS.E.5.5; WGIII SPM C.8.4, WGIII SPM E.6.3, WGIII SPM E.6.4, WGIII SPM E.6.4, WGIII TS.5.3}

Suuremmat hillitsemisinvestointivirrat, joita tarvitaan kaikilla sektoreilla ja alueilla ilmaston lämpenemisen rajoittamiseksi



Kuva 4.6: Keskimääräisten hillitsemisinvestointivirtojen ja investointitarpeiden jakautuminen vuoteen 2030 asti (miljardia Yhdysvaltain dollaria).

Lieventävät investointivirrat ja investointitarpeet aloittain (energiatehokkuus, liikenne, sähkö, maatalous, metsätalous ja muu maankäyttö), taloustyypeittäin ja alueittain (ks. työryhmän III liitteessä II olevan I osan 1 jakso maiden ja alueiden luokittelujärjestelmien osalta). Sinisissä palkeissa esitetään tiedot hillitsemisinvestointivirroista neljän vuoden ajalta: 2017, 2018, 2019 ja 2020 aloittain ja talouden tyypin mukaan. Alueellisen jaottelun osalta esitetään vuotuiset keskimääräiset hillitsemisinvestointivirrat vuosilta 2017–2019. Harmaat palkit osoittavat maailmanlaajuisen vuotuisen hillitsemisinvestointitarpeiden vähimmäis- ja enimmäistason arvioiduissa skenaarioissa. Tämä on laskettu keskiarvona vuoteen 2030 asti. Kertoimet osoittavat maailmanlaajuisen keskimääräisten varhaisvaiheen hillitsemisinvestointitarpeiden (vuoteen 2030 mennessä) ja nykyisten vuotuisen hillitsemisvirtojen (vuosien 2017/18–2020 keskiarvo) suhteen. Alempi kerroin viittaa investointitarpeiden vaihteluvälin alapäähän. Ylempi kerroin viittaa investointitarpeiden ylempään vaihteluväliin. Koska lähteitä on useita eikä yhdenmukaistettuja menetelmiä ole, tiedot voidaan ottaa huomioon vain, jos ne osoittavat investointitarpeiden koon ja rakenteen. (Työryhmän III kaavio TS.25, Työryhmän III 15.3, Työryhmän III 15.4, Työryhmän III 15.5, Työryhmän III taulukko 15.2, Työryhmän III taulukko 15.3, Työryhmän III taulukko 15.4)

4.8.3. Teknologiainnovaatiot, adoptio, diffuusio ja siirto

Teknologiainnovaatiojärjestelmien tehostaminen voi tarjota mahdollisuuksia vähentää päästöjen kasvua ja luoda sosiaalisia ja ympäristöön liittyviä sivuhyötyjä. Kansallisiin olosuhteisiin ja teknologisiin ominaisuuksiin räätälöidyillä toimenpidepaketeilla on tuettu tehokkaasti vähäpäästöistä innovointia ja teknologian levittämistä. Menestyksekkäiden vähähiilisten teknologisten innovaatioiden tukeminen käsittää julkisen politiikan, kuten koulutuksen ja T&K- ja toiminnan, jota täydennetään sääntely- ja markkinapohjaisilla välineillä, joilla luodaan kannustimia ja

markkinamahdollisuuksia, kuten laitteiden suorituskykynormeilla ja rakennusmääräyksillä. (korkea luottamus) {WGIII SPM B.4, WGIII SPM B.4.4, WGIII SPM E.4.3, WGIII SPM E4.4} Innovaatiojärjestelmiä ja teknologian kehittämistä ja siirtoa koskeva kansainvälinen yhteistyö yhdessä valmiuksien kehittämisen, tietämyksen jakamisen sekä teknisen ja taloudellisen tuen kanssa voi nopeuttaa hillitsemisteknologioiden, -käytäntöjen ja -politiikkojen maailmanlaajuisia levittämistä ja sovittaa ne yhteen muiden kehitystavoitteiden kanssa (korkea luottamus). Valinta-arkkitehtuuri voi auttaa loppukäyttäjiä ottamaan käyttöön teknologiaa ja vähän kasvihuonekaasupäästöjä aiheuttavia vaihtoehtoja (korkea luottamus). Vähäpäästöisten teknologioiden käyttöönotto on viivästynyt useimmissa kehitysmaissa, erityisesti vähiten kehittyneissä maissa, mikä johtuu osittain heikommista mahdollistavista olosuhteista, kuten rajallisesta rahoituksesta, teknologian kehittämisestä ja siirrosta sekä valmiuksien kehittämisestä (keskitason luottamus). {WGIII SPM B.4.2, WGIII SPM E.6.2, WGIII SPM C.10.4, WGIII 16.5}

Innovointia koskeva kansainvälinen yhteistyö toimii parhaiten, kun se on räättälöity paikallisiin arvoketjuihin ja hyödyttää niitä, kun kumppanit tekevät yhteistyötä tasavertaisesti ja kun valmiuksien kehittäminen on olennainen osa toimia (keskimääräinen luottamus). {Työryhmä III SPM E.4.4, työryhmä III SPM E.6.2}

Teknologisella innovoinnilla voi olla kompromisseja, joihin sisältyy ulkoisvaikutuksia, kuten uusia ja suurempia ympäristövaikutuksia ja sosiaalista eriarvoisuutta; rebound-vaikutukset, jotka johtavat pienempiin nettopäästövähennyksiin tai jopa päästöjen lisääntymiseen; ja liiallinen riippuvuus ulkomaisesta tietämyksestä ja palveluntarjoajista (korkea luottamus). Asianmukaisesti suunnitellut politiikat ja hallinto ovat auttaneet puuttumaan jakaumavaikutuksiin ja rebound-vaikutuksiin (korkea luottamus). Esimerkiksi digitaalitekniikoilla voidaan edistää energiatehokkuuden huomattavaa paranemista koordinoituihin ja palvelutalouteen siirtymisen avulla (korkea luottamus). Yhteiskunnallinen digitalisaatio voi kuitenkin lisätä tavaroiden ja energian kulutusta ja elektroniikkajätteen määrää sekä vaikuttaa kielteisesti työmarkkinoihin ja pahentaa eriarvoisuutta maiden välillä ja sisällä (keskitason luottamus). Digitalisaatio edellyttää asianmukaista hallintoa ja toimintapolitiikkoja, jotta voidaan parantaa hiilitsemispotentialia (korkea luottamus). Tehokkaat toimenpidepaketit voivat auttaa saamaan aikaan synergioita, välttämään kompromisseja ja/tai vähentämään rebound-vaikutuksia: Niihin voi sisältyä tehokkuustavoitteiden, suorituskykynormien, tietojen antamisen, hiilen hinnoittelun, rahoituksen ja teknisen avun yhdistelmä (korkea luottamus). {WGIII SPM B.4.2, WGIII SPM B.4.3, WGIII SPM E.4.4, WGIII TS 6.5, WGIII Cross-Chapter Box 11 on Digitalization in Chapter 16}

Teknologian siirto, jolla laajennetaan digitaalitekniikan käyttöä maankäytön seurannassa, kestävässä maankäytössä ja maatalouden tuottavuuden parantamisessa, tukee metsäkadosta ja maankäytön muutoksista aiheutuvien päästöjen vähentämistä ja parantaa samalla kasvihuonekaasujen laskentaa ja standardointia (keskitason luottamus). {SRCL SPM C.2.1, SRCL SPM D.1.2, SRCL SPM D.1.4, SRCL 7.4.4, SRCL 7.4.6}

4.9 Lähiajan toimien integrointi eri sektoreilla ja järjestelmissä

Lieventämis- ja sopeutumistoimien toteutettavuus, tehokkuus ja hyödyt lisääntyvät, kun toteutetaan monialaisia ratkaisuja, jotka ulottuvat eri järjestelmiin. Kun tällaiset vaihtoehdot yhdistetään laajempiin kestävä kehityksen tavoitteisiin, niistä voi olla enemmän hyötyä ihmisten hyvinvoinnille, sosiaaliselle tasa-arvolle ja oikeudenmukaisuudelle sekä ekosysteemien ja maapallon terveydelle. (korkea luottamus)

Tehokkaimpia ovat ilmastonmuutosta kestävät kehitysstrategiat, joissa ilmastoa, ekosysteemejä ja biologista monimuotoisuutta sekä ihmisyhteiskuntaa käsitellään osana yhdenmukaista järjestelmää (korkea luottamus). Ihmisten ja ekosysteemien haavoittuvuus riippuu toisistaan (korkea luottamus). Ilmastokestävä kehitys on mahdollista, kun päätöksentekoprosessit ja -toimet integroidaan eri aloille (erittäin korkea luottamus). Synergiat kestävä kehityksen tavoitteiden kanssa ja edistyminen niiden saavuttamisessa parantavat ilmastonmuutokseen sopeutuvan kehityksen näkymiä. Valinnat ja toimet, joissa ihmisiä ja ekosysteemejä kohdellaan integroituna järjestelmänä, perustuvat monipuoliseen tietämykseen ilmastoriskeistä, tasapuolisista, oikeudenmukaisista ja osallistavista lähestymistavoista sekä ekosysteemien hoidosta. {WGII SPM B.2, WGII Kuva SPM.5, WGII SPM D.2, WGII SPM D2.1, WGII SPM 2.2, WGII SPM D4, WGII SPM D4.1, WGII SPM D4.2, WGII SPM D5.2, WGII Kuva SPM.5}

Lähestymistavat, joilla eri alojen tavoitteet ja toimet sovitetaan yhteen, tarjoavat mahdollisuuksia moninkertaisiin ja laajamittaisiin hyötyihin ja välttävät vahinkoja lyhyellä aikavälillä. Tällaisilla toimenpiteillä voidaan myös saavuttaa suurempia hyötyjä, koska niillä on kerrannaisvaikutuksia eri aloilla (keskimääräinen luottamus). Esimerkiksi toteutettavuus käyttää maata sekä maatalouteen että keskitettyyn aurinkoenergian tuotantoon voi lisääntyä, kun tällaisia vaihtoehtoja yhdistetään (korkea luottamus). Vastaavasti yhdenmukaistamalla liikenne- ja energiainfrastruktuurin suunnittelulla ja toiminnalla voidaan yhdessä vähentää liikenne- ja energia-alojen hiilestä irtautumisen ympäristöllisiä, sosiaalisia ja taloudellisia vaikutuksia (korkea luottamus). Useista kaupunkitason hiilitsemisstrategioista koostuvien pakettien täytäntöönpanolla voi olla kerrannaisvaikutuksia eri aloilla ja vähentää kasvihuonekaasupäästöjä sekä kaupungin hallinnollisten rajojen sisällä että niiden ulkopuolella (erittäin suuri luottamus). Rakennusten rakentamista ja jälkiasennusta koskevat integroidut suunnittelumallit tarjoavat yhä enemmän esimerkkejä nollaenergiarakennuksista tai nollahiilirakennuksista useilla alueilla. Huonon sopeutumisen minimoimiseksi monialaisella, monialaisella ja osallistavalla suunnittelulla, johon sisältyy joustavia väyliä, kannustetaan vähän kaivattuja ja oikea-aikaisia toimia, joilla pidetään vaihtoehtot avoimina, varmistetaan hyödyt useilla aloilla ja useissa järjestelmissä ja ehdotetaan käytettävissä olevaa ratkaisutilaa ilmastonmuutokseen sopeutumisiksi pitkällä aikavälillä (erittäin suuri luottamus). Työllisyyteen, vedenkäyttöön, maankäyttökilpailuun ja biologiseen monimuotoisuuteen sekä energian, elintarvikkeiden ja veden saatavuuteen ja kohtuuhintaisuuteen liittyviä kompromisseja voidaan välttää hyvin toteutetuilla maapohjaisilla hiilitsemisvaihtoehdoilla, erityisesti niillä, jotka eivät uhkaa nykyistä kestävä maankäyttöä ja maankäyttöoikeuksia, ja yhdenmukaisen politiikan täytäntöönpanon kehityksellä (korkea luottamus). {WGII SPM C.2, WGII SPM C.4.4; WGIII SPM C.6.3, WGIII SPM C.6, WGIII SPM C.7.2, WGIII SPM C.8.5, WGIII SPM D.1.2, WGIII SPM D.1.5, WGIII SPM E.1.2}

Kun hillintää ja sopeutumista toteutetaan yhdessä laajempien kestävä kehityksen tavoitteiden kanssa, siitä olisi monenlaista hyötyä ihmisten hyvinvoinnille sekä ekosysteemien ja maapallon terveydelle (korkea luottamus). Tällaiset myönteiset vuorovaikutukset ovat merkittäviä lyhyen aikavälin ilmastopolitiikassa eri alueilla, aloilla ja järjestelmissä. Esimerkiksi maankäytön muutokseen ja metsätalouteen liittyvillä AFOLU-vähentämistoimilla voidaan kestävästi toteutettuina saada aikaan laajamittaisia kasvihuonekaasupäästöjen vähennyksiä ja poistumia, jotka hyödyttävät samanaikaisesti biologista monimuotoisuutta, elintarviketurvaa, puunsaantia ja muita ekosysteemipalveluja mutta eivät

voi täysin kompensoida viivästyneitä hillitsemistoimia muilla aloilla. Myös maalla, valtamerillä ja ekosysteemeissä toteutettavilla sopeutumistoimenpiteillä voi olla laajoja hyötyjä elintarviketurvan, ravitsemuksen, terveyden ja hyvinvoinnin, ekosysteemien ja biologisen monimuotoisuuden kannalta. Kaupunkijärjestelmät ovat myös kriittisiä ja yhteenliitettyjä kohteita ilmastonmuutoksen kestäväälle kehitykselle. Kaupunkipolitiikat, joissa toteutetaan useita toimia, voivat tuottaa sopeutumis- tai hillitsemishyötyjä tasapuolisuuden ja ihmisten hyvinvoinnin avulla. Yhdennetyillä toimintapoliittisilla paketeilla voidaan parantaa kykyä ottaa huomioon tasapuolisuutta, sukupuolten tasa-arvoa ja oikeudenmukaisuutta koskevat näkökohdat. Koordinoidulla monialaisella politiikalla ja suunnittelulla voidaan maksimoida synergiat ja välttää tai vähentää kompromisseja hillitsemisen ja sopeutumisen välillä. Tehokas toiminta kaikilla edellä mainituilla aloilla edellyttää lyhyen aikavälin poliittista sitoutumista ja jatkotoimia, sosiaalista yhteistyötä, rahoitusta ja yhdennetympiä monialaisia politiikkoja sekä tukea ja toimia. (korkea luottamus). {WGII SPM C.1, WGII SPM C.2, WGII SPM C.2, WGII SPM C.5, WGII SPM D.2, WGII SPM D.3.2, WGII SPM D.3.3, WGII kuva SPM.4; WGIII SPM C.6.3, WGIII SPM C.8.2, WGIII SPM C.9, WGIII SPM C.9.1, WGIII SPM C.9.2, WGIII SPM D.2, WGIII SPM D.2.4, WGIII SPM D.3.2, WGIII SPM E.1, WGIII SPM E.2.4, WGIII Kuva SPM.8, WGIII TS.7, WGIII TS Kuva TS.29: SRCCL ES 7.4.8, SRCCL SPM B.6} (3.4, 4.4)

liitteitä

Liite 1 – Sanasto

Toimitusryhmä

Andy Reisinger (Uusi-Seelanti), Diego Cammarano (Italia), Andreas Fischlin (Sveitsi), Jan S. Fuglestad (Norja), Gerrit Hansen (Saksa), Yonghun Jung (Korean tasavalta), Chloé Ludden (Saksa/Ranska), Valérie Masson-Delmotte (Ranska), J.B. Robin Matthews (Ranska/Yhdistynyt kuningaskunta), Katja Mintenbeck (Saksa), Dan Jezreel Orendain (Filippiinit/Belgia), Anna Pirani (Italia), Elvira Poloczanska (Yhdistynyt kuningaskunta/Australia), José Romero (Sveitsi)

Tähän liitteeseen olisi viitattava seuraavasti: IPCC, 2023: Liite I: Sanasto [Reisinger, A., D. Cammarano, A. Fischlin, J.S. Fuglestad, G. Hansen, Y. Jung, C. Ludden, V. Masson-Delmotte, R. Matthews, J.B.K Mintenbeck, D.J. Orendain, A. Pirani, E. Poloczanska ja J. Romero (toim.)]. Kohdassa: Ilmastonmuutos 2023: Yhteenvetoraportti. Työryhmien I, II ja III panos hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin kuudenteen arviointiraporttiin [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (toim.)]. IPCC, Geneve, Sveitsi, s. 119–130, doi:10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.002.

Tässä tiivistetyssä yhteenvedokertomuksen sanastossa määritellään tässä kertomuksessa käytetyt keskeiset termit, jotka on poimittu työryhmän kuudenteen arviointikertomukseen toimittamien kolmen kannanoton sanastoista. Tässä yhteenvedokertomuksessa ja AR6-työryhmän kolmessa raportissa käytettyjen termien kattavimmat ja yhdenmukaistetummat määritelmät ovat saatavilla IPCC:n verkkosanastosta: <https://apps.ipcc.ch/glossary/>

Lukijoita pyydetään tutustumaan tähän kattavaan verkkosanastoon teknisempien termien määritelmien ja yksittäisten termien kannalta merkityksellisten tieteellisten viittausten osalta. Kursivoidut sanat osoittavat, että termi on määritelty tässä tai/ja online-sanastossa. Alatermit on kursivoitu päätermin alle. (*ei saatavilla tässä asiakirjassa)

Kestävän kehityksen toimintaohjelma Agenda 2030

YK:n syyskuussa 2015 antama päätöslauselma, jossa hyväksyttiin toimintasuunnitelma ihmisiä, maapalloa ja vaurautta varten uudessa maailmanlaajuisessa kehityskeskityksessä, joka on ankkuroitu 17:ään kestävän kehityksen tavoitteeseen.

Äkillinen ilmastomuutos

Ilmastojärjestelmässä tapahtuu laajamittainen äkillinen muutos, joka kestää muutaman vuosikymmenen tai vähemmän, jatkuu (tai sen odotetaan jatkuvan) vähintään muutaman vuosikymmenen ajan ja aiheuttaa merkittäviä vaikutuksia ihmisen ja/tai luonnon järjestelmiin. Ks. myös Äkillinen muutos, tiputus piste.

Sopeutuminen

Ihmisen järjestelmissä sopeutuminen todelliseen tai odotettuun ilmastoon ja sen vaikutuksiin haittojen lieventämiseksi tai hyödyllisten mahdollisuuksien hyödyntämiseksi. Luonnollisissa järjestelmissä sopeutuminen todelliseen ilmastoon ja sen vaikutuksiin; ihmisen toiminta voi helpottaa sopeutumista odotettuun ilmastoon ja sen vaikutuksiin. Ks. myös Sopeutumisvaihtoehdot, sopeutumiskyky, maladaptiivinen toiminta (maladaptaatio).

Sopeutumisvaje

Ero tosiasiallisesti toteutetun sopeutumisen ja yhteiskunnallisesti asetetun tavoitteen välillä, joka määräytyy suurelta osin siedettyihin ilmastomuutoksen vaikutuksiin liittyvien mieltymysten mukaan ja joka heijastaa resurssien rajoituksia ja kilpailevia prioriteetteja.

Sopeutumisrajat

Kohta, jossa toimijan tavoitteita (tai järjestelmän tarpeita) ei voida turvata sietämättömiltä riskeiltä mukautuvilla toimilla.

- Kova sopeutumisraja - Sopeutumistoimet eivät ole mahdollisia sietämättömien riskien välttämiseksi.

- Pehmeä sopeutumisraja - Vaihtoehtoja voi olla, mutta tällä hetkellä niitä ei ole käytettävissä, jotta voitaisiin välttää sietämättömät riskit sopeutumistoimien avulla.

Muuttumiseen sopeutuminen

Sopeutuminen, joka muuttaa yhteiskunnallis-ekologisen järjestelmän perusominaisuuksia ilmastomuutoksen ja sen vaikutusten ennakkoinnissa.

Aerosoli

Ilmassa olevien kiinteiden tai nestemäisten hiukkasten suspensio, jonka tyyppillinen hiukkaskoko on muutamasta nanometristä useisiin kymmeniin mikrometreihin ja ilmakehässä jopa useita päiviä troposfäärissä ja jopa vuosia stratosfäärissä. Termiä aerosoli, joka sisältää sekä hiukkaset että suspensiokaasun, käytetään tässä kertomuksessa usein monikossa tarkoittamaan "aerosolihiukkasia". Aerosolit voivat olla joko luonnollista tai ihmisen aiheuttamaa alkuperää troposfäärissä; Stratosfäärin aerosolit ovat pääosin peräisin tulivuorenpurkauksista. Aerosolit voivat aiheuttaa tehokkaan säteilypakotteen suoraan sironnalla ja absorboivalla säteilyllä (aerosolin ja säteilyn välinen vuorovaikutus) ja epäsuorasti toimimalla pilvien tiivistymisytiminä tai jäätä nukletoivina hiukkasina, jotka vaikuttavat pilvien ominaisuuksiin (aerosolin ja pilven välinen vuorovaikutus), sekä laskeumalla lumen tai jään peittämille pinnoille. Ilmakehän aerosolit voivat joko vapautua primäärihiukkasina tai muodostua ilmakehässä kaasumaisista lähtöaineista (toissijainen tuotanto). Aerosolit voivat koostua merisuolasta, orgaanisesta hiilestä, mustasta hiilestä (BC), mineraalilajeista (pääasiassa aavikkopölystä), sulfaatista, nitraatista ja ammoniumista tai niiden seoksista. Ks. myös Hiukkaset (PM), aerosoli-säteily-vuorovaikutus, lyhytikäiset ilmastovoimat (SLCF).

Metsitys

Muuntaminen metsäksi maa, joka historiallisesti ei ole sisältänyt metsiä. Ks. myös Ihmisen toiminnan aiheuttamat poistumat, hiilidioksidin poistaminen (CDR), metsäkato, metsäkadosta ja metsien tilan heikkenemisestä aiheutuvien päästöjen vähentäminen (REDD+), uudelleenmetsittäminen.

[Huomautus: Käsitteestä "metsä" ja siihen liittyvistä termeistä, kuten metsityksestä, uudelleenmetsittämisestä ja metsäkadosta, ks. IPCC:n vuonna 2006 julkaisemat ohjeet kansallisista kasvihuonekaasuinventaarioista ja niiden tarkentamisesta vuonna 2019 sekä ilmastomuutosta koskevan Yhdistyneiden kansakuntien puitesopimuksen tarjoamat tiedot.]

Maatalouden kuivuus

Ks. Kuivuus.

Maatalous, metsätalous ja muu maankäyttö (AFOLU)

Yhdistyneiden kansakuntien ilmastomuutossopimuksen (UNFCCC) mukaisten kansallisten kasvihuonekaasuinventaarioiden yhteydessä AFOLU on kasvihuonekaasuinventaarioiden alojen maatalous ja maankäyttö, maankäytön muutos ja metsätalous (LULUCF) summa; Ks. lisätietoja IPCC:n vuonna 2006 julkaisemista kansallisia kasvihuonekaasuinventaarioita koskevista ohjeista. Koska ihmisen toiminnan aiheuttamien hiilidioksidipäästöjen (CO₂) arvioinnissa on eroja maiden ja maailmanlaajuisen mallinnusyhteisön välillä, tähän kertomukseen sisältyvien maailmanlaajuisen mallien maankäyttöön liittyvät kasvihuonekaasujen nettopäästöt eivät välttämättä ole suoraan vertailukelpoisia kansallisissa kasvihuonekaasuinventaarioissa esitettyjen LULUCF-estimaattien kanssa. Ks. myös Maankäyttö, maankäytön muutos ja metsätalous (LULUCF), maankäytön muutos (LUC).

Peltometsätalous

Yhteinen nimi maankäyttöjärjestelmille ja -teknologioille, joissa puuvartisista monivuotisia kasveja (puita, pensaita, palmuja, bambuja jne.) käytetään tarkoituksellisesti samoissa maanhoidotyksissä kuin viljelykasveja ja/tai eläimiä jonkinlaisessa alueellisessa järjestelyssä tai ajallisessa järjestyksessä. Peltometsätalousjärjestelmissä on sekä ekologista että taloudellista vuorovaikutusta eri osatekijöiden välillä. Peltometsätalous voidaan määritellä myös dynaamiseksi, ekologisesti perustuvaksi luonnonvarojen hallintajärjestelmäksi, joka maatalolla ja maatalousmaisemassa olevien puiden integroinnin avulla monipuolistaa ja ylläpitää tuotantoa, mikä lisää sosiaalisia, taloudellisia ja ympäristöön liittyviä hyötyjä maankäyttäjille kaikilla tasoilla.

Antropogeeninen

Ihmisen toiminnan tuloksena tai tuloksena.

Käyttätymisen muutos

Tässä raportissa käyttätymisen muutoksella tarkoitetaan ihmisen päätösten ja toimien muuttamista tavalla, joka hillitsee ilmastomuutosta ja/tai vähentää ilmastomuutoksen vaikutusten kielteisiä seurauksia.

Biologinen monimuotoisuus

Biodiversiteetti tai biologinen monimuotoisuus tarkoittaa kaikista lähteistä peräisin olevien elävien organismien, mukaan lukien muun muassa maa-, meri- ja muut vesiekosysteemit, ja niiden ekologisten kompleksien, joihin ne kuuluvat, vaihtelevuutta. Tähän sisältyy lajien sisäinen, lajien välinen ja ekosysteemien välinen monimuotoisuus. Ks. myös Ekosysteemi, ekosysteemipalvelut.

Bioenergia

Energia, joka on peräisin mistä tahansa biomassasta tai sen aineenvaihdunnan sivutuotteista. Ks. myös Biopolttoaineet.

Bioenergia hiilidioksidin talteenotolla ja varastoinnilla (BECCS)

Hiilidioksidin talteenotto- ja varastointiteknologia (CCS), jota käytetään bioenergiailaitoksessa. On huomattava, että BECCS-toimitusketjun kokonaispäästöistä riippuen

hiilidioksidi (CO₂) voidaan poistaa ilmakehästä. Ks. myös Ihmisen toiminnan aiheuttamat poistumat, hiilidioksidin talteenotto ja varastointi (CCS), hiilidioksidin poisto (CDR).

Sininen hiili

Biologisesti ohjatut hiilivirrat ja varastointi merenkulun järjestelmiin, joita voidaan hallita. Rannikon sininen hiili keskittyy rannikkovyöhykkeen juurtuneeseen kasvillisuuteen, kuten vuorovesisuoihin, mangrovekasveihin ja meriheinäkasveihin. Näillä ekosysteemeillä on korkea hiilen hautautumisaste pinta-alayksikköä kohti, ja ne keräävät hiiltä maaperäänsä ja sedimentteihinsä. Ne tarjoavat monia ei-ilmastollisia hyötyjä ja voivat edistää ekosysteemipohjaista sopeutumista. Rannikon sinisen hiilen ekosysteemit vapauttavat todennäköisesti suurimman osan hiilestään takaisin ilmakehään, jos ne heikkenevät tai häviävät. Käynnissä on keskustelu direktiivin soveltamisesta.

sinisen hiilen käsite muihin rannikko- ja muihin prosesseihin ja ekosysteemeihin, mukaan lukien avoin valtameri. Ks. myös Ekosysteemipalvelut, Sequestration.

Sininen infrastruktuuri

Ks. Infrastruktuuri.

Hiilibudjetti

Kirjallisuudessa viitataan kahteen käsitteeseen:

1) hiilen kiertoon liittyvien lähteiden ja nielujen arviointi maailmanlaajuisella tasolla keräämällä näyttöä fossiilisten polttoaineiden ja sementin päästöistä, päästöistä ja poistumista, jotka liittyvät maankäyttöön ja maankäytön muutoksiin, valtamerten ja luonnon maanlähteisiin ja hiilidioksidinieluihin (CO₂), sekä niistä johtuvasta muutoksesta ilmakehän hiilidioksidipitoisuudessa. Tätä kutsutaan maailmanlaajuiseksi hiilibudjetiksi. 2) kumulatiivisten ihmisen toiminnan aiheuttamien maailmanlaajuisen nettohiilidioksidipäästöjen enimmäismäärä, joka johtaisi ilmaston lämpenemisen rajoittamiseen tietyllä tasolle tietyllä todennäköisyydellä, ottaen huomioon muiden ihmisen toiminnan aiheuttamien ilmastotekijöiden vaikutus. Tätä kutsutaan kokonaishiilibudjetiksi, kun se ilmaistaan esiteollisesta ajasta alkaen, ja jäljelle jääväksi hiilibudjetiksi, kun se ilmaistaan äskettäisestä määrätyistä päivämäärästä alkaen.

[Huomautus 1: Ihmisen toiminnan aiheuttamat nettohiilidioksidipäästöt ovat ihmisen toiminnan aiheuttamia hiilidioksidipäästöjä, joista on vähennetty ihmisen toiminnan aiheuttamat hiilidioksidipäästöt. Ks. myös Hiilidioksidin poisto (CDR).

Huomautus 2: Ihmisen toiminnan aiheuttamien maailmanlaajuisen kumulatiivisten nettohiilidioksidipäästöjen enimmäismäärä saavutetaan, kun ihmisen toiminnan aiheuttamat vuotuiset nettohiilidioksidipäästöt saavuttavat nollan.

Huomautus 3: Se, missä määrin muut ihmisen toiminnan aiheuttamat ilmastopakotteet kuin hiilidioksidi vaikuttavat kokonaishiilibudjettiin ja jäljellä olevaan hiilibudjettiin, riippuu ihmisen valinnoista siitä, missä määrin näitä pakotteita lievennetään ja miten ne vaikuttavat ilmastoon.

Huomautus 4: Kokonaishiilibudjetin ja jäljellä olevan hiilibudjetin käsitteitä sovelletaan myös joissakin tieteellisen kirjallisuuden osissa ja joissakin yksiköissä alueellisella, kansallisella tai alueellisella tasolla. Maailmanlaajuisten talousarvioiden jakautuminen yksittäisten eri yksiköiden ja päästöjen aiheuttajien kesken riippuu suuresti tasapuolisuuskäytännöistä ja muista arvoarvostelmista.]

Hiilidioksidin talteenotto ja varastointi (CCS)

Prosessi, jossa teollisista ja energiaan liittyvistä lähteistä peräisin oleva suhteellisen puhdas hiilidioksidivirta erotetaan (talteenotetaan), ilmastoidaan, puristetaan ja kuljetetaan varastointipaikkaan pitkäaikaista ilmakehästä eristämistä varten. Tätä kutsutaan hiilidioksidin talteenotoksi ja varastoinniksi. Ks. myös Ihmisen toiminnan aiheuttamat poistumat, hiilidioksidin talteenottoon ja varastointiin liittyvä bioenergia (BECCS), hiilidioksidin talteenotto ja hyödyntäminen (CCU), hiilidioksidin poisto (CDR), sitominen.

Hiilidioksidin poisto (CDR)

Ihmisen toiminnan aiheuttamat toimet, jotka poistavat hiilidioksidia (CO₂) ilmakehästä ja varastoivat sitä kestävästi geologisiin, maanpäällisiin tai valtamerialtaisiin tai tuotteisiin. Siihen sisältyy olemassa oleva ja mahdollinen ihmisen toiminnan aiheuttama biologisten tai geokemiallisten hiilidioksidinlajien lisääntyminen ja hiilidioksidin talteenotto ja varastointi suoraan ilmasta (DACCS), mutta siihen ei sisälly luonnollinen hiilidioksidin talteenotto, joka ei johdu suoraan ihmisen toiminnasta. Ks. myös Metsitys, ihmisen toiminnan aiheuttamat poistumat, biohiili, bioenergia hiilidioksidin talteenotolla ja varastoinnilla (BECCS), hiilidioksidin talteenotto ja varastointi (CCS), parempi säänkestävyys, valtamerten alkalinisatio / valtamerten alkaliniteetin lisääminen, uudelleenmetsitys, maaperän hiilensidonta (SCS).

Kaskadivaikutukset

Äärimmäisten sää- ja ilmastoilmiöiden kerrannaisvaikutuksia syntyy, kun äärimmäinen vaara aiheuttaa luonnollisissa ja ihmisen järjestelmissä sekundaarisia tapahtumia, jotka aiheuttavat fyysisiä, luonnollisia, sosiaalisia tai taloudellisia häiriöitä, jolloin tuloksena oleva vaikutus on huomattavasti suurempi kuin alkuperäinen vaikutus. Kasautuvat vaikutukset ovat monimutkaisia ja moniulotteisia, ja ne liittyvät enemmän haavoittuvuuden laajuuteen kuin vaaran laajuuteen.

Ilmasto

Kapeassa merkityksessä ilmasto määritellään yleensä keskimääräiseksi sääksi - tai tarkemmin sanottuna tilastolliseksi kuvaukseksi merkityksellisten määrien keskiarvosta ja vaihtelusta - ajanjaksolta, joka vaihtelee kuukausista tuhansiin tai miljooniin vuosiin. Klassinen ajanjakso näiden muuttujien keskiarvottamiseksi on 30 vuotta, kuten Maailman ilmatieteen järjestö (WMO) on määritellyt. Merkitykselliset määrät ovat useimmiten pintamuuttujia, kuten lämpötila, sademäärä ja tuuli. Ilmasto laajemmassa merkityksessä on ilmastojärjestelmän tila, mukaan lukien tilastollinen kuvaus.

Ilmastonmuutos

Ilmaston tilan muutos, joka voidaan tunnistaa (esim. tilastollisten testien avulla) sen ominaisuuksien keskiarvon ja/tai vaihtelun muutoksilla ja joka kestää pitkään, tyypillisesti vuosikymmeniä tai pidempään. Ilmastonmuutos voi johtua luonnollisista sisäisistä prosesseista tai ulkoisista pakotteista, kuten auringon kiertokulun vaihteluista, tulivuorenpurkauksista ja jatkuvista ihmisen aiheuttamista muutoksista ilmakehän koostumuksessa tai maankäytössä. Ks. myös Ilmaston vaihtelu, Havaitseminen ja attributio, Ilmaston lämpeneminen, Luonnollinen (ilmaston) vaihtelu, Valtamerten happamoituminen (OA).

[Huomaa, että ilmastonmuutosta koskevan Yhdistyneiden kansakuntien puitesopimuksen (UNFCCC) 1 artiklassa ilmastonmuutos määritellään seuraavasti: "ilmastonmuutos, joka johtuu suoraan tai välillisesti ihmisen toiminnasta, joka muuttaa maapallon ilmakehän koostumusta ja joka täydentää vastaavina ajanjaksoina havaittua luonnollista ilmaston vaihtelua". UNFCCC:ssä tehdään näin ollen ero ihmisen toiminnasta johtuvan ilmastonmuutoksen, joka muuttaa ilmakehän koostumusta, ja luonnollisista syistä johtuvan ilmaston vaihtelun välillä.]

Ilmaston ääri-ilmiöt (äärimmäiset sää- tai ilmastotapahtumat)

Sää- tai ilmastomuuttujan arvon esiintyminen kynnysarvon yläpuolella (tai alapuolella) lähellä muuttujan havaittujen arvojen vaihteluvälin ylempiä (tai alempia) päitä. Määritelmän mukaan äärimmäisen sään ominaispiirteet voivat vaihdella paikasta toiseen absoluuttisessa merkityksessä. Kun äärimmäisten sääilmiöiden malli jatkuu jonkin aikaa, kuten vuodenaikana, se voidaan luokitella äärimmäiseksi ilmastotapahtumaksi, varsinkin jos se tuottaa keskiarvon tai kokonaismäärän, joka on itsessään äärimmäinen (esim. korkea lämpötila, kuivuus tai rankkasateet kauden aikana). Yksinkertaisuuden vuoksi sekä äärimmäisiä sääilmiöitä että äärimmäisiä ilmastoilmiöitä kutsutaan yhdessä "ilmaston ääri-ilmiöiksi".

Ilmastorahoitus

Ilmastorahoituksesta ei ole sovittu. Termiä "ilmastorahoitus" sovelletaan taloudellisiin resursseihin, joita kaikki julkiset ja yksityiset toimijat maailmanlaajuisesta paikalliseen mittakaavaan käyttävät ilmastonmuutoksen torjuntaan, mukaan lukien kansainväliset rahoitusvirrat kehitysmaihin niiden auttamiseksi ilmastonmuutoksen torjunnassa. Ilmastorahoituksella pyritään vähentämään kasvihuonekaasujen nettopäästöjä ja/tai tehostamaan sopeutumista ja parantamaan kykyä sietää nykyisen ja ennustetun ilmastonmuutoksen vaikutuksia. Rahoitus voi olla peräisin yksityisistä ja julkisista lähteistä, ja sitä kanavoidaan eri välittäjien kautta. Rahoitusta saadaan useista eri välineistä, kuten avustuksista, edullisin ehdoin myönnettyistä ja muista kuin edullisin ehdoin myönnettyistä veloista sekä talousarvion sisäisistä uudelleenkohdentamisista.

Ilmastohallinto

Rakenteet, prosessit ja toimet, joiden avulla yksityiset ja julkiset toimijat pyrkivät hillitsemään ilmastonmuutosta ja sopeutumaan siihen.

Ilmasto-oikeudenmukaisuus

Ks. Oikeusasiat.

Ilmastolukutaito

Ilmastolukutaitoon kuuluu tietoisuus ilmastonmuutoksesta, sen ihmisen aiheuttamista syistä ja seurauksista.

Ilmastokestävä kehitys

Ilmastokestävällä kehityksellä tarkoitetaan prosessia, jossa toteutetaan kasvihuonekaasujen hillitsemis- ja sopeutumistoimenpiteitä kestävä kehityksen tukemiseksi kaikille.

Ilmastoherkkyys

Pintalämpötilan muutos ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden (CO₂) muutoksen tai muun säteilypakotteen seurauksena. Ks. myös Ilmastopalauteparametri.

Ilmaston tasapainoherkkyys (ECS)

Pintalämpötilan tasapainon (vakaan tilan) muutos sen jälkeen, kun ilmakehän hiilidioksidipitoisuus (CO₂) kaksinkertaistui esiteollisista olosuhteista.

Ilmastopalvelut

Ilmastopalveluihin kuuluu ilmastotiedon tuottaminen päätöksenteon tueksi. Palvelu sisältää käyttäjien ja palveluntarjoajien asianmukaisen sitoutumisen, perustuu tieteellisesti uskottavaan tietoon ja asiantuntemukseen, sillä on tehokas saatavuusmekanismi ja se vastaa käyttäjien tarpeisiin.

Ilmastojärjestelmä

Globaali järjestelmä koostuu viidestä keskeisestä osasta: ilmakehä, hydrosfääri, kryosfääri, litosfääri ja biosfääri sekä niiden väliset vuorovaikutukset. Ilmastojärjestelmä muuttuu ajassa oman sisäisen dynamiikkansa vaikutuksesta ja ulkoisten pakotteiden, kuten tulivuorenpurkausten, auringon vaihtelujen, kiertoratapakotteiden ja ihmisen aiheuttamien pakotteiden, kuten ilmakehän muuttuvan koostumuksen ja maankäytön muutoksen, vuoksi.

Ilmastovaikuttaja (CID)

Fyysiset ilmasto-olosuhteet (esim. keinot, tapahtumat, ääri-ilmiöt), jotka vaikuttavat johonkin yhteiskunnan osaan tai ekosysteemeihin. Järjestelmän sietokyvystä riippuen CID:t ja niiden muutokset voivat olla haitallisia, hyödyllisiä, neutraaleja tai niiden yhdistelmiä vuorovaikutteisissa järjestelmän osissa ja alueilla. Ks. myös Vaara, vaikutukset, riskit.

CO₂-ekvivalenttipäästöt (CO₂-ekv.)

Hiilidioksidipäästöjen (CO₂) määrä, jolla olisi vastaava vaikutus tiettyyn ilmastonmuutoksen keskeiseen mittariin tietyllä aikavälillä toisen kasvihuonekaasun tai muiden kasvihuonekaasujen seoksen päästömääränä. Kasvihuonekaasujen yhdistelmän osalta se saadaan laskemalla yhteen kunkin kaasun hiilidioksidiekvivalenttipäästöt. Vastaavat päästöt voidaan laskea eri tavoin ja eri aikaväleillä (ks. kasvihuonekaasupäästöjen mittari). Hiilidioksidiekvivalenttipäästöjä käytetään yleisesti eri kasvihuonekaasupäästöjen vertailuun, mutta niiden ei pitäisi katsoa merkitsevän sitä, että näillä päästöillä on

vastaava vaikutus kaikissa keskeisissä ilmastomuutostoimenpiteissä.

[Huomautus: Pariisin sääntökirjan [päättös 18/CMA.1, liite, 37 kohta] mukaisesti osapuolet ovat sopineet käyttävänsä IPCC:n AR5:n GWP100-arvoja tai IPCC:n myöhemmän arviointiraportin GWP100-arvoja kasvihuonekaasujen kokonaispäästöjen ja -poistumien ilmoittamiseen. Lisäksi osapuolet voivat käyttää muita mittareita ilmoittaakseen täydentäviä tietoja kasvihuonekaasujen kokonaispäästöistä ja -poistumista.]

Yhdistelmä sää-/ilmastotapahtumia

Käsitteitä "yhdistetyt tapahtumat", "yhdistetyt ääri-ilmiöt" ja "yhdistetyt ääri-ilmiöt" käytetään kirjallisuudessa ja tässä kertomuksessa vaihdellen, ja niillä viitataan useiden yhteiskunnallisia ja/tai ympäristöriskejä aiheuttavien tekijöiden ja/tai vaarojen yhdistelmään.

Metsäkato

Metsien muuttaminen muiksi kuin metsiksi. Ks. myös Metsittäminen, uudelleenmetsittäminen, metsäkadosta ja metsien tilan heikkenemisestä aiheutuvien päästöjen vähentäminen (REDD+).

[Huomautus: Käsitteestä "metsä" ja siihen liittyvistä termeistä, kuten metsityksestä, uudelleenmetsittämisestä ja metsäkadosta, ks. IPCC:n vuonna 2006 julkaisemat ohjeet kansallisista kasvihuonekaasuinventaarioista ja niiden tarkentamisesta vuonna 2019 sekä ilmastonmuutosta koskevan Yhdistyneiden kansakuntien puitesopimuksen tarjoamat tiedot.]

Kysyntäpuolen toimenpiteet

Tavaroiden ja/tai palvelujen kysyntään vaikuttavat politiikat ja ohjelmat. Energia-alalla kysynnän hillitsemistoimenpiteillä pyritään vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä käytettyä energiapalveluysikköä kohti.

Teollisuusmaat / kehitysmaat (teollisuusmaat / teollisuusmaat / kehitysmaat)

On olemassa erilaisia lähestymistapoja maiden luokitteluksi niiden kehitystason perusteella ja esimerkiksi teollistuneiden, kehittyneiden tai kehittyvien käsitteiden määrittelemiseksi. Tässä kertomuksessa käytetään useita luokituksia. (1) Yhdistyneiden Kansakuntien (YK) järjestelmässä ei ole vakiintunutta yleissopimusta kehittyneiden ja kehitysmaiden tai -alueiden nimeämisestä. (2) YK:n tilastojaosto määrittelee kehittyneet ja kehittyvät alueet yleisen käytännön perusteella. Lisäksi tietyt maat on nimetty vähiten kehittyneiksi maiksi, sisämaavaltioiksi, pieniksi kehittyviksi saarivaltioiksi ja siirtymätalouksiksi. Monet maat kuuluvat useampaan kuin yhteen näistä luokista. (3) Maailmanpankki käyttää tuloja tärkeimpänä kriteerinä luokittellessaan maita mataliksi, alemman keskitulon, ylemmän keskitulon ja korkean tulotason maiksi. (4) YK:n kehitysohjelmassa (UNDP) yhdistetään elinajanodotetta, koulutustasoa ja tuloja koskevat indikaattorit yhdeksi inhimillisen kehityksen indeksiksi (HDI), jotta maat voidaan luokitella alhaisen, keskitason, korkean tai erittäin korkean inhimillisen kehityksen maiksi.

Kehityspolut

Ks. Polkuja.

Katastrofiriskien hallinta (DRM)

Prosessit, joilla suunnitellaan, pannaan täytäntöön ja arvioidaan strategioita, politiikkoja ja toimenpiteitä, joilla parannetaan nykyisen ja tulevan katastrofiriskin ymmärtämistä, edistetään katastrofiriskin vähentämistä ja siirtoa sekä edistetään katastrofivalmiuden, katastrofien ehkäisyn ja suojelun sekä avustus- ja toipumiskäytäntöjen jatkuvaa parantamista nimenomaisena tarkoituksena lisätä ihmisten turvallisuutta, hyvinvointia, elämänlaatua ja kestävä kehitystä.

Siirtymä (ihmisen)

omasta maastaan tai yhteisöstään tulevien henkilöiden tahaton liikkuminen yksin tai yhdessä erityisesti aseellisen selkkauksen, levottomuuksien tai luonnonkatastrofien tai ihmisen aiheuttamien katastrofien vuoksi.

Kuivuus

Poikkeuksellinen vesipula nykyisissä ekosysteemeissä ja väestössä (alhaisten sateiden, korkeiden lämpötilojen ja/tai tuulen vuoksi). Ks. myös Kasvien haihtumisstressi.

Maatalouden ja ekologinen kuivuus

Vaikutuksen alaisen biomin mukaan: kausi, jonka aikana maaperän kosteusvaje on epätavallinen, mikä johtuu sateen ja liiallisen haihtumisen yhdistelmästä, ja kasvukauden aikana se vaikuttaa kasvintuotantoon tai ekosysteemin toimintaan yleensä.

Varhaisvaroitusjärjestelmät (EWS)

Tekniset ja institutionaaliset valmiudet, joiden avulla voidaan ennustaa, ennustaa ja viestiä oikea-aikaisia ja merkityksellisiä varoitustietoja, jotta vaaran uhkaamat yksilöt, yhteisöt, hallinnoidut ekosysteemit ja organisaatiot voivat valmistautua toimimaan nopeasti ja asianmukaisesti haittojen tai menetysten mahdollisuuden vähentämiseksi. Asia yhteydestä riippuen ennakkovaroitusjärjestelmä voi perustua tieteelliseen ja/tai alkuperäiskansojen tietämykseen ja muihin tietotyyppeihin. Varhaisvaroitusjärjestelmää harkitaan myös ekologisissa sovelluksissa, kuten suojelussa, jossa organisaatiota itseään ei uhkaa vaara, mutta suojeltava ekosysteemi on (esim. korallinvalkaisuhälytykset), maataloudessa (esim. varoitukset rankkasateista, kuivuudesta, maan pakkasesta ja raekuuroista) ja kalastuksessa (esim. varoitukset myrskystä, myrskyn noususta ja tsunamista).

Ekologinen kuivuus

Ks. Kuivuus.

Ekosysteemi

Ekosysteemi on toiminnallinen yksikkö, joka koostuu elävistä organismeista, niiden elottomasta ympäristöstä ja niiden sisäisistä ja keskinäisistä vuorovaikutuksista. Tiettyyn ekosysteemiin sisältyvät osatekijät ja sen alueelliset rajat riippuvat tarkoituksesta, jota varten ekosysteemi on määritelty: joissakin tapauksissa ne ovat suhteellisen teräviä, kun taas toisissa ne ovat hajallaan. Ekosysteemin rajat voivat muuttua ajan myötä. Ekosysteemit ovat sisäkkäisiä muihin ekosysteemeihin ja

niiden mittakaava voi vaihdella hyvin pienestä koko biosfääriin. Nykyisellä aikakaudella useimmat ekosysteemit joko sisältävät ihmisiä keskeisinä organismeina tai vaikuttavat ihmisen toiminnan vaikutuksiin ympäristössään. Ks. myös Ekosysteemiterveys, ekosysteempipalvelut.

Ekosysteempohjainen sopeutuminen (EbA)

Ekosysteemien hallintatoimien käyttö ihmisten ja ekosysteemien häiriönsietokyvyn parantamiseksi ja niiden haavoittuvuuden vähentämiseksi ilmastomuutokselle. Ks. myös Sopeutuminen, luontopohjainen ratkaisu (NbS).

Ekosysteempipalvelut

Ekologiset prosessit tai toiminnot, joilla on rahallista tai ei-rahallista arvoa yksilöille tai koko yhteiskunnalle. Ne luokitellaan usein 1) tukipalveluiksi, kuten tuottavuuden tai biologisen monimuotoisuuden ylläpitämiseksi, 2) tarjontapalveluiksi, kuten elintarvikkeiksi tai kuiduiksi, 3) sääntelypalveluiksi, kuten ilmaston säätely tai hiilen sitominen, ja 4) kulttuuripalveluiksi, kuten matkailu tai henkinen ja esteettinen arvostus. Ks. myös Ekosysteemi, ekosysteemien terveys, luonnon vaikutus ihmisiin (NCP).

Päästöskenaario

Ks. Skenaario.

Päästöreitit

Ks. Polkuja.

Mahdollistavat edellytykset (sopeutumis- ja lieventämisvaihtoehdot)

Edellytykset, jotka parantavat sopeutumis- ja lieventämisvaihtoehtojen toteutettavuutta. Mahdollistavia edellytyksiä ovat rahoitus, teknologinen innovointi, poliittisten välineiden vahvistaminen, institutionaaliset valmiudet, monitasoinen hallinto sekä muutokset ihmisten käyttäytymisessä ja elämäntavoissa.

Tasa-arvo

Periaate, jonka mukaan kaikki ihmiset ovat yhdenvertaisia, mukaan lukien yhtäläiset mahdollisuudet, oikeudet ja velvollisuudet alkuperästä riippumatta. Ks. myös Oikeudenmukaisuus, oikeudenmukaisuus.

Eriarvoisuus

Sukupuoleen, luokkaan, etniseen alkuperään, ikään ja (vammaisuuuteen) perustuvat epätasa-arvoiset mahdollisuudet ja yhteiskunnalliset asemat sekä syrjintäprosessit ryhmässä tai yhteiskunnassa, jotka usein johtuvat epätasaisesta kehityksestä. Tuloeroilla tarkoitetaan suurituloisimpien ja pienituloisimpien välisiä eroja maan sisällä ja maiden välillä.

Ilmaston tasapainoherkkyys (ECS)

Ks. Ilmastoherkkyys.

Oma pääoma

Oikeudenmukaisuuden ja puolueettomuuden periaate ja perusta sen ymmärtämiselle, miten ilmastomuutoksen vaikutukset ja siihen reagoiminen, kustannukset ja hyödyt

mukaan luettuina, jakautuvat yhteiskunnassa ja yhteiskunnassa enemmän tai vähemmän tasavertaisesti. Ne ovat usein yhdenmukaisia tasa-arvoa, oikeudenmukaisuutta ja oikeudenmukaisuutta koskevien ajatusten kanssa, ja niitä sovelletaan tasapuolisesti ilmastovaikutuksia ja -politiikkoja koskevaan vastuuseen ja niiden jakautumiseen yhteiskunnassa, sukupolvissa ja sukupuolella sekä siinä mielessä, kuka osallistuu päätöksentekoprosesseihin ja valvoo niitä.

Altistuminen

ihmisten läsnäolo; elinkeinot; lajit tai ekosysteemit; ympäristötoiminnot, -palvelut ja -resurssit; infrastruktuuri; tai taloudellista, sosiaalista tai kulttuurista omaisuutta paikoissa ja ympäristöissä, joihin voi kohdistua haitallisia vaikutuksia. Ks. myös Vaara, altistuminen, haavoittuvuus, vaikutukset, riski.

Toteutettavuus

Tässä kertomuksessa toteutettavuudella tarkoitetaan mahdollisuutta toteuttaa hillitsemis- tai sopeutumisvaihtoehto. Toteutettavuuteen vaikuttavat tekijät ovat kontekstisidonnaisia, ajallisesti dynaamisia ja voivat vaihdella eri ryhmien ja toimijoiden välillä. Toteutettavuus riippuu geofysikaalisista, ympäristö-ekologisista, teknologisista, taloudellisista, sosiokulttuurisista ja institutionaalisista tekijöistä, jotka mahdollistavat vaihtoehdon toteuttamisen tai rajoittavat sitä. Vaihtoehtojen toteutettavuus voi muuttua, kun eri vaihtoehtoja yhdistetään, ja kasvaa, kun mahdollistavia edellytyksiä vahvistetaan. Ks. myös Mahdollistavat edellytykset (sopeutumis- ja lieventämisvaihtoehtojen osalta).

Palosää

Sääolosuhteet, jotka edistävät maastopalojen syttymistä ja ylläpitämistä, perustuvat yleensä indikaattoreihin ja indikaattoriyhdistelmiin, kuten lämpötilaan, maaperän kosteuteen, kosteuteen ja tuuleen. Palosää ei sisällä polttoainekuormaa tai sen puuttumista.

Ruokahävikki ja -jäte

Ruoan määrän tai laadun heikkeneminen. Elintarvikejäte on osa ruokahävikkiä, ja sillä tarkoitetaan sellaisten elintarvikkeiden hävittämistä tai vaihtoehtoista (muiden kuin elintarvikkeiden) käyttöä, jotka ovat turvallisia ja ravitsevia ihmisravinnoksi koko elintarvikeketjussa alkutuotannosta loppukuluttajien tasolle. Ruokahävikki tunnistetaan erottuvaksi osaksi ruokahävikkiä, koska sitä aiheuttavat tekijät ja ratkaisut ovat erilaisia kuin ruokahävikin.

Elintarviketurva

Tilanne, jossa kaikilla ihmisillä on kaikkina aikoina fyysinen, sosiaalinen ja taloudellinen pääsy riittävään, turvalliseen ja ravitsevaan ruokaan, joka vastaa heidän ruokavaliotarpeitaan ja mieltymyksiään aktiivisen ja terveellisen elämän varmistamiseksi. Elintarviketurvan neljä pilaria ovat saatavuus, saatavuus, hyödyntäminen ja vakaus. Ravitsemuksellinen ulottuvuus on olennainen osa elintarviketurvan käsitettä.

Ilmaston lämpeneminen

Ilmaston lämpenemisellä tarkoitetaan maapallon pintalämpötilan nousua suhteessa viiteajanjaksoon, ja se lasketaan keskiarvona ajanjaksolta, joka riittää poistamaan vuosittaiset vaihtelut (esim. 20 tai 30 vuotta). Perustason yleinen valinta on 1850–1900 (aikaisin luotettavien havaintojen ajanjakso, jolla on riittävä maantieteellinen kattavuus), ja nykyaikaisempia perustasoja käytetään sovelluksesta riippuen. Ks. myös Ilmastomuutos, Ilmaston vaihtelu, Luonnollinen (ilmaston) vaihtelu.

Ilmaston lämpenemispotentiali (GWP)

Indeksi, joka mittaa säteilypakotetta tietyn aineen yksikkömassapäästön jälkeen, joka on kertynyt valitun aikahorisontin aikana suhteessa vertailuaineen hiilidioksidiin (CO₂). GWP edustaa näin ollen näiden aineiden ilmakehään jäämisen eri ajankohtien ja niiden säteilypakotteita aiheuttavan tehokkuuden yhteisvaikutusta. Ks. myös Elinikä, kasvihuonekaasupäästöjen mittari.

Vihreä infrastruktuuri

Ks. Infrastruktuuri.

Kasvihuonekaasut

Ilmakehän kaasumaiset ainesosat, sekä luonnolliset että ihmisen toiminnasta johtuvat, jotka absorboivat ja lähettävät säteilyä tietyillä aallonpituuksilla Maan pinnan, itse ilmakehän ja pilvien lähettämän säteilyn spektrissä. Tämä ominaisuus aiheuttaa kasvihuoneilmiön. Vesihöyry (H₂O), hiilidioksidi (CO₂), typpioksiduuli (N₂O), metaani (CH₄) ja otsoni (O₃) ovat maapallon ilmakehän primaarisia kasvihuonekaasuja. Ihmisen aiheuttamia kasvihuonekaasuja ovat muun muassa rikkinheksafluoridi (SF₆), fluorihilivedyt (HFC-yhdisteet), kloorifluorihilivedyt (CFC-yhdisteet) ja perfluorihilivedyt (PFC-yhdisteet); Monet näistä ovat myös O₃-köyhdyttäviä (ja niitä säännellään Montrealin pöytäkirjalla). Ks. myös Hyvin sekoitettu kasvihuonekaasu.

Harmaa infrastruktuuri

Ks. Infrastruktuuri.

Vaara

Sellaisen luonnollisen tai ihmisen aiheuttaman fyysisen tapahtuman tai suuntauksen mahdollinen esiintyminen, joka voi aiheuttaa ihmishenkien menetyksiä, vammoja tai muita terveysvaikutuksia sekä vahinkoja ja menetyksiä omaisuudelle, infrastruktuurille, elinkeinoille, palvelujen tarjoamiselle, ekosysteemeille ja ympäristöresursseille. Ks. myös Altistuminen, haavoittuvuus, vaikutukset, riski.

Vaikutukset

Toteutuneiden riskien vaikutukset luonnon ja ihmisen järjestelmiin, kun riskit johtuvat ilmastoon liittyvien vaarojen (mukaan lukien äärimmäiset sää- ja ilmasto-olosuhteet), altistumisen ja haavoittuvuuden vuorovaikutuksesta. Vaikutuksilla tarkoitetaan yleensä vaikutuksia elämään, toimeentuloon, terveyteen ja hyvinvointiin, ekosysteemeihin ja lajeihin, taloudellisiin, sosiaalisiin ja kulttuurisiin resursseihin, palveluihin (mukaan lukien ekosysteemipalvelut) ja infrastruktuuriin. Vaikutuksia voidaan kutsua seurauksiksi tai tuloksiksi, ja ne voivat olla

haitallisia tai hyödyllisiä. Ks. myös Sopeutuminen, vaara, altistuminen, haavoittuvuus, riski.

Eriarvoisuus

Ks. Tasa-arvo.

Alkuperäiskansojen tietämys (IK)

Yhteiskuntien kehittämät ymmärrykset, taidot ja filosofiat, joilla on pitkät tarinat vuorovaikutuksesta luonnollisen ympäristönsä kanssa. Monille alkuperäiskansoille IK tiedottaa päätöksenteosta elämän perusnäkökohdista päivittäisestä toiminnasta pidemmän aikavälin toimiin. Tämä tieto on olennainen osa kulttuurikomplekseja, jotka kattavat myös kielen, luokittelujärjestelmät, resurssien käyttökäytännöt, sosiaalisen vuorovaikutuksen, arvot, rituaalin ja hengellisyden. Nämä erottuvat tietämisen tavat ovat tärkeä osa maailman kulttuurista monimuotoisuutta. Ks. myös Paikallistuntemus (LK).

Alkuperäiskansat

Alkuperäiskansoja ja -kansoja ovat ne, joilla on historiallinen jatkuvuus alueillaan kehittyneiden hyökkäystä edeltävien ja siirtomaita edeltävien yhteiskuntien kanssa ja jotka pitävät itseään erillään kyseisillä alueilla tai niiden osissa nykyisin vallitsevien yhteiskuntien muista sektoreista. He muodostavat tällä hetkellä pääasiassa ei-hallitsevia yhteiskunnan sektoreita ja ovat usein päättäneet säilyttää, kehittää ja välittää tuleville sukupolville esi-nsä alueita ja etnistä identiteettiään perustana heidän jatkuvalla olemassaololleen kansoina omien kulttuurimallinsa, sosiaalisten instituutioidensa ja common law -järjestelmänsä mukaisesti.

Epävirallinen sovintoratkaisu

Ilmaisu, joka annetaan asutusalueille tai asuinalueille, jotka ainakin yhden kriteerin perusteella jäävät virallisten sääntöjen ja määräysten ulkopuolelle. Useimmissa epävirallisissa asutuskeskuksissa on huonot asuinolot (joissa käytetään laajasti tilapäisiä materiaaleja), ja niitä kehitetään laittomasti asutetulla maalla, jossa on paljon tilanahautta. Useimmissa tällaisissa asutuskeskuksissa puhtaan veden, sanitaation, viemäroinnin, päällystettyjen teiden ja peruspalvelujen tarjonta on riittämätöntä tai puutteellista. Termiä "slum" käytetään usein epävirallisista siirtokunnista, vaikka se on harhaanjohtava, koska monet epäviralliset siirtokunnat kehittyvät laadukkaiksi asuinalueiksi, erityisesti jos hallitukset tukevat tällaista kehitystä.

Infrastruktuuri

Suunniteltu ja rakennettu joukko fyysisiä järjestelmiä ja vastaavia institutionaalisia järjestelyjä, jotka välittävät ihmisten, heidän yhteisöjensä ja laajemman ympäristön välillä tarjotakseen palveluja, jotka tukevat talouskasvua, terveyttä, elämänlaatua ja turvallisuutta.

Sininen infrastruktuuri

Siniseen infrastruktuuriin kuuluvat vesimuodostumat, vesistöt, lammet, järvet ja sadevesiviemärit, jotka tarjoavat ekologisia ja hydrologisia toimintoja, kuten haihdutus, poisto, viemärointi, suotautuminen ja valumien ja päästön väliaikainen varastointi.

Vihreä infrastruktuuri

Strategisesti suunniteltu yhteenliitetty joukko luonnonmukaisia ja rakennettuja ekologisia järjestelmiä, viheralueita ja muita maisemapiirteitä, jotka voivat tarjota toimintoja ja palveluja, kuten ilman ja veden puhdistusta, lämpötilan hallintaa, tulvaveden hallintaa ja rannikkopuolustusta, joista on usein sivuhyötyjä ihmisille ja biologiselle monimuotoisuudelle. Vihreään infrastruktuuriin kuuluvat istutettu ja jäljellä oleva kotoperäinen kasvillisuus, maaperä, kosteikot, puistot ja viheralueet sekä rakennus- ja katutasen suunnittelutoimet, joihin sisältyy kasvillisuutta.

Harmaa infrastruktuuri

Suunnitellut putkistojen, johtojen, ratojen ja teiden fyysiset komponentit ja verkot, jotka tukevat energian, liikenteen, viestinnän (myös digitaalisen), rakennetun muodon, veden ja sanitaation sekä kiinteän jätteen hallintajärjestelmiä.

Peruuttamattomuus

Dynaamisen järjestelmän häiriintynyt tila määritellään peruuttamattomaksi tietyllä aika-asteikolla, jos palautuminen tästä tilasta luonnollisten prosessien vuoksi kestää huomattavasti pidempään kuin kiinnostuksen aika-asteikko. Ks. myös Kippipiste.

Oikeudenmukainen siirtymä

Ks. Siirtymävaihe.

Oikeusasiat

Oikeudessa on kyse sen varmistamisesta, että ihmiset saavat sen, mikä heille kuuluu, ja siinä esitetään moraaliset tai oikeudelliset periaatteet oikeudenmukaisuudesta ja tasapuolisuudesta ihmisten kohtelussa, joka perustuu usein yhteiskunnan etiikkaan ja arvoihin.

Ilmasto-oikeudenmukaisuus

Oikeus, joka yhdistää kehityksen ja ihmisoikeudet, jotta saadaan aikaan ihmiskeskeinen lähestymistapa ilmastonmuutoksen torjumiseen, kaikkein heikoimmassa asemassa olevien ihmisten oikeuksien turvaamiseen sekä ilmastonmuutoksen ja sen vaikutusten taakan ja hyötyjen tasapuoliseen ja oikeudenmukaiseen jakamiseen.

Sosiaalinen oikeudenmukaisuus

Oikeudenmukaiset tai oikeudenmukaiset suhteet yhteiskunnassa, jotka pyrkivät käsittelemään vaurauden jakautumista, resurssien saatavuutta, mahdollisuuksia ja tukea oikeudenmukaisuuden ja oikeudenmukaisuuden periaatteiden mukaisesti.

Keskeinen riski

Ks. Riski.

Maankäyttö, maankäytön muutos ja metsätalous (LULUCF)

Ilmastonmuutosta koskevan Yhdistyneiden kansakuntien puitesopimuksen mukaisten kansallisten kasvihuonekaasuinventaarioiden yhteydessä LULUCF on kasvihuonekaasuinventaarion ala, joka kattaa ihmisen

toiminnasta aiheutuvat kasvihuonekaasujen päästöt ja poistumat hoidetuilla mailla, lukuun ottamatta maatalouden muita kuin hiilidioksidipäästöjä. IPCC:n vuonna 2006 antamien kansallisia kasvihuonekaasuinventaarioita ja niiden vuoden 2019 tarkennusta koskevien ohjeiden mukaisesti ”ihmisen toiminnan aiheuttamilla” maankäyttöön liittyvillä kasvihuonekaasuvirroilla tarkoitetaan kaikkia niitä, jotka esiintyvät ”hoidetulla maalla” eli ”jossa ihmisen toimia ja käytäntöjä on sovellettu tuotantoon liittyvien, ekologisten tai sosiaalisten toimintojen suorittamiseen”. Koska hoidettuun maahan voi sisältyä hiilidioksidin (CO₂) poistumia, joita ei pidetä ”ihmisen toiminnan aiheuttamina” joissakin tässä raportissa arvioiduissa tieteellisissä julkaisuissa (esim. hiilidioksidin lannoitukseen ja typpilaskeumiin liittyvät poistumat), tähän kertomukseen sisältyvien maailmanlaajuisen mallien maankäyttöön liittyvät kasvihuonekaasujen nettopäästöarviot eivät välttämättä ole suoraan verrattavissa kansallisissa kasvihuonekaasuinventaarioissa (IPCC 2006, 2019) esitettyihin LULUCF-arvioihin.

Vähiten kehittyneet maat

Luettelo maista, jotka Yhdistyneiden kansakuntien talous- ja sosiaalineuvosto (ECOSOC) on nimennyt kolmen kriteerin mukaisiksi: 1) alhaisen tulotason kriteeri, joka alittaa tietyt kynnysarvon, joka on 750–900 Yhdysvaltain dollaria henkeä kohti lasketusta bruttokansantulosta, 2) inhimillisten voimavarojen heikkous, joka perustuu terveyttä, koulutusta ja aikuisten lukutaitoa koskeviin indikaattoreihin, ja 3) taloudellisen haavoittuvuuden heikkous, joka perustuu maataloustuotannon epävakautta, tavaroiden ja palvelujen viennin epävakautta, ei-perinteisen toiminnan taloudellista merkitystä, tavaroiden viennin keskittymistä ja taloudellisen pienuuden haittaa koskeviin indikaattoreihin. Tähän ryhmään kuuluvat maat voivat osallistua useisiin ohjelmiin, joissa keskitytään apua eniten tarvitsevien maiden auttamiseen. Näihin etuihin kuuluvat tietyt ilmastomuutosta koskevan Yhdistyneiden kansakuntien puitesopimuksen (UNFCCC) artiklojen mukaiset etuudet.

toimeentulo

Ihmisten elämiseen käytetyt resurssit ja toteutetut toimet. Elinkeinot määräytyvät yleensä niiden oikeuksien ja varojen mukaan, joihin ihmisillä on pääsy. Tällainen omaisuus voidaan luokitella inhimilliseksi, sosiaalseksi, luonnolliseksi, fyysiseksi tai taloudelliseksi.

Paikallistuntemus (LK)

Yksilöiden ja väestöjen kehittämät ymmärrykset ja taidot, jotka ovat ominaisia heidän asuinpaikoilleen. Paikallinen tietämys ohjaa päätöksentekoa elämän perusnäkökohdista päivittäisestä toiminnasta pidemmän aikavälin toimiin. Tämä tieto on keskeinen osa sosiaalisia ja kulttuurisia järjestelmiä, jotka vaikuttavat ilmastomuutoksen havainnointiin ja reagointiin. Se vaikuttaa myös hallintoa koskeviin päätöksiin. Ks. myös Alkuperäiskansojen tieto (IK).

Lukitus

Tilanne, jossa järjestelmän tuleva kehitys, mukaan lukien infrastruktuuri, teknologiat, investoinnit, instituutiot ja käyttäytymisnormit, määräytyy tai rajoittuu (”lukkiutuu”)

historiallisen kehityksen perusteella. Ks. myös Polkuriippuvuus.

Menetykset ja vahingot sekä menetykset ja vahingot

Tutkimuksessa on viitattu menetyksiin ja vahinkoihin (pääomitetut kirjeet) ilmastomuutosta koskevan Yhdistyneiden kansakuntien puitesopimuksen (UNFCCC) mukaisessa poliittisessa keskustelussa sen jälkeen, kun Varsovassa perustettiin vuonna 2013 menetyksiä ja vahinkoja koskeva mekanismi, jonka tarkoituksena on ”käsitellä ilmastomuutoksen vaikutuksiin liittyviä menetyksiä ja vahinkoja, mukaan lukien äärimmäiset tapahtumat ja hitaasti etenevät tapahtumat, kehitysmaissa, jotka ovat erityisen alttiita ilmastomuutoksen haitallisille vaikutuksille”. Pienempien kirjeiden (menetykset ja vahingot) on katsottu viittaavan laajasti (havaittujen) vaikutusten ja (ennustettujen) riskien aiheuttamiin vahinkoihin, ja ne voivat olla taloudellisia tai muita kuin taloudellisia.

Epätodennäköisyys, vaikutuksiltaan suuret tulokset

Tulokset/tapahtumat, joiden esiintymistodennäköisyys on alhainen tai sitä ei tunneta hyvin (kuten syvän epävarmuuden yhteydessä), mutta joiden mahdolliset vaikutukset yhteiskuntaan ja ekosysteemeihin voivat olla suuret. Riskinarvioinnin ja päätöksenteon tueksi tällaisia epätodennäköisiä tuloksia harkitaan, jos niihin liittyy erittäin suuria seurauksia ja ne voivat näin ollen olla olennaisia riskejä, vaikka nämä seuraukset eivät välttämättä edusta todennäköisintä lopputulosta. Ks. myös Vaikutukset.

Maladaptiiviset toimet (maladaptatio)

Toimet, jotka voivat lisätä ilmastoon liittyvien kielteisten tulosten riskiä muun muassa lisäämällä kasvihuonekaasupäästöjä, lisäämällä tai muuttamalla alttiutta ilmastomuutokselle, lisäämällä epätasa-arvoisia tuloksia tai heikentämällä hyvinvointia nyt tai tulevaisuudessa. Useimmiten huono sopeutuminen on tahaton seuraus.

Muuttoliike (ihmisen)

Henkilön tai henkilöryhmän liikkuminen joko kansainvälisen rajan yli tai valtion sisällä. Se on väestöliike, joka kattaa kaikenlaisen ihmisten liikkeen sen pituudesta, koostumuksesta ja syistä riippumatta; siihen sisältyy pakolaisten, kotiseudultaan siirtymään joutuneiden henkilöiden, taloudellisista syistä muuttavien henkilöiden ja muita tarkoituksia, kuten perheenyhdistämistä, varten muuttavien henkilöiden muuttoliike.

Ilmastomuutoksen hillitseminen

Ihmisen toiminta päästöjen vähentämiseksi tai kasvihuonekaasujen nielujen lisäämiseksi.

Lieventämispotentiaali

Niiden kasvihuonekaasujen nettopäästöjen vähennysten määrä, jotka voidaan saavuttaa tietyllä hillitsemisvaihtoehdolla suhteessa määritettyihin päästöjen perustasoihin. Ks. myös Säilytyspotentiaali.

[Huomautus: Kasvihuonekaasujen nettopäästövähennekset ovat vähennettyjen päästöjen ja/tai parannettujen nielujen summa]

Luonnollinen (ilmastollinen) vaihtelu

Luonnollisella vaihtelulla tarkoitetaan ilmaston vaihtelua, joka tapahtuu ilman ihmisen vaikutusta, eli sisäistä vaihtelua yhdistettynä ulkoisiin luonnollisiin tekijöihin, kuten tulivuorenpurkauksiin, auringon aktiivisuuden muutoksiin ja pidemmillä aikaväleillä kiertoratavaikutuksiin ja levytektoniikkaan. Ks. myös Orbitaalista pakottamista.

Hiilidioksidipäästöt, nettonolla

Tila, jossa ihmisen toiminnan aiheuttamat hiilidioksidipäästöt (CO₂) tasapainottuvat ihmisen toiminnan aiheuttamilla hiilidioksidin poistumilla tietyssä ajanjaksona. Ks. myös Hiilineutraalius, maankäyttö, maankäytön muutos ja metsätalous (LULUCF), kasvihuonekaasujen nollanettoipäästöt.

[Huomautus: Hiilineutraalius ja hiilidioksidin nollanettoipäästöt ovat päällekkäisiä käsitteitä. Käsitteitä voidaan soveltaa maailmanlaajuisesti tai sitä alemmalla tasolla (esim. alueellisella, kansallisella ja alueellisella tasolla). Maailmanlaajuisesti termit hiilineutraalius ja nollanettoihiilidioksidipäästöt vastaavat toisiaan. Maailmanlaajuisissa asteikoissa hiilidioksidin nettoipäästöjä sovelletaan yleensä päästöihin ja poistumiin, jotka ovat raportoivan yhteisön välittömässä valvonnassa tai alueellisessa vastuulla, kun taas hiilineutraaliuteen sisältyvät yleensä päästöt ja poistumat, jotka ovat raportoivan yhteisön välittömässä valvonnassa tai alueellisessa vastuulla ja sen ulkopuolella. Kasvihuonekaasuohjelmissa tai -järjestelmissä täsmennetyt tilinpitosäännöt voivat vaikuttaa merkittävästi asiaankuuluvien hiilidioksidipäästöjen ja -poistumien kvantifointiin.]

Kasvihuonekaasujen nollanettoipäästöt

Edellytys, jossa ihmisen toiminnan aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä tasapainotetaan ihmisen toiminnan aiheuttamilla kasvihuonekaasujen poistoilla tietyssä ajanjaksona. Kasvihuonekaasujen nollanettoipäästöjen kvantifointi riippuu eri kaasujen päästöjen ja poistumien vertailuun valitusta kasvihuonekaasupäästöjen mittarista sekä kyseiselle mittarille valitusta aikahorisontista. Ks. myös Kasvihuonekaasuneutraalius, maankäyttö, maankäytön muutos ja metsätalous (LULUCF), nollanettoihiilipäästöt.

[Huomautus 1: Kasvihuonekaasuneutraalius ja kasvihuonekaasujen nollanettoipäästöt ovat päällekkäisiä käsitteitä. Kasvihuonekaasujen nollanettoipäästöjen käsitettä voidaan soveltaa maailmanlaajuisesti tai sitä alemmalla tasolla (esim. alueellisella, kansallisella ja alueellisella tasolla). Maailmanlaajuisesti termit "kasvihuonekaasuneutraalius" ja "kasvihuonekaasujen nollanettoipäästöt" vastaavat toisiaan. Maailmanlaajuisissa asteikoissa kasvihuonekaasujen nettoipäästöjä sovelletaan yleensä päästöihin ja poistumiin, jotka ovat raportoivan yhteisön suorassa valvonnassa tai alueellisessa vastuulla, kun taas kasvihuonekaasuneutraalius kattaa yleensä ihmisen toiminnasta aiheutuvat päästöt ja poistumat raportoivan yhteisön suorassa valvonnassa tai alueellisessa vastuulla ja sen ulkopuolella. Kasvihuonekaasuohjelmissa tai -järjestelmissä täsmennetyt tilinpitosäännöt voivat vaikuttaa

merkittävästi asiaankuuluvien päästöjen ja poistumien kvantifointiin.

Huomautus 2: Pariisin sääntökirjan (päättöksen 18/CMA.1 liite, 37 kohta) mukaisesti osapuolet ovat sopineet käyttävänsä kasvihuonekaasujen kokonaispäästöjen ja -poistumien raportoinnissa IPCC:n AR5-arvoihin perustuvia GWP100-arvoja tai IPCC:n myöhempään arviointiraporttiin perustuvia GWP100-arvoja. Lisäksi osapuolet voivat käyttää muita mittareita ilmoittaakseen täydentäviä tietoja kasvihuonekaasujen kokonaispäästöistä ja -poistumista.]

Uusi kaupunkiagenda

Uusi kaupunkiagenda hyväksyttiin asumista ja kestävästä kaupunkikehitystä käsitelleessä YK:n konferenssissa (Habitat III) Quitossa Ecuadorissa 20. lokakuuta 2016. Yhdistyneiden kansakuntien yleiskokous hyväksyi sen 71. istunnon 68. täysistunnossaan 23. joulukuuta 2016.

Reittien ylittäminen

Ks. Polkuja.

Tiet

Luonnollisten ja/tai inhimillisten järjestelmien ajallinen kehitys kohti tulevaa tilaa. Pathway-käsitteet vaihtelevat määrällisistä ja laadullisista skenaarioista tai narratiiveista potentiaalisista tulevaisuuksista ratkaisukeskeisiin päätöksentekoprosesseihin toivottavien yhteiskunnallisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Pathway-lähestymistavat keskittyvät tyypillisesti biofysiisiin, tekno-taloudellisiin ja/tai sosio-käyttäytymisen kehityspoluihin, ja niissä on mukana erilaisia dynamiikkaa, tavoitteita ja toimijoita eri asteikoilla. Ks. myös Skenaario, juoni.

Kehityspolut

Kehityspolut kehittyvät yhteiskunnan rakenteen kaikilla tasoilla tehtyjen lukemattomien päätösten ja toteutettujen toimien seurauksena sekä instituutioiden sisäisen ja niiden välisen uuden dynamiikan, kulttuuristen normien, teknologisten järjestelmien ja muiden käyttäytymisen muutosta edistävien tekijöiden vuoksi. Ks. myös Siirtyvät kehityspolut (SDP) ja kehityspolut kestäväyyteen (SDPS).

Päästöreitit

Maailmanlaajuisen ihmisen toiminnan aiheuttamien päästöjen mallinnettuja kehityskulkuja 2000-luvulla kutsutaan päästöväyliksi.

Reittien ylittäminen

Polkuja, jotka ylittävät ensin tietyn pitoisuuden, pakottavan tason tai ilmaston lämpenemistason ja palaavat sitten kyseiselle tasolle tai sen alapuolelle uudelleen ennen tietyn ajanjakson päättymistä (esim. ennen vuotta 2100). Joskus ylityksen suuruus ja todennäköisyys ovat myös tyypillisiä. Ylityksen kesto voi vaihdella reitistä toiseen, mutta useimmissa kirjallisuuden ylitysreiteissä, joita kutsutaan AR6: n ylitysreiteiksi, ylitys tapahtuu vähintään yhden vuosikymmenen ajan ja jopa useita vuosikymmeniä. Ks. myös Lämpötila ylittyy.

Yhteiset sosioekonomiset kehityspolut

Edustavia keskittymisväyliä täydentämään on kehitetty yhteisiä sosioekonomisia väyliä. RCP:n päästö- ja pitoisuuspolut on suunniteltu siten, että niiden yhteys tiettyyn sosioekonomiseen kehitykseen on poistettu. Näin ollen päästöjen ja ilmastomuutoksen eri tasoja alueellisten yhteyspisteiden ulottuvuudessa voidaan tarkastella matriisin toisen ulottuvuuden erilaisten sosioekonomisten kehityskulkujen taustaa vasten. Tätä integroivaa SSP-RCP-kehystä käytetään nyt laajalti ilmastovaikutus- ja politiikka-analysikirjallisuudessa (ks. esim. <http://iconics-ssp.org>), jossa RCP-skenaarioissa saatuja ilmastoennusteita analysoidaan erilaisten SSP-skenaarioiden taustaa vasten. Koska useita päästöpäivityksiä oli määrä tehdä, SSP:iden yhteydessä kehitettiin uusia päästöskenaarioita. Näin ollen lyhennettä SSP käytetään nyt kahdesta asiasta: Yhtäältä SSP1, SSP2, ..., SSP5: tä käytetään kuvaamaan viittä sosioekonomista skenaarioperhettä. Toisaalta lyhenteitä SSP1-1.9, SSP1-2.6, ..., SSP5-8.5 käytetään kuvaamaan äskettäin kehitettyjä päästöskenaarioita, jotka ovat tulosta SSP:n täytäntöönpanosta integroidussa arviointimallissa. Nämä SSP-skenaariot eivät sisällä ilmastopoliittisia oletuksia, mutta yhdessä niin kutsuttujen yhteisten poliittisten oletusten (SPA) kanssa vuosisadan loppuun mennessä saavutetaan erilaisia noin 1,9, 2,6, ... tai 8,5 W m⁻² säteilypakotetasoja. tarkoittavat kehityspolkuja, jotka käsittelevät kestävän kehityksen, sopeutumisen ja hillitsemisen sekä muutoksen sosiaalisia, ympäristöön liittyviä ja taloudellisia ulottuvuuksia yleisellä tasolla tai erityisestä metodologisesta näkökulmasta, kuten integroidut arviointimallit ja skenaariosimulaatiot.

Planeetan terveys

Käsite, joka perustuu ymmärrykseen siitä, että ihmisten terveys ja sivilisaatio ovat riippuvaisia ekosysteemien terveydestä ja ekosysteemien viisaasta hoidosta.

Huolenaiheet (RFC)

Luokituskehityksen osatekijät, jotka kehitettiin ensimmäisen kerran IPCC:n kolmannessa arviointiraportissa ja joiden tarkoituksena on helpottaa arvioita siitä, mikä ilmastomuutoksen taso voi olla vaarallinen (UNFCCC:n 2 artiklan mukaisesti; UNFCCC, 1992) aggregoimalla eri alojen riskejä ottaen huomioon vaarat, altistukset, haavoittuvuudet, sopeutumisvalmiudet ja niiden vaikutukset.

Uudelleenmetsittäminen

Sellaisen maan muuttaminen metsäksi, jossa on aiemmin ollut metsiä, mutta joka on muutettu muuhun käyttöön. Ks. myös Metsitys, ihmisen toiminnan aiheuttamat poistumat, hiilidioksidin poisto (CDR), metsäkato, metsäkadosta ja metsien tilan heikkenemisestä aiheutuvien päästöjen vähentäminen (REDD+).

[Huomautus: Käsitteestä "metsä" ja siihen liittyvistä termeistä, kuten metsityksestä, uudelleenmetsittämisestä ja metsäkadosta, ks. IPCC:n vuonna 2006 julkaisemat ohjeet kansallisista kasvihuonekaasuinventaarioista ja

niiden tarkentamisesta vuonna 2019 sekä ilmastomuutosta koskevan Yhdistyneiden kansakuntien puitesopimuksen tarjoamat tiedot.]

Jäännösriski

Ilmastomuutoksen vaikutuksiin liittyvä riski, joka on edelleen olemassa sopeutumis- ja hillitsemistoimien jälkeen. Sopeutumistoimilla voidaan jakaa riskejä ja vaikutuksia uudelleen, mikä lisää riskejä ja vaikutuksia joillakin alueilla tai joissakin väestöryhmissä ja vähentää riskejä ja vaikutuksia toisilla. Ks. myös Menetykset ja vahingot, menetykset ja vahingot.

Selviytymiskyky

Yhteenliitettyjen sosiaalisten, taloudellisten ja ekologisten järjestelmien kyky selviytyä vaarallisesta tapahtumasta, suuntauksesta tai häiriöstä, reagoida tai järjestää uudelleen tavalla, joka säilyttää niiden keskeisen tehtävän, identiteetin ja rakenteen. Selviytymiskyky on positiivinen ominaisuus, kun se ylläpitää sopeutumis-, oppimis- ja/tai muutoskykyä. Ks. myös Vaara, riski, haavoittuvuus.

Ennallistaminen

Ympäristön kannalta ennallistaminen edellyttää ihmisen toimia, joilla autetaan aiemmin huonontuneen, vahingoittuneen tai tuhoutuneen ekosysteemin elpymistä.

Riski

Mahdollisuus vaikuttaa haitallisesti ihmisten tai ekologisiin järjestelmiin ottaen huomioon näihin järjestelmiin liittyvien arvojen ja tavoitteiden moninaisuus. Ilmastomuutoksen yhteydessä riskejä voivat aiheuttaa ilmastomuutoksen mahdolliset vaikutukset sekä ihmisen reaktiot ilmastomuutokseen. Merkityksellisiä haitallisia seurauksia ovat muun muassa vaikutukset elämään, toimeentuloon, terveyteen ja hyvinvointiin, taloudelliseen, sosiaaliseen ja kulttuuriseen omaisuuteen ja investointeihin, infrastruktuuriin, palveluihin (mukaan lukien ekosysteemipalvelut), ekosysteemeihin ja lajeihin.

Ilmastomuutoksen vaikutusten yhteydessä riskit johtuvat ilmastoon liittyvien vaarojen dynaamisesta vuorovaikutuksesta ihmisen tai ekologisen järjestelmän altistumiseen ja alttiuteen vaaroille. Vaarat, altistuminen ja haavoittuvuus voivat kumpikin olla suuruudeltaan ja esiintymistodennäköisyydeltään epävarmoja, ja ne voivat muuttua ajan ja paikan mukaan sosioekonomisten muutosten ja ihmisen päätöksenteon vuoksi.

Ilmastomuutokseen liittyvien toimien yhteydessä riskit johtuvat mahdollisuuksista toteuttaa toimia, joilla ei saavuteta aiottuja tavoitteita, tai mahdollisista kompromisseista muiden yhteiskunnallisten tavoitteiden, kuten kestävän kehityksen tavoitteiden, kanssa tai niiden kielteisistä sivuvaikutuksista. Riskejä voivat aiheuttaa esimerkiksi epävarmuus ilmastopoliittikan täytäntöönpanossa, vaikuttavuudessa tai tuloksissa, ilmastoon liittyvät investoinnit, teknologian kehittäminen tai käyttöönotto sekä järjestelmäsiirtymät. Ks. myös Vaara, altistuminen, haavoittuvuus, vaikutukset, riskinhallinta, sopeutuminen, lieventäminen.

Keskeinen riski

Keskeisillä riskeillä voi olla vakavia haitallisia seurauksia ihmisille ja sosiaalis-ekologisille järjestelmille, koska ilmastoon liittyvät vaarat ovat vuorovaikutuksessa altistuneiden yhteiskuntien ja järjestelmien haavoittuvuuksien kanssa.

Skenaario

Uskottava kuvaus siitä, miten tulevaisuus voi kehittyä, perustuen johdonmukaisiin ja sisäisesti johdonmukaisiin oletuksiin keskeisistä liikkeellepanevista voimista (esim. teknologisen muutoksen nopeus, hinnat) ja suhteista. On huomattava, että skenaariot eivät ole ennusteita eivätkä ennusteita, vaan niitä käytetään kuvaamaan kehityksen ja toimien vaikutuksia. Ks. myös Skenaario, skenaarion juoni.

Päästöskenaario

Uskottava esitys säteilyaktiivisten aineiden (esim. kasvihuonekaasujen tai aerosolien) päästöjen tulevasta kehityksestä, joka perustuu johdonmukaisiin ja sisäisesti johdonmukaisiin oletuksiin liikkeellepanevista voimista (kuten demografisesta ja sosioekonomisesta kehityksestä, teknologian muutoksista, energiasta ja maankäytöstä) ja niiden keskeisistä suhteista. Päästöskenaarioista johdettuja pitoisuusskenaarioita käytetään usein ilmastomallin syöttötietona ilmastoennusteiden laskennassa.

Sendain kehys katastrofiriskien vähentämiseksi

Katastrofiriskien vähentämistä koskevassa Sendain kehityksessä 2015–2030 esitetään seitsemän selkeää tavoitetta ja neljä toiminnan painopistettä uusien katastrofiriskien ehkäisemiseksi ja olemassa olevien katastrofiriskien vähentämiseksi. Vapaaehtoisessa, ei-sitovassa sopimuksessa tunnustetaan, että valtiolla on ensisijainen rooli katastrofiriskien vähentämisessä, mutta vastuu olisi jaettava muiden sidosryhmien, kuten paikallishallinnon, yksityisen sektorin ja muiden sidosryhmien, kanssa, jotta voidaan vähentää merkittävästi katastrofiriskiä ja ihmishenkien, elinkeinojen ja terveyden menetyksiä sekä ihmisten, yritysten, yhteisöjen ja maiden taloudellisia, fyysisiä, sosiaalisia, kulttuurisia ja ympäristöön liittyviä voimavaroja.

Järjestelyt

Keskittyneen ihmisasutuksen paikat. Asutusalueet voivat vaihdella eristyneistä maaseutukylistä kaupunkialueisiin, joilla on merkittävä maailmanlaajuinen vaikutus. Niihin voi sisältyä virallisesti suunniteltu ja epävirallinen tai laitton asuminen ja siihen liittyvä infrastruktuuri. Ks. myös Kaupungit, kaupunki, kaupungistuminen.

Yhteiset sosioekonomiset kehityspolut

Ks. Tiet

Muuttuvat kehityspolut (SDP)

Tässä raportissa muuttuvat kehityspolut kuvaavat siirtymiä, joilla pyritään ohjaamaan olemassa olevia kehitystrendejä. Yhteiskunnat voivat luoda suotuisat olosuhteet vaikuttaakseen tuleviin kehityspolkuihinsa, kun ne pyrkivät saavuttamaan tiettyjä tuloksia. Jotkut tulokset voivat olla yleisiä, kun taas toiset voivat olla kontekstisidonnaisia, kun otetaan huomioon erilaiset

lähtökohdat. Ks. myös Kehityspolut, kehityspolkujen siirtäminen kestäväan kehitykseen.

Pesuallas

Prosessi, toiminta tai mekanismi, joka poistaa kasvihuonekaasun, aerosolin tai kasvihuonekaasun lähtöaineen ilmakehästä. Ks. myös Pool - Hiili ja typpi, Reservoir, Sequestration, Sequestration potential, Source, Uptake.

Pienet kehittyvät saarivaltiot (SIDS)

YK:n OHRLLS:n (vähiten kehittyneiden maiden, sisämaavaltioiden ja pienten kehittyvien saarivaltioiden korkean edustajan toimisto) tunnustamat pienet kehittyvät saarivaltiot ovat erillinen kehitysmaiden ryhmä, jolla on erityisiä sosiaalisia, taloudellisia ja ympäristöön liittyviä haavoittuvuuksia. Ne tunnustettiin erityistapaukseksi sekä ympäristönsä että kehityksensä osalta Rio Earth Summitissa Brasiliassa vuonna 1992. YK:n ihmisoikeusvaltuutettu on tällä hetkellä luokitellut 58 maata ja aluetta pieniksi kehittyviksi saarivaltioiksi, joista 38 on YK:n jäsenvaltioita ja 20 ei-YK:n jäseniä tai alueellisten komiteoiden liitännäisjäseniä.

Sosiaalinen oikeudenmukaisuus

Ks. Oikeusasiat.

Sosiaalinen suojelu

Kehitysavun ja ilmastopolitiikan yhteydessä sosiaalinen suojelu kuvaa yleensä julkisia ja yksityisiä aloitteita, joilla tarjotaan tulon- tai kulutuksensiirtoja köyhille, suojellaan haavoittuvassa asemassa olevia toimeentuloriskeiltä ja parannetaan syrjäytyneiden sosiaalista asemaa ja oikeuksia. Yleisenä tavoitteena on vähentää köyhien, haavoittuvassa asemassa olevien ja syrjäytyneiden ryhmien taloudellista ja sosiaalista haavoittuvuutta. Muissa yhteyksissä sosiaalista suojelua voidaan käyttää synonyyminä sosiaalipolitiikalle, ja sitä voidaan kuvata kaikille julkisille ja yksityisille aloitteille, jotka tarjoavat pääsyn palveluihin, kuten terveydenhuoltoon, koulutukseen tai asumiseen, tai tulon- ja kulutuksensiirtoihin ihmisille. Sosiaalisen suojelun politiikoilla suojellaan köyhiä ja haavoittuvassa asemassa olevia toimeentulon riskeiltä ja parannetaan syrjäytyneiden sosiaalista asemaa ja oikeuksia sekä estetään haavoittuvassa asemassa olevia ihmisiä ajautumasta köyhyyteen.

Auringon säteilyn muuntaminen (SRM)

Viittaa useisiin säteilyn muuntamistoimenpiteisiin, jotka eivät liity kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen ja joilla pyritään rajoittamaan ilmaston lämpenemistä. Useimmissa menetelmissä vähennetään pinnalle tulevan auringon säteilyn määrää, mutta toiset vaikuttavat myös pitkän aallon säteilybudjettiin vähentämällä optista paksuutta ja pilvien käyttöä.

Lähde:

Kaikki prosessit tai toiminnot, joista vapautuu kasvihuonekaasua, aerosolia tai kasvihuonekaasun esiastetta ilmakehään. Ks. myös Pool - hiili ja typpi,

Reservoir, Sequestration, Sequestration potentiaali, Sink, Uptake.

Hukkasaamiset

Varat, jotka ovat alttiita devalvaatioille tai muuntamiselle "veloiksi" niiden alun perin odotettujen tulojen ennakoimattomien muutosten vuoksi, jotka johtuvat innovaatioista ja/tai liiketoimintaympäristön kehityksestä, mukaan lukien muutokset kansallisessa ja kansainvälisessä julkisessa sääntelyssä.

Kestävä kehitys (SD)

Kehitys, joka vastaa nykyhetken tarpeisiin vaarantamatta tulevien sukupolvien kykyä vastata omiin tarpeisiinsa ja tasapainottaa sosiaaliset, taloudelliset ja ympäristöön liittyvät huolenaiheet. Ks. myös Kehityspolut, kestävän kehityksen tavoitteet.

Kestävän kehityksen tavoitteet

17 maailmanlaajuista kehitystavoitetta kaikille maille, jotka Yhdistyneet kansakunnat on vahvistanut osallistavassa prosessissa ja jotka on määritelty kestävän kehityksen Agenda 2030 -toimintaohjelmassa, mukaan lukien köyhyyden ja nälän poistaminen; terveyden ja hyvinvoinnin, koulutuksen, sukupuolten tasa-arvon, puhtaan veden ja energian sekä ihmisarvoisen työn varmistaminen; häiriönsietokykyisen ja kestävän infrastruktuurin, kaupunkien ja kulutuksen rakentaminen ja varmistaminen; eriarvoisuuden vähentäminen; suojellaan maa- ja vesiekosysteemejä; rauhan, oikeudenmukaisuuden ja kumppanuuksien edistäminen; ja ryhtymään kiireellisiin toimiin ilmastomuutoksen torjumiseksi. Ks. myös Kehityspolut, kestävä kehitys (SD).

Kestävä maankäyttö

Maavarojen, kuten maaperän, veden, eläinten ja kasvien, hoito ja käyttö ihmisten muuttuviin tarpeisiin vastaamiseksi samalla kun varmistetaan näiden resurssien pitkän aikavälin tuotantopotentiaali ja niiden ympäristötoimintojen säilyttäminen.

Lämpötilan ylitys

Tietyn ilmaston lämpenemistason ylittyminen, jota seuraa lasku kyseiselle tasolle tai sen alapuolelle tietyn ajanjakson aikana (esim. ennen vuotta 2100). Joskus ylityksen suuruus ja todennäköisyys on myös ominaista. Ylityksen kesto voi vaihdella reitistä toiseen, mutta useimmissa kirjallisuuden ylitysreiteissä, joita kutsutaan AR6: n ylitysreiteiksi, ylitys tapahtuu vähintään yhden ja jopa useita vuosikymmeniä. Ks. myös Ylittäkää väyliä.

Kippipiste

Kriittinen kynnys, jonka ylittyessä järjestelmä organisoituu uudelleen, usein äkillisesti ja/tai peruuttamattomasti. Ks. myös Äkillinen ilmastomuutos, peruuttamattomuus, kippielementti.

Muuntaminen

Luonnollisten ja inhimillisten järjestelmien perusominaisuuksien muutos.

Muuttumiseen sopeutuminen

Ks. Sopeutuminen.

Siirtymävaihe

Siirtyminen tilasta tai tilasta toiseen tietystä ajassa. Siirtymä voi tapahtua yksilöissä, yrityksissä, kaupungeissa, alueilla ja kansakunnissa, ja se voi perustua asteittaiseen tai transformatiiviseen muutokseen.

Oikeudenmukaiset siirtymät

Joukko periaatteita, prosesseja ja käytäntöjä, joilla pyritään varmistamaan, että ihmisiä, työntekijöitä, paikkoja, aloja, maita tai alueita ei jätetä jälkeen siirryttäessä vähähiilisestä taloudesta vähähiiliseen talouteen. Se korostaa, että hallitusten, virastojen ja viranomaisen on toteutettava kohdennettuja ja ennakoivia toimenpiteitä sen varmistamiseksi, että talouden laajuisten siirtymien kielteiset sosiaaliset, ympäristöön liittyvät tai taloudelliset vaikutukset minimoidaan ja että hyödyt maksimoidaan niille, joihin vaikutukset kohdistuvat suhteettomasti. Oikeudenmukaisen siirtymän keskeisiä periaatteita ovat muun muassa seuraavat: haavoittuvassa asemassa olevien ryhmien kunnioittaminen ja ihmisarvo; energian saatavuuden ja käytön oikeudenmukaisuus, työmarkkinaosapuolten vuoropuhelu ja asiaankuuluvien sidosryhmien demokraattinen kuuleminen; ihmisarvoisten työpaikkojen luominen; sosiaalinen suojeleminen; Oikeudet työssä. Oikeudenmukaisiin siirtymiin voisi sisältyä oikeudenmukaisuus energia-, maankäyttö- ja ilmastosuunnittelu- ja päätöksentekoprosesseissa; vähähiilisiin investointeihin perustuva talouden monipuolistaminen; realistiset koulutus- ja uudelleenkoulutusohjelmat, jotka johtavat ihmisarvoiseen työhön; sukupuolisidonnaiset politiikat, joilla edistetään tasapuolisia tuloksia; kansainvälisen yhteistyön ja koordinoitujen monenvälisten toimien edistäminen; ja köyhyyden poistamista. Oikeudenmukaiset siirtymät voivat myös ilmentää aiempien haittojen ja havaittujen epäoikeudenmukaisuuksien korjaamista.

Urban

Alueiden luokittelu "kaupunkialueiksi" valtion tilastolaitoksissa perustuu yleensä joko väestön kokoon, väestötiheyteen, taloudelliseen perustaan, palvelujen tarjoamiseen tai näiden yhdistelmään. Kaupunkijärjestelmät ovat intensiivisen vuorovaikutuksen ja vaihdon verkostoja ja solmukohtia, mukaan lukien pääoma, kulttuuri ja aineelliset esineet. Kaupunkialueet ovat jatkumoa maaseutualueille, ja niillä on yleensä enemmän monimutkaisuutta, enemmän väestöä ja väestötiheyttä, pääomainvestointien intensiteettiä sekä toissijaisen (jalostus) ja kolmannen sektorin (palvelu) teollisuudenalojen enemmistöä. Näiden piirteiden laajuus ja voimakkuus vaihtelevat huomattavasti kaupunkialueiden sisällä ja niiden välillä. Kaupunkien paikat ja järjestelmät ovat avoimia, ja ne liikkuvat ja vaihtavat paljon maaseutualueiden ja muiden kaupunkialueiden välillä. Kaupunkialueet voivat olla maailmanlaajuisesti yhteydessä toisiinsa, mikä helpottaa niiden välisiä nopeita virtauksia, pääomainvestointeja, ideoita ja kulttuuria, ihmisten muuttoliikettä ja sairauksia. Ks. myös Kaupungit,

Kaupunkialue, Peri-kaupunkialueet, Kaupunkijärjestelmät, Kaupungistuminen.

Kaupungistuminen

Kaupungistuminen on moniulotteinen prosessi, johon sisältyy vähintään kolme samanaikaista muutosta: 1) maankäytön muutos: entisten maaseutuasutusten tai luonnonmaan muuttaminen kaupunkiasutuksiksi; 2) väestörakenteen muutos: väestön alueellisen jakautumisen siirtyminen maaseudulta kaupunkialueille; ja 3) infrastruktuurin muutos: Infrastruktuuripalvelujen, kuten sähkön, sanitaation jne., tarjonnan lisääntyminen. Kaupungistuminen merkitsee usein muutoksia elämäntavoissa, kulttuurissa ja käyttäytymisessä ja muuttaa siten sekä kaupunki- että maaseutualueiden väestörakennetta, taloudellista rakennetta ja sosiaalista rakennetta. Ks. myös Asutus, kaupunki, kaupunkijärjestelmät.

Vektorivälitteinen tauti

Eri vektorien välittämien loisten, virusten ja bakteerien aiheuttamat sairaudet (esim. hyttyset, hiekkakärpäset, triatomiini-bugit, mustakärpäset, punkit, tsetse-kärpäset, punkit, etanat ja täit).

Haavoittuvuus

Taipumus tai alttius vaikuttaa haitallisesti. Haavoittuvuuteen sisältyy erilaisia käsitteitä ja tekijöitä, kuten herkkyyks tai alttius haitoille sekä kyvyttömyys selviytyä ja sopeutua. Ks. myös Vaara, altistuminen, vaikutukset, riski.

Vesiturvallisuus

Väestön kyky turvata riittävä määrä hyväksyttävänlaatuista vettä toimeentulon, ihmisten hyvinvoinnin ja sosioekonomisen kehityksen ylläpitämiseksi, veden aiheuttamalta pilaantumiselta ja veteen liittyviltä katastrofeilta suojelun varmistamiseksi sekä ekosysteemien säilyttämiseksi rauhan ja poliittisen vakauden ilmapiirissä.

Hyvinvointi

Olemassaolotila, joka täyttää erilaiset inhimilliset tarpeet, mukaan lukien aineelliset elinolot ja elämänlaatu, sekä kyky pyrkiä tavoitteisiinsa, menestyä ja olla tyytyväinen elämäänsä. Ekosysteemien hyvinvoinnilla tarkoitetaan ekosysteemien kykyä ylläpitää monimuotoisuuttaan ja laatuaan.

Liite II - Lyhenteet, kemialliset symbolit ja tieteelliset yksiköt

Toimitusryhmä

Andreas Fischlin (Sveitsi), Yonhung Jung (Korean tasavalta), Noémie Leprince-Ringuet (Ranska), Chloé Ludden (Saksa/Ranska), Clotilde Péan (Ranska), José Romero (Sveitsi)

Tähän liitteeseen olisi viitattava seuraavasti: IPCC, 2023: Liite II: Lyhenteet, kemialliset symbolit ja tieteelliset yksiköt [Fischlin, A., Y. Jung, N. Leprince-Ringuet, C. Ludden, C. Péan, J. Romero (toim.)]. Kohdassa: Ilmastomuutos 2023: Yhteenvetoraportti. Työryhmien I, II ja III panos hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin kuudenteen arviointiraporttiin [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (toim.)]. IPCC, Geneve, Sveitsi, s. 131–133, doi:10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.003.

AFOLU	Maatalous, metsätalous ja muu maankäyttö *	GW	Gigawatti
AR5	Viides arviointikertomus	GWL	Ilmaston lämpenemisen taso
AR6	Kuudes arviointikertomus	GWP100	Ilmaston lämpenemispotentiaali 100 vuoden aikajänteellä *
BECCS	Bioenergia hiilidioksidin talteenotolla ja varastoinnilla *	HFC	Fluorihiihivedyt
CCS	Hiilidioksidin talteenotto ja varastointi *	IEA	Kansainvälinen energiajärjestö
CCU	Hiilidioksidin talteenotto ja hyödyntäminen	IEA-STEPS	Kansainvälinen energiajärjestö IEA:n linjaukset Skenaario
CdR	Hiilidioksidin poisto *	IMP	Havainnollistava hillitsemispolku
CH4	Metaani	IMP-LD	Havainnollistava hillitsemispolku – alhainen kysyntä
Cid	Ilmastollinen iskunvaimennin *	IMP-NEG	Havainnollistava hillitsemispolku – NEGative emissions deployment
CMIP5	Kytetty malli Intercomparison Project Phase 5	IMP-SP	Illustrative Mitigation Pathway - Muutoskehityspolku
CMIP6	Kytetty malli Intercomparison Project Phase 6	IMP-REN	Illustrative Mitigation Pathway - Vahva luottamus RENewablesiin
CO2	Hiilidioksidi	IP-ModAct	Havainnollistava reitti Kohtuullinen toiminta
CO2-ekv.	Hiilidioksidiekvivalentti *	IPCC	Hallitustenvälinen ilmastomuutospaneeli
Vakavaraisuusdirektiivi	Ilmastokestävä kehitys *	kWh	Kilowatt-tunti
CO2-FFI	Fossiilisten polttoaineiden poltosta ja teollisista prosesseista peräisin oleva hiilidioksidi	LCOE	Tasoitettujen energiakustannukset
CO2-LULUCF	Maankäytöstä, maankäytön muutoksesta ja metsätaloudesta peräisin oleva hiilidioksidi	Vähiten kehittyneet maat	Vähiten kehittyneet maat *
CSB	Rajatyliittävän osion laatikko	Li-on	litiumioni
DACCS	Suoran ilman hiilidioksidin talteenotto ja varastointi	LK	Paikallinen tietämys *
DRM	Katastrofiriskien hallinta *	LULUCF	Maankäyttö, maankäytön muutos ja metsätalous *
EbA	Ekosysteemipohjainen sopeutuminen *	MAGICC	Kasvihuonekaasujen aiheuttaman ilmastomuutoksen arviointimalli
ECS	Tasapainoilman herkkyys *	MWh	Megawattitunti
ES	Tiivistelmä	N2O	Typpioksidit
EV	Sähköajoneuvo	Kansalliset panokset	Kansallisesti määritelty rahoitusosuus
ennakkovaroitusjärjestelmä	Varhaisvaroitussjärjestelmä *	NF3	Typpitrifluoridi
FaIR	Finite Amplitude Impulse Response yksinkertainen ilmastomalli	O3	Otsoni
FAO	YK:n elintarvike- ja maatalousjärjestö	PFC-yhdisteet	Perfluorihiihivedyt
FFI	Fossiilisten polttoaineiden poltto ja teolliset prosessit	ppb	Miljardiosaa
F-kaasut	Fluoratut kaasut	PPP	Ostovoimapariteetti
BKT	Bruttokansantuote	ppm	miljoonasosaa
kasvihuonekaasujen	Kasvihuonekaasut *	PV	Aurinkosähkö
Gt	Gigatonneja	T&D	Tutkimus ja kehitys
		RCB	Jäljellä oleva hiilibudjetti
		RCP:t	Edustavat pitoisuusreitit (esim. RCP2.6, polku, jonka säteilypakote vuoteen 2100 mennessä on enintään 2,6 Wm-2)
		RFC-	Syyt huoleen *

yhdisteet	
Kestävän kehityksen tavoite	Kestävän kehityksen tavoite *
SDP:t	Muuttuvat kehityspolut *
SF6	Rikkiheksafluoridi
pienet saarivaltiot	Pienet kehittyvät saarivaltiot *
SLCF	Lyhytikäiset ilmastovoimat
SPM	Yhteenveto päättäjille
SR1.5	Erityiskertomus ilmaston lämpenemisestä 1,5 celsiusasteella
SRCCCL	Ilmastomuutosta ja maaperää koskeva erityiskertomus
Yhteinen kriisinratkaisu mekanismi	Auringon säteilyn muutos *
SROCC	Erityiskertomus valtameristä ja kryosfääristä muuttuvassa ilmastossa
SSP	Yhteinen sosioekonominen polku *
SYR	Yhteenvetoraportti
hiilidioksidiekvivalenttitonnia	Hiilidioksidiekvivalenttitonnia
tCO2-FFI	Fossiilisten polttoaineiden poltosta ja teollisista prosesseista peräisin oleva hiilidioksiditonni
TS	Tekninen yhteenveto
UNFCCC	Ilmastomuutosta koskeva YK:n puitesopimus
USD	Yhdysvaltain dollari
työryhmä	Työryhmä
WGI	IPCC:n työryhmä I
Työryhmä II	IPCC:n työryhmä II
Työryhmä III	IPCC:n työryhmä III
WHO	Maailman terveysjärjestö
WIM	UNFCCC:n alainen menetyksiä ja vahinkoja koskeva Varsovan kansainvälinen mekanismi *
Wm-2	wattia neliometriä kohti

* Täydellisen määritelmän osalta ks. myös liite I: sanasto

Lisätermien määritelmät ovat saatavilla IPCC:n verkkosanastossa: <https://apps.ipcc.ch/glossary/> (englanniksi)

liitteitä

Liite III – Osallistujat

Core Writing -tiimin jäsenet

LEE ja Hoesung

IPCC:n puheenjohtaja
Korean yliopisto
Korean tasavalta

Kalvin, Katherine

Kansallinen ilmailu- ja avaruushallinto
USA

DASGUPTA, Dipak

Intian energia- ja luonnonvarainstituutti (TERI)
Intia / Yhdysvallat

KRINNER ja Gerhard

Ranskan kansallinen tieteellisen tutkimuksen keskus
Ranska / Saksa

MUKHERJI ja Aditi

Kansainvälinen vesihuoltoinstituutti
Intia

THORNE, Pietari

Maynooth-yliopisto
Irlanti / Yhdistynyt kuningaskunta (Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti)

Kristoforos TRISOS

Kapkaupungin yliopisto
Etelä-Afrikka

ROMERO ja José

IPCC SYR TSU
Sveitsi

ALDUNCE, Paulina

Chilen yliopisto
Chile

BARRETT, Koh

IPCC:n varapuheenjohtaja
Kansallinen merentutkimus- ja ilmakehähallinto
USA

BLANCO ja Gabriel

National University of the Center of the Province of
Buenos Aires
Argentiina

CHEUNG, William W. L.

Brittiläisen Kolumbian yliopisto
Kanada

CONNORS, Sarah L. (säv.

WGI:n teknisen tuen yksikkö

Ranska / Yhdistynyt kuningaskunta (Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti)

DENTON, Fatima

YK:n Afrikan talouskomissio
Gambia

DIONGUE-NIANG ja Aïda

Kansallinen siviili-ilmailu- ja meteorologiavirasto
Senegal

Dodman ja David

Asumisen ja kaupunkikehityksen tutkimuslaitos
Jamaika / Yhdistynyt kuningaskunta (Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti) / Alankomaat

GARSCHAGEN, Matthias

Ludwig Maximilian Münchenin yliopisto
Saksa

GEDEN ja Oliver

Saksan kansainvälisten ja turvallisuusasioiden instituutti
Saksa

Hotellit kohteessa Bronwyn

Canterburyn yliopisto
Uusi-Seelanti

JONES, Christopher

Tapaamispaikka
Yhdistynyt kuningaskunta (Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti)

JOTZO ja Frank

Australian kansallinen yliopisto
Australia

KRUG ja Thelma

IPCC:n varapuheenjohtaja
INPE, eläkkeellä
Brasilia

LASCO ja Rodel

Kansainvälisen maataloustutkimuksen neuvoa-antava ryhmä
Filippiinit

WEI, Yi-Ming

Pekingin teknillinen korkeakoulu
Kiina

Voittaja, Harald

Kapkaupungin yliopisto
Etelä-Afrikka

ZHAI, Panmao

IPCC:n WGI:n yhteispuheenjohtaja
Kiinan ilmatieteen akatemia

Kiina

ZOMMERS ja Zinta

YK:n katastrofiriskin vähentämisen tukitoimisto
Latvia

Laajennettu kirjoittaminen Tiimin jäsenet

HOURCADE, Jean-Charles

Kansainvälinen kehitys- ja ympäristökeskus
Ranska

Johnson ja Francis X.

Tukholman ympäristökeskus
Thaimaa/Ruotsi

PACHAURI, Shonali

Kansainvälinen soveltavan järjestelmäänalyysin
instituutti
Itävalta / Intia

SIMPSON, Nicholas P.

Kapkaupungin yliopisto
Etelä-Afrikka / Zimbabwe

SINGH ja Chandni

Indian Institute for Human Settlements
Intia

THOMAS, Adelle

Bahaman yliopisto
Bahama

TOTIN, Edmond

Université Nationale d'Agriculture
Benin

Review Editors

ARIAS ja Paola

Escuela Ambiental, Universidad de Antioquia
Kolumbia

BUSTAMANTE, Mercedes

Brasílian yliopisto
Brasília

ELGIZOULI, Ismail A.

Sudan

FLATO, Gregory

IPCC:n WGI:n varapuheenjohtaja
Ympäristö ja ilmastomuutos Kanada
Kanada

HOWDEN, Mark

IPCC:n toisen työryhmän varapuheenjohtaja
Australian kansallinen yliopisto
Australia

MÉNDEZ, Carlos

IPCC:n toisen työryhmän varapuheenjohtaja
Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas
Venezuela

PEREIRA, Joy Jacqueline

IPCC:n toisen työryhmän varapuheenjohtaja
Universiti Kebangsaan Malaysia
Malesia

PICHS-MADRUGA, Ramón

IPCC:n työryhmän III varapuheenjohtaja
Maailmantalouden tutkimuskeskus
Kuuba

ROSE ja Steven K.

Sähkövoiman tutkimuslaitos
USA

Saheb ja Yamina

OpenExp
Algeria / Ranska

SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, Roberto A.

IPCC:n toisen työryhmän varapuheenjohtaja
Pohjoisen rajan yliopisto
Meksiko

ÜRGE-VORSATZ, Diana

IPCC:n työryhmän III varapuheenjohtaja
Keski-Euroopan yliopisto
Unkari

XIAO ja Cunde

Pekingin normaali yliopisto
Kiina

YASSAA, Noureddine

IPCC:n WGI:n varapuheenjohtaja
Centre de Développement des Energies Renouvelables
Algeria

Osallistuvat tekijät

ALEGRÍA ja Andrés

IPCC:n työryhmä II TSU
Alfred Wegener -instituutti
Saksa / Honduras

ARMOUR, Kyle

Washingtonin yliopisto
USA

BEDNAR-FRIEDL, Birgit

Universität Graz
Itävalta

BLOK, Kornelis

Delftin teknillinen yliopisto
Alankomaat

CISSÉ, Guéladio

Sveitsin trooppinen ja kansanterveyslaitos ja Baselin
yliopisto
Mauritania / Sveitsi / Ranska

Päättäjät, Frank

Euroopan komissio
EU

ERIKSEN, Siri

Norjan biotieteiden yliopisto
Norja

FISCHER ja Erich

ETH Zürich
Sveitsi

GARNER, Gregorius

Rutgersin yliopisto
USA

GUIVARCH, Céline

Centre International de Recherche sur l'Environnement
et le développement
Ranska

HAASNOOT, Marjolijn

Deltares
Alankomaat

HANSEN ja Gerrit

Saksan kansainvälisten ja turvallisuusasioiden instituutti
Saksa

HAUSER, Matthias

ETH Zürich
Sveitsi

HAWKINS, ed.

Readingin yliopisto
Yhdistynyt kuningaskunta (Iso-Britannia ja Pohjois-
Irlanti)

HERMANS ja Tim

Alankomaiden kuninkaallinen meritutkimusinstituutti
Alankomaat

KOPP ja Robert

Rutgersin yliopisto
USA

LEPRINCE-RINGUET, esittäjä (t): Noémie

Ranska

Lewis ja Jared

Melbournen yliopisto ja ilmastoresurssit
Australia / Uusi-Seelanti

LEY ja Debora

Latinoamérica Renovable, YK:n ECLAC
Meksiko / Guatemala

LUDDEN, Chloé

Teknisen tuen yksikkö (WG III)
Saksa / Ranska

NIAMIR, Leila

Kansainvälinen soveltavan järjestelmäänalyysin
instituutti
Iran / Alankomaat / Itävalta

NICHOLLS, Sebedeus

Melbournen yliopisto
Australia

Hyvät naiset ja herrat, Shreya

IPCC:n työryhmä III:n teknisen tuen yksikkö
Aasian teknillinen korkeakoulu
Intia / Thaimaa

SZOPA ja Sophie

Laboratoire des Sciences du Climat et de
l'Environnement
Ranska

TREWIN ja Blair

Australian meteorologian virasto
Australia

VAN DER WIJST, Kaj-Ivar

Alankomaiden ympäristöarviointivirasto
Alankomaat

Voittaja, Gundula

Deltares
Alankomaat / Saksa

WITTING, tunnetuin esittäjä Maximilian

Ludwig Maximilian Münchenin yliopisto
Saksa

Tieteellinen ohjauskomitea

ABDULLA, Amjad

IPCC:n työryhmän III varapuheenjohtaja
IRENA
Malediivit

ALDRIAN ja Edvin

IPCC:n WGI:n yhteispuheenjohtaja
Teknologian arviointi- ja sovellusvirasto
Indonesia

CALVO ja Eduardo

IPCC TFI:n yhteispuheenjohtaja

San Marcosin kansallinen yliopisto
Peru

Carraro, Carlo

IPCC:n työryhmän III varapuheenjohtaja
Venetsian Ca' Foscari -yliopisto
Italia

DRIOUECH, Fatima

IPCC:n WGI:n varapuheenjohtaja
Mohammed VI ammattikorkeakoulu
Marokko

FISCHLIN, Andreas

IPCC:n toisen työryhmän varapuheenjohtaja
ETH Zürich
Sveitsi

FUGLESTVEDT, tammikuu

IPCC:n WGI:n varapuheenjohtaja
Kansainvälisen ilmastotutkimuksen keskus (CICERO)
Norja

DADI, Diriba Korecha

IPCC:n työryhmän III varapuheenjohtaja
Etiopian ilmatieteen laitos
Etiopia

MAHMOUD, Nagmeldin G.E.

IPCC:n työryhmän III varapuheenjohtaja
Korkeampi ympäristö- ja luonnonvaraneuvosto
Sudan

Tekijä: Reisinger, Andy

IPCC:n työryhmän III yhteispuheenjohtaja
Hän Pou A Rangi Ilmastomuutos komissio
Uusi-Seelanti

Semenov, Sergei

IPCC:n työryhmän II yhteispuheenjohtaja
Yu.A. Izrael Institute of Global Climate and Ecology
Venäjän federaatio

TANABE, Kiyoto

IPCC TFI:n yhteispuheenjohtaja
Maailmanlaajuisten ympäristöstrategioiden instituutti
Japani

TARIQ, Muhammad Irfan

IPCC:n WGI:n yhteispuheenjohtaja
Ilmastomuutosministeriö
Pakistan

VERA, Carolina

IPCC:n WGI:n yhteispuheenjohtaja
Universidad de Buenos Aires (CONICET)
Argentiina

YANDA ja Pius

IPCC:n työryhmän II yhteispuheenjohtaja
Dar es Salaamin yliopisto
Tansanian yhdistynyt tasavalta

YASSAA, Noureddine

IPCC:n WGI:n yhteispuheenjohtaja
Centre de Développement des Energies Renouvelables
Algeria

ZATARI, Taha M.

IPCC:n työryhmän II yhteispuheenjohtaja
Energia-, teollisuus- ja mineraalivaraministeriö
Saudi-Arabia

Liite IV – Asiantuntija-arvioijat AR6 SYR

liitteitä

ABDELFAHAT, Eman

Kairon yliopisto
Egypti

ABULEIF, Khalid Mohamed

Öljy- ja mineraalivaroista vastaava ministeriö
Saudi-Arabia

ACHAMPONG, Leila

Euroopan velka- ja kehitysverkosto (Eurodad)
Yhdistynyt kuningaskunta (Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti)

AGRAWAL, Mahak

Maailmanlaajuisen energiapolitiikan keskus
Amerikan yhdysvallat

AKAMANI, Kofi

Southern Illinois University Carbondale
Amerikan yhdysvallat

ÅKESSON, Ulrika

Sida
Ruotsi

Albiñ, Ann

Ruotsin maatalousyliopisto Uppsala
Ruotsi

ALCAMO, Joosef

Sussexin yliopisto
Yhdistynyt kuningaskunta (Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti)

Alsarmi, Said

Omanin siviili-ilmailuviranomainen
Oman

AMBRÓSIO ja Luis Alberto

Instituto de Zootecnia
Brasilia

AMONI, Alves Melina

WayCarbon Soluções Ambientais e Projetos de Carbono Ltda
Brasilia

ANDRIANASOLO, Rivonionia

Ministère de l'Environnement et du Développement Kestävä
Madagaskar

ANORUO, Chukwuma

Nigerian yliopisto
Nigeria

Alkuperäinen artikkeli: en:Samy Ashraf

Egyptin meteorologinen auktoriteetti
Egypti

APPADOO, Chandani

Mauritiuksen yliopisto
Mauritius

ARAMENDIA ja Emmanuel

Leedsin yliopisto
Yhdistynyt kuningaskunta (Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti)

ASADNABIZADEH, Majid

UMCS
Puola

ÁVILA ROMERO, Agustín

SEMARNAT
Meksiko

BADRUZZAMAN, Ahmed

Kalifornian yliopisto, Berkeley, Kalifornia
Amerikan yhdysvallat

BALA ja Govindasamy

Intian tiedeinstituutti
Intia

BANDYOPADHYAY, Jayanta

Observer Research Foundation
Intia

BANERJEE, Manjushree

Energia- ja luonnonvarainstituutti
Intia

BARAL, Prashant

ICIMOD
Nepal

BAXTER ja Tim

Australian ilmastoneuvosto
Australia

BELAID, Fateh

King Abdullah Petroleum Studies and Research Center
Saudi-Arabia

BELEM ja Andre

Universidade Federal Fluminense
Brasilia

BENDZ ja David

Ruotsin geotekninen instituutti
Ruotsi

BENKO, Bernadett

Innovaatio- ja teknologiaministeriö
Unkari

BENNETT ja Helen

Teollisuus-, tiede-, energia- ja luonnonvaraministeriö
Australia

BENTATA, Salah Eddine

Algerian avaruusjärjestö
Algeria

BERK ja Marcel

Talous- ja ilmastoministeriö
Alankomaat

BERNDT, Alexandre

EMBAPA
Brasilia

PARAS, Frank

HTWG Konstanz
Saksa

BHATT, Jayavardhan Ramanlal

Ympäristö-, metsä- ja ilmastomuutosministeriö

Intia

BHATTI, Manpreet
Guru Nanak Dev -yliopisto
Intia

BIGANO ja Andrea
Ilmastonmuutosta käsittelevä Euro–Välimeri-keskus (CMCC)
Italia

BOLLINGER, Dominique
HEIG-VD / HES-SO
Sveitsi

BONDUELLE, Antoine
E& E-konsultti sarl
Ranska

BRAGA, Diego
Universidade Federal do ABC ja WayCarbon Environmental
Solutions
Brasilia

BRAUCH, Hans Guenter
Hans Günter Brauchin säätiö rauhan ja ekologian puolesta
antroposeenissa
Saksa

BRAVO, Giangiacomo
Linnaeuksen yliopisto
Ruotsi

BROCKWAY, Paul
Leedsin yliopisto
Yhdistynyt kuningaskunta (Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti)

BRUN ja Eric
Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire
Ranska

BRUNNER ja Cyril
Ilmakehä- ja ilmastotieteen instituutti, ETH Zürich
Sveitsi

BUDINIS, Sara
Kansainvälinen energiajärjestö, Imperial College London
Ranska

BUTO ja Olga
Wood Oyj:n
Yhdistynyt kuningaskunta (Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti)

CARDOSO, Manoel
Brasilian avaruustutkimusinstituutti (INPE)
Brasilia

CASERINI, Stefano
Politecnico di Milano
Italia

CASTELLANOS, Sebastián
World Resources Institute
Amerikan yhdysvallat

CATALANO, Franco
ENEA
Italia

CAUBEL, David
Ekologisen siirtymän ministeriö
Ranska

CHAKRABARTY, Subrata
World Resources Institute
Intia

CHAN SIEW HWA, tunnetuin esittäjä Nanyang
Teknillinen yliopisto
Singapore

CHANDRASEKHARAN, Nair Kesavachandran
CSIR-kansallinen tieteidenvälinen tiede- ja
teknologiainstituutti
Intia

CHANG ja Hoon
Etelä-Korean ympäristökeskus
Korean tasavalta

CHANG'A Ladislaus
Tansania Meteorological Authority (TMA)
Tansanian yhdistynyt tasavalta

CHERYL ja Jeffers
Maataloudesta, merivaroista, osuuskunnista, ympäristöstä ja
asutuksesta vastaava ministeriö
Saint Kitts ja Nevis

KESTO, Sergei
UC RUSAL
Venäjän federaatio

Esiintyjät: Young-jin
Phineo gAG
Saksa

CHOMTORANIN, Jainta
Maatalous- ja osuuskuntaministeriö
Thaimaa

CHORLEY, Hanna
Ympäristöministeriö
Uusi-Seelanti

CHRISTENSEN, Tina
Tanskan ilmatieteen laitos
Tanska

CHRISTOPHERSEN, Øyvind
Norjan ympäristökeskus
Norja

CIARLO ja James
Kansainvälinen teoreettisen fysiikan keskus
Italia

CINIRO, Costa Jr
CGIAR
Brasilia

Kokki, Jolene
Department for Business, Energy & Teollisuusstrategia
Yhdistynyt kuningaskunta (Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti)

Kokki, Lindsey

FWCC
Saksa

COOPER, jasmiini

Lontoon Imperial College
Yhdistynyt kuningaskunta (Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti)

COPPOLA, Erika

ICTP
Italia

CORNEJO RODRÍGUEZ, Maria del Pilar

Escuela Superior Politécnica del Litoral
Ecuador

KORNELIUS, Stephen

WWF
Yhdistynyt kuningaskunta (Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti)

CORTES, Pedro Luiz

Sao Paulon yliopisto
Brasilia

COSTA, Yhdysvallat

Ympäristö- ja ilmastoministeriö
Portugali

Covaciu ja Andra

Luonnonvaarojen ja katastrofien tiedekeskus
Ruotsi

COX ja Janice

Maaailman eläinliitto
Etelä-Afrikka

CURRIE-ALDER, Bruce

International Development Research Centre
Kanada

CZERNICHOWSKI-LAURIOL, Isabelle

BRGM
Ranska

D'IORIO ja Marc

Ympäristö ja ilmastonmuutos Kanada
Kanada

DAS ja Anannya

Tiede- ja ympäristökeskus
Intia

DAS, Pallavi

Energia-, ympäristö- ja vesineuvosto (CEEW)
Intia

DE ARO GALERA, Leonardo

Universität Hamburg
Saksa

DE MACEDO PONTUAL COELHO, Camila

Rio de Janeiron kaupungintalo
Brasilia

DE OLIVEIRA E AGUIAR, Alexandre

Invento Consultoria
Brasilia

DEDEOGLU, Cagdas

Yorkvillen yliopisto
Kanada

DEKKER ja Sabrina

Dekker Dublinin kaupunginvaltuusto
Irlanti

DENTON, Peter

Royal Military College of Canada, University of Winnipeg,
University of Manitoba
Kanada

DEVKOTA, Thakur Prasad

ITC
Nepal

DICKSON, Neil

ICAO
Kanada

DIXON ja Tim

IEAGHG
Yhdistynyt kuningaskunta (Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti)

DODOO ja Ambrose

Linnaeuksen yliopisto
Ruotsi

DOMÍNGUEZ Sánchez, Ruth

Creara
Espanja

DRAGICEVIC, Arnaud

INRAE
Ranska

DREYFUS ja Gabrielle

Institute for Governance & Kestävä kehitys
Amerikan yhdysvallat

Äärimmäinen, Paul

Eläkkeellä oleva maa-, luonnonvara- ja jäteasiantuntija
Yhdistynyt kuningaskunta (Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti)

DUNHAM ja Maciel André

Ulkoasiainministeriö
Brasilia

DZIELIŃSKI, Michał

Tukholman yliopisto
Ruotsi

ELLIS, Anna

Avoin yliopisto
Yhdistynyt kuningaskunta (Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti)

EL-NAZER, Mostafa

Kansallinen tutkimuskeskus
Egypti

Nuoli, Aidan

Greenpeacen tutkimuslaboratoriot
Yhdistynyt kuningaskunta (Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti)

FERNANDES, Aleksandre

Belgian tiedepoliittinen toimisto
Belgia

FINLAYSON, Marjahn
Cape Eleuthera -instituutti
Bahama

FINNVEDEN, Göran
KTH
Ruotsi

FISCHER, David
Kansainvälinen energiajärjestö
Ranska

FLEMING, meri
Brittiläisen Kolumbian yliopisto, Oregonin osavaltion yliopisto
ja Yhdysvaltain maatalousministeriö
Amerikan yhdysvallat

FORAMITTI, Joël
Universitat Autònoma de Barcelona
Espanja

FRA PALEO, kaupunki
Extremaduran yliopisto
Espanja

FRACASSI, Umberto
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Italia

FRÖLICHER, Tuomas
Bernin yliopisto
Sveitsi

FUGLESTVEDT, tammikuu
IPCC:n WGI:n varapuheenjohtaja
CICERO
Norja

GARCÍA MORA, Magdalena
ACCIONA ENERGÍA
Espanja

GARCÍA PORTILLA ja Jason
St. Gallenin yliopisto
Sveitsi

GARCÍA SOTO ja Carlos
Espanjan merentutkimusinstituutti
Espanja

GEDEN ja Oliver
Saksan kansainvälisten ja turvallisuusasioiden instituutti
Saksa

GEHL ja Georges
Ministère du Développement Durable et des Infrastructures
Luxemburg

GIL, Ramón Vladimir
Perun katolinen yliopisto
Peru

GONZÁLEZ, Fernando Antonio Ignacio
IIESS

Argentiina

GRANSHAW, Frank D. (s.
Portlandin osavaltion yliopisto
Amerikan yhdysvallat

Vihreä, Fergus
Lontoon yliopisto
Yhdistynyt kuningaskunta (Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti)

GREENWALT ja Julie
Vihreää ilmaston puolesta
Alankomaat

GRIFFIN, Emer
Viestinnän, ilmastotoimien ja ympäristön laitos
Irlanti

GRIFFITHS ja Andy
Diageo
Yhdistynyt kuningaskunta (Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti)

GUENTHER, tunnetuin esittäjä Genevieve
Uusi koulu
Amerikan yhdysvallat

GUIMARA, Kristel
North Country Community College
Amerikan yhdysvallat

GUIOT ja Joël
CEREGE / CNRS
Ranska

HAIRABEDIAN, Jordania
EcoAct
Ranska

HAMAGUCHI, Ryo
UNFCCC
Saksa

HAMILTON, Stephen
Michiganin osavaltion yliopisto ja Cary Institute of Ecosystem
Studies
Amerikan yhdysvallat

HAN, In-Seong
National Institute of Fisheries Science
Korean tasavalta

HANNULA, Ilkka
IEA
Ranska

HARJO ja Rebecca
NOAA/Kansallinen sääpalvelu
Amerikan yhdysvallat

HARNISCH, Jochen
KFW-kehityspankki
Saksa

HASANEIN ja Amin
Islamilainen apu Deutschland
Saksa

HATZAKI, Maria

Ateenan kansallinen ja kapodistrialainen yliopisto
Kreikka

HAUSKER ja Karl

World Resources Institute
Amerikan yhdysvallat

HEGDE, Gajanana

UNFCCC
Saksa

HENRIKKA, Säkö

Eteenpäin suuntautuva neuvonta
Sveitsi

HIGGINS ja Lindsey

Vaaleansininen piste
Ruotsi

YLEISKATSAUS, Elena

Leedsin yliopisto
Sveitsi

IGNASZEWSKI ja Emma

Hyvän ruoan instituutti
Amerikan yhdysvallat

IMHOF, Lelia

IRNASUS (CONICET-Universidad Católica de Córdoba)
Argentiina

JÁCOME POLIT, David

Universidad de las Américas
Ecuador

JADRIJEVIC GIRARDI, Maritza

Ympäristöministeriö
Chile

JAMDADE, Akshay Anil

Keski-Euroopan yliopisto
Itävalta

Jaoude ja Daniel

Rio de Janeiron liittovaltion yliopiston ihmisoikeuspolitiikan
tutkimuskeskus
Brasilia

JATIB, María Inés

Tres de Febreron kansallisen yliopiston tiede- ja
teknologianinstituutti (ICyTec-UNTREF)
Argentiina

JIE ja Jiang

Ilmakehäfysiikan instituutti
Kiina

Kirjoittanut JÖCKEL ja Dennis Michael

Fraunhofer-Einrichtung für Wertstoffkreisläufe und
Ressourcenstrategie IWKS
Saksa

JOHANNESSEN, aasi

Global Center on Adaptation ja Lundin yliopisto
Ruotsi

Johnson, Francis Xavier (s.

Tukholman ympäristökeskus
Thaimaa

JONES ja Richard

Hotellit lähellä paikkaa Hadley Centre
Yhdistynyt kuningaskunta (Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti)

JRAD ja Amel

Konsultti
Tunisia

JUNGMAN ja Laura

Konsultti
Yhdistynyt kuningaskunta (Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti)

KÄÄB, Andreas

Oslon yliopisto
Norja

KADITI, Eleni

Öljynviejämäiden järjestö
Itävalta

KAINUMA, Mikiko

Maailmanlaajuisten ympäristöstrategioiden instituutti
Japani

Kanaya, Yugo

Japanin meren ja maan tiede- ja teknologiavirasto
Japani

KASKE-KUCK, Clea

WBCSD
Sveitsi

KAUROLA, Jussi

Ilmatieteen laitos
Suomi

KEKANA, Maesela

Ympäristöasioiden osasto
Etelä-Afrikka

KELLNER ja Julie

ICES ja WHOI
Tanska

KEMPER ja Jasmin

IEAGHG United
Ison-Britannian ja Pohjois-Irlannin kuningaskunta

KHANNA, Sanjay

McMasterin yliopisto
Kanada

KIENDLER-SCHARR, Astrid

Forschungszentrum Jülich ja Kölnin yliopisto
Itävalta

KILKIS, Siir

Turkin tieteellisen ja teknologisen tutkimuksen neuvosto
Turkki

KIM ja Hyungjun

Korea Advanced Institute of Science and Technology
Korean tasavalta

Tekijä: Rae Hyun

Keskushallinto
Korean tasavalta

KIMANI ja Margaret

Kenian meteorologiset palvelut
Kenia

KUNINGASKUNTA, Erin

King County Prosecuting Attorney's Office
Amerikan yhdysvallat

KOFANOV, Oleksii

Ukrainan kansallinen teknillinen yliopisto "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"
Ukraina

KOFANOVA, Olena

Ukrainan kansallinen teknillinen yliopisto "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"
Ukraina

KONDO, Hiroaki

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
Japani

KOPP ja Robert

Rutgersin yliopisto
Amerikan yhdysvallat

KOREN, Gerbrand

Utrechtin yliopisto
Alankomaat

KOSONEN, Kaisa

Greenpeace
Suomi

KRUGLIKOVA, Nina

Oxfordin yliopisto
Yhdistynyt kuningaskunta (Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti)

KUMAR, Anupam

Kansallinen ympäristökeskus
Singapore

KUNNAS, tammikuu

Jyväskylän yliopisto
Suomi

KUSCH-BRANDT, Sigrid

Southamptonin yliopisto ja ScEnSersin riippumaton asiantuntemus
Saksa

KVERNDOKK, tunnetuin esittäjä Snorre

Frisc
Norja

LA BRANCHE, Stéphane

Kansainvälinen käyttäytymispaneeli Chante
Ranska

LABINTAN, Adeniyi

Afrikan kehityspankki (AfDB)

Etelä-Afrikka

LABRIET, Maryse

Eneris Consultants
Espanja

LAMBERT ja Laurent

Doha Institute for Graduate Studies (Qatar) ja Sciences Po Paris (Ranska)
Ranska / Qatar

LE COZANNET ja Gonéri

BRGM
Ranska

LEAVY, Sebastián

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria / Universidad Nacional de Rosario
Argentiina

LECLERC ja Christine

Simon Fraserin yliopisto
Kanada

LEE ja Arthur

Chevron-palveluyritys
Amerikan yhdysvallat

LEE ja Joyce

Maailman tuulienergianeuvosto
Saksa

LEHOCZKY, Annamaria

Fauna ja Flora International
Yhdistynyt kuningaskunta (Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti)

LEITER, Timo

London School of Economics ja valtio-oppi
Saksa

LENNON, Breffní

Corkin yliopisto
Irlanti

LIM ja Jinsun

Kansainvälinen energiajärjestö
Ranska

LLASAT, Maria Carmen

Barcelonan yliopisto
Espanja

LOBB ja David

Manitoban yliopisto
Kanada

LÓPEZ Díez, Abel

La Lagunan yliopisto
Espanja

Luening, Sebastian

Hydrografian, geoekologian ja ilmastotieteiden instituutti
Saksa

Lynn ja Jonathan

IPCC
Sveitsi

MABORA ja Thupana

Etelä-Afrikan yliopisto ja Rodoksen yliopisto
Etelä-Afrikka

MARTINERIE, Patricia

Institut des Géosciences de l'Environnement, CNRS
Ranska

MARTIN-NAGLE, Renée

Ripple-vaikutus
Amerikan yhdysvallat

MASSON-DELMOTTE, Valerie

IPCC:n WGI:n yhteispuheenjohtaja
IPSL/LSCE, Pariisin Saclay-yliopisto
Ranska

Matheson ja Shirley

WWF EPO
Belgia

Mathison ja Camilla

UK Met Office
Yhdistynyt kuningaskunta (Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti)

MATKAR, Ketna

Cipher Environmental Solutions LLP
Intia

MBATU, Richard

Etelä-Floridan yliopisto
Amerikan yhdysvallat

MCCABE ja David

Puhdasta ilmaa käsittelevä työryhmä
Amerikan yhdysvallat

MCKINLEY ja Ian

McKinley Consulting
Sveitsi

MERABET, Hamza

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Algeria

LUBANGO, Louis Mitondo

Yhdistyneet kansakunnat
Etiopia

MKUHLANI, Siyabusa

Kansainvälinen trooppisen maatalouden instituutti
Kenia

MOKIEVSKY, Vadim

IO RAS
Venäjän federaatio

MOLINA, Luisa

Molina Energian ja ympäristön strategisen tutkimuksen keskus
Amerikan yhdysvallat

MORENO, Ana Rosa

Meksikon kansallinen autonominen yliopisto
Meksiko

MUDELSEE, Manfred

Ilmastoriskianalyysi - Manfred Mudelsee e.K.
Saksa

MUDHOO, Ackmez

Mauritiuksen yliopisto
Mauritius

MUKHERJI ja Aditi

IWMI
Intia

MULCHAN ja Neil

Eläkkeellä Floridan yliopistosta
Amerikan yhdysvallat

MÜLLER ja Gerrit

Utrechtin yliopisto
Alankomaat

NAIR, Sukumaran

Center for Green Technology & Johtaminen
Intia

NASER ja Humood

Bahrainin yliopisto
Bahrain

NDAO ja Séga

Uuden-Seelannin maatalouden kasvihuonekaasujen tutkimuskeskus
Senegal

NDIONE, Jacques André

VASTAUKSET
Senegal

NEGREIROS, Priscilla

Ilmastopoliittinen aloite
Yhdistynyt kuningaskunta (Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti)

NELSON ja Gillian

Me tarkoitamme liike-elämän koalitiota
Ranska

NEMITZ ja Dirk

UNFCCC
Saksa

NG ja Chris

Greenpeace
Kanada

Nicolini, Cecilia

Ympäristö- ja kestävä kehityksen ministeriö
Argentiina

NISHIOKA ja Shuzo

Maailmanlaajuisten ympäristöstrategioiden instituutti
Japani

NKUBA ja Michael

Botswanan yliopisto
Botswana

NOHARA, Daisuke

Kajiman teknillinen tutkimuslaitos
Japani

Ei kukaan, Clare.
Maynooth-yliopisto
Irlanti

NORDMARK, Sara
Ruotsin siviilivalmiusvirasto
Ruotsi

NTAHOMPAGAZE, Pascal
asiantuntija
Belgia

NYINGURO, Patricia
Kenian ilmatieteen laitos
Kenia

NZOTUNGICIMPAYE, Claude-Michel
Concordian yliopisto
Kanada

OBBERD, Jeff
Cranfieldin yliopisto (UK) ja ilmastotutkimuskeskus
(Singapore)
Singapore

O'BRIEN ja Jim
Irlannin ilmastotiedefoorumi
Irlanti

O'CALLAGHAN, Donal
Eläkkeellä Teagasc Agriculture Development Authoritystä
Irlanti

OCKO, Ilissa
Ympäristönsuojelurahasto
Amerikan yhdysvallat

Yae voitti
Korean meteorologinen hallinto
Korean tasavalta

O'HARA ja Ryan
Harvey Mudd College
Amerikan yhdysvallat

OHNEISER, kristitty
Otagon yliopisto
Uusi-Seelanti

OKPALA ja Denise
ECOWAS-valiokunta
Nigeria

OMAR, Samira
Kuwaitin tieteellisen tutkimuksen instituutti
Kuwait

Orlov, Aleksanteri
Ukraina

ORTIZ, Mark
Pohjois-Carolinan yliopisto Chapel Hillissä
Amerikan yhdysvallat

OSCHLIES ja Andreas
GEOMAR
Saksa

OTAKA, Junichiro
Ulkoasiainministeriö
Japani

Pacañot, Vince Davidson (s.
Filippiinien yliopisto Diliman
Filippiinit

PALMER ja Tamzin
Tapaamispaikka
Yhdistynyt kuningaskunta (Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti)

PARRIQUE, Timothée
Université Clermont Auvergne
Ranska

PATTNAYAK, Kanhu Charan
Kestävyys- ja ympäristöministeriö
Singapore

PEIMANI ja Hooman
Kansainvälinen Aasian tutkimuksen instituutti ja Leidenin
yliopisto (Alankomaat)
Kanada

PELEJERO ja Carles
ICREA ja Institut de Ciències del Mar, CSIC
Espanja

PERUGINI, Lucia
Ilmastomuutosta käsittelevä Euro-Välimeri-keskus
Italia

PETERS ja Aribert
Bund der Energieverbraucher e.V.
Saksa

PETERSON, Bela
coneve GmbH
Saksa

PETTERSSON, Eva
Ruotsin kuninkaallinen maa- ja metsätalousakatemia
Ruotsi

PINO MAESO, Alfonso
Ministerio de la Transición Ecológica
Espanja

PLAISANCE, Guillaume
Bordeaux'n yliopisto
Ranska

PLANTON ja Serge
Météo et Climat -yhdistys
Ranska

PLENCOVICH, Maria Cristina
Universidad de Buenos Aires
Argentiina

PLESNIK, tammikuu
Tšekin luonnonsuojeluvirasto

Tšekin tasavalta

POLONSKY, Aleksanteri

Institute of Natural Technical Systems
Venäjän federaatio

Syntymäpaikka, James

Tapaamispaikka
Yhdistynyt kuningaskunta (Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti)

PÖRTNER, Hans-Otto

IPCC:n työryhmän II yhteispuheenjohtaja
Alfred-Wegener-Institute for Polar and Marine Research
Saksa

PRENKERT, Frans

Örebron yliopisto
Ruotsi

HINTA, Joseph

UNEP
Yhdistynyt kuningaskunta (Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti)

QUENTA, Estefania

Universidad Mayor de San Andrés
Bolivia

RADUNSKY, Klaus

Itävallan kansainvälinen standardi
Itävalta

RAHAL ja Farid

University of Sciences and Technology of Oran - Mohamed
Boudiaf
Algeria

RAHMAN, Syed Masiur

King Fahd University of Petroleum & Minerals
Saudi-Arabia

RAHMAN, Mohammad Mahbubur

Lancasterin yliopisto
Yhdistynyt kuningaskunta (Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti)

RAYNAUD, Dominique

CNRS
Ranska

Hyvät naiset ja herrat, Marco

National Institute of Oceanography and Applied Geophysics
Italia

RECALDE, venesatama

FUNDACION BARILOCHE / CONICET
Argentiina

Tekijä: Reisinger, Andy

IPCC:n työryhmän III varapuheenjohtaja
Ilmastonmuutoskomissio
Uusi-Seelanti

RÉMY ja Eric

Université Toulouse III Paul Sabatier
Ranska

REYNOLDS, Jesse

Konsultti

Alankomaat

RIZZO ja Lucca

Mattos Filho
Brasilia

RÓBERT, Blaško

Slovakian ympäristökeskus
Slovakia

ROBOCK ja Alan

Rutgersin yliopisto
Amerikan yhdysvallat

RODRIGUES, Mónica A.

Coimbran yliopisto
Portugali

ROELKE, Luisa

Liittovaltion ympäristö-, luonnonsuojelu- ja
ydinturvallisuusministeriö
Saksa

ROGERS ja Cassandra

Australian meteorologian virasto
Australia

ROMERI ja Mario Valentino

Konsultti
Italia

ROMERO ja Javier

Salamanca yliopisto
Espanja

ROMERO, Mauricio

Kansallinen katastrofiriskien hallintayksikkö
Kolumbia

RUIZ-LUNA, Arturo

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. -
Unidad Mazatlán
Meksiko

RUMMUKAINEN, Markku

Ruotsin meteorologinen ja hydrologinen instituutti
Ruotsi

SAAD-HUSSEIN, Amal

Ympäristö & Ilmastonmuutoksen tutkimuslaitos, Kansallinen
tutkimuskeskus
Egypti

SALA, Hernan E.

Argentiinan Etelämantereen instituutti - Kansallinen
Etelämantereen osasto
Argentiina

SALADIN ja Claire

IUCN/WIDECAST
Ranska

SALAS Y MELIA, David

Météo-France
Ranska

SANGHA, Kamaljit K.

Charles Darwinin yliopisto
Australia

SANTILLO ja David
Greenpeacen tutkimuslaboratoriot (Exeterin yliopisto)
Yhdistynyt kuningaskunta (Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti)

SCHACK, Michael
ENGIE, konsultti
Ranska

SCHNEIDER ja Linda
Heinrich Boell -säätiö
Saksa

Semenov, Sergei
IPCC:n toisen työryhmän varapuheenjohtaja
Maailmanlaajuisen ilmaston ja ekologian instituutti
Venäjän federaatio

SENSOY ja Serhat
Turkin ilmatieteen laitos
Turkki

SHAH, Parita
Nairobin yliopisto
Kenia

SILVA, Vintura
UNFCCC
Grenada

SINGH, Bhawan
Montrealin yliopisto
Kanada

SMITH ja Sharon
Kanadan geologinen tutkimuskeskus, Natural Resources
Canada
Kanada

SMITH ja Inga Jane
Otagon yliopisto
Uusi-Seelanti

SOLMAN ja Silvina Alicia
CIMA (CONICET/UBA)–DCAO (FCEN/UBA)
Argentiina

HYVÄ, Rashmi
Concentrix
Intia

SPRINZ ja Detlef
PIK
Saksa

STARK, Wendelin
ETH Zürich,
Sveitsi

STRIDBÆK, Ulrik
Ørsted A/S
Tanska

SUGIYAMA, Masahiro
Tokion yliopisto

Japani

Aurinko, Tianyi
Ympäristönsuojelurahasto
Amerikan yhdysvallat

SUTTON ja Adrienne
NOAA
Amerikan yhdysvallat

SYDNOR ja Marc
Apex Clean Energy
Amerikan yhdysvallat

SZOPA ja Sophie
Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies
Vaihtoehdot
Ranska

TADDEI, Renzo
Sao Paulon liittovaltion yliopisto
Brasilia

TAIMAR, Ala
Viron meteorologinen ja ampeeri; Hydrologinen instituutti
Viro

TAJBAKSH, Mosalman Sahar
Iranin islamilaisen tasavallan meteorologinen järjestö
Iran

TALLEY ja Trigg
Yhdysvaltain ulkoministeriö
Amerikan yhdysvallat

TANCREDI, Elda
Lujanin kansallinen yliopisto
Argentiina

TARTARI, Gianni
Vedentutkimuslaitos - Italian kansallinen tutkimusneuvosto
Italia

TAYLOR, Luke
Otago Innovation Oy (Otagon yliopisto)
Uusi-Seelanti

THOMPSON ja Simon
Chartered Banker -instituutti
Yhdistynyt kuningaskunta (Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti)

TIRADO ja Reyes
Greenpeace International ja Exeterin yliopisto
Espanja

TREGUIER, Anne Marie
CNRS
Ranska

TULKENS, Philippe
Euroopan unioni
Belgia

TURTON ja Hal
Kansainvälinen atomienergiajärjestö
Itävalta

TUY ja Héctor

Organismo Indígena Naleb”
Guatemala

TYRRELL, Tristan

Irlanti

URGE-VORSATZ, Diana

IPCC:n työryhmän III varapuheenjohtaja
Keski-Euroopan yliopisto
Unkari

VACCARO, tunnetuin esittäjä James

Ilmastoturvallinen lainanantoverkosto
Yhdistynyt kuningaskunta (Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti)

VAN YPERSELE, Jean-Pascal

Université Catholique de Louvain
Belgia

Vass, tiffany

IEA
Ranska

VERCHOT, Louis

Alliance Bioversity Ciat
Kolumbia

VICENTE-VICENTE, esittäjä Jose Luis

Leibnizin maatalousmaiseman tutkimuskeskus
Saksa

VILLAMIZAR, Alicia

Simón Bolívarin yliopisto
Venezuela

VOGEL ja Jefim

Leedsin yliopisto
Yhdistynyt kuningaskunta (Iso-Britannia ja Pohjois-Irlanti)

VON SCHUCKMANN, Karina

Mercator Ocean International
Ranska

VORA, Nemi

Amazon Worldwide Sustainability ja IIASA
Amerikan yhdysvallat

WALZ ja Josefine

Liittovaltion luonnonsuojeluvirasto
Saksa

WEI, Taoyuan

CICERO
Norja

WEIJIE ja Zhang

Ympäristö- ja luonnonvaraministeriö
Singapore

Hyvät naiset ja herrat, Josepha

Malmön yliopisto
Ruotsi

WITTENBRINK, Heinrich

FH Joanneum

Itävalta

WITTMANN, Veronika

Johannes Keplerin yliopisto Linz
Itävalta

Hyvät naiset ja herrat, Li Wah

CEARCH
Saksa

Lähde: Poh Poh

Adelaiden yliopisto
Australia/Singapore

WYROWSKI, Lukasz

UNECE
Sveitsi

YAHYA, Muhammed

IUCN
Kenia

YANG, Liang Emlyn

LMU München
Saksa

YOMMEE, Suriyakit

Thammasatin yliopisto
Thaimaa

YU, Jianjun

Kansallinen ympäristökeskus
Singapore

Yulizar (täsmennyssivu)

Universitas Pertamina
Indonesia

ZAELEKE, Durwood

Institute for Governance & Kestävä kehitys
Amerikan yhdysvallat

ZAJAC, Joosef

Tekninen arvioija
Amerikan yhdysvallat

ZANGARI DEL BALZO, Gianluigi

Rooman Sapienza-yliopisto
Italia

ZDRULI, Pandi

CIHEAM
Italia

ZHUANG, Guotai

Kiinan meteorologinen hallinto
Kiina

ZOMMERS ja Zinta

Latvia

ZOPATTI, Alvaro

Buenos Airesin yliopisto
Argentiina

Liite V – Luettelo hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin julkaisuista

Arviointikertomukset

Kuudes arviointikertomus

Ilmastonmuutos 2021: Fysiikan perusta
Työryhmän I panos kuudenteen arviointikertomukseen

Ilmastonmuutos 2022: Vaikutukset, sopeutuminen ja haavoittuvuus
Työryhmän II panos kuudenteen arviointiraporttiin

Ilmastonmuutos 2022: Ilmastonmuutoksen hillitseminen
Työryhmän III panos kuudenteen arviointiraporttiin

Ilmastonmuutos 2023: Yhteenvetoraportti
Hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin raportti

Viides arviointikertomus

Ilmastonmuutos 2013: Fysiikan perusta
Työryhmän I panos viidenteen arviointiraporttiin

Ilmastonmuutos 2014: Vaikutukset, sopeutuminen ja haavoittuvuus
Työryhmän II panos viidenteen arviointiraporttiin

Ilmastonmuutos 2014: Ilmastonmuutoksen hillitseminen
Työryhmän III panos viidenteen arviointiraporttiin

Ilmastonmuutos 2014: Yhteenvetoraportti
Hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin raportti

Neljäs arviointikertomus

Ilmastonmuutos 2007: Fysiikan perusta
Työryhmän I panos neljänteen arviointikertomukseen

Ilmastonmuutos 2007: Vaikutukset, sopeutuminen ja haavoittuvuus
Työryhmän II panos neljänteen arviointiraporttiin

Ilmastonmuutos 2007: Ilmastonmuutoksen hillitseminen
Työryhmän III panos neljänteen arviointiraporttiin

Ilmastonmuutos 2007: Yhteenvetoraportti
Hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin raportti

Kolmas arviointikertomus

Ilmastonmuutos 2001: Tieteellinen perusta
Työryhmän I panos kolmanteen arviointikertomukseen

Ilmastonmuutos 2001: Vaikutukset, sopeutuminen ja haavoittuvuus

Työryhmän II panos kolmanteen arviointiraporttiin

Ilmastomuutos 2001: Lieventäminen

Työryhmän III panos kolmanteen arviointiraporttiin

Ilmastomuutos 2001: Yhteenvetoraportti

Työryhmien I, II ja III panos kolmanteen arviointikertomukseen

Toinen arviointikertomus

Ilmastomuutos 1995: Ilmastomuutoksen tiede

Työryhmän I panos toiseen arviointiraporttiin

Ilmastomuutos 1995: vaikutusten tieteellis-tekniset analyysit,

Ilmastomuutoksen hillitseminen ja siihen sopeutuminen

Työryhmän II panos toiseen arviointiraporttiin

Ilmastomuutos 1995: Ilmastomuutoksen taloudelliset ja sosiaaliset ulottuvuudet

Työryhmän III panos toiseen arviointiraporttiin

Ilmastomuutos 1995: Tieteellinen-tekninen synteesi

YK:n 2 artiklan tulkinnan kannalta merkitykselliset tiedot

Ilmastomuutosta koskeva puitesopimus

Hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin raportti

Täydentävät kertomukset ensimmäiseen arviointikertomukseen

Ilmastomuutos 1992: IPCC:n tieteellisen arvioinnin lisäraportti

IPCC:n tieteellisen arvioinnin työryhmän I lisäraportti

Ilmastomuutos 1992: IPCC:n vaikutustenarvioinnin lisäraportti

IPCC:n vaikutustenarviointityöryhmä II:n lisäraportti

Ilmastomuutos: IPCC:n vuosien 1990 ja 1992 arvoinnit

IPCC First Assessment Report Overview and Policymaker Summaries (IPCC:n ensimmäisen arviointiraportin yleiskatsaus ja päättäjien yhteenvedot) ja IPCC:n vuoden 1992 täydennysosa

Ensimmäinen arviointikertomus

Ilmastomuutos: Tieteellinen arviointi

IPCC:n tieteellisen arvioinnin työryhmän raportti I, 1990

Ilmastomuutos: IPCC:n vaikutustenarviointi

IPCC:n vaikutustenarviointityöryhmä II:n raportti, 1990

Ilmastomuutos: IPCC:n vastausstrategiat

IPCC:n Response Strategies Working Group III -työryhmän raportti, 1990

Erityiskertomukset

Valtameri ja kryosfääri muuttuvassa ilmastossa 2019

Ilmastonmuutos ja maa

IPCC:n erityisraportti ilmastonmuutoksesta, aavikoitumisesta, maaperän huonontumisesta, kestävästä maankäytöstä, elintarviketurvasta ja kasvihuonekaasuvirroista maaekosysteemeissä 2019

Ilmaston lämpeneminen 1,5 oC

IPCC:n erityisraportti vaikutuksista, joita aiheutuu ilmaston lämpenemisestä 1,5 celsiusasteella esiteollisella kaudella vallinneeseen tasoon verrattuna ja siihen liittyvistä maailmanlaajuisista kasvihuonekaasupäästöjen kehityskuluista, kun pyritään vahvistamaan maailmanlaajuisia toimia ilmastonmuutoksen uhkaan vastaamiseksi, kestävään kehitykseen ja köyhyyden poistamiseen tähtääviin toimiin. 2018

Äärimmäisten tapahtumien ja katastrofien riskien hallinta ilmastonmuutokseen sopeutumisen edistämiseksi 2012

Uusiutuvat energialähteet ja ilmastonmuutoksen hillitseminen 2011

Hiilidioksidin talteenotto ja varastointi 2005

Otsonikerroksen ja maailmanlaajuisen ilmastojärjestelmän turvaaminen: Fluorihilivetyihin ja perfluorihilivetyihin liittyvät kysymykset

(IPCC:n ja TEAP:n yhteinen raportti) 2005

Maankäyttö, maankäytön muutos ja metsätalous 2000

Päästöskenaariot 2000

Teknologian siirron metodologiset ja teknologiset kysymykset 2000

Ilmailu ja maailmanlaajuinen ilmakehä 1999

Ilmastonmuutoksen alueelliset vaikutukset: Haavoittuvuuden arviointi 1997

Ilmastonmuutos 1994: Ilmastonmuutoksen säteilypakote ja IPCC:n IS92-päästöskenaarioiden arviointi 1994

Menetelmäraportit ja tekniset ohjeet

Vuoden 2019 tarkennus vuoden 2006 IPCC:n ohjeisiin kansallisista kasvihuonekaasuinventaarioista 2019

Vuoden 2013 tarkistetut Kioton pöytäkirjaan perustuvat täydentävät menetelmät ja hyviä käytäntöjä koskevat ohjeet (KP-täydennysosa) 2014

2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Täydennys vuoden 2006 IPCC:n ohjeisiin kansallisista kasvihuonekaasuinventaarioista: Kosteikot (Wetlands Supplement) 2014

2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

(5 osaa) 2006

Määritelmät ja menetelmävaihtoehdot ihmisen suoraan aiheuttamasta metsien tilan heikkenemisestä ja muiden kasvillisuustyyppien kasvillisuuden vähenemisestä aiheutuvien päästöjen kartoittamiseksi 2003

Hyvän käytännön ohjeet maankäyttöä, maankäytön muutosta ja metsätaloutta varten 2003

Hyvän käytännön ohjeet ja epävarmuuden hallinta

Kansalliset kasvihuonekaasuinventaariot 2000

Tarkistetut vuoden 1996 IPCC:n ohjeet kansallisista kasvihuonekaasuinventaarioista (3 nidettä) 1996

IPCC Technical Guidelines for Assessing Climate Change Impacts and Adaptations 1994

IPCC:n ohjeet kansallisille kasvihuonekaasuinventaariorille
(3 nidettä) 1994

Alustavat ohjeet ilmastomuutoksen vaikutusten arvioimiseksi
1992

Tekniset asiakirjat

Ilmastomuutos ja vesi
IPCC:n tekninen asiakirja VI, 2008

Ilmastomuutos ja biologinen monimuotoisuus
IPCC:n tekninen asiakirja V, 2002

Ehdotettujen hiilidioksidipäästörajoitusten vaikutukset
IPCC:n tekninen asiakirja IV, 1997

Ilmakehän kasvihuonekaasujen stabilointi: Fyysiset, biologiset ja sosioekonomiset vaikutukset
IPCC:n tekninen asiakirja III, 1997

Johdatus IPCC:n toisessa arviointiraportissa käytettyihin yksinkertaisiin ilmastomalleihin
IPCC:n tekninen asiakirja II, 1997

Teknologiat, politiikat ja toimenpiteet ilmastomuutoksen hillitsemiseksi
IPCC:n tekninen asiakirja I, 1996

Luetteloa IPCC:n julkaisemasta tukimateriaalista (työpaja- ja kokousraportit) saa osoitteesta www.ipcc.ch tai ottamalla yhteyttä IPCC:n sihteeristöön, c/o World Meteorological Organization, 7 bis Avenue de la Paix, Case Postale 2300, CH-1211 Geneva 2, Sveitsi

Hakemisto

(liian vaikeaa: 1) käännösongelmien vuoksi ja 2) koska alkuperäisessä asiakirjassa on paljon virheitä)

Hallitustenvälinen ilmastomuutospaneeli (IPCC) on johtava kansainvälinen elin ilmastomuutoksen arvioinnissa. Se perustettiin Yhdistyneiden kansakuntien ympäristöohjelman (UNEP) ja Maailman ilmatieteen järjestön (WMO) toimesta antamaan arvovaltainen kansainvälinen arvio ilmastomuutoksen tieteellisistä näkökohdista viimeisimpien maailmanlaajuisesti julkaistujen tieteellisten, teknisten ja sosioekonomisten tietojen perusteella. IPCC:n määrääjoin tekemät arvioinnit ilmastomuutoksen syistä, vaikutuksista ja mahdollisista torjuntastrategioista ovat kattavimpia ja ajantasaisimpia saatavilla olevia raportteja, ja ne muodostavat vakioviitekehysten kaikille ilmastomuutokseen liittyville tahoille tiedeyhteisössä, hallituksessa ja teollisuudessa maailmanlaajuisesti. Tämä yhteenvetoraportti on IPCC:n kuudennen arviointiraportin (Climate Change 2021/2023) neljäs osa. Yli 800 kansainvälistä asiantuntijaa arvioi ilmastomuutosta tässä kuudennessa arviointiraportissa. Työryhmän kolme kannanottoa ovat saatavilla Cambridge University Press -lehestä:

Ilmastomuutos 2021: Fysiikan perusta

Työryhmä I:n panos hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin kuudenteen arviointiraporttiin

ISBN – 2 volyymisarja: 978-1-009-15788-9 Nid.

ISBN – Osa 1: 978-1-009-41954-3 Nid.

ISBN – Osa 2: 978-1-009-41958-1 Nid.

doi:10.1017/9781009157896

Ilmastomuutos 2022: Vaikutukset, sopeutuminen ja haavoittuvuus

Työryhmä II:n panos hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin kuudenteen arviointiraporttiin

ISBN – 3 Volyymisarja: 978-1-009-32583-7 Nid.

ISBN – Osa 1: 978-1-009-15790-2 Nid.

ISBN – Osa 2: 978-1-009-15799-5 Nid.

ISBN – Osa 3: 978-1-009-34963-5 Nid.

doi:10.1017/9781009374347

Ilmastomuutos 2022: Ilmastomuutoksen hillitseminen

Työryhmä III:n panos hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin kuudenteen arviointiraporttiin

ISBN - Kaksi volyymisarjaa: ISBN 978-1-009-15793-3 Nid.

ISBN - Osa 1: ISBN 978-1-009-42390-8 Nid.

ISBN - Osa 2: ISBN 978-1-009-42391-5 Nid.

doi: 10.1017/9781009157926

Ilmastomuutos 2023: Yhteenvetoraportti perustuu IPCC:n kolmen työryhmän tekemiin arviointeihin, ja sen on laatinut erityinen kirjoittajien ydinryhmä. Siinä esitetään yhdennetty arvio ilmastomuutoksesta ja käsitellään seuraavia aiheita:

- Nykyinen tilanne ja suuntaukset
- Pitkän aikavälin ilmasto- ja kehitysfutuurit
- Lähiajan reaktiot muuttuvassa ilmastossa

ISBN: 978-92-9169-164-7

doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647