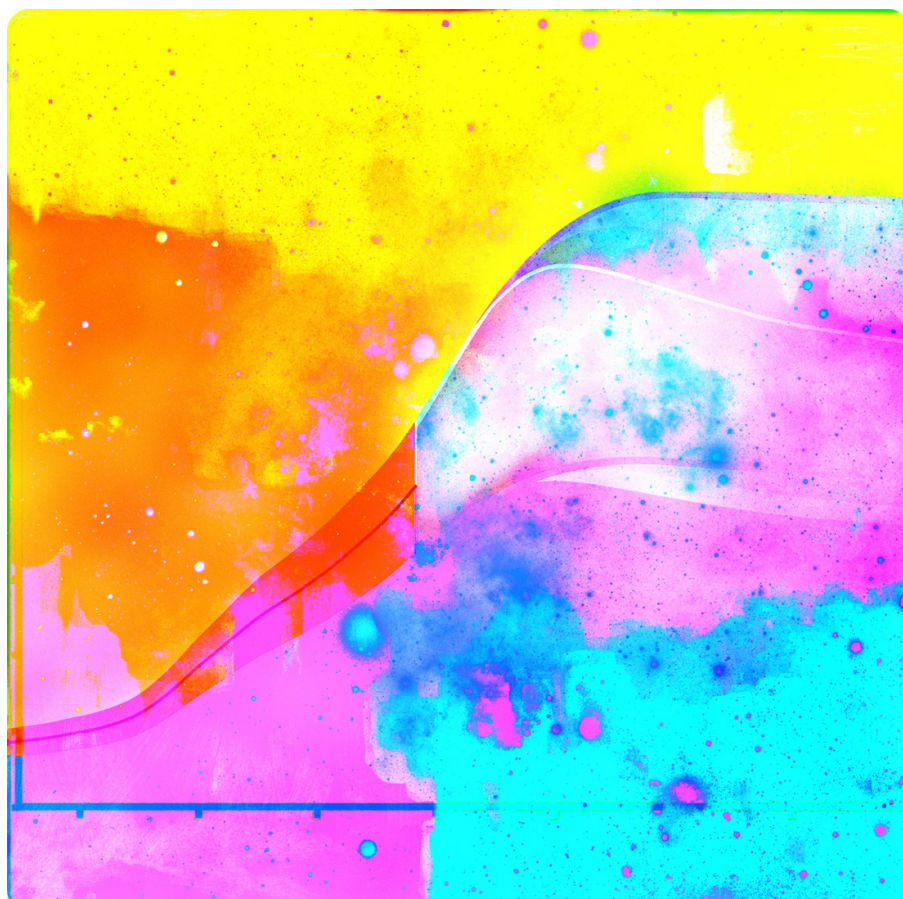


FN:s klimatpanel – Sammanfattning för beslutsfattare
Global uppvärmning på 1,5°C



Pärmbild.

Konstverket på framsidan *Time to Choose* av Alisa Singer - www.environmentalgraphiti.org

- © Intergovernmental Panel on Climate Change.

Detta konstverk har inspirerats av en av de grafiska framställningarna i denna rapport (figur SPM.1).

KLIMATOLOGI Nr 53, 2019

**FN:s klimatpanel, IPCC – Sammanfattning för beslutsfattare
Global uppvärmning på 1,5°C**

Denna översättning av Summary for Policymakers – Global Warming of 1.5°C är utförd av SMHI som är Sveriges nationella kontaktpunkt för IPCC. Översättningen är inte en officiell IPCC-översättning.

Denna sida är avsiktligt blank

Sammanfattning

Denna rapport har tagits fram på förfrågan till IPCC ”... att till år 2018 ta fram en specialrapport om konsekvenserna av 1,5°C uppvärmning jämfört med förindustriella nivåer och relaterade globala utsläppsbanor av växthusgaser”. Detta framgår av 21:a partskonferensen av FN:s ramkonvention om klimatförändringar beslut om antagande av Parisavtalet.

IPCC beslutade i april 2016 att ta fram denna specialrapport om effekter av global uppvärmning på 1,5°C över förindustriella nivåer och relaterade utsläppsbanor av växthusgaser, i syfte att stärka den globala förmågan att svara upp mot hotet från klimatförändringen, målsättningar inom hållbar utveckling och ansträngningar för att utrota fattigdom.

I denna Sammanfattning för beslutsfattare (“Summary for Policy Makers”, SPM) presenteras specialrapportens viktigaste slutsatser baserat på utvärderingen av tillgänglig vetenskaplig, teknisk och socioekonomisk litteratur med relevans för en global uppvärmning på 1,5°C och för att kunna jämföra mellan en global uppvärmning på 1,5°C och 2°C över förindustriell nivå. Konfidensnivån för varje central slutsats anges med IPCC:s standardiserade terminologi. Den vetenskapliga grunden för varje slutsats anges genom referenser till avsnitt i respektive kapitel. I sammanfattningen identifieras även kunskapsluckor, med hänvisning till relevanta underliggande kapitel.

Summary

This Report responds to the invitation for IPCC ‘... to provide a Special Report in 2018 on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways’ contained in the Decision of the 21st Conference of Parties of the United Nations Framework Convention on Climate Change to adopt the Paris Agreement.

The IPCC accepted the invitation in April 2016, deciding to prepare this Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty.

This Summary for Policymakers (SPM) presents the key findings of the Special Report, based on the assessment of the available scientific, technical and socio-economic literature relevant to global warming of 1.5°C and for the comparison between global warming of 1.5°C and 2°C above pre-industrial levels. The level of confidence associated with each key finding is reported using the IPCC calibrated language. The underlying scientific basis of each key finding is indicated by references provided to chapter elements. In the SPM, knowledge gaps are identified associated with the underlying chapters of the Report.

Denna sida är avsiktligt blank

ipcc

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

Global uppvärmning på 1,5°C

En specialrapport från IPCC om effekter av global uppvärmning på 1,5°C över förindustriella nivåer och relaterade utsläppsbanor av växthusgaser, i syfte att stärka den globala förmågan att svara upp mot hotet från klimatförändringen, målsättningar inom hållbar utveckling och ansträngningar för att utrota fattigdom

Sammanfattning för beslutsfattare



WG I × WG II × WG III



Global uppvärmning på 1,5°C

En specialrapport från IPCC om effekter av global uppvärmning på 1,5°C över förindustriella nivåer och relaterade utsläppsbanor av växthusgaser, i syfte att stärka den globala förmågan att svara upp mot hotet från klimatförändringen, målsättningar inom hållbar utveckling och ansträngningar för att utrota fattigdom

Sammanfattning för beslutsfattare

Redigerad av

Valérie Masson-Delmotte
Co-Chair Working Group I

Hans-Otto Pörtner
Co-Chair Working Group II

Jim Skea
Co-Chair Working Group III

Panmao Zhai
Co-Chair Working Group I

Debra Roberts
Co-Chair Working Group II

Priyadarshi R. Shukla
Co-Chair Working Group III

Anna Pirani
Head of WGI TSU

Wilfran Moufouma-Okia
Head of Science

Clotilde Péan
Head of Operations

Roz Pidcock
Head of Communication

Sarah Connors
Science Officer

J. B. Robin Matthews
Science Officer

Yang Chen
Science Officer

Xiao Zhou
Science Assistant

Melissa I. Gomis
Graphics Officer

Elisabeth Lonnoy
Project Assistant

Tom Maycock
Science Editor

Melinda Tignor
Head of WGII TSU

Tim Waterfield
IT Officer

Working Group I Technical Support Unit

Denna översättning av Summary for Policymakers - Global Warming of 1.5°C är utförd av SMHI som är Sveriges nationella kontaktpunkt för IPCC. Översättningen är inte en officiell IPCC-översättning.

Layout framsida: Nigel Hawtin

Konstverket på framsidan *Time to Choose* av Alisa Singer - www.environmentalgraphiti.org - © Intergovernmental Panel on Climate Change.

Detta konstverk har inspirerats av en av de grafiska framställningarna i denna rapport (Figur SPM.1).

© 2018 Intergovernmental Panel on Climate Change.

Tryckt i februari 2019 av SMHI, Sverige.

Rapporten kan laddas ner på svenska från SMHI:s hemsida <https://www.smhi.se/klimat/ipcc> och på engelska från IPCC:s hemsida www.ipcc.ch

Sammanfattning för beslutsfattare

SPM

Sammanfattning för beslutsfattare

Författare:

Myles Allen (Storbritannien), Mustafa Babiker (Sudan), Yang Chen (Kina), Heleen de Coninck (Nederländerna), Sarah Connors (Storbritannien), Renée van Diemen (Nederländerna), Opha Pauline Dube (Botswana), Kris Ebi (USA), Francois Engelbrecht (Sydafrika), Marion Ferrat (Storbritannien/Frankrike), James Ford (Storbritannien), Piers Forster (Storbritannien), Sabine Fuss (Tyskland), Tania Guillen (Tyskland/Nicaragua), Jordan Harold (Storbritannien), Ove Hoegh-Guldberg (Australien), Jean-Charles Hourcade (Frankrike), Daniel Huppmann (Österrike), Daniela Jacob (Tyskland), Kejun Jiang (Kina), Tom Gabriel Johansen (Norge), Mikiko Kainuma (Japan), Kiane de Kleijne (Nederländerna), Elmar Kriegler (Tyskland), Debora Ley (Guatemala/Mexiko), Diana Liverman (USA), Natalie Mahowald (USA), Valérie Masson-Delmotte (Frankrike), Robin Matthews (Storbritannien), Reinhard Melcher (Österrike), Richard Millar (Storbritannien), Katja Mintenbeck (Tyskland), Angela Morelli (Norge/Italien), Wilfran Moufouma-Okia (Frankrike/Kongo), Luis Mundaca (Sverige/Chile), Maike Nicolai (Tyskland), Chukwumerije Okereke (Storbritannien/Nigeria), Minal Pathak (Indien), Anthony Payne (Storbritannien), Roz Pidcock (Storbritannien), Anna Pirani (Italien), Elvira Poloczanska (Storbritannien/Australien), Hans-Otto Pörtner (Tyskland), Aromar Revi (Indien), Keywan Riahi (Österrike), Debra C. Roberts (Sydafrika), Joeri Rogelj (Österrike/Belgien), Joyashree Roy (Indien), Sonia Seneviratne (Schweiz), Priyadarshi R.Shukla (Indien), James Skea (Storbritannien), Raphael Slade (Storbritannien), Drew Shindell (USA), Chandni Singh (Indien), William Solecki (USA), Linda Steg (Nederländerna), Michael Taylor (Jamaica), Petra Tschakert (Australien/Österrike), Henri Waisman (Frankrike), Rachel Warren (Storbritannien), Panmao Zhai (Kina), Kirsten Zickfeld (Kanada)

Så här citeras denna Sammanfattning för beslutsfattare:

IPCC, 2018: Summary for Policymakers. In: *Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, T. Waterfield (eds.)]. *World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland*, 32 pp.

Tack

Vi är mycket tacksamma för den expertis, stringens och engagemang som visats under hela arbetet från alla frivilliga samordnande huvudförfattare och huvudförfattare, som arbetat ämnesöverskridande i varje kapitel av rapporten, med stor hjälp från de många bidragande författare som medverkat. Granskningsredaktörerna har spelat en central roll i att bistå författargrupperna och garantera granskningsprocessens integritet. Vi vill uttrycka vår djupa uppskattning för samtliga expertgranskare och regeringsgranskare. Särskilt tack går till de forskare som assisterat respektive kapitelns författare, och ansträngt sig långt bortom vad som förväntats av dem: Neville Ellis, Tania Guillén Bolaños, Daniel Huppmann, Kiane de Kleijne, Richard Millar och Chandni Singh.

Vi vill även tacka IPCC:s tre vice ordföranden Ko Barrett, Thelma Krug och Youba Sokona, samt byråmedlemmarna för arbetsgrupperna I, II och III för deras hjälp, vägledning och klokhet under hela rapportens framställning: Amjad Abdulla, Edwin Aldrian, Carlo Carraro, Diriba Korecha Dadi, Fatima Driouech, Andreas Fischlin, Gregory Flato, Jan Fuglestvedt, Mark Howden, Nagmeldin G. E. Mahmoud, Carlos Mendez, Joy Jacqueline Pereira, Ramón Pichs-Madruga, Andy Reisinger, Roberto Sánchez Rodríguez, Sergey Semenov, Muhammad I. Tariq, Diana Ürge-Vorsatz, Carolina Vera, Pius Yanda, Noureddine Yassaa och Taha Zatari.

Hjärtliga tack går även till värdar och arrangörer för det inledande planeringsmötet och de fyra författarmötena. Vi tackar för stöd från följande värdländer och värdinstitutioner: Meteorologiska världsorganisationen i Schweiz; Utrikesdepartementet och rymdforskningsinstitutet (INPE) i Brasilien; Met Office och University of Exeter i Storbritannien; Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI); Departementet för miljö, naturresurser, naturskydd och turism, Nationella klimatförändringskommittén på Meteorologiska departementet och Botswanas kommitté för globala klimatförändringar på University of Botswana i Botswana; och regeringen i Republiken Korea. Tack uttrycks även för stöd från stater och institutioner, liksom via bidrag till IPCC:s Trust Fund, då dessa gjort det möjligt för författargrupperna att delta i arbetet med rapporten. Arbetsgrupp I:s effektiva tekniska supportenhet möjliggjordes genom generöst ekonomiskt stöd från franska staten och administrativt stöd och IT-stöd från Université Paris-Saclay (Frankrike), Institut Pierre Simon Laplace (IPSL) och Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE). Vi tackar Miljødirektoratet i Norge för hjälp med att ta fram grafiken till denna sammanfattning till beslutsfattare.

Vi vill även tacka Abdalah Mokssit, sekreterare för IPCC, och personalen på IPCC:s sekretariat: Kerstin Stendahl, Jonathan Lynn, Sophie Schlingemann, Judith Ewa,

Mxolisi Shongwe, Jesbin Baidya, Werani Zabula, Nina Peeva, Joelle Fernandez, Annie Courtin, Laura Biagioni och Oksana Ekzarho. Tack går även till Elhousseine Gouaini som var konferencier vid IPCC:s 48:e sammanträde.

Till slut går vår särskilda uppskattning till arbetsgruppernas tekniska supportenheter, vars outtröttliga engagemang, professionalitet och entusiasm samordnat framtagandet av denna specialrapport. Rapporten hade inte varit möjlig utan engagemang från medlemmarna i arbetsgrupp I:s tekniska supportenhet, samtliga nya inom IPCC, vilka mer än levt upp till alla utmaningar med AR6, och vilka varit av central betydelse i alla aspekter av arbetet med rapporten: Yang Chen, Sarah Connors, Melissa Gomez, Elisabeth Lonnoy, Robin Matthews, Wilfran-Moufouma-Okia, Clotilde Péan, Roz Pidcock, Anna Pirani, Nicholas Reay, Tim Waterfield och Xiao Zhou. Varmaste tack går även till kollegialt och hjälpsamt stöd från Marlies Craig, Andrew Okem, Jan Petzold, Melinda Tignor och Nora Weyer från arbetsgrupp II:s tekniska supportenhet, och Bhushan Kankal, Suvadip Neogi, Joana Portugal Pereira från arbetsgrupp III:s tekniska supportenhet. Särskilt tack till Kenny Coventry, Harmen Gudde, Irene Lorenzoni och Steve Jenkins för stöd med figurerna i denna sammanfattning för beslutsfattare, liksom till Nigel Hawtin för grafiskt stöd med rapporten. Dessutom utgår tack till följande bidrag: Tom Maycock (operativt stöd och manusgranskning), Jatinder Padda (manusgranskning), Melissa Dawes (manusgranskning), Marilyn Anderson (index), Vincent Grégoire (layout) och Sarah le Rouzic (praktikant).

Webbplatsen för specialrapporten ha utvecklats av Habitat 7, under ledning av Jamie Herring. Rapportinnehållet har förberetts och bearbetats till webbplatsen av Nicholas Reay och Tim Waterfield. Vi tackar UN Foundation för stöd i utvecklingen av webbplatsen.

Inledning

Denna rapport har tagits fram på förfrågan till IPCC "... att till år 2018 ta fram en specialrapport om konsekvenserna av 1,5°C uppvärmning jämfört med förindustriella nivåer och relaterade globala utsläppsbanor av växthusgaser". Detta framgår av 21:a partskonferensen av FN:s ramkonvention om klimatförändringar beslut om antagande av Parisavtalet.¹

IPCC beslutade i april 2016 att ta fram denna specialrapport om effekter av global uppvärmning på 1,5°C över förindustriella nivåer och relaterade utsläppsbanor av växthusgaser, i syfte att stärka den globala förmågan att svara upp mot hotet från klimatförändringen, målsättningar inom hållbar utveckling och ansträngningar för att utrota fattigdom.

I denna Sammanfattning för beslutsfattare ("Summary for Policy Makers", SPM) presenteras specialrapportens viktigaste slutsatser baserat på utvärderingen av tillgänglig vetenskaplig, teknisk och socioekonomisk litteratur² med relevans för en global uppvärmning på 1,5°C och för att kunna jämföra mellan en global uppvärmning på 1,5°C och 2°C över förindustriell nivå. Konfidensnivån för varje central slutsats anges med IPCC:s standardiserade terminologi.³ Den vetenskapliga grunden för varje slutsats anges genom referenser till avsnitt i respektive kapitel. I sammanfattningen identifieras även kunskapsluckor, med hänvisning till relevanta underliggande kapitel.

A. Att förstå en global uppvärmning på 1,5°C⁴

A.1 Mänsklig aktivitet uppskattas redan ha orsakat en global uppvärmning⁵ på cirka 1,0°C över förindustriell nivå, med ett sannolikt spann på 0,8°C till 1,2°C. Den globala uppvärmningen når sannolikt 1,5°C mellan 2030 och 2052 om ökningen fortsätter i samma takt som nu. (mycket troligt) {1.2, figur SPM.1}

A.1.1 Den observerade globala medeltemperaturen vid jordytan ("Global Mean Surface Temperature", GMST) för årtiondet 2006-2015 var 0,87°C (sannolikt mellan 0,75°C och 0,99°C)⁶ högre än genomsnittet för perioden 1850-1900 (högst troligt), vilket speglar den långsiktiga uppvärmningstrenden sedan förindustriell tid. Uppskattad nivå av antropogen global uppvärmning matchar den uppvärmning som observerats till inom ±20 procent (sannolikt spann). Den antropogena globala uppvärmningen uppskattas för närvarande öka med 0,2°C (sannolikt mellan 0,1°C och 0,3°C) per årtionde, med anledning av historiska och pågående utsläpp (mycket troligt). {1.2.1, tabell 1.1, 1.2.4}

A.1.2 Många landområden och årstider uppvisar en uppvärmning över det globala årliga genomsnittet. Till exempel är uppvärmningen i Arktis två till tre gånger högre än det globala genomsnittet. Uppvärmningen är generellt sett större över land än över hav. (mycket troligt) {1.2.1, 1.2.2, figur 1.1, figur 1.3, 3.3.1, 3.3.2}

A.1.3 För vissa klimat- och väderextremer har trender i intensitet och frekvens detekterats över tidsperioder under vilka den globala uppvärmningen har uppgått till cirka 0,5°C (troligt). Bedömningen baseras på flera bevislinjer, bland annat attributionsstudier av förändrade extremer sedan 1950. {3.3.1, 3.3.2, 3.3.3}

1 Beslut 1/CP.21, paragraf 21.

2 I utvärderingen ingår endast litteratur som accepterats för publicering fram till den 15 maj 2018.

3 Varje slutsats baseras på en utvärdering av underliggande evidens och dess överensstämmelse. Konfidensnivåer beskrivs med hjälp av fem nivåer: mycket låg, låg, medelhög (dvs. troligt), hög (dvs. mycket troligt) och mycket hög (dvs. högst troligt), och skrivs ut i kursiv stil, till exempel: *troligt*. Följande termer används för att beskriva bedömd sannolikhet för ett utfall eller ett resultat: nästan helt säkert 99-100% sannolikhet, mycket sannolikt 90-100%, sannolikt 66-100%, lika sannolikt som osannolikt 33-66%, osannolikt 0-33%, mycket osannolikt 0-10%, exceptionellt osannolikt 0-1%. Andra termer (extremt sannolikt 95-100%, mer sannolikt än osannolikt >50-100%, mer osannolikt än sannolikt 0-50%, extremt osannolikt 0-5%) kan också förekomma. Sannolikhetsbedömningar skrivs ut i kursiv stil, till exempel: *mycket sannolikt*, i överensstämmelse med AR5.

4 SPM ruta.1: Centrala begrepp

5 Den nuvarande nivån av global uppvärmning definieras som genomsnittet för en 30-årsperiod centrerad på 2017 under antagandet att nuvarande uppvärmningstakt fortsätter.

6 Inom detta spann faller de fyra fackgranskade uppskattningar av observerad förändring av GMST som finns. Spannet tar även hänsyn till extra osäkerhet beroende på eventuella naturliga variationer som kan förekomma på kort sikt. {1.2.1, tabell 1.1}

A.2 Den uppvärmning som orsakats av mänskliga utsläpp från förindustriell tid fram tills idag kommer att hålla i sig under århundraden till årtusenden och därmed ge upphov till fortsatta långsiktiga förändringar i klimatsystemet, till exempel högre havsnivåer med relaterade konsekvenser (mycket troligt), men det är osannolikt att enbart dessa utsläpp leder till en global uppvärmning på 1,5°C (troligt). {1.2, 3.3, figur 1.5, figur SPM.1}

A.2.1 Det är *osannolikt* att de utsläpp (inklusive växthusgaser, aerosoler och källämnen för aerosoler) som orsakats av människan fram tills idag kommer att leda till en ytterligare uppvärmning på över 0,5°C under de kommande två till tre årtiondena (*mycket troligt*) eller sett över ett århundrade (*troligt*). {1.2.4, figur 1.5}

A.2.2 Om människans globala nettoutsläpp av koldioxid skulle minska till netto noll och hållas på den nivån, samtidigt som den netto icke-CO₂-relaterade strålningsdrivningen också minskar, skulle den globala antropogena uppvärmningen bromsas över en period på flera årtionden (*mycket troligt*). Den maximala temperatur som då nås bestäms av människans ackumulerade nettoutsläpp av koldioxid fram tills den tidpunkt då nettonollutsläpp nås (*mycket troligt*) och nivån av icke-CO₂-relaterad strålningsdrivning under årtiondena fram till den tidpunkt då maximal temperatur nås (*troligt*). På långa tidsskalor kan bibehållna antropogena negativa nettoutsläpp av koldioxid globalt och/eller ytterligare minskning av icke-CO₂-relaterad strålningsdrivning fortfarande bli nödvändiga för att hindra ytterligare uppvärmning relaterad till återkopplingsmekanismer i jordsystemet samt för att vända/minska försurningen av världshaven (*troligt*), och kommer att vara nödvändigt för att minimera höjningen av havsnivån (*mycket troligt*). {Kapitelöverskridande ruta 2 i kapitel 1, 1.2.3, 1.2.4, figur 1.4, 2.2.1, 2.2.2, 3.4.4.8, 3.4.5.1, 3.6.3.2}

A.3 Klimatrelaterade risker för naturliga och mänskliga system är högre vid 1,5°C global uppvärmning än vad de är idag, men lägre än vid 2°C (mycket troligt). Dessa risker beror på uppvärmningens storlek och hastighet, geografiskt område, utvecklingsnivåer och sårbarhet, samt vilka åtgärder för anpassning och utsläppsminskning som väljs och implementeras (mycket troligt) (figur SPM.2). {1.3, 3.3, 3.4, 5.6}

A.3.1 Den globala uppvärmningens påverkan på naturliga och mänskliga system har redan observerats (*mycket troligt*). Många landbaserade och marina ekosystem och en del av de tjänster de tillhandahåller har redan förändrats i och med den globala uppvärmningen (*mycket troligt*). {1.4, 3.4, 3.5, figur SPM.2}

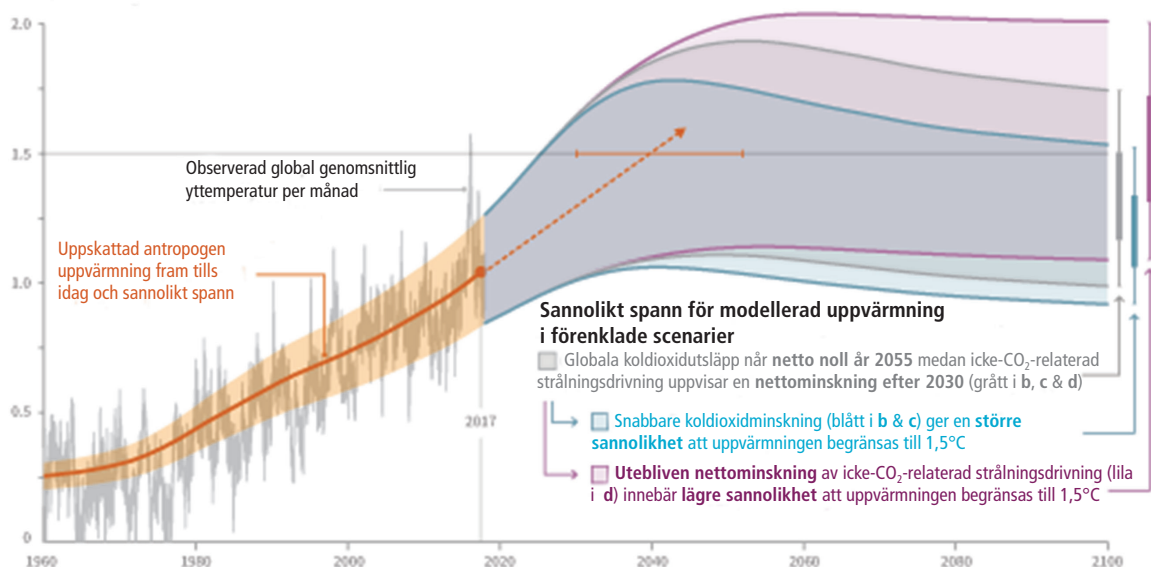
A.3.2 Framtida klimatrelaterade risker beror på hur fort uppvärmningen går, dess högsta nivå och hur länge den håller i sig. Sammantaget är riskerna större om uppvärmningen överstiger 1,5°C och sedan återvänder till den nivån innan 2100 än om uppvärmningen gradvis stabiliseras vid 1,5°C, särskilt om den maximala uppvärmningen som nås är hög (t.ex. runt 2°C) (*mycket troligt*). Vissa effekter kan vara av ihållande eller oåterkallelig art, till exempel förlust av vissa ekosystem (*mycket troligt*). {3.2, 3.4.4, 3.6.3, kapitelöverskridande ruta 8}

A.3.3 Åtgärder för anpassning och reduktion har redan påbörjats (*mycket troligt*). Framtidens klimatrelaterade risker kan minskas genom att skala upp och snabba upp omfattande klimatåtgärder som sträcker sig över många nivåer och sektorer samt genom både stegvis och transformativ anpassning (*mycket troligt*). {1.2, 1.3, tabell 3.5, 4.2.2, kapitelöverskridande ruta 9 i kapitel 4, ruta 4.2, ruta 4.3, ruta 4.6, 4.3.1, 4.3.2, 4.3.3, 4.3.4, 4.3.5, 4.4.1, 4.4.4, 4.4.5, 4.5.3}

Akkumulerade utsläpp av koldioxid och framtida icke-CO₂-relaterad strålningsdrivning avgör sannolikheten för att uppvärmningen begränsas till 1,5°C

a) Observerad global temperaturförändring och modellerad global uppvärmning som orsakas av människans utsläpp och strålningsdrivning i förenklade scenarier

Global uppvärmning jämfört med 1850-1900 (°C)



b) Förenklade globala nettoutsläppsbanor för koldioxid

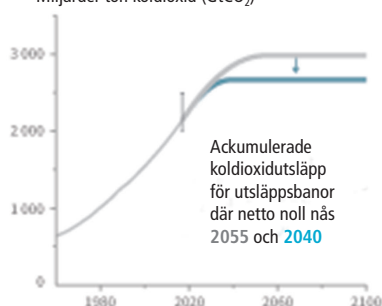
Miljarder ton koldioxid per år (GtCO₂/år)



Snabbare omedelbar minskning av koldioxidutsläppen leder till lägre ackumulerade koldioxidutsläpp enligt diagram (c).

c) Ackumulerade nettoutsläpp av koldioxid

Miljarder ton koldioxid (GtCO₂)



Maximal temperaturökning avgörs av ackumulerade nettoutsläpp av koldioxid och icke-CO₂-relaterad nettostrålningsdrivning orsakad av metan, lustgas, aerosoler och andra antropogena klimatpåverkande ämnen.

d) Utvecklingsbanor för icke-CO₂-relaterad strålningsdrivning

Watt per kvadratmeter (W/m²)



Figur SPM.1 Diagram a: Observerad förändring av global genomsnittstemperatur vid jordytan (GMST) per månad (grå linje upp till 2017, data från HadCRUT4, GISTEMP, Cowtan-Way och NOAA) samt uppskattad antropogen global uppvärmning (heldragen orange linje upp till 2017, med orange skuggning som anger det uppskattade sannolika spannet). Orange streckad pil och vågrät orange felstapel visar central uppskattning respektive sannolikt spann vid den tidpunkt då 1,5°C nås om den nuvarande uppvärmningstakten fortsätter. Det grå området i högra delen av diagram a) visar sannolikt spann för uppvärmningen, beräknat med en enkel klimatmodell, i en hypotetisk framtid där nettoutsläpp av koldioxid (den gråa linjen i diagram b och c) minskar linjärt från 2020 och når netto noll 2055, och icke-CO₂-relaterad strålningsdrivning (den gråa linjen i diagram d) ökar fram till 2030 och därefter minskar. Det blå området i diagram a) visar resultatet av en snabbare minskning av koldioxidutsläpp (den blå linjen i diagram b) där netto noll nås 2040, vilket leder till lägre ackumulerade koldioxidutsläpp (diagram c). Det lila området visar resultatet om nettoutsläpp av koldioxid når noll 2055 men där den icke-CO₂-relaterade strålningsdrivningen förblir konstant efter 2030. Felstaplarna till höger om diagram a) visar sannolikt spann (tunna linjer) och den mittersta tercilen (33:e-66:e percentilen, tjocka linjer) för uppskattad uppvärmning 2100 i dessa tre scenarier. De lodräta streckade linjerna i diagram b, c och d visar sannolikt spann för historiska årliga och ackumulerade nettoutsläpp av koldioxid vid 2017 (data från Global Carbon Project), respektive icke-CO₂-relaterad strålningsdrivning vid 2011, från AR5. De lodräta axlarna i diagram c och d har skalats för att motsvara ungefär samma effekt på GMST. {1.2.1, 1.2.3, 1.2.4, 2.3, kapitel 1 figur 1.2 & extramaterial till kapitel 1, kapitelöverskridande ruta 2}

B. Beräknade klimatförändringar, potentiella konsekvenser och med dessa förknippade risker

B.1 Klimatmodellerna visar på robusta⁷ skillnader i regionala klimatförhållanden mellan den nutida uppvärmningsnivån och 1,5°C global uppvärmning⁸, samt mellan 1,5°C och 2°C⁸. Dessa skillnader handlar bland annat om ökad medeltemperatur i de flesta regioner på land och till havs (*mycket troligt*), ökade varma extremer i de flesta bebodda områden (*mycket troligt*), ökning av kraftig nederbörd i ett många regioner (*troligt*), och större sannolikhet för torka och nederbördsunderskott i vissa regioner (*troligt*). {3.3}

B.1.1 De belägg som visats för förändrade klimat- och väderextremer vid en global uppvärmning på cirka 0,5°C tyder på att ytterligare 0,5°C uppvärmning jämfört med idag är kopplat till ytterligare märkbara förändringar av dessa extremer (*troligt*). Flera förändringar i regionala i klimat förväntas ske vid 1,5°C global uppvärmning jämfört med förindustriell nivå, bland annat; högre extremtemperaturer i många regioner (*mycket troligt*), högre frekvens, intensitet och/eller mängd av kraftig nederbörd i flera regioner (*mycket troligt*), samt högre intensitet eller frekvens av torka i vissa regioner (*troligt*). {3.2, 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3, 3.3.4, tabell 3.2}

B.1.2 Extremtemperaturerna på land beräknas stiga mer än GMST (*mycket troligt*): för extremt heta dagar på medelhöga breddgrader upp till cirka 3°C varmare vid 1,5°C global uppvärmning och cirka 4°C varmare vid 2°C, och för extremt kalla nätter på höga breddgrader upp till cirka 4,5°C varmare vid 1,5°C och cirka 6°C varmare vid 2°C (*mycket troligt*). Antalet heta dagar beräknas öka i de flesta landområden, med störst ökning i tropikerna (*mycket troligt*). {3.3.1, 3.3.2, kapitelöverskridande ruta 8 i kapitel 3}

B.1.3 Risker relaterade till torka och nederbördsunderskott beräknas bli högre vid 2°C jämfört med 1,5°C global uppvärmning i vissa regioner (*troligt*). Risker relaterade till kraftig nederbörd beräknas bli högre vid 2°C jämfört med 1,5°C global uppvärmning i flera regioner på höga breddgrader och/eller hög höjd över havet på norra halvklotet, östra Asien och östra Nordamerika (*troligt*). Kraftig nederbörd i samband med tropiska cykloner beräknas bli högre vid 2°C jämfört med 1,5°C global uppvärmning (*troligt*). Det är generellt *låg konfidensnivå* för beräknade förändringar av kraftig nederbörd vid 2°C jämfört med 1,5°C i andra regioner. För jorden totalt sett beräknas kraftig nederbörd bli vanligare vid 2°C jämfört med 1,5°C global uppvärmning (*troligt*). Som en följd av kraftigare nederbörd beräknas andelen landyta som påverkas av översvämningsrisker globalt bli större vid 2°C jämfört med 1,5°C global uppvärmning (*troligt*). {3.3.1, 3.3.3, 3.3.4, 3.3.5, 3.3.6}

B.2 Havsnivån beräknas stiga runt 0,1 meter mindre fram till 2100 med 1,5°C global uppvärmning jämfört med 2°C (*troligt*). Havsnivån kommer att fortsätta stiga under en lång tid efter 2100 (*mycket troligt*), men hur mycket och hur snabbt beror på framtida utsläppsbanor. En långsammare höjning innebär större möjlighet till anpassning i mänskliga och ekologiska system på små öar, låglänta kustområden och floddeltan (*troligt*). {3.3, 3.4, 3.6}

B.2.1 Modellbaserade beräkningar av genomsnittlig höjning av den globala havsnivån (jämfört med 1986–2005) tyder på ett spann från 0,26 till 0,77 m fram till 2100 vid 1,5°C global uppvärmning, vilket är 0,1 m (0,04–0,16 m) lägre än vid 2°C global uppvärmning (*troligt*). 0,1 m lägre höjning av den globala havsnivån betyder att upp till 10 miljoner färre människor skulle utsättas för relaterade risker, baserat på befolkningsmängd 2010 och med antagandet att ingen anpassning sker (*troligt*). {3.4.4, 3.4.5, 4.3.2}

B.2.2 Havsnivån kommer att fortsätta stiga efter 2100 även om den globala uppvärmningen begränsades till 1,5°C under 2000-talet (*mycket troligt*). Instabilitet i marina istäcken i Antarktis och/eller oåterkallelig förlust av Grönlands istäcke skulle kunna leda till flera meter högre havsnivåer under en period av hundratals till tusentals år. Sådan instabilitet skulle kunna utlösas runt 1,5°C till 2°C global uppvärmning (*troligt*). {3.3.9, 3.4.5, 3.5.2, 3.6.3, ruta 3.3, figur SPM.2}

7 Robust innebär här att minst två tredjedelar av klimatmodellerna visar samma tecken på förändringar på rutnätsskala, och att skillnaderna är statistiskt signifikanta i stora regioner.

8 Beräkningar av förändrade konsekvenser vid olika nivåer av global uppvärmning är gjorda i relation till förändrad global genomsnittlig lufttemperatur.

- B.2.3 Ökande uppvärmning innebär att många mänskliga och ekologiska system på små öar, låglänta kustområden och i floddeltan i högre grad exponeras för risker relaterade till stigande havsnivå för, inklusive saltvattenintrång, översvämningar och skador på infrastruktur (*mycket troligt*). Riskerna i samband med stigande havsnivå är högre vid 2°C jämfört med 1,5°C. En global uppvärmning på 1,5°C gör att havsnivån stiger långsammare, vilket minskar dessa risker och innebär större möjlighet till anpassning inklusive förvaltning och återställning av naturliga ekosystem vid kusterna, samt till att stärka infrastrukturen (*troligt*). {3.4.5, figur SPM.2, ruta 3.5}
- B.3 På land beräknas effekterna på biologisk mångfald och ekosystem, inklusive arter som försvinner och utrotning, bli lägre vid 1,5°C global uppvärmning jämfört med 2°C. Om den globala uppvärmningen begränsas till 1,5°C istället för 2°C beräknas det leda till mindre konsekvenser för ekosystem på land, i sötvatten och vid kusterna, samt till att fler av dessa ekosystemtjänster till mänskligheten kan bibehållas (*mycket troligt*). (Figur SPM.2) {3.4, 3.5, ruta 3.4, ruta 4.2, kapitelöverskridande ruta 8 i kapitel 3}**
- B.3.1 Av 105 000 studerade arter⁹ beräknas 6 procent av insekterna, 8 procent av växterna och 4 procent av ryggradsdjuren förlora över hälften av sin klimatbestämda utbredning vid 1,5°C global uppvärmning, jämfört med 18 procent av insekterna, 16 procent av växterna och 8 procent av ryggradsdjuret vid 2°C global uppvärmning (*troligt*). Konsekvenserna av andra risker relaterat till biologisk mångfald, till exempel skogsbränder och spridning av invasiva arter, är mindre vid 1,5°C jämfört med 2°C global uppvärmning (*mycket troligt*). {3.4.3, 3.5.2}
- B.3.2 Ungefär 4 procent (kvartilavstånd 2-7 procent) av den globala terrestriska landytan beräknas genomgå en transformation från en ekosystemtyp till en annan vid 1°C global uppvärmning, jämfört med 13 procent (kvartilavstånd 8-20 procent) vid 2°C (*troligt*). Detta tyder på att den hotade arealen blir cirka 50 procent mindre vid 1,5°C jämfört med 2°C (*troligt*). {3.4.3.1, 3.4.3.5}
- B.3.3 Tundra och boreala skogar på höga breddgrader är särskilt utsatta för klimatrelaterad förändring och förlust, buskar håller redan på att tränga in i tundran (*mycket troligt*), vilket kommer att fortsätta vid ytterligare uppvärmning. Om den globala uppvärmningen begränsas till 1,5°C istället för 2°C, beräknas det förhindra en upptining av 1,5 till 2,5 miljoner km² permafrostområden, sett över flera århundraden (*troligt*). {3.3.2, 3.4.3, 3.5.5}
- B.4 Om den globala uppvärmningen kan begränsas till 1,5°C jämfört med 2°C beräknas också havstemperaturens höjning bli mindre och därmed även med den förknippad ökning av havsförurning och minskning av havens syrehalt (*mycket troligt*). Om uppvärmningen begränsas till 1,5°C innebär det därför minskade risker för marin biodiversitet, fiske, marina ekosystem, samt dessas funktioner och tjänster för människan. Effekter som dessa illustreras av den senaste tidens förändringar i Arktis havsis och korallrevsekosystem i varma vatten (*mycket troligt*). {3.3, 3.4, 3.5, ruta 3.4, ruta 3.5}**
- B.4.1 Det är *mycket troligt* att sannolikheten för att Norra ishavet blir isfritt under sommaren blir betydligt lägre vid en global uppvärmning på 1,5°C jämfört med 2°C. En global uppvärmning på 1,5°C kan ge en havsisfri arktisk sommar per århundrade. Den sannolikheten ökar till minst en per årtionde vid en global uppvärmning på 2°C. Om temperaturen skulle överstiga detta är effekterna reversibla för det arktiska havsistäckets sett över årtionden (*mycket troligt*). {3.3.8, 3.4.4.7}
- B.4.2 Vid en global uppvärmning på 1,5°C beräknas utbredningen av många marina arter skifta mot högre breddgrader, och mer omfattande skador kan uppstå på många ekosystem. Detta förväntas även leda till förlorade kustnära resurser och lägre produktivitet inom fiske och akvakultur (särskilt på lägre breddgrader). Riskerna för klimatrelaterade konsekvenser förväntas bli högre vid 2°C än vid 1,5°C global uppvärmning (*mycket troligt*). Till exempel förväntas korallreven minska med ytterligare 70-90 procent vid 1,5°C (*mycket troligt*), och ännu mer (>99 procent) vid 2°C (*högst troligt*). Risken för att många marina och kustnära ekosystem förloras för alltid ökar i takt med den globala uppvärmningen, särskilt vid 2°C eller högre uppvärmning (*mycket troligt*). {3.4.4, ruta 3.4}

9 Liksom i tidigare studier härstammar dessa illustrerande siffror från en nyligen genomförd metastudie.

- B.4.3 Havsförurning beroende på ökande koldioxidhalter i samband med en global uppvärmning på 1,5°C beräknas förstärka uppvärmningens negativa konsekvenser, i ännu högre grad vid 2°C, då med konsekvenser för tillväxt, utveckling, förkalkning, överlevnad och minskad populationsstorlek hos ett stort antal arter, från alger till fisk (*mycket troligt*). {3.3.10, 3.4.4}
- B.4.4 Klimatförändringarnas inverkan på havet ökar riskerna för fiske och akvakultur genom effekter på fysiologi, möjlighet att överleva, habitat, reproduktion, förekomst av sjukdomar, och risk för invasiva arter (*troligt*), men denna inverkan förväntas vara mindre vid 1,5°C global uppvärmning än vid 2°C. Till exempel visar en beräkning med en global modell för fiske cirka 1,5 miljoner ton lägre fångst per år för det marina fisket vid 1,5°C, jämfört med över 3 miljoner ton lägre fångst vid 2°C global uppvärmning (*troligt*). {3.4.4, ruta 3.4}
- B.5 Klimatrelaterade risker gällande hälsa, försörjningsförmåga, livsmedelssäkerhet, vattentillgång, mänsklig säkerhet och ekonomisk tillväxt beräknas öka med en global uppvärmning på 1,5°C och öka ännu mer vid 2°C. (Figur SPM.2) {3.4, 3.5, 5.2, ruta 3.2, ruta 3.3, ruta 3.5, ruta 3.6, kapitelöverskridande ruta 6 i kapitel 3, kapitelöverskridande ruta 9 i kapitel 4, kapitelöverskridande ruta 12 i kapitel 5, 5.2}**
- B.5.1 De befolkningsgrupper som har oproportionerligt förhöjd risk för negativa konsekvenser av global uppvärmning på 1,5°C och högre inkluderar missgynnade och sårbara befolkningsgrupper, vissa ursprungsbefolkningar och lokalsamhällen som är beroende av jordbruk och kustområden för sin försörjning (*mycket troligt*). De regioner som har oproportionerligt förhöjd risk inkluderar arktiska ekosystem, torrmarker, små önationer under utveckling, och de minst utvecklade länderna (*mycket troligt*). Fattigdom och ogynnsamma omständigheter förväntas öka för vissa befolkningsgrupper i takt med att den globala uppvärmningen ökar; om den globala uppvärmningen begränsas till 1,5°C istället för 2°C kan det leda till att antalet människor som både exponeras för klimatrelaterade risker och är utsatta för fattigdom minskar med upp till flera hundra miljoner fram till 2050 (*troligt*). {3.4.10, 3.4.11, ruta 3.5, kapitelöverskridande ruta 6 i kapitel 3, kapitelöverskridande ruta 9 i kapitel 4, kapitelöverskridande ruta 12 i kapitel 5, 4.2.2.2, 5.2.1, 5.2.2, 5.2.3, 5.6.3}
- B.5.2 Varje ökning av den globala uppvärmningen beräknas ha effekter på människans hälsa, primärt negativa konsekvenser (*mycket troligt*). Riskerna förväntas vara lägre vid 1,5°C än vid 2°C för värmerelaterad sjuklighet och dödlighet (högst troligt) samt för ozonrelaterad dödlighet om de utsläpp som krävs för ozonbildning förblir höga (*mycket troligt*). I städerna förstärks effekterna av värmeböljor ofta av urbana värmeöar (*mycket troligt*). Risker från vissa vektorburna sjukdomar, till exempel malaria och denguefeber, beräknas öka vid en uppvärmning från 1,5°C till 2°C, inklusive potentiella förändringar i deras geografiska spridning (*mycket troligt*). {3.4.7, 3.4.8, 3.5.5.8}
- B.5.3 Om uppvärmningen begränsas till 1,5°C, jämfört med 2°C, beräknas det leda till mindre nettominskningar i skördar av majs, ris, vete och eventuellt även andra spannmålsgrödor, i synnerhet i Afrika söder om Sahara, Sydostasien samt Central- och Sydamerika. Det koldioxidberoende näringsvärdet hos ris och vete beräknas också få mindre nettominskning (*mycket troligt*). Minskningar i tillgången på livsmedel blir större vid 2°C än vid 1,5°C global uppvärmning i Sahel, södra Afrika, Medelhavsområdet, Centraleuropa, och Amazonas (*troligt*). Boskap förväntas påverkas negativt av stigande temperaturer, beroende på i vilken utsträckning foderkvalitet, sjukdomsspridning och tillgång på vattenresurser förändras (*mycket troligt*). {3.4.6, 3.5.4, 3.5.5, ruta 3.1, kapitelöverskridande ruta 6 i kapitel 3, kapitelöverskridande ruta 9 i kapitel 4}
- B.5.4 Beroende på framtida socioekonomiska förhållanden kan en uppvärmning som begränsas till 1,5°C istället för 2°C minska den andel av världens befolkning som exponeras för vattenstress relaterad till klimatförändringar med upp till 50 procent, även om denna siffra varierar avsevärt mellan regioner (*troligt*). Många små önationer under utveckling skulle få lägre vattenstress som resultat av beräknade förändringar i torka om den globala uppvärmningen begränsas till 1,5°C jämfört med 2°C (*troligt*). {3.3.5, 3.4.2, 3.4.8, 3.5.5, ruta 3.2, ruta 3.5, kapitelöverskridande ruta 9 i kapitel 4}
- B.5.5 Riskerna för världens totala ekonomiska tillväxt orsakade av klimatförändringar beräknas bli lägre vid 1,5°C än vid 2°C fram till slutet av århundradet¹⁰ (*troligt*). Då ingår inte kostnaderna för utsläppsminskningar, anpassningsåtgärder och eventuella fördelar av anpassning. Länder i tropikerna och södra halvklotets subtropiska områden beräknas drabbas hårdast av klimatförändringarnas konsekvenser för ekonomisk tillväxt om den globala uppvärmningen ökar från 1,5°C till 2°C (*troligt*). {3.5.2, 3.5.3}

10 Konsekvenser för ekonomisk tillväxt avser här förändrad BNP. Många konsekvenser, till exempel förlust av människoliv, kulturarv och ekosystemtjänster, är svåra att prissätta och mäta i termer av pengar.

B.5.6 Exponeringen för multipla och kombinerade klimatrelaterade risker ökar mellan 1,5°C och 2°C global uppvärmning, med en större andel människor som både exponeras för sådana risker och är utsatta för fattigdom i Afrika och Asien (*mycket troligt*). För en global uppvärmning från 1,5°C till 2°C skulle risker inom sektorerna för energi, livsmedel och vatten kunna överlappa rumsligt och tidsmässigt, vilket skulle skapa nya och öka befintliga risker, exponeringar och sårbarheter som skulle kunna påverka ännu fler människor och regioner (*troligt*). {Ruta 3.5, 3.3.1, 3.4.5.3, 3.4.5.6, 3.4.11, 3.5.4.9}

B.5.7 Ett flertal bevislinjer tyder på att den uppskattade risknivån har ökat sedan AR5 för fyra av fem övergripande anledningar till oro ("Reasons for Concern", RFC) vid en global uppvärmning på 2°C (*mycket troligt*). Övergångarna mellan olika risknivåer vid olika grader av global uppvärmning är nu: från hög till mycket hög mellan 1,5°C och 2°C för RFC1 (unika och hotade system) (*mycket troligt*); från medelhög till hög risk mellan 1,0°C och 1,5°C för RFC2 (extrema väderhändelser) (*troligt*); från medelhög till hög risk mellan 1,5°C och 2°C för RFC3 (fördelning av effekter) (*mycket troligt*); från medelhög till hög risk mellan 1,5°C och 2,5°C för RFC4 (globala kumulativa effekter) (*troligt*); och från medelhög till hög risk mellan 1°C och 2,5°C för RFC5 (storskaliga exceptionella händelser) (*troligt*). (Figur SPM.2) {3.4.13; 3.5, 3.5.2}

B.6 I de flesta fall blir behovet av anpassning mindre vid 1,5°C global uppvärmning jämfört med vid 2°C (*mycket troligt*). En mängd olika anpassningsåtgärder finns för att minska riskerna med klimatförändringar (*mycket troligt*). Det finns gränser för anpassning och anpassningskapacitet i vissa mänskliga och naturliga system vid 1,5°C global uppvärmning, vilket kan innebära förluster (*troligt*). Antalet och tillgängligheten till anpassningsalternativ varierar beroende på sektor (*troligt*). {Tabell 3.5, 4.3, 4.5, kapitelöverskridande ruta 9 i kapitel 4, kapitelöverskridande ruta 12 i kapitel 5}

B.6.1 Det finns ett stort antal olika anpassningsåtgärder tillgängliga för att minska risker för naturliga och förvaltnade ekosystem (t.ex. ekosystembaserad anpassning, återställning av ekosystem och undvikande av deras försämring, avskogning, förvaltning av biologisk mångfald, hållbar akvakultur, samt lokal kunskap och urbefolkningars kunskaper), risker med stigande havsnivå (t.ex. skydd och förstärkning av kuster) samt risker för hälsa, försörjning, livsmedel, vatten, och ekonomisk tillväxt, särskilt i landsbygdsområden (t.ex. effektiv bevattning, sociala skyddsnät, hantering av katastrofrisker, att sprida och dela på risker, samhällsbaserad anpassning) och urbana områden (t.ex. grön infrastruktur, hållbar markanvändning och planering, samt hållbar vattenförvaltning) (*troligt*). {4.3.1, 4.3.2, 4.3.3, 4.3.5, 4.5.3, 4.5.4, 5.3.2, ruta 4.2, ruta 4.3, ruta 4.6, kapitelöverskridande ruta 9 i kapitel 4}

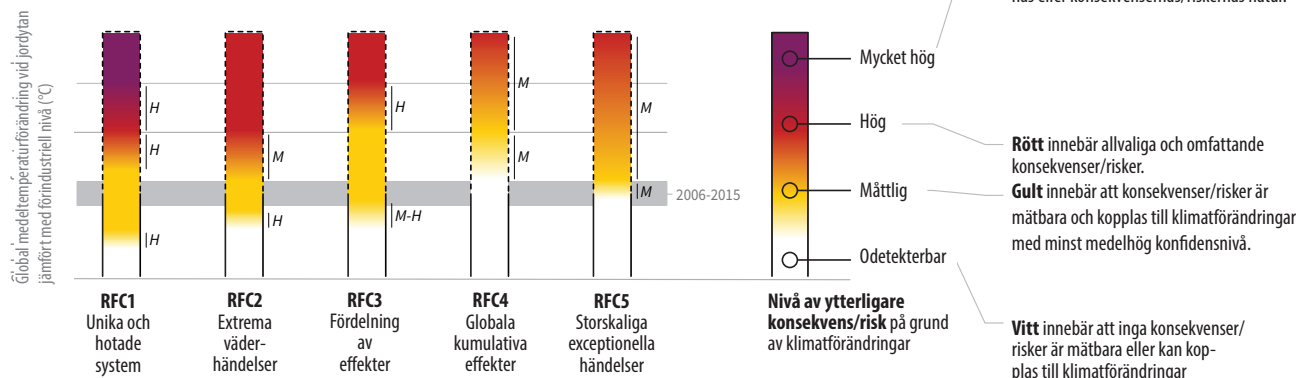
B.6.2 Anpassningen förväntas bli en större utmaning för ekosystem, livsmedelssystem och hälsosystem vid 2°C global uppvärmning än vid 1,5°C (*troligt*). Vissa sårbara regioner, inklusive små öar och de minst utvecklade länderna, förväntas drabbas av höga multipla och sammanhängande klimatrisker även vid 1,5°C global uppvärmning (*mycket troligt*). {3.3.1, 3.4.5, ruta 3.5, tabell 3.5, kapitelöverskridande ruta 9 i kapitel 4, 5.6, kapitelöverskridande ruta 12 i kapitel 5, ruta 5.3}

B.6.3 Det finns begränsningar i anpassningskapaciteten vid 1,5°C, dessa blir större vid högre uppvärmningsnivåer och varierar mellan sektorer, med platsspecifika konsekvenser för sårbara regioner, ekosystem och mänsklig hälsa (*troligt*). {Kapitelöverskridande ruta 12 i kapitel 5, ruta 3.5, tabell 3.5}

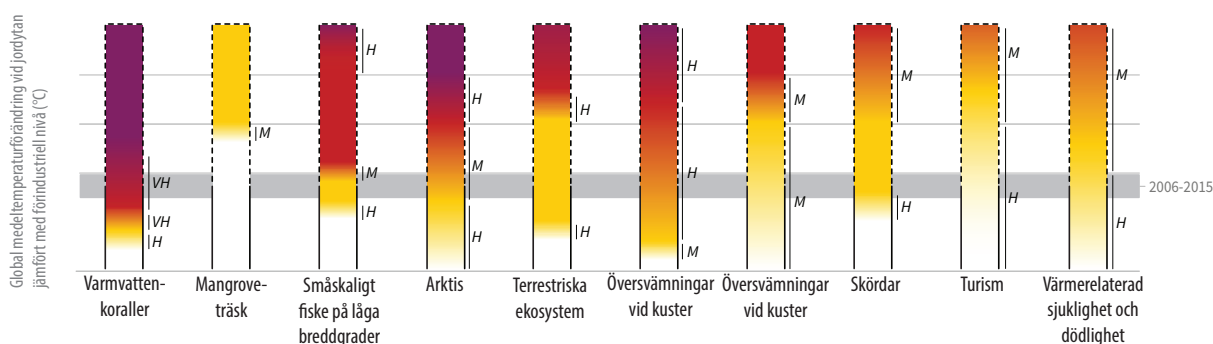
Hur nivån på den globala uppvärmningen påverkar konsekvenser och/eller risker i samband med övergripande anledningar till oro (RFC) och ett urval av naturliga, förvaltnade och mänskliga system

Fem övergripande anledningar till oro ("Reasons for Concern", RFC) illustrerar konsekvenser och risker för människa, ekonomi och ekosystem i olika sektorer och regioner vid olika nivåer av global uppvärmning.

Konsekvenser och risker i samband med övergripande anledningar till oro (RFC)



Konsekvenser och risker för ett urval av naturliga, förvaltnade och mänskliga system



Konfidsensnivå för övergångar: L=låg, M=medelhög, H=hög och MH=mycket hög

Figur SPM.2 De fem övergripande anledningarna till oro (RFC) utgör ett ramverk där nyckelkonsekvenser och nyckelrisker sammanfattas över sektorer och regioner. RFCs introducerades först i IPCC:s tredje utvärderingsrapport. RFCs illustrerar de konsekvenser som global uppvärmning får för människan, ekonomin och ekosystemen. Konsekvenser och/eller risker för varje RFC baseras på en bedömning av litteratur som publicerats efter AR5. Liksom i AR5 har litteraturen använts för att göra expertbedömningar gällande de nivåer av global uppvärmning där konsekvenserna och/eller riskerna är omätbara, medelhöga, höga respektive mycket höga. Urvalet av konsekvenser och risker för naturliga, förvaltnade och mänskliga system i det nedre diagrammet tjänar enbart som illustration och ska inte betraktas som uttömmande.

RFC1 Unika och hotade system: ekologiska och mänskliga system som har en begränsad geografisk utbredning styrs av vissa klimatrelaterade omständigheter, och är i hög grad endemiska eller har andra distinkta egenskaper. Exempel är: korallrev, Arktis och dess urbefolkning, bergsglaciärer, och hotspots för biologisk mångfald.

RFC2 Extrema väderhändelser: risker/konsekvenser för människans hälsa, försörjning, tillgångar, och ekosystem från extrema väderhändelser som värmeböljor, kraftig nederbörd, torka (och därav följande bränder i naturen), samt översvämningar vid kuster.

RFC3 Fördelning av effekter: risker/konsekvenser som har en oproportionerlig påverkan på vissa grupper beroende på olika spridning av faran från fysiska klimateffekter, exponering eller sårbarhet.

RFC4 Globala kumulativa effekter: global ekonomisk skada, globalt omfattande försämring och förlust av ekosystem och biologisk mångfald.

RFC5 Storskaliga exceptionella händelser: relativt stora, plötsliga och ibland oåterkalleliga systemförändringar som orsakas av global uppvärmning, till exempel uppbrottna istäcken på Grönland och Antarktis.

[3.4, 3.5, 3.5.2.1, 3.5.2.2, 3.5.2.3, 3.5.2.4, 3.5.2.5, 5.4.1, 5.5.3, 5.6.1, ruta 3.4]

C. Utsläppsbanor och systemövergångar som är förenliga med 1,5°C global uppvärmning

C.1 I modellerade utvecklingsvägar för 1,5°C med inget eller begränsat överskridande av uppvärmningsnivån minskar de antropogena globala nettoutsläppen av koldioxid med cirka 45 procent från 2010 års nivå fram till 2030 (kvartilavstånd 40-60 procent) och når netto noll runt 2050 (kvartilavstånd 2045-2055). För att hålla den globala uppvärmningen under 2°C¹¹ beräknas koldioxidutsläppen behöva minska med ungefär 20 procent fram till 2030 i de flesta utvecklingsvägar (kvartilavstånd 10-30 procent) och nå netto noll runt 2075 (kvartilavstånd 2065-2080). Gällande icke-CO₂-utsläpp i utvecklingsvägar där uppvärmningen hålls under 1,5°C så krävs omfattande minskningar som är likartade med minskningarna i de utvecklingsvägar där uppvärmningen begränsas till 2°C (*mycket troligt*). (Figur SPM.3a) {2.1, 2.3, tabell 2.4}

C.1.1 Koldioxidutsläppsminskningar som begränsar den globala uppvärmningen till 1,5°C med inget eller begränsat överskridande kan innebära olika kombinationer av åtgärder, med olika balans mellan minskad energi- och resursintensitet, avkarboniseringens hastighet samt omfattning av koldioxidborttagning. Olika åtgärdsportföljer medför olika utmaningar för genomförandet, liksom potentiella synergier och avvägningar i relation till hållbar utveckling (*mycket troligt*). (Figur SPM.3b) {2.3.2, 2.3.4, 2.4, 2.5.3}

C.1.2 Modellerade utvecklingsvägar där den globala uppvärmningen begränsas till 1,5°C med inget eller begränsat överskridande innebär kraftiga utsläppsminskningar för metan och sot (35 procent eller mer för båda fram till år 2050 jämfört med år 2010). I dessa utvecklingsvägar minskar även de flesta avkylande aerosolerna, vilket till viss del motverkar utsläppsminskningarnas effekt under två till tre årtionden. Andra klimatpåverkande utsläpp än koldioxid¹² kan minskas genom breda utsläppsminskningar inom energisektorn. Riktade åtgärder för minskning av icke-CO₂-utsläpp kan även minska lustgas och metan inom jordbruket, metan inom avfallssektorn, vissa källor till sot, och HFC:er. Hög efterfrågan på bioenergi kan öka utsläppen av lustgas i vissa utvecklingsvägar för 1,5°C, vilket understryker vikten av lämpliga styrmedel. Den förbättrade luftkvalitet som beräknas bli resultatet av beräknade minskningar av många icke-CO₂-utsläpp ger direkta och indirekta folkhälsofördelar i samtliga utvecklingsvägar för 1,5°C (*mycket troligt*). (Figur SPM.3a) {2.2.1, 2.3.3, 2.4.4, 2.5.3, 4.3.6, 5.4.2}

C.1.3 För att begränsa den globala uppvärmningen krävs att ackumulerade antropogena utsläpp av koldioxid sedan förindustriell tid begränsas. Det innebär en viss total kolbudget (*mycket troligt*)¹³ I slutet av 2017 uppskattades de antropogena koldioxidutsläppen sedan förindustriell tid ha minskat den totala kolbudgeten för 1,5°C global uppvärmning med cirka 2200 ± 320 miljarder ton koldioxid (*troligt*). Den återstående budgeten minskar vid nuvarande utsläppsnivåer med 42 ± 3 miljarder ton koldioxid per år (*mycket troligt*). Uppskattningar av återstående kolbudget påverkas av vilket mått som används för den globala temperaturen. Om global genomsnittlig lufttemperatur vid jordytan används, som i AR5, blir den uppskattade återstående kolbudgeten 580 miljarder ton koldioxid för 50 procents sannolikhet att begränsa uppvärmningen till 1,5°C, och 420 miljarder ton koldioxid för 66 procents sannolikhet (*troligt*)¹⁴. Om GMST används blir uppskattningarna 770 och 570 miljarder ton koldioxid för 50 procents respektive 66 procents sannolikhet (*troligt*)¹⁵. Det finns betydande osäkerheter i uppskattningarna av den återstående kolbudgetens storlek, vilket beror på flera faktorer. Osäkerheter gällande klimatpåverkan hos koldioxid och icke-CO₂-utsläpp motsvarar ±400 miljarder ton koldioxid och osäkerheter gällande nivån av historisk uppvärmning ±250 miljarder ton koldioxid (*troligt*). Eventuella ytterligare kolutsläpp från tinande permafrost samt metanutsläpp från våtmarker skulle minska budgeten med upp till 100 miljarder ton koldioxid under det här århundradet och mer därefter (*troligt*). Beroende på hur stor minskningen av icke-CO₂-utsläpp blir i framtiden kan dessutom återstående kolbudget variera 250 miljarder ton koldioxid i endera riktningen (*troligt*). {1.2.4, 2.2.2, 2.6.1, tabell 2.2, extramaterial till kapitel 2}

C.1.4 Åtgärder för att reflektera bort solstrålning ("Solar radiation modification", SRM) ingår inte i någon av de utvecklingsvägar som utvärderats. En del SRM-åtgärder skulle teoretiskt sett kunna användas för att effektivt minska temperaturöverskridande, men de är förknippade med stor osäkerhet och stora kunskapsluckor liksom avsevärda risker, institutionella och sociala hinder för tillämpning relaterat till styrning, etik och effekt på hållbar utveckling. Sådana åtgärder kan inte begränsa förurningen av haven (*troligt*). {4.3.8, kapitelöverskridande ruta 10 i kapitel 4}

11 Hänvisningar till utvecklingsvägar där den globala uppvärmningen begränsas till 2°C baseras på 66 procents sannolikhet att uppvärmningen hålls under 2°C.

12 Icke-CO₂-utsläpp omfattar i den här rapporten alla antropogena utsläpp som orsakar strålningsdrivning förutom koldioxid. Bland dessa finns kortlivade klimatpåverkande ämnen, till exempel metan, vissa fluorerade gaser, upphovsämnen till ozon, aerosoler eller upphovsämnen till aerosoler, till exempel sot respektive svaveldioxid, liksom långlivade växthusgaser, till exempel lustgas eller vissa fluorerade gaser. Den strålningsdrivning som kan kopplas till icke-CO₂-utsläpp och förändringar av jordytans albedo kallas för icke-CO₂-relaterad strålningsdrivning. {2.2.1}

13 Den vetenskapliga grunden är tydlig för att det finns en sammanlagd kolbudget förenlig med 1,5°C uppvärmning. Varken denna sammanlagda kolbudget eller hur stor del av den som utgörs av historiska utsläpp har utvärderats i den här rapporten.

14 Oavsett vilket mått som används på den globala temperaturen har ny förståelse och vidareutveckling av metoder lett till att uppskattningen av återstående kolbudget ökat cirka 300 miljarder ton koldioxid jämfört med AR5. (*troligt*) {2.2.2}

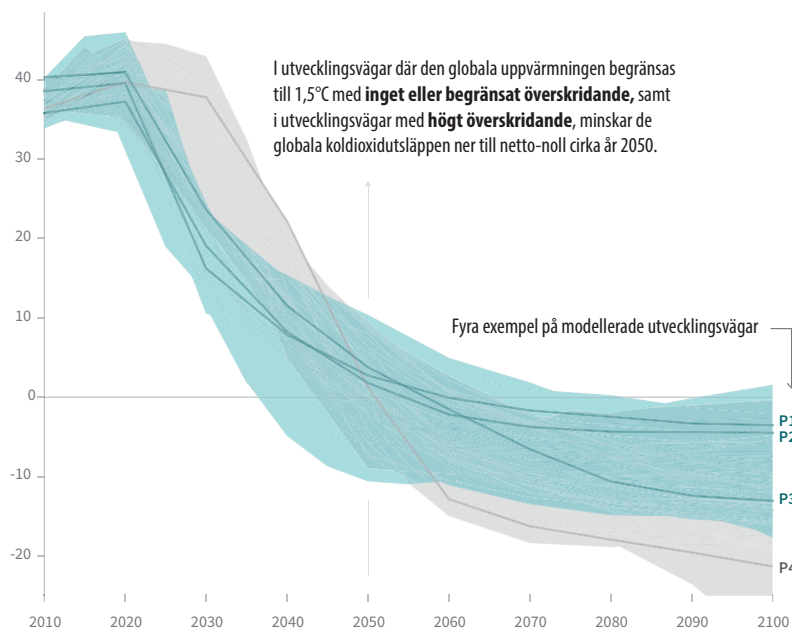
15 Dessa uppskattningar använder observerad GMST för 2006-2015 och uppskattar framtida temperaturförändringar utifrån lufttemperaturen vid jordytan.

Karakteristika för globala utsläppsbanor

Övergripande karakteristika för utvecklingen av människans nettoutsläpp av koldioxid och totala utsläpp av metan, sot och lustgas i modellerade utvecklingsvägar där den globala uppvärmningen begränsas till 1,5°C med inget eller begränsat överskridande. Nettoutsläpp definieras som antropogena utsläpp minus antropogena sänkor. Minskade nettoutsläpp kan nås genom olika åtgärds paket, vilket illustreras i figur SPM.3b.

Globala totala nettoutsläpp av koldioxid

Miljarder ton koldioxid/år



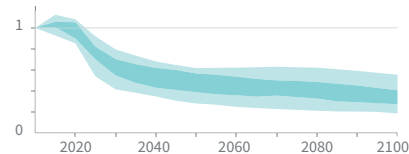
Tidpunkter för netto-noll koldioxid
Linjernas bredd visar 5-95:e
percentilen och 25-75:e percentilen
för utvecklingsvägar

Utvecklingsvägar där global uppvärmning begränsas till 1,5°C med **inget eller lågt överskridande**
Utvecklingsvägar med **högt överskridande**
Utvecklingsvägar där global uppvärmning begränsas till 2°C (visas inte ovan)

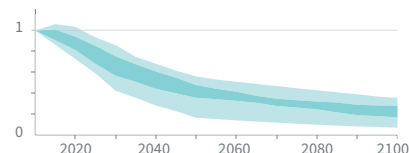
Icke-CO₂utsläpp jämfört med 2010

Även utsläpp av andra drivare än koldioxid minskas eller begränsas även i utvecklingsvägar där den globala uppvärmningen begränsas till 1,5°C med inget eller begränsat överskridande, men når inte noll globalt.

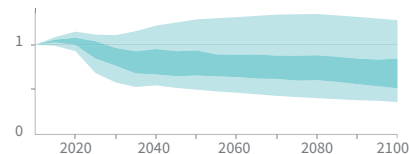
Utsläpp av metan



Utsläpp av sot



Utsläpp av lustgas

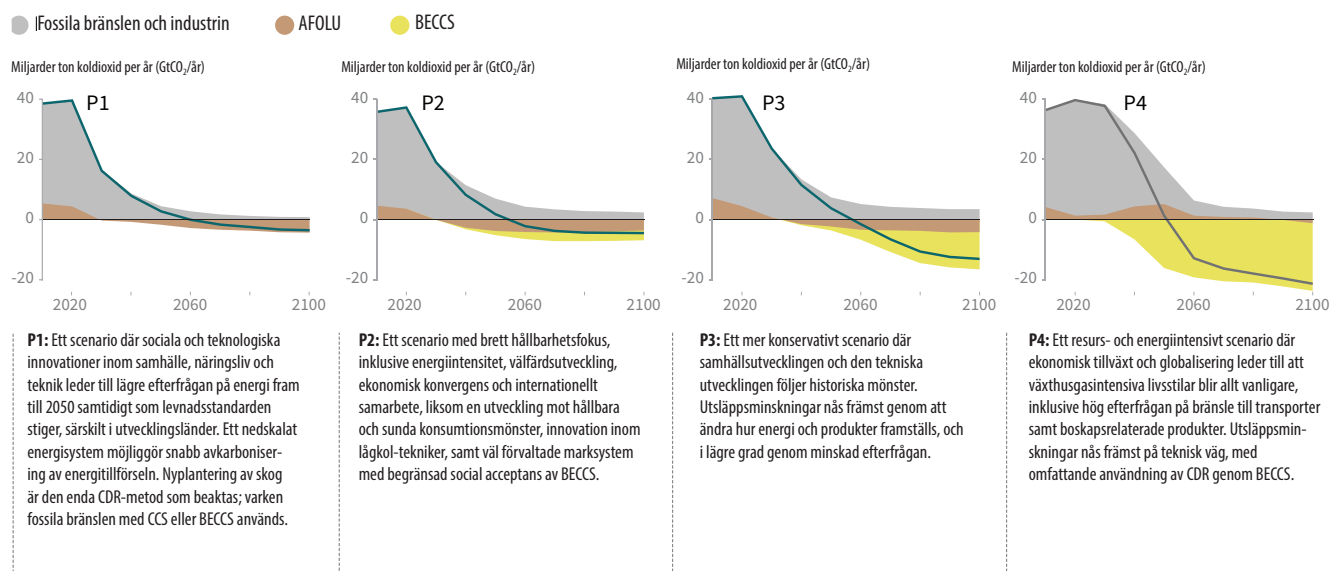


Figur SPM.3a | Övergripande karakteristika för globala utsläppsbanor. I det stora diagrammet visas människans globala nettoutsläpp av koldioxid för utvecklingsvägar där global uppvärmning begränsas till 1,5°C med inget eller lågt (under 0,1°C) överskridande och för utvecklingsvägar med större överskridande. Det skuggade området visar spannet för alla de utvecklingsvägar som analyserats i den här rapporten. Diagrammen till höger visar spannet för utsläpp av tre andra klimatpåverkande ämnen med stor klimatpåverkan och för vilka en betydande del av utsläppen kommer från andra källor än de som är centrala för begränsning av koldioxidutsläpp. De skuggade områdena i dessa diagram visar 5-95 procent spann (ljusare skuggning) och kvartilavstånd (mörkare skuggning) av utvecklingsvägar i vilka den globala uppvärmningen begränsas till 1,5°C med inget eller lågt överskridande. Längst ner i figuren visas de tidpunkter då netto noll koldioxidutsläpp nås. Som jämförelse visas detsamma för utvecklingsvägar i vilka uppvärmningen begränsas till 2°C med minst 66 procents sannolikhet. Fyra exempel på modellerade utvecklingsvägar lyfts fram i huvuddiagrammet, P1, P2, P3 och P4, vilka motsvarar utvecklingsvägarna LED, S1, S2 och SS i kapitel 2. Se figur SPM.3b för beskrivningar och egenskaper för dessa scenarier. {2.1, 2.2, 2.3, figur 2.5, figur 2.10, figur 2.11}

Karaktäristika för fyra illustrativa exempel på modellerade utvecklingsvägar

De nettoutsläppsminskningar som krävs för en utvecklingsväg där global uppvärmning begränsas till 1,5°C med inget eller lågt överskridande kan nås genom ett antal olika strategier för utsläppsminskningar. I samtliga dessa utvecklingsvägar används tekniker för avlägsnande av koldioxid från atmosfären (CDR), men dess omfattning varierar för de olika utvecklingsvägarna. Det samma gäller för de relativa andelarna av bioenergi med infångning och lagring av koldioxid (BECCS) och tekniker för avlägsnande inom sektorn jordbruk, skogsbruk och annan markanvändning (AFOLU). Detta har konsekvenser både för utsläpp och för ett antal andra karakteristika för utvecklingsvägar.

Fördelning av bidrag till globala koldioxid-nettoutsläpp i fyra illustrativa exempel på modellerade utvecklingsvägar



Globala indikatorer	P1	P2	P3	P4	Kvartilavstånd
Typ av utvecklingsväg	Inget eller lågt överskridande	Inget eller lågt överskridande	Inget eller lågt överskridande	Högt överskridande	Inget eller lågt överskridande
Förändring av CO ₂ -utsläppen 2030 (% jfr med 2010)	-58	-47	-41	4	(-59,-40)
2050 (% jfr med 2010)	-93	-95	-91	-97	(-104,-91)
Växthusgasutsläppen enligt Kyotoprotokollet * 2030 (% jfr med 2010)	-50	-49	-35	-2	(-55,38)
2050 (% jfr med 2010)	-82	-89	-78	-80	(-93,-81)
Slutgiltig energiefterfrågan** 2030 (% jfr med 2010)	-15	-5	17	39	(-12,7)
2050 (% jfr med 2010)	-32	2	21	44	(-11,22)
Andel av förnybar energi i elektricitet 2030 (%)	60	58	48	25	(47,65)
2050 (%)	77	81	63	70	(69,87)
Primärenergi från kol 2030 (% jfr med 2010)	-78	-61	-75	-59	(-78,-59)
2050 (% jfr med 2010)	-97	-77	-73	-97	(-95,-74)
från olja 2030 (% jfr med 2010)	-37	-13	-3	86	(-34,3)
2050 (% jfr med 2010)	-87	-50	-81	-32	(-78,-31)
från gas 2030 (% jfr med 2010)	-25	-20	33	37	(-26,21)
2050 (% jfr med 2010)	-74	-53	21	-48	(-56,6)
från kärnkraft 2030 (% jfr med 2010)	59	83	98	106	(44,102)
2050 (% jfr med 2010)	150	98	501	468	(91,190)
från biomassa 2030 (% jfr med 2010)	-11	0	36	-1	(29,80)
2050 (% jfr med 2010)	-16	49	121	418	(123,261)
från förnybart (ej biomassa) 2030 (% jfr med 2010)	430	470	315	110	(243,438)
2050 (% jfr med 2010)	832	1327	878	1137	(575,1300)
Kumulativ CCS fram till 2100 (GtCO ₂)	0	348	687	1218	(550,1017)
varav BECCS (GtCO ₂)	0	151	414	1191	(364,662)
Landareal för bioenergiogrödor 2050 (miljoner hektar)	22	93	283	724	(151,320)
Jordbrukets CH ₄ -utsläpp 2030 (% jfr med 2010)	-24	-48	1	14	(-30,-11)
2050 (% jfr med 2010)	-33	-69	-23	2	(-46,-23)
Jordbrukets N ₂ O-utsläpp 2030 (% jfr med 2010)	5	-26	15	3	(-21,4)
2050 (% jfr med 2010)	6	-26	0	39	(-26,1)

MÄRK: Dessa indikatorer har valts ut för att visa de globala trender som identifierats i kapitel 2. Värden för enskilda länder och sektorer kan skilja sig avsevärt från den globala utvecklingen ovan.

* Växthusgasutsläppen enligt Kyotoprotokollet baseras på SAR GWP-100

**Förändrad efterfrågan på energi associeras med förbättrad energieffektivitet och förändrade beteendemönster.

Figure SPM.3b | Karaktistika hos de fyra illustrativa modellerade utvecklingsvägar för 1,5°C uppvärmning som introducerades i figur SPM.3a. Dessa utvecklingsvägar har valts för att illustrera ett spann av potentiella tillvägagångssätt för utsläppsminskning och de varierar kraftigt i beräknad användning av energi och mark, liksom i antaganden om framtida socioekonomiska utveckling, inklusive ekonomisk tillväxt och befolkningstillväxt, jämlikhet och hållbarhet. Människans globala nettoutsläpp av koldioxid visas uppdelat på koldioxidutsläpp från fossila bränslen och industrin, jordbruk, skogsbruk och annan markanvändning (AFOLU), respektive bioenergi med koldioxidinfångning och lagring av (BECCS). De uppskattningar av AFOLU som rapporteras här stämmer inte nödvändigtvis överens med uppskattningar för enskilda länders del. Ytterligare egenskaper hos dessa utvecklingsvägar visas i tabellen under respektive utvecklingsväg. Dessa utvecklingsvägar illustrerar relativa globala skillnader mellan strategierna för utsläppsminskningar, men representerar inte centrala uppskattningar, nationella strategier och specificerar inte krav. Spalten längst till höger visar som jämförelse kvartilavståndet för samtliga scenarier för 1,5°C med inget eller begränsat överskridande. Scenarierna P1, P2, P3 och P4 motsvarar scenarierna LED, S1, S2 och S5 i kapitel 2. (Figur SPM.3a) {2.2.1, 2.3.1, 2.3.2, 2.3.3, 2.3.4, 2.4.1, 2.4.2, 2.4.4, 2.5.3, figur 2.5, figur 2.6, figur 2.9, figur 2.10, figur 2.11, figur 2.14, figur 2.15, figur 2.16, figur 2.17, figur 2.24, figur 2.25, tabell 2.4, tabell 2.6, tabell 2.7, tabell 2.9, tabell 4.1}

C.2 Utvecklingsvägar där global uppvärmning begränsas till 1,5°C med inget eller lågt överskridande kräver snabba och långtgående omställningar inom energi, mark, stadsmiljöer och infrastruktur (inklusive transport och byggnader), samt industri (*mycket troligt*). Detta är systemövergångar som aldrig tidigare förekommit i så stor omfattning, men kan ha skett i motsvarande takt, och innebär kraftiga utsläppsminskningar i alla sektorer, en bred portfölj åtgärder för utsläppsminskningar och signifikant ökning av investeringar i dessa (*troligt*). {2.3, 2.4, 2.5, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5}

- C.2.1 Utvecklingsvägar där global uppvärmning begränsas till 1,5°C med inget eller lågt överskridande uppvisar snabbare och mer uttalade systemförändringar under de kommande två årtiondena jämfört med utvecklingsvägar för 2°C (*mycket troligt*). Hastigheten på de systemförändringar som krävs för 1,5°C uppvärmning med inget eller lågt överskridande har förekommit tidigare inom specifika sektorer, tekniker och rumsliga sammanhang, men det finns inga dokumenterade förändringar på den skala som nu krävs (*troligt*). {2.3.3, 2.3.4., 2.4, 2.5, 4.2.1, 4.2.2, kapitelöverskridande ruta 11 i kapitel 4}
- C.2.2 Inom energisystem uppfylls i de modellerade utvecklingsvägarna (som finns i litteraturen) där global uppvärmning begränsas till 1,5°C med inget eller lågt överskridande (för detaljer, se figur SPM.3b) generellt energiefterfrågan genom lägre energianvändning, inklusive högre energieffektivitet. Dessa utvecklingsvägar uppvisar även en snabbare elektrifiering inom slutanvändning av energi jämfört med 2°C (*mycket troligt*). För 1,5°C-utvecklingsvägar med inget eller lågt överskridande förväntas energikällor med låga utsläpp stå för en större andel jämfört med 2°C utvecklingsvägar, särskilt före 2050 (*mycket troligt*). För 1,5°C-scenarier med inget eller lågt överskridande förväntas förnybara energikällor stå för 70-85 procent (kvartilavstånd) av elektriciteten 2050 (*mycket troligt*). För elproduktion modelleras andelen som utgörs av kärnkraft och fossila bränslen med koldioxidavskiljning och lagring (CCS) öka i de flesta 1,5°C-utvecklingsvägar med inget eller lågt överskridande. I 1,5°C-utvecklingsvägar med inget eller lågt överskridande skulle CCS kunna möjliggöra att gasanvändning står för cirka 8 procent (kvartilavstånd 3-11 procent) av elproduktionen globalt år 2050, medan användningen av kol uppvisar en snabb minskning i samtliga utvecklingsvägar och skulle minska till nära 0 procent (0-2 procent) av elektriciteten (*mycket troligt*). Även om utmaningarna, och skillnaderna mellan alternativen och olika länders nationella omständigheter måste beaktas, så har den politiska, ekonomiska, sociala och tekniska genomförbarheten hos tekniker för solenergi, vindenergi och ellagring förbättrats avsevärt under de senaste åren (*mycket troligt*). Dessa förbättringar signalerar en potentiell systemövergång inom elproduktionen. (Figur SPM.3b) {2.4.1, 2.4.2, figur 2.1, tabell 2.6, tabell 2.7, kapitelöverskridande ruta 6 i kapitel 3, 4.2.1, 4.3.1, 4.3.3, 4.5.2}
- C.2.3 Koldioxidutsläppen från industrin beräknas bli cirka 75-90 procent (kvartilavstånd) lägre 2050 jämfört med 2010 i utvecklingsvägar där global uppvärmning begränsas till 1,5°C med inget eller lågt överskridande, vilket kan jämföras med 50-80 procent lägre för 2°C global uppvärmning (*troligt*). En sådan minskning kan nås genom kombinationer av nya och befintliga tekniker och arbetssätt, inklusive elektrifiering, väte, hållbara biobaserade råmaterial, produktsubstitution och infångning, användning och lagring av koldioxid (CCUS). Dessa alternativ har demonstrerats tekniskt på olika skalor, men storskalig implementering kan begränsas av ekonomisk, finansiell och mänsklig kapacitet och institutionella begränsningar i specifika sammanhang, samt specifika egenskaper hos storskaliga industrianläggningar. Inom industrin är utsläppsminskning genom energi- och processeffektivitet i sig otillräckligt för att begränsa uppvärmningen till 1,5°C med inget eller lågt överskridande (*mycket troligt*). {2.4.3, 4.2.1, tabell 4.1, tabell 4.3, 4.3.3, 4.3.4, 4.5.2}
- C.2.4 De systemövergångar för städer och infrastruktur som är förenliga med en global uppvärmning som begränsas till 1,5°C med inget eller lågt överskridande innebär till exempel förändringar i mark- och stadsplanering, liksom mer genomgående utsläppsminskningar inom transport och byggnad jämfört med utvecklingsvägar där den globala uppvärmningen begränsas till 2°C (se 2.4.3, 4.3.3, 4.2.1) (*troligt*). För tekniska åtgärder och praxis för att möjliggöra kraftiga utsläppsminskningar finns ett antal olika alternativ för energieffektivisering. I utvecklingsvägar där global uppvärmning begränsas till 1,5°C med inget eller lågt överskridande skulle andelen elanvändning i byggnader bli cirka 55-75 procent år 2050 jämfört med 50-70 procent år 2050 för 2°C global uppvärmning (*troligt*). I transportsektorn skulle andelen energi för slutanvändning med låga utsläpp stiga från under 5 procent år 2020 till cirka 35-65 procent år 2050, jämfört med 25-45 procent för 2°C global uppvärmning (*troligt*). Ekonomiska, institutionella och sociokulturella hinder kan hämma dessa systemövergångar, beroende på nationella, regionala och lokala omständigheter, kapaciteter och tillgång på kapital (*mycket troligt*). {2.3.4, 2.4.3, 4.2.1, tabell 4.1, 4.3.3, 4.5.2}

- C.2.5 Övergångar inom global och regional markanvändning förekommer i samtliga utvecklingsvägar där global uppvärmning begränsas till 1,5°C med inget eller lågt överskridande, men dessas omfattning beror på den portfölj av åtgärder som används. I modellerade utvecklingsvägar där global uppvärmning begränsas till 1,5°C med inget eller lågt överskridande beräknas att 0,5-8 miljoner km² betesmark och 0-5 miljoner km² övrig jordbruksmark för livsmedel och foder omvandlas till 1-7 miljoner km² energigrödor, och att skogsarealen förändras till mellan 1 miljon km² mindre till 10 miljoner km² större fram till 2050 jämfört med 2010 (*troligt*)¹⁶. Övergångar av motsvarande storlek inom markanvändning finns även i modellerade utvecklingsvägar för 2°C (*troligt*). Övergångar i den storleksordningen utgör mycket stora utmaningar för hållbar förvaltning kopplat till de olika krav som ställs på mark för bosättningar, livsmedel, foder, fibermassa bioenergi, kollagring, biologisk mångfald och andra ekosystemtjänster (*mycket troligt*). Bland de klimatåtgärder som minskar efterfrågan på mark finns; hållbar intensifiering av markanvändningen, återställning av ekosystem och förändringar mot mindre resursintensiv diet (*mycket troligt*). För att dessa markbaserade klimatåtgärder ska kunna implementeras behöver socioekonomiska, institutionella, tekniska, finansiella och miljörelaterade barriärer övervinnas. Dessa varierar mellan regioner (*mycket troligt*). {2.4.4, figur 2.24, 4.3.2, 4.5.2, kapitelöverskridande ruta 7 i kapitel 3}
- C.2.6 I utvecklingsvägar där uppvärmningen begränsas till 1,5°C, uppskattas de sammanlagda årliga energirelaterade investeringarna som avser utsläppsminskningar för perioden 2015–2050 till 900 miljarder USD₂₀₁₅ (från 180 miljarder till 1800 miljarder USD₂₀₁₅ i sex olika modeller)¹⁷. Detta motsvarar totala årliga investeringar i energiförsörjning på 1600 till 3800 miljarder USD₂₀₁₅ och totala årliga investeringar i energiefterfrågan på mellan 700 till 1000 miljarder USD₂₀₁₅ för perioden 2015–2050, och cirka 12 procent (spann 3 procent till 23 procent) större totala energirelaterade investeringar i utvecklingsvägar för 1,5°C jämfört med utvecklingsvägar för 2°C. Genomsnittliga årliga investeringar i låg-kol energitekniker och energieffektivitet skalas upp med en faktor på cirka fem (faktorns intervall 4 till 5) fram till 2050 jämfört med 2015 (*troligt*). {2.5.2, ruta 4.8, figur 2.27}
- C.2.7 I de modellerade utvecklingsvägar där global uppvärmning begränsas till 1,5°C med inget eller lågt överskridande beräknas ett brett spann av globala genomsnittliga diskonterade marginalkostnader för utsläppsminskningar sett över hela 2000-talet. Dessa är cirka 3-4 gånger högre än i utvecklingsvägar där den globala uppvärmningen begränsas till under 2°C (*mycket troligt*). Den ekonomiska litteraturen skiljer på marginalkostnader för utsläppsminskningar och totala kostnader för utsläppsminskningar. Litteraturen om total kostnad för utsläppsminskningar för 1,5°C-utvecklingsvägar är begränsad och har inte utvärderats i den här rapporten. Kunskapsluckor kvarstår i den sammanlagda utvärderingen av kostnader sett över hela ekonomin och de fördelar som utsläppsminskningar medför i utvecklingsvägar där uppvärmningen begränsas till 1,5°C. {2.5.2, 2.6, figur 2.26}

16 Dessa beräknade förändringar av markanvändning implementeras inte maximalt samtidigt inom ramen för någon utvecklingsväg.

17 Inklusive två utvecklingsvägar där uppvärmningen begränsas till 1,5°C med inget eller lågt överskridande och fyra utvecklingsvägar med högt överskridande.

- C.3 Sett över samtliga utvecklingsvägar där global uppvärmning begränsas till 1,5°C med inget eller lågt överskridande beräknas att koldioxidborttagning (CDR) tillämpas i storleksordningen 100-1000 miljarder ton koldioxid sett över hela 2000-talet. CDR skulle då användas för att kompensera för kvarvarande utsläpp och, i de flesta fall, uppnå negativa nettoutsläpp för att få ner uppvärmningen till 1,5°C efter ett tillfälligt överskridande (*mycket troligt*). Det finns dock ett flertal begränsningar med avseende på genomförbarhet och hållbarhet för implementering av CDR i storleksordningen hundratals miljarder ton koldioxid (*mycket troligt*). Betydande utsläppsminskningar i närtid och åtgärder som minskar efterfrågan på energi och mark kan begränsa användningen av CDR till några hundra miljarder ton koldioxid utan att förlita sig på bioenergi med infångning och lagring av koldioxid (BECCS) (*mycket troligt*).**
- C.3.1 Bland existerande och potentiella CDR-åtgärder finns; skogsplantering (beskogning, återbeskogning), återställande av land, kollagring i jorden, BECCS, direkt koldioxidinfångning från luften och lagring ("Direct Air Capture and Storage", DACCS), förstärkt vittring och alkaliserings av världshaven. Dessa åtgärder skiljer sig markant med avseende på mognadsgrad, potential, kostnad, risker, sidonyttor och målkonflikter (*mycket troligt*). I dagsläget innefattar endast ett fåtal av de publicerade utvecklingsvägarna andra CDR-åtgärder än beskogning och BECCS. {2.3.4, 3.6.2, 4.3.2, 4.3.7}
- C.3.2 I de utvecklingsvägar där global uppvärmning begränsas till 1,5°C med inget eller lågt överskridande beräknas användningen av BECCS uppgå till 0-1, 0-8 och 0-16 miljarder ton koldioxid/år för år 2030, 2050 respektive 2100, och av CDR-åtgärder relaterade till jordbruk, skogsbruk och annan markanvändning (AFOLU) till 0-5, 1-11 respektive 1-5 miljarder ton koldioxid/år för dessa år (*troligt*). Den övre delen av dessa spann överskrider potentialen vid mitten på århundradet för BECCS, som endast uppgår till 5 miljarder ton koldioxid per år, och för beskogning, som uppgår till 3,6 miljarder ton koldioxid per år, baserat på nyare litteratur (*troligt*). I vissa utvecklingsvägar undviks användningen av BECCS helt och hållet genom åtgärder på efterfrågesidan och mer omfattande AFOLU-relaterade CDR-åtgärder (*troligt*). Användningen av bioenergi kan vara lika hög eller till och med högre när BECCS inte används jämfört med när den tas med, i och med dess potential att ersätta fossila bränslen på ett flertal sektorer (*mycket troligt*). (Figur SPM.3b) {2.3.3, 2.3.4, 2.4.2, 3.6.2, 4.3.1, 4.2.3, 4.3.2, 4.3.7, 4.4.3, tabell 2.4}
- C.3.3 I 1,5°C-utvecklingsvägar med överskridande behöver CDR vara större än kvarvarande koldioxidutsläpp under den senare delen av århundradet för att det ska kunna gå att minska ner temperaturhöjningen till 1,5°C igen vid 2100. Ju större överskridanden desto mer omfattande CDR behövs (figur SPM.3b) (*mycket troligt*). Begränsningar i CDR-användningens hastighet, omfattning och sociala acceptans avgör alltså möjligheten att få ner den globala uppvärmningen till 1,5°C igen efter ett överskridande. Förståelsen av kolcykeln och klimatsystemet är fortfarande begränsad med avseende på hur effektiva negativa nettoutsläpp är för att få temperaturen att sjunka efter att en viss nivå har nåtts (*mycket troligt*). {2.2, 2.3.4, 2.3.5, 2.6, 4.3.7, 4.5.2, tabell 4.11}
- C.3.4 De flesta existerande och potentiella CDR-metoder skulle kunna ha betydande konsekvenser för mark, energi, vatten eller näringsämnen vid storskalig tillämpning (*mycket troligt*). Beskogning och bioenergi kan komma att konkurrera med annan markanvändning och få stora konsekvenser för jordbruk och livsmedelssystem, biologisk mångfald och andra ekosystemfunktioner och ekosystemtjänster (*mycket troligt*). Effektiv styrning behövs för att begränsa dessa målkonflikter och för att garantera permanent kolborttagning till terrestriska, geologiska och marina reservoarer (*mycket troligt*). Genomförbarhet och hållbarhet för CDR skulle kunna ökas genom en portfölj av åtgärdsalternativ på omfattande men fortfarande mindre skala, snarare än en enda åtgärd på mycket stor skala (*mycket troligt*). (Figur SPM.3b). {2.3.4, 2.4.4, 2.5.3, 2.6, 3.6.2, 4.3.2, 4.3.7, 4.5.2, 5.4.1, 5.4.2, kapitelöverskridande ruta 7 och 8 i kapitel 3, tabell 4.11, tabell 5.3, figur 5.3}
- C.3.5 Vissa AFOLU-relaterade CDR-åtgärder, som exempelvis återställande av naturliga ekosystem och kollagring i jorden, skulle kunna ge flera fördelar, som förbättrad biologisk mångfald, jordkvalitet och lokal livsmedelstrygghet. Om sådana åtgärder skulle implementeras storskaligt, behövs styrningssystem för att bibehålla och skydda kolförråden i jorden och andra ekosystemfunktioner och -tjänster (*troligt*). (Figur SPM.4) {2.3.3, 2.3.4, 2.4.2, 2.4.4, 3.6.2, 5.4.1, kapitelöverskridande ruta 3 i kapitel 1 och 7 i kapitel 3, 4.3.2, 4.3.7, 4.4.1, 4.5.2, tabell 2.4}

D. Att förstärka den globala responsen i perspektiv av hållbar utveckling och fattigdomsbekämpning

D.1 Uppskattningar av de förväntade globala utsläppens utveckling baserat på de nuvarande nationellt angivna utsläppsminskningssambanderna inom ramen för Parisavtalet skulle leda till att de globala växthusgasutsläppen¹⁸ år 2030 uppgår till 52–58 miljarder ton koldioxidekvivalenter per år (*troligt*). Utvecklingsvägar som återspeglar dessa ambitioner skulle inte begränsa den globala uppvärmningen till 1,5 grader även om det stöttades av mycket utmanande ambitionsökningar gällande utsläppsminskningar efter år 2030 (*mycket troligt*). Att undvika överskridande av temperaturnivån och slippa vara beroende av framtida storskalig användning av CDR är möjligt endast om de globala koldioxidutsläppen börjar minska i god tid innan 2030 (*mycket troligt*). {1.2, 2.3, 3.3, 3.4, 4.2, 4.4, kapitelöverskridande box 11 i kapitel 4}

D.1.1 Utvecklingsvägar där global uppvärmning begränsas till 1,5°C med inget eller lågt överskridande innebär tydliga utsläppsminskningar fram till 2030 (*mycket troligt*). I alla utvecklingsvägar utom en minskar de globala utsläppen av växthusgaser till under 35 miljarder ton koldioxidekvivalenter per år vid år 2030, och i hälften av de tillgängliga utvecklingsvägarna till 25–30 miljarder ton koldioxidekvivalenter per år (kvarilavstånd), vilket motsvarar en minskning på 40–50 procent från 2010 års nivå (*mycket troligt*). De utvecklingsvägar som återspeglar nuvarande nationella utsläppsminskningssamband fram till 2030 överensstämmer i stort sett med kostnadseffektiva utvecklingsvägar som leder till en global uppvärmning på 3°C fram till år 2100, med fortsatt uppvärmning efter det (*troligt*). {2.3.3, 2.3.5, kapitelöverskridande ruta 11 i kapitel 4, 5.5.3.2}

D.1.2 Överskridanden av 1,5°C resulterar i större konsekvenser och därmed förknippade utmaningar jämfört med utvecklingsvägar där global uppvärmning begränsas till 1,5°C med inget eller lågt överskridande (*mycket troligt*). Att minska uppvärmningen efter ett överskridande på 0,2°C eller mer under det här århundradet skulle kräva att CDR skalas upp och implementeras i en takt och storleksordning som kan vara ogenomförbart, givet de stora utmaningarna med en sådan implementering (*troligt*). {1.3.3, 2.3.4, 2.3.5, 2.5.1, 3.3, 4.3.7, kapitelöverskridande ruta 8 i kapitel 3, kapitelöverskridande ruta 11 i kapitel 4}

D.1.3 Ju lägre utsläppen är år 2030, desto mindre blir utmaningen bortom år 2030 att begränsa den globala uppvärmningen till 1,5°C med inget eller lågt överskridande (*mycket troligt*). Om åtgärder för att minska växthusgasutsläppen dröjer innebär det utmaningar som exempelvis risk för snabbt ökande kostnader, fastsläsnings i kolutsläppande infrastruktur, strandade tillgångar och minskad flexibilitet i framtida responsalternativ på medellång till lång sikt (*mycket troligt*). Dessa utmaningar kan leda till större skillnader i fördelningen av konsekvenser mellan länder på olika utvecklingsnivå (*troligt*). {2.3.5, 4.4.5, 5.4.2}

D.2 De uteblivna effekterna av klimatförändringar på hållbar utveckling, fattigdomsbekämpning och minskande ojämlikhet skulle vara större om den globala uppvärmningen kan begränsas till 1,5°C istället för 2°C, förutsatt att synergier mellan utsläppsminskningar och klimatanpassning maximeras och målkonflikterna minimeras (*mycket troligt*). {1.1, 1.4, 2.5, 3.3, 3.4, 5.2, tabell 5.1}

D.2.1 Klimatförändringarnas konsekvenser och responser är nära länkade med en hållbar utveckling som balanserar social, ekonomisk och ekologisk hållbarhet. FN:s globala mål för hållbar utveckling ("Sustainable Development Goals", SDG), som antogs 2015, utgör ett etablerat ramverk för att utvärdera relationen mellan global uppvärmning på 1,5°C eller 2°C och utvecklingsmålen, bland andra fattigdomsbekämpning, minskad ojämlikhet och klimatåtgärder (*mycket troligt*). {Kapitelöverskridande ruta 4 i kapitel 1, 1.4, 5.1}

D.2.2 Beaktande av etik och jämlikhet kan bidra till att minska den ojämna distributionen av negativa konsekvenser från global uppvärmning på 1,5°C eller högre, liksom av utsläppsminskning och anpassning, särskilt för fattiga och utsatta befolkningsgrupper i alla samhällen (*mycket troligt*). {1.1.1, 1.1.2, 1.4.3, 2.5.3, 3.4.10, 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, kapitelöverskridande ruta 4 i kapitel 1, kapitelöverskridande ruta 6 och 8 i kapitel 3, och kapitelöverskridande ruta 12 i kapitel 5}

D.2.3 Utsläppsminskning och anpassning som är förenlig med global uppvärmning på 1,5°C är beroende av möjliggörande omständigheter, vilka i denna rapport utvärderas i geofysiska, miljömässiga/ekologiska, tekniska, ekonomiska, sociokulturella och institutionella genomförbarhetsdimensioner. Tydligare styrning på flera nivåer, institutionell kapacitet, policy/styrmedel, tekniska innovationer och överföring och mobilisering av finansiering, samt förändringar i mänskliga beteendemönster och livsstilar hör till de möjliggörande omständigheter som ökar genomförbarheten hos olika utsläppsminskningss- och anpassningsåtgärder som kan bidra till systemövergångar förenliga med 1,5°C (*mycket troligt*). {1.4, kapitelöverskridande box 3 i kapitel 1, 2.5.1, 4.4, 4.5, 5.6}

18 Växthusgasutsläppen har aggregerats med 100-åriga GWP100-värden så som dessa presenterats i IPCC:s andra utvärderingsrapport.

D.3 Nationellt anpassade anpassningsåtgärder kommer, om dessa väljs omsorgsfullt, tillsammans med möjliggörande omständigheter, bidra till hållbar utveckling och fattigdomsbekämpning med en global uppvärmning på 1,5°C, även om målkonflikter också är möjliga (mycket troligt). {1.4, 4.3, 4.5}

- D.3.1 Anpassningsåtgärder som minskar mänskliga och naturliga systems sårbarhet har många synergier med hållbar utveckling om de genomförs på rätt sätt, till exempel med hänsyn tagen till livsmedels- och vattenförsörjning, minskad risk för naturolyckor, bättre hälsa, bibehållna ekosystemtjänster samt minskad fattigdom och ojämlikhet (*mycket troligt*). Ökning av investeringar i fysisk och social infrastruktur är en viktig möjliggörande omständighet för att stärka samhällens motståndskraft och anpassningsförmåga. Dessa synergier kan uppnås i de flesta regioner i och med anpassning till 1,5°C global uppvärmning (*mycket troligt*). {1.4.3, 4.2.2, 4.3.1, 4.3.2, 4.3.3, 4.3.5, 4.4.1, 4.4.3, 4.5.3, 5.3.1, 5.3.2}
- D.3.2 Anpassning till 1,5°C global uppvärmning kan också leda till målkonflikter och mindre bra anpassningsåtgärder som kan ge negativa effekter på hållbar utveckling. Till exempel kan dåligt utformade eller genomförda anpassningsprojekt inom ett antal sektorer leda till ökade utsläpp av växthusgaser, ökad vattenanvändning, ökad ojämställdhet och social ojämlikhet, försämrad hälsa samt till inkräktande på naturliga ekosystem (*mycket troligt*). Sådana målkonflikter kan minskas genom anpassningsåtgärder som tar hänsyn till fattigdom och hållbar utveckling (*mycket troligt*). {4.3.2, 4.3.3, 4.5.4, 5.3.2, kapitelöverskridande ruta 6 och 7 i kapitel 3}
- D.3.3 En kombination av anpassningsåtgärder och åtgärder för att begränsa den globala uppvärmningen till 1,5°C, som genomförs på ett integrerat sätt där människor ges möjlighet till delaktighet i arbetet, kan möjliggöra snabba, systemövergångar i både urbana områden och på landsbygden (*mycket troligt*). Högst effektivitet fås om åtgärderna samordnas med ekonomisk och hållbar utveckling, och om myndigheter och beslutsfattare lokalt och regionalt har stöd av myndigheter på nationell nivå (*troligt*). {4.3.2, 4.3.3, 4.4.1, 4.4.2}
- D.3.4 Anpassningsåtgärder som även minskar utsläpp kan ge synergier och kostnadsbesparingar i de flesta sektorer och systemövergångar, till exempel om förvaltandet av marken leder till minskade utsläpp och lägre risk för naturolyckor, eller om byggnader utformas energieffektivt för att både ge låga utsläpp under sin livscykel och kunna kylas energieffektivt. Målkonflikter mellan utsläppsminskningar och anpassning i arbetet för att begränsa den globala uppvärmningen till 1,5°C, som exempelvis bioenergigrödor, beskogning eller återbeskogning som konkurrerar om mark som behövs för anpassning av jordbruk, kan undergräva livsmedelstrygghet, försörjningar, ekosystemfunktioner och -tjänster samt andra aspekter av hållbar utveckling (*mycket troligt*). {3.4.3, 4.3.2, 4.3.4, 4.4.1, 4.5.2, 4.5.3, 4.5.4}

D.4 Utsläppsminskningsåtgärder förenliga med 1,5°C-utvecklingsvägar är förknippade med ett antal synergier och målkonflikter med de olika globala målen för hållbar utveckling (SDG). Antalet möjliga synergier är större än antalet målkonflikter, men nettoeffekten beror på förändringarnas hastighet och omfattning, sammansättningen av åtgärdsportföljen för utsläppsminskningar och hur övergången hanteras (mycket troligt). {2.5, 4.5, 5.4}

- D.4.1 Utvecklingsvägarna för 1,5°C uppvisar särskilt robusta synergier med SDG 3 (hälsa), 7 (ren energi), 11 (städer och samhällen), 12 (hållbar konsumtion och produktion), och 14 (hav) (*högst troligt*). Om omsorgsfull styrning saknas uppvisar vissa utvecklingsvägar för 1,5°C potentiella målkonflikter mellan åtgärder för utsläppsminskningar och SDG 1 (fattigdom), 2 (hunger), 6 (vatten) och 7 (tillgång på energi) (*mycket troligt*). (Figur SPM.4) {5.4.2, figur 5.4, kapitelöverskridande ruta 7 och 8 i kapitel 3}
- D.4.2 1,5°C-utvecklingsvägar med låg efterfrågan på energi (se till exempel P1 i figur SPM.3a och SPM.3b), låg materialkonsumtion och låg konsumtion av växthusgasintensiva livsmedel uppvisar de tydligaste synergier och lägst antal målkonflikter med avseende på hållbar utveckling och SDG:er (*mycket troligt*). Dessa utvecklingsvägar skulle minska beroendet av CDR. Modellerade utvecklingsvägar visar att hållbar utveckling, fattigdomsbekämpning och minskad ojämlikhet kan bidra till att begränsa uppvärmningen till 1,5°C (*mycket troligt*). (Figur SPM.3b, figur SPM.4) {2.4.3, 2.5.1, 2.5.3, figur 2.4, figur 2.28, 5.4.1, 5.4.2, figur 5.4}

Indikativa kopplingar mellan åtgärder för utsläppsminskning och hållbar utveckling enligt SDG:er (visar ej kostnader och fördelar)

Utsläppsminskning åtgärder inom varje sektor kan ha kopplingar med potentiella positiva effekter (synergier) eller negativa effekter (målkonflikter) med avseende på de globala målen för hållbar utveckling (SDG). I vilken utsträckning denna potential förverkligas beror på vilken portfölj av utsläppsminskning åtgärder som väljs, hur relaterade policies utformas, samt lokala omständigheter och sammanhang. I synnerhet sektorn för energiefterfrågan innehåller större potential för synergier än för målkonflikter. I de olika staplarna grupperas de åtgärder som utvärderats var för sig efter konfidsnivå, med hänsyn till den relativa styrkan på kopplingen mellan utsläppsminskning och SDG.

Längden visar hur stark kopplingen är



De färgade staplarnas storlek visar relativ storlek på synergier och målkonflikter mellan utsläppsminskning åtgärder inom olika sektorer och SDG:er.

Skuggningen visar konfidsnivå



Very High

Low

Skuggningen visar konfidsnivån för utvärderad potential till målkonflikter/synergier.

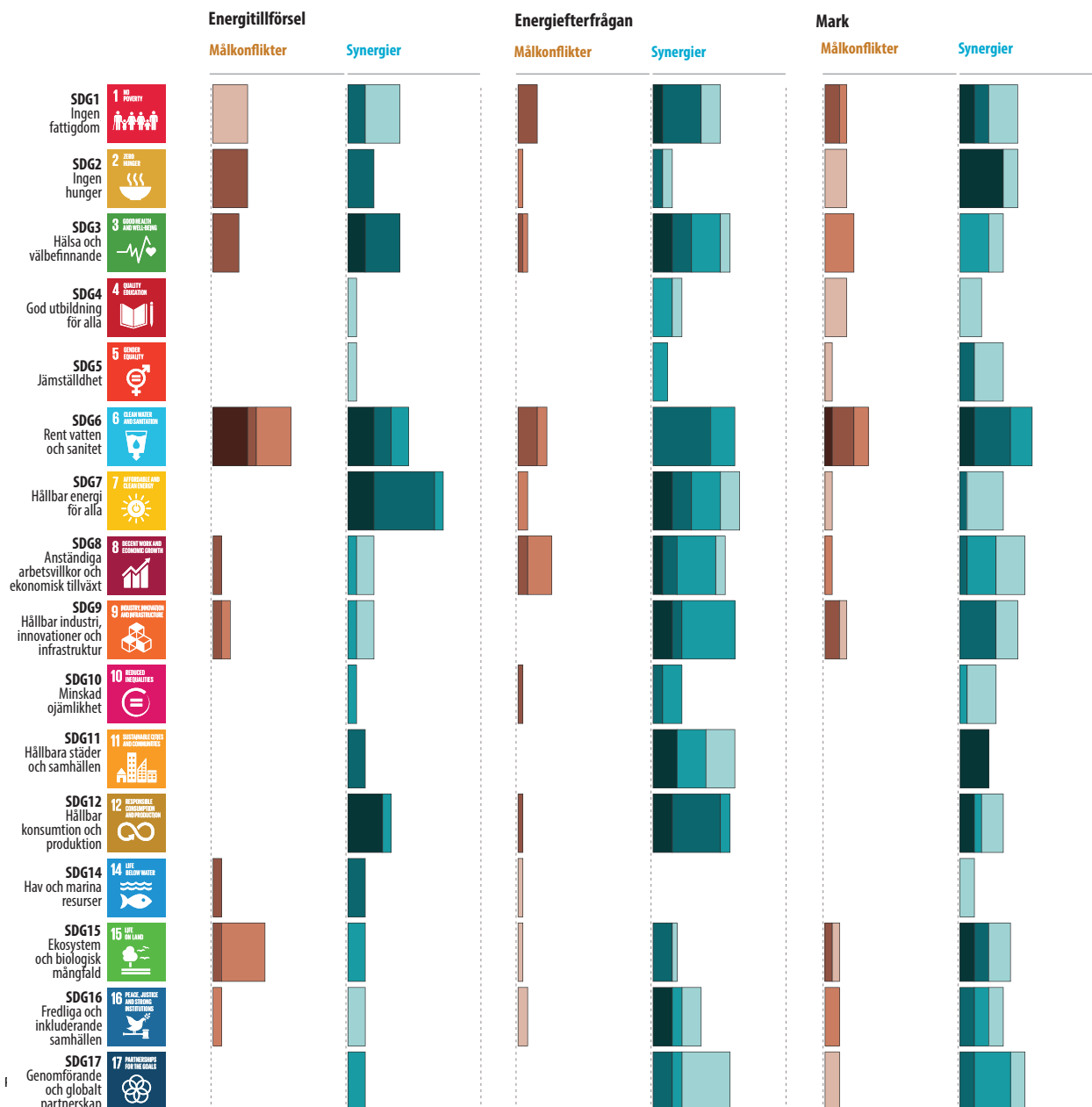


Figure SPM.4 | Potentiella synergier och målkonflikter mellan sektoriella åtgärdsportföljer för utsläppsminskning och de globala hållbarhetsmålen (SDG). SDG fungerar som ett analytiskt ramverk för att utvärdera olika dimensioner av hållbar utveckling, som sträcker sig bortom tidsramarna för SDG-målsättningarna som sträcker sig till 2030. Bedömningarna baseras på litteratur om de åtgärder för utsläppsminskning som anses relevanta för 1,5°C. Bedömningen av styrkan hos respektive interaktion med SDG baseras på den kvalitativa och kvantitativa utvärderingen av respektive åtgärd för utsläppsminskning i tabell 5.2. För varje åtgärdsalternativ för utsläppsminskning bedöms styrkan hos SDG-kopplingen tillsammans med respektive konfidenstnivå i den underbyggande litteraturen (nyans av grönt och rött). Styrkan på de positiva kopplingarna (synergier) och de negativa kopplingarna (målkonflikter) för samtliga åtgärder var för sig inom en sektor (se tabell 5.2) läggs ihop till sektoriella potentialer för hela portföljen av olika utsläppsminskningssåtgärder. De vita ytor utanför staplarna, som anger avsaknad av kopplingar, har *låg konfidenstnivå* på grund av osäkerhet och begränsad mängd forskning om indirekta effekter. I kopplingens styrka beaktas endast själva effekten av utsläppsminskning, inte fördelar i och med konsekvenser som undviks. SDG 13 (bekämpa klimatförändringen) finns inte med i figuren eftersom åtgärder för utsläppsminskning beaktas med avseende på interaktion med övriga SDG:er och inte tvärtom. Staplarna visar kopplingens storlek och tar inte hänsyn till inte hur stark effekten är på respektive SDG. Sektorn för energiefterfrågan omfattar beteendeförändring, bränslebyte och effektivitetsåtgärder inom transport, industri och byggsektorn, samt koldioxidinfångning i industrisektorn. De alternativ som utvärderats i sektorn för energitillförsel är biomassa och andra förnybara energikällor, kärnkraft, CCS med bioenergi och CCS med fossila bränslen. Alternativen inom marksektorn omfattar åtgärder för jordbruk och skogsbruk, hållbara dieter & minskat matsvinn, kollagring i jordar, hantering av boskap & gödsel, minskad avskogning, beskogning och återbeskogning, hållbara inköp. I tillägg till denna figur diskuteras även alternativ för havssektorn i den underliggande rapporten. {5.4, tabell 5.2, figur 5.2}

Redogörelse för kunskapsluckor:

Information om utsläppsminskningssåtgärders nettoeffekt på hållbar utveckling i 1,5°C-utvecklingsvägar finns endast framtaget för ett begränsat antal SDG:er och åtgärdsalternativ. Endast ett begränsat antal studier har utvärderat de fördelar på SDG:erna som undvikande av effekter av klimatförändringar i 1,5°C-utvecklingsvägar kan ha. Detsamma gäller för sidonyttorna från anpassning i relation till utsläppsminskningssåtgärderna och SDG:erna. Bedömningen av indikativ utsläppsminskningspotential i figur SPM.4 är en utveckling från AR5 mot en mer detaljerad och integrerad utvärdering i framtiden.

- D.4.3 Modellerade utvecklingsvägar för 1,5°C och 2°C är ofta beroende av storskaliga markrelaterade åtgärder, till exempel beskogning och tillförsel av bioenergi. Om dessa åtgärder genomförs på ett ogenomtänkt sätt kan det leda till konkurrens med livsmedelsproduktion och därmed skapa problem med livsmedelstryggheten (*mycket troligt*). Effekterna av koldioxidborttagning (CDR) på SDG:erna varierar beroende på åtgärd och i vilken skala åtgärden genomförs (*mycket troligt*). Dåligt implementerade CDR-åtgärder, till exempel BECCS eller AFOLU, leder till målkonflikter. För kontextrelevant utformning och implementering krävs att människors behov, biologiska mångfalden och andra dimensioner av hållbar utveckling beaktas (*högst troligt*). {Figur SPM.4, 5.4.1.3, kapitelöverskridande ruta 7 i kapitel 3}
- D.4.4 Utsläppsminskningssåtgärder förenliga med utvecklingsvägar för 1,5°C skapar risker för den hållbara utvecklingen i regioner som i hög grad är beroende av fossila bränslen för sin inkomst och sysselsättning (*mycket troligt*). Policies som främjar diversifiering av ekonomin och energisektorn kan bidra till att lösa utmaningar förknippade med detta (*mycket troligt*). {5.4.1.2, ruta 5.2}
- D.4.5 Fördelningspolicies inom och mellan sektorer och befolkningar, som skyddar de fattiga och de sårbara kan lösa målkonflikter med ett antal SDG:er, i synnerhet hunger, fattigdom och tillgång på energi. De investeringar som behövs för sådana kompletterande policies utgör endast en liten bråkdel av de totala investeringar för utsläppsminskning som krävs i utvecklingsvägarna för 1,5°C (*mycket troligt*). {2.4.3, 5.4.2, figur 5.5}

D.5 Att begränsa riskerna med global uppvärmning på 1,5°C i sammanhanget av hållbar utveckling och fattigdomsbekämpning förutsätter systemövergångar som kan möjliggöras genom ökade investeringar i anpassning och utsläppsminskning, styrmedel, snabbare teknisk innovation och beteendeförändringar (*mycket troligt*). {2.3, 2.4, 2.5, 3.2, 4.2, 4.4, 4.5, 5.2, 5.5, 5.6}

- D.5.1 Ytterligare resurser skulle kunna frigöras genom att rikta finansiering mot investeringar i infrastruktur för utsläppsminskning och anpassning. Detta skulle kunna innebära mobilisering av privat kapital från institutionella investerare, kapitalförvaltare, utvecklingsbanker och investeringsbanker, samt offentliga medel. Statliga policies som minskar risktagandet vid investeringar i lågutsläpp-alternativ och anpassning kan främja mobilisering av privata medel och stärka effektiviteten hos annan offentlig policy. Forskningen pekar ut ett antal utmaningar, däribland tillgång på finansiering och mobilisering av medel (*mycket troligt*). {2.5.2, 4.4.5}
- D.5.2 Vilken finansiering av anpassningssåtgärder som är förenlig med global uppvärmning på 1,5°C är svårt att kvantifiera och jämföra med 2°C. En av kunskapsluckorna är otillräckliga data för att särskilja specifika investeringar som ökar klimatreiliens från den idag underinvesterade grundläggande infrastrukturen. Kostnader för anpassning uppskattas vara lägre vid 1,5°C global uppvärmning än vid 2°C. Anpassning har i normalfallet skett med stöd från offentliga medel, till exempel nationella och regionala budgetar. I utvecklingsländer har detta kombinerats med stöd från bistånd, multilaterala utvecklingsbanker och UNFCCC:s kanaler (*troligt*). På senare tid finns en växande förståelse av skalan och en ökning av finansiering från icke-statliga och ideella organisationer (NGO) och privat sektor i vissa regioner (*troligt*). Bland hinder märks storleken på finansieringsbehovet av anpassning, begränsad kapacitet och åtkomst till finansiering för anpassning (*troligt*). {4.4.5, 4.6}

- D.5.3 De globala modellerade utvecklingsvägar där uppvärmningen begränsas till 1,5°C visar behov av årliga genomsnittliga investeringar i energisystem på cirka 2,4 biljoner USD2010 mellan 2016 och 2035, vilket motsvarar cirka 2,5 procent av världens BNP (*troligt*). {2.5.2, 4.4.5, ruta 4.8}
- D.5.4 Styrmedel kan vara till hjälp för att mobilisera tillkommande resursökningar, till exempel genom att flytta globala investeringar och besparingar, samt genom marknadsbaserade och icke-marknadsbaserade mekanismer och därmed förknippade åtgärder för att säkerställa rättvisaspekten vid övergångarna, och uppmärksamma utmaningarna relaterade till genomförandet, inklusive energikostnader, värdeminskning av tillgångar och påverkan på internationell konkurrenskraft, samt utnyttjande av möjligheter att maximera fördelaktiga sidonyttor (*mycket troligt*). {1.3.3, 2.3.4, 2.3.5, 2.5.1, 2.5.2, kapitelöverskridande ruta 8 i kapitel 3 och ruta 11 i kapitel 4, 4.4.5, 5.5.2}
- D.5.5 Systemövergångar som är förenliga med anpassning till och begränsning av uppvärmningen till 1,5°C inbegriper omfattande användning av ny och potentiellt revolutionerande teknik och arbetssätt, samt förstärkt klimatdriven innovation. Dessa förutsätter förstärkt teknisk innovationskapacitet inom bland annat industri och finans. Både nationell innovationspolicy och internationellt samarbete kan bidra till utveckling, kommersialisering och en utbredd användning av olika tekniker för utsläppsminskning och anpassning. Innovationspolicys kan bli effektivare om de kombinerar offentligt stöd till forskning och utveckling med policypaket som ger incitament till att sprida tekniska lösningar (*mycket troligt*). {4.4.4, 4.4.5}
- D.5.6 Utbildning, information och samhällsbaserat agerande, inklusive tillgodogörande av ursprungsbefolkningars kunskaper och lokal kunskap, kan användas för att accelerera de storskaliga beteendeförändringar som behövs för anpassning till och begränsandet av den globala uppvärmningen till 1,5°C. Dessa metoder är effektivare om de kombineras med andra policys och skräddarsys för de drivkrafter, förmågor och resurser som finns hos specifika aktörer eller i specifika sammanhang. Allmänhetens acceptans kan möjliggöra eller förhindra genomförandet av policys och åtgärder för att begränsa den globala uppvärmningen till 1,5°C och anpassningen till konsekvenserna. Allmänhetens acceptans beror på individers bedömning av förväntade utfall av policys samt deras syn på hur rättvist utfallet blir, samt på hur rättvisa beslutsprocesserna upplevs (*mycket troligt*). {1.1, 1.5, 4.3.5, 4.4.1, 4.4.3, ruta 4.3, 5.5.3, 5.6.5}
- D.6 Hållbar utveckling är i många fall stödjande och möjliggörande för de grundläggande övergångar och omställningar inom samhällen och system, som bidrar till att begränsa den globala uppvärmningen till 1,5°C. Sådana förändringar underlättar arbetet mot klimatrezilienta utvecklingsvägar, där ambitiös utsläppsminskning och anpassning nås i kombination med fattigdomsbekämpning och arbete mot utjämning av ojämlikheter (*mycket troligt*). {ruta 1.1, 1.4.3, figur 5.1, 5.5.3, ruta 5.3}**
- D.6.1 Social rättvisa och lika möjligheter är centrala aspekter av de klimatrezilienta utvecklingsvägar som siktar på att begränsa den globala uppvärmningen till 1,5°C, då dessa tar sig an utmaningar och oundvikliga målkonflikter, vidgar möjligheterna och säkerställer att olika alternativ, visioner och värderingar diskuteras mellan och inom länder och samhällsgrupper utan att fattiga och utsatta ska få det sämre (*mycket troligt*). {5.5.2, 5.5.3, ruta 5.3, figur 5.1, figur 5.6, kapitelöverskridande ruta 12 och 13 i kapitel 5}
- D.6.2 Potentialen för klimatrezilienta utvecklingsvägar skiljer sig mellan och inom regioner och länder, i och med olika utvecklingssammanhang och systemiska sårbarheter (*högst troligt*). Åtgärder för att följa sådana utvecklingsvägar har än så länge endast skett i begränsad utsträckning (*troligt*). Större ansträngningar skulle behöva inbegripa starkare och snabbare agerande från samtliga länder och icke-statliga aktörer (*mycket troligt*). {5.5.1, 5.5.3, figur 5.1}
- D.6.3 De utvecklingsvägar som är förenliga med hållbar utveckling uppvisar färre utmaningar med utsläppsminskning och anpassning och medför lägre kostnader för utsläppsminskning. I det stora flertalet modellstudier har det varit omöjligt att konstruera utvecklingsvägar som präglas av avsaknad av internationellt samarbete, ojämlikhet och fattigdom men som också lyckas begränsa uppvärmningen till 1,5°C (*mycket troligt*). {2.3.1, 2.5.3, 5.5.2}

- D.7 Att stärka kapacitet för klimatarbete hos nationella och regionala myndigheter, civilsamhället, privat sektor, ursprungsbefolkningar och lokalsamhällen kan underlätta genomförandet av de ambitiösa åtgärder som behövs för att begränsa den globala uppvärmningen till 1,5°C (*mycket troligt*). Internationellt samarbete kan skapa förutsättningar för att uppnå detta i samtliga länder och för alla människor, i sammanhanget av hållbar utveckling. Internationellt samarbete är en kritisk möjliggörande faktor för utvecklingsländer och sårbara regioner (*mycket troligt*). {1.4, 2.3, 2.5, 4.2, 4.4, 4.5, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5, ruta 4.1, ruta 4.2, ruta 4.7, ruta 5.3, kapitelöverskridande ruta 9 i kapitel 4, kapitelöverskridande ruta 13 i kapitel 5}**
- D.7.1 Partnerskap med icke-statliga offentliga och privata aktörer, institutionella investerare, banksystemet, civilsamhället och vetenskapliga institutioner skulle underlätta åtgärder och responser förenliga med att begränsa den globala uppvärmningen till 1,5°C (*högst troligt*). {1.4, 4.4.1, 4.2.2, 4.4.3, 4.4.5, 4.5.3, 5.4.1, 5.6.2, ruta 5.3}
- D.7.2 Ett starkt samarbete för ansvarstagande inom styrning på flera nivåer, kan säkerställa deltagande, transparens, kapacitetsbyggande och inläring från olika aktörer om det inkluderar icke-statliga aktörer, såsom industrin, civilsamhället och vetenskapliga institutioner, samordnade policys inom och mellan sektorer på olika styrnivåer, genusmedvetna policys, finansiering, inklusive innovativ finansiering och samarbete på teknikutveckling och tekniköverföring (*mycket troligt*). {2.5.2, 4.2.2, 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3, 4.4.4, 4.5.3, kapitelöverskridande ruta 9 i kapitel 4, 5.3.1, 4.4.5, 5.5.3, kapitelöverskridande ruta 13 i kapitel 5, 5.6.1, 5.6.3}
- D.7.3 Internationellt samarbete är en kritisk faktor för att möjliggöra att utvecklingsländer och sårbara regioner ska kunna stärka sina åtgärder för implementering av en klimarespons förenlig med 1,5°C, inklusive starkt tillgång till finansiering och teknik och förstärkning av inhemsk förmåga, med hänsyn tagen till nationella och lokala omständigheter och behov (*mycket troligt*). {2.3.1, 4.4.1, 4.4.2, 4.4.4, 4.4.5, 5.4.1, 5.5.3, 5.6.1, ruta 4.1, ruta 4.2, ruta 4.7}.
- D.7.4 I arbetet med att begränsa den globala uppvärmningen till 1,5°C, med hänsyn tagen till rättvisa och effektivitet kan gemensamma ansträngningar på alla nivåer, som återspeglar olika omständigheter och förmågor, underlätta förstärkandet av den globala responsen på klimatförändringar samtidigt som hållbar utveckling nås och fattigdom utrotas (*mycket troligt*). {1.4.2, 2.3.1, 2.5.2, 4.2.2, 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3, 4.4.4, 4.4.5, 4.5.3, 5.3.1, 5.4.1, 5.5.3, 5.6.1, 5.6.2, 5.6.3}

Ruta SPM 1: Centrala begrepp i denna specialrapport

Global genomsnittlig temperatur vid jordytan ("Global mean surface temperature", GMST): Uppskattat globalt genomsnitt av lufttemperaturen nära jordytan över land och havsis, och havsyntans temperatur i isfria havsregioner. Förändringar av detta mått uttrycks normalt som avvikelser från ett värde över en viss referensperiod. När förändringar av GMST uppskattas används även lufttemperaturen vid jordytan över både land och hav.¹⁹ {1.2.1.1}

Förindustriell: Den månghundraåriga epoken innan storskalig industriell aktivitet påbörjades kring 1750. Referensperioden 1850-1900 används för att ge närmevärde för förindustriell GMST. {1.2.1.2}

Global uppvärmning: Den uppskattade ökningen av GMST i genomsnitt över en 30-årsperiod, eller den 30-årsperiod som är centrerad på ett visst år eller årtionde, uttryckt i relation till förindustriell nivå såvida inte annat anges. För 30-årsperioder som inkluderar år både i det förflutna och i framtiden antas det att nuvarande uppvärmningstrend sett över flera årtionden fortsätter på samma sätt. {1.2.1}

Netto nollutsläpp av koldioxid: Netto nollutsläpp av koldioxid (CO₂) nås när antropogena koldioxidutsläpp balanseras globalt av antropogen borttagning av koldioxid över en viss tidsperiod.

Koldioxidborttagning ("Carbon dioxide removal", CDR): Mänskliga aktiviteter som gör att koldioxid avlägsnas från atmosfären och lagras på ett långsiktigt sätt i geologiska, terrestiska eller marina reservoarer, eller i produkter. CDR inkluderar befintliga och potentiella antropogena förstärkningar av biologiska eller geokemiska sänkor och direkt infångning och lagring från luften, men exkluderar naturligt koldioxidupptag som inte direkt orsakas av mänsklig aktivitet.

Total kolbudget: Uppskattad storlek på de ackumulerade antropogena globala nettoutsläpp av koldioxid, från förindustriell tid till den tidpunkt då människans koldioxidutsläpp når netto noll, som med en viss sannolikhet skulle leda till att den globala uppvärmningen begränsas till en viss nivå, med hänsyn till effekten av övriga antropogena utsläpp. {2.2.2}

Kvarvarande kolbudget: Uppskattad storlek på de ackumulerade globala antropogena nettoutsläpp av koldioxid från en viss starttid till den tidpunkt då människans koldioxidutsläpp når netto noll, som med en viss sannolikhet skulle leda till att den globala uppvärmningen begränsas till en viss nivå, med hänsyn till effekten av övriga antropogena utsläpp. {2.2.2}

Temperaturöverskridande: Temporärt överskridande av en viss nivå av global uppvärmning.

Utsläppsbanor: I denna sammanfattning för beslutsfattare används termen utsläppsbanor för de olika modellerade banorna för hur människans utsläpp kan komma att utvecklas under 2000-talet. Utsläppsbanorna klassificeras efter hur temperaturen utvecklas under 2000-talet: utsläppsbanor som ger minst 50 procents sannolikhet att begränsa den globala uppvärmningen till 1,5°C utifrån befintligt kunskapsläge klassificeras som "fria från överskridande"; utsläppsbanor där uppvärmningen inte når upp till 1,6°C och går åter ner, till 1,5°C före 2100, klassificeras som "1,5°C med begränsat överskridande"; och utsläppsbanor där 1,6°C överskrids men där uppvärmningen ändå återgår ner till 1,5°C före 2100 klassificeras som "högt överskridande".

Effekter: Effekter (konsekvenser) av klimatförändringen på mänskliga och naturliga system. Effekter kan ha gynnsam eller ogynnsam påverkan på försörjningsmöjligheter, hälsa och välmående, ekosystem och arter, tjänster, infrastruktur, och ekonomiska, sociala och kulturella värden.

Risk: Potentialen för negativa konsekvenser från klimatrelaterade faror för mänskliga och naturliga system. Riskerna härrör sig från växelverkan mellan faran och sårbarheten samt utsattheten av systemet som påverkas. Risk kombinerar sannolikheten för utsattheten för en fara och storleken av effekten. Risk kan även beskriva potentialen för negativa konsekvenser av anpassning eller utsläppsminskning som genomförs på grund av klimatförändringen.

Klimatresilienta utvecklingsvägar ("Climate-resilient development pathways", CRDP): Utvecklingsvägar som förstärker både hållbar utveckling på många skalor och eftersträvar att utrota fattigdomen genom rättvisa samhälleliga och systemiska övergångar och omställningar, samtidigt som hotet från klimatförändringen minskas genom ambitiös utsläppsminskning, anpassning och klimatresiliens.

19 I tidigare IPCC-rapporter har i enlighet med underliggande litteratur tillämpats olika i stort likvärdiga mått på förändring av GMST.

SMHIs publiceringar

SMHI publicerar sju rapportserier. Tre av dessa, R-serierna är avsedda för internationella läsare och skrivs oftast på Engelska. I de övriga serierna används oftast Svenska men även Engelska.

Seriernas namn	Publiceras sedan
RMK (Report Meteorology and Climatology)	1974
RH (Report Hydrology)	1990
RO (Report Oceanography)	1986
METEOROLOGI	1985
HYDROLOGI	1985
OCEANOGRAFI	1985
KLIMATOLOGI	2009

I serien KLIMATOLOGI har tidigare utgivits:

1. Lotta Andersson, Julie Wilk, Phil Graham, Michele Warburton (University KwaZulu Natal) (2009)
Local Assessment of Vulnerability to Climate Change Impacts on Water Resources in the Upper Thukela River Basin, South Africa – Recommendations for Adaptation
2. Gunn Persson, Markku Rummukainen (2010)
Klimatförändringarnas effekter på svenskt miljömålsarbete
3. Jonas Olsson, Joel Dahné, Jonas German, Bo Westergren, Mathias von Scherling, Lena Kjellson, Fredrik Ohls, Alf Olsson (2010)
En studie av framtida flödesbelastning på Stockholms huvudavloppssystem
4. Markku Rummukainen, Daniel J. A. Johansson, Christian Azar, Joakim Langner, Ralf Doescher, Henrik Smith (2011)
Uppdatering av den vetenskapliga grunden för klimatarbetet. En översyn av natur-vetenskapliga aspekter
5. Sten Bergström (2012)
Framtidens havsnivåer i ett hundraårsperspektiv – kunskapssammanställning 2012
6. Jonas Olsson och Kean Foster (2013)
Extrem korttidsnederbörd i klimatprojektioner för Sverige
7. FNs klimatpanel – Sammanfattning för beslutsfattare. Effekter, anpassning och sårbarhet. Bidrag från arbetsgrupp 2 (WG 2) till den femte utvärderingen (AR 5) från Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC (2014)
8. Att begränsa klimatförändringar. FNs klimatpanel – Sammanfattning för beslutsfattare. Bidrag från arbetsgrupp 3 (WG 3) till den femte utvärderingen (AR 5) från Intergovernmental Panel on Climate Change (2015)
9. Erik Kjellström SMHI. Reino Abrahamsson, Pelle Boberg, Eva Jernbäcker Naturvårdsverket. Marie Karlberg, Julien Morel
Energimyndigheten och Åsa Sjöström SMHI (2014)
Uppdatering av det klimatvetenskapliga kunskapsläget
10. Risker och konsekvenser för samhället av förändrat klimat – en kunskapsöversikt (2014)
11. Gunn Persson (2015)
Vägledning för användande av klimatscenarier
12. Lotta Andersson, Anna Bohman, Lisa van Well, Anna Jonsson, Gunn Persson och Johanna Farelius (2015)
Underlag till kontrollstation 2015 för anpassning till ett förändrat klimat
13. Gunn Persson (2015)
Sveriges klimat 1860-2014. Underlag till Dricksvattenutredningen

14. Anna Eklund, Jenny Axén Mårtensson, Sten Bergström, Emil Björck, Joel Dahné, Lena Lindström, Daniel Nordborg, Jonas Olsson, Lennart Simonsson och Elin Sjökvist (2015) Sveriges framtida klimat. Underlag till Dricksvattensutredningen
15. Elin Sjökvist, Jenny Axén Mårtensson, Joel Dahné, Nina Köplin, Emil Björck, Linda Nylén, Gitte Berglöv, Johanna Tengdelius Brunell, Daniel Nordborg, Kristoffer Hallberg, Johan Södling, Steve Berggreen-Clausen (2015) Klimatscenarier för Sverige - Bearbetning av RCP-scenarier för meteorologiska och hydrologiska effektstudier
16. Elin Sjökvist, Gunn Persson, Jenny Axén Mårtensson, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson och Håkan Persson (2015) Framtidsklimat i Dalarnas län – enligt RCP-scenarier
17. Linda Nylén, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Värmlands län – enligt RCP-scenarier
18. Gunn Persson, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Örebro län – enligt RCP-scenarier
19. Alexandra Ohlsson, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Anna Johnell, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Västmanlands län – enligt RCP-scenarier
20. Elin Sjökvist, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Anna Johnell, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson (2015) Framtidsklimat i Uppsala län – enligt RCP-scenarier
21. Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Anna Johnell, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Stockholms län – enligt RCP-scenarier
22. Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Anna Johnell, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Södermanlands län – enligt RCP-scenarier
23. Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Anna Johnell, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Östergötlands län – enligt RCP-scenarier
24. Gitte Berglöv, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Västra Götalands län – enligt RCP-scenarier
25. Alexandra Ohlsson, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Anna Johnell, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Jönköpings län – enligt RCP-scenarier
26. Gunn Persson, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015) Framtidsklimat i Kalmar län – enligt RCP-scenarier

27. Gitte Berglöv, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015)
Framtidsklimat i Kronobergs län – Enligt RCP-scenarier
28. Gunn Persson, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015)
Framtidsklimat i Hallands län – enligt RCP-scenarier
29. Alexandra Ohlsson, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Anna Johnell, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015)
Framtidsklimat i Skåne län – enligt RCP-scenarier
30. Alexandra Ohlsson, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Anna Johnell, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015)
Framtidsklimat i Blekinge län – enligt RCP-scenarier.
31. Gunn Persson, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015)
Framtidsklimat i Gotlands län – enligt RCP-scenarier
32. Gitte Berglöv, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015)
Framtidsklimat i Norrbottens län – enligt RCP-scenarier
33. Gitte Berglöv, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Linda Nylén, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015)
Framtidsklimat i Västerbottens län – enligt RCP-scenarier
34. Linda Nylén, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015)
Framtidsklimat i Jämtlands län – enligt RCP-scenarier
35. Linda Nylén, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015)
Framtidsklimat i Västernorrlands län – enligt RCP-scenarier
36. Linda Nylén, Magnus Asp, Steve Berggreen-Clausen, Gitte Berglöv, Emil Björck, Jenny Axén Mårtensson, Alexandra Ohlsson, Håkan Persson, Elin Sjökvist (2015)
Framtidsklimat i Gävleborgs län – enligt RCP-scenarier
37. Jonas Olsson, Weine Josefsson (red.) (2015) Skyfallsuppdraget - ett regeringsuppdrag till SMHI
38. Gunn Persson, Linda Nylén, Steve Berggreen-Clausen, Peter Berg, David Rayner och Elin Sjökvist (2015)
Från utsläppsscenarier till lokal nederbörd och översvämningsrisker
39. Anna Eklund, Jenny Axén Mårtensson, Sten Bergström och Elin Sjökvist (2015)
Framtidens vattentillgång i Mälaren, Göta älv, Bolmen, Vombsjön och Gavleån. Underlag till Dricksvattenutredningen
40. Anna Bohman (Centrum för klimatpolitisk forskning, CSPR) vid Linköpings universitet, Lotta Andersson, SMHI och CSPR, Linköpings universitet samt Åsa Sjöström, SMHI. (2016)
Förslag till en metod för uppföljning av det nationella klimatanpassningsarbetet. Redovisning av ett regeringsuppdrag December 2016

- 41 (2017)
Karttjänst för framtida
medelvattenstånd längs Sveriges kust
- 42 Anna Eklund, Linda Tofeldt, Johanna
Tengdelius-Brunell, Anna Johnell,
Jonas German, Elin Sjökvist, Maria
Rasmusson, Elinor Andersson (2017)
Vattennivåer, tappningar,
vattentemperaturer och is i Vättern
Beräkningar för dagens och framtidens
klimatförhållanden
- 43 Anna Eklund, Anna Johnell, Linda
Tofeldt, Johanna Tengdelius-Brunell,
Maria Andersson, Cajsa-Lisa Ivarsson,
Jonas German, Elin Sjökvist och Elinor
Andersson (2017)
Vattennivåer, tappningar,
vattentemperaturer och is i Hjälmaren
Beräkningar för dagens och framtidens
klimatförhållanden
- 44 Anna Eklund, Linda Tofeldt, Anna
Johnell, Maria Andersson, Johanna
Tengdelius-Brunell, Jonas German,
Elin Sjökvist, Maria Rasmusson,
Ulrika Harbman, Elinor Andersson
(2017)
Vattennivåer, tappningar,
vattentemperatur och is i Vänern
Beräkningar för dagens och framtidens
klimatförhållanden
- 45 Sofie Schöld, Cajsa-Lisa Ivarsson,
Signild Nerheim och Johan Södling
(2017) Beräkning av högsta
vattenstånd längs Sveriges kust
- 46 Katarina Stensen, Johanna Tengdelius-
Brunell, Elin Sjökvist, Elinor
Andersson, Anna Eklund (2017)
Vattentemperaturer och is i Mälaren
Beräkningar för dagens och framtidens
klimatförhållanden
- 47 Jonas Olsson, Peter Berg, Lennart
Wern, Johan Södling, Lennart
Simonsson,
Wei Yang, Anna Eronn (2017)
Extremregn i nuvarande och framtida
klimat – Analyser av observationer och
framtidsscenarier.
- 48 Signild Nerheim, Sofie Schöld, Gunn
Persson och Åsa Sjöström (2017)
Framtida havsnivåer i Sverige
- 49 Anna Eklund, Katarina Stensen,
Ghasem Alavi, Karin Jacobsson, Diala
Abdoush (2018)
Sveriges stora sjöar idag och i
framtiden. Klimatets påverkan på
Vänern, Vättern, Mälaren och
Hjälmaren. Kunskapssammanställning
januari 2018
- 50 Gunn Persson, Christina Wikberger,
Jorge Amorim (2018)
Klimatanpassa städer med grönska
- 51 Katarina Losjö, Lennart Wern, Johan
Södling (2018)
Uppföljning av riktlinjer för
bestämning av dimensionerande flöden
(Ej publicerad)
- 52 Sjökvist, Elin (2019)
Sommaren 2018 – en glimt av
framtiden?
(Ej publicerad)



Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
601.76 NORRKÖPING
Tel 011-495 80 00 Fax 011-495 80 01

ISSN 1654-2258