

# FN:s klimatpanel

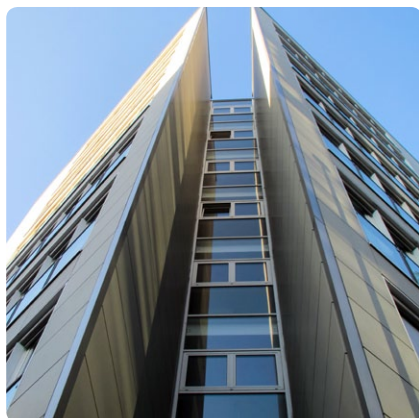
## Klimatförändring 2013

### Den naturvetenskapliga grunden

Sammanfattning för beslutsfattare

Bidrag från arbetsgrupp I (WG I) till den femte  
utvärderingen från Intergovernmental  
Panel on Climate Change, IPCC

RAPPORT 6592 • DECEMBER 2013



FN:s klimatpanel  
Klimatförändring 2013  
Den naturvetenskapliga grunden

Sammanfattning för beslutsfattare

Bidrag från arbetsgrupp I (WGI) till den femte  
utvärderingen från Intergovernmental  
Panel on Climate Change, IPCC

**Beställningar**

Ordertel: 08-505 933 40

Orderfax: 08-505 933 99

E-post: natur@cm.se

Postadress: Arkitektkopia AB, Box 110 93, 161 11 Bromma

Internet: [www.naturvardsverket.se/publikationer](http://www.naturvardsverket.se/publikationer)

**Naturvårdsverket**

Tel: 010-698 10 00, fax: 010-698 10 99

E-post: [registrator@naturvardsverket.se](mailto:registrator@naturvardsverket.se)

Postadress: Naturvårdsverket, SE-106 48 Stockholm

Internet: [www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)

ISBN 978-91-620-6592-8

ISSN 0282-7298

© Naturvårdsverket 2013

Tryck: Arkitektkopia AB, Bromma 2013

Omslagsfoto: SXC



## Förord

Naturvårdsverket har låtit sammanställa denna översättning med kommentarer av slutsatserna från IPCC:s (Intergovernmental Panel on Climate Change) femte utvärdering (Fifth Assessment Report). Denna rapport behandlar den naturvetenskapliga grunden för förståelsen av klimatsystemet, som redogörs för av IPCC:s arbetsgrupp I (Working Group I). Rapporten är avsedd att sprida IPCC:s slutsatser till en svenskspråkig publik.

IPCC har etablerats av Världsmeteorologiska Organisationen (WMO) och FN:s miljöorgan (UNEP). Naturvårdsverket representerar Sverige i IPCC, och ett flertal svenska forskare har aktivt deltagit i arbetet med att ta fram den senaste rapporten. IPCC:s utvärderingar av forskningsläget baseras huvudsakligen på kvalitetsgranskade forskningsresultat som genomgått ”peer-review” och publicerats i internationella, vetenskapliga tidskrifter.

IPCC kommer under 2014 att presentera ytterligare tre rapporter. I mars kommer sammanfattningen av kunskapsläget när det gäller att beskriva effekter av klimatförändringen, sårbarheten samt möjliga åtgärder för anpassning till klimatförändringen. I april presenteras kunskapsläget om möjliga åtgärder för att begränsa klimatförändringen. Slutligen kommer en syntesrapport som sammanfattar de tre delrapporterna att presenteras i oktober 2014.

IPCC:s första arbetsgrupps rapport offentliggjordes i Stockholm fredagen den 27 september 2013. Den sammanfattar kunskapsläget inom naturvetenskaplig klimatforskning, dels vad vi vet om observerade förändringar i klimatsystemet, klimatpåverkan och klimatsystemets processer, och vad vi kan säga om framtida klimatändring. Denna sammanfattning för beslutsfattare (Summary for Policymakers) är baserad på en underlagsrapport på drygt 2000 sidor. Det officiella dokumentet från IPCC:s första arbetsgrupp är den engelska versionen som presenterades i Stockholm och den är tillgänglig på [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch).

Rapporterna från FNs vetenskapliga klimatpanel IPCC följer gemensamma riktlinjer för att värdera och på ett korrekt sätt beskriva de vetenskapliga rön som ligger till grund för klimatpanelens slutsatser. Sannolikheten och graden av vetenskaplig överensstämmelse värderas genom en grundlig analys av det aktuella vetenskapliga resultatet, liksom via jämförelser med andra forskningsresultat inom samma område. I slutet av den här rapporten finns en s k ”Förklaringsnyckel” med den enhetliga terminologi som används i Klimatpanelens rapporter.

Här presenteras en svensk översättning. Kommentarer till rapporten har skrivits av docent Erik Kjellström, SMHI. Översättningen har gjorts med benäget bistånd från Tove Granberg, Semantix AB. Värdefulla bidrag har lämnats av Marianne Lilliesköld, Focal Point för IPCC, Agnes von Gersdorff, Naturvårdsverket och Markku Rummukainen, SMHI.

Stockholm i november 2013  
Naturvårdsverket

# Huvuddragen i ”Sammanfattning för beslutsfattare i IPCCs rapport WGI 2013”

Sammanfattning av Erik Kjellström, SMHI

## **Människans påverkan på klimatsystemet är tydlig**

Den globala uppvärmningen fortsätter och forskningen visar nu ännu tydligare än i den förra IPCC-rapporten (AR4) på att den till största delen kan knytas till människans aktiviteter. Ett övergripande citat från den nya sammanfattningen för beslutsfattare är att ”Människans påverkan på klimatsystemet är tydlig. Påverkan är uppenbar utifrån stigande halter av växthusgaser i atmosfären, positiv strålningsdrivning, observerad uppvärmning samt via förståelsen av klimatsystemet”.

Den globala medeltemperaturen har ökat med i genomsnitt 0,85 grader Celsius mellan 1880 och 2012. De senaste tre decennierna har varit varmare vid jordytan än samtliga tidigare årtionden sedan 1850. På norra halvklotet är de senaste tre decennierna sannolikt den varmaste 30-årsperioden under de senaste 1400 åren. Samtidigt som det blivit varmare i atmosfären har även haven värmts upp och under de senaste 40 åren har temperaturen i de översta 75 meterna ökat med 0,11 grader Celsius per årtionde. Även djupare skikt i haven har värmts upp och man har nu en bättre och mer konsistent bild över hur havens värmeinhåll ser ut än vid tiden för AR4.

## **Landisar och glaciärer minskar i omfattning**

Andra observerade förändringar i klimatet inkluderar minskning av inlandsisarna på Grönland och Antarktis, minskade glaciärer och mindre utbredning av havsis i Arktis och av snötäcke under delar av året i många regioner. Förutom att landisar och glaciärer minskar i omfattning så sker också en ökning i avsmältningens hastighet. Avsmältningen har skett snabbare under det senaste decenniet än under det föregående. Förutom ändringar i temperatur och snö/is påverkas också nederbördsförhållanden. Observationer visar att nederbörden ökat över land på norra halvklotet under 1900-talet. Sedan 1950-talets början, då fler observationer finns tillgängliga, bedöms ökningen vara mycket trolig. Förändrade mönster för extrema väder- och klimathändelser har också observerats sedan omkring 1950. Det rör sig t ex om minskning i antal och intensitet av kalla extremer och ökning i antal och intensitet av varma extremer. Antalet skyfall har sannolikt ökat och intensiteten har också sannolikt ökat i Nordamerika och Europa där det finns relativt gott om observationer, vilket behövs för att göra en uppskattning.

Till följd av främst havens uppvärmning och glaciärernas avsmältning stiger den genomsnittliga havsnivån. Bidrag kommer också från avsmältningen av landisarna på Grönland och Antarktis samt med ett mindre

bidrag från ändrat grundvattenuttag på kontinenterna. Sett över perioden 1901–2010 har den genomsnittliga havsnivån stigit med 0,19 m. Liksom för isavsmältningen finns även här en ökning mot slutet av tidsserien och t ex under perioden 1993–2010 var medelavsmältningen 3,2 mm/år.

Längre mätserier för koldioxid och andra växthusgaser visar på en fortsatt ökning av halterna i atmosfären sedan AR4. För både koldioxid, metan och lustgas står det nu klart att halterna är högre än under de senaste 800 000 åren och att ökningen beror på mänsklig aktivitet. Den här informationen har tagits fram ur isborrkärnor från Antarktis som också kan berätta att ökningstakten under det senaste århundradet saknar motstycke för de senaste 22 000 åren. Av de kumulativa antropogena koldioxidutsläppen till atmosfären på 555 GtC har 240 GtC ackumulerats i atmosfären, resten har tagits upp i hav och terrestra ekosystem. Uptaget av kol i haven har lett till en omfattande försurning av världshavet.

### **Faktorer som påverkar jordens energibalans**

Drivkrafterna bakom den observerade förändringen i klimatsystemet är de faktorer som påverkar jordens energibalans. Måttet på detta kallas strålningsdrivning. Strålningsdrivningen jämför förhållanden före industrialismens början (här 1750) med situationen idag (här 2011). Den totala strålningsdrivningen är positiv, vilket alltså innebär att klimatsystemet värms upp, och det största enskilda bidraget kommer från de ökade koldioxidhalterna. Den sammanlagda antropogena strålningsdrivningen når 2,29 W/m<sup>2</sup> år 2011 och är väsentligt större än de 1,6 W/m<sup>2</sup> som angavs för 2005 i AR4. Skillnaderna beror på ökade halter av främst koldioxid men också på en viss nedrevidering av aerosolpartiklarnas avkylande effekt. Liksom tidigare slås fast att det fortsatt är aerosolpartiklarna och deras samverkan med molnen som är den största källan till osäkerhet vad gäller strålningsdrivningen.

Nytt för AR5 jämfört med tidigare rapporter är att man här fokuserar på utsläppsbaserad strålningsdrivning jämfört med det koncentrationsbaserade måttet man använde i AR4. Utsläppsbaserad strålningsdrivning betyder att man tittar på bidrag från alla ämnen som berörs av ett utsläpp och inte bara av bidraget från varje ämne var för sig.

### **Klimatmodellerna har blivit bättre**

I rapporten slås fast att klimatmodellerna blivit bättre sedan tiden för AR4 och att de nu på ett ännu bättre sätt kan återskapa mönster och trender än vad de kunde göra tidigare. Modellerna visar på en långsiktig uppvärmning under 1900-talet som är konsistent med den observerade trenden. För kortare tidsperioder, som 10–15, år är detta inte alltid fallet och som exempel kan här nämnas att perioden 1998–2012 uppvisar en mindre uppvärmning än den modellerna ger vid handen. Den här typen av avvikelser förklaras dels med intern naturlig variabilitet i klimatsystemet där modellerna inte förväntas vara i fas med det observerade klimatet, dels med tillfälliga variationer i strålningsdrivning. Dessa är små i ett längre perspektiv, men kan under kortare perioder

ge observerbara inslag. Dessutom tas inte hänsyn till alla faktorer som styr strålningsdrivningen, exempelvis partiklar från framtida vulkanutbrott. Modellerna visar ändå att som regel är de observerade förändringarna i klimatet konsistenta med de konstaterade ändringarna i strålningsdrivning och alltså till stor del en effekt av mänsklig aktivitet.

I rapporten kommer man fram till att den s k klimatkänsligheten, som beskriver hur klimatsystemet på lång sikt svarar på en ändring i strålningsdrivningen motsvarande en fördubbling av koldioxidhalterna jämfört med förindustriella förhållanden, är 1,5 till 4,5 grader Celsius. Den nedre gränsen är lägre än i AR4 och motsvarar nu det värde som angetts i tidigare sammanställningar som TAR, som var IPCC:s tredje utvärderingsrapport. Den lägre gränsen är en följd av förbättrad förståelse, längre observationstidsserier och nya uppskattningar av strålningsdrivningen.

### **Klimatförändringen går att begränsa**

Klimatscenerierna visar på en fortsatt framtida uppvärmning och förändringar i alla delar av klimatsystemet till följd av fortsatt ökade växthusgashalter. Klimatförändringen går att begränsa men detta kräver omfattande minskningar i koldioxidutsläppen vilket visas mycket tydligt i de olika klimatscenerierna. Jämfört med AR4 är utsläppsscenerierna, de s k RCPerna (Representative Concentration Pathway), nya. De innehåller bl a ett scenario som innebär relativt liten klimatpåverkan (RCP2,6) där utsläppen kulminerar det närmaste årtiondet för att sedan falla ner mot noll framemot slutet på seklet. Något sådant scenario fanns inte med i AR4. I övrigt finns två stabiliseringsscenerier, RCP4,5 och RCP6,0, samt ett med mycket höga växthusgasutsläpp (RCP8,5). Scenerierna är framtagna för att beskriva den osäkerhet som finns inför framtida utsläpp.

Under 2000-talet förväntas temperaturökningen sannolikt överstiga 1,5 grader Celsius jämfört med förindustriella förhållanden för samtliga scenarier utom RCP2,6. Det är sannolikt att temperaturökningen blir större än 2 grader Celsius i övriga scenarier. Samtidigt är det osannolikt att den blir större än 4 grader Celsius utom i RCP8,5 där det bedöms vara ungefär lika sannolikt som osannolikt med en ännu större temperaturökning. Jämfört med 1986–2005 ger scenarierna att temperaturökningen för 2081–2100 hamnar i intervallet 0,3 till 1,7 grader Celsius för RCP2,6 och 2,6 till 4,8 grader Celsius i RCP8,5. Till detta kan man lägga den redan inträffade uppvärmningen som fram till 1986–2005 är 0,61 grader. Stora regionala skillnader finns med en i allmänhet större uppvärmning över kontinenterna än över haven och en särskilt stor uppvärmning i Arktis.

Uppvärmningen fortsätter också i haven där scenarierna pekar på att värme förs ner i djuphaven och att detta kan påverka havscirkulationen. Det är t ex mycket sannolikt att den storskaliga havscirkulationen i Atlanten kommer att sakta ner något under 2000-talet men mycket osannolikt att den genomgår en kollaps.

Utöver framtida temperaturökningar kommer också nederbörds klimatet att fortsätta ändras med i allmänhet starkare kontraster mellan blöta och torra regioner. Förändringar i nederbörds klimatet påverkas i hög grad av naturlig variabilitet och detta gäller särskilt på regional och lokal nivå. Även nederbördsextremer förväntas ändras med fler och mer intensiva skyfall i de flesta tempererade landområden och i tropikerna.

Även förändringar i snö och is fortsätter i scenarierna. Text visar modellerna på fortsatta minskningar av havsisutbredningen i Arktis. I RCP8,5 visar många av modellerna att Arktis kan vara isfritt på sensomrarna redan före mitten av detta århundrade. Den globala glaciärvolymen fortsätter också att minska liksom utbredningen av permafrost på höga nordliga breddgrader. I tillägg till detta minskar också snötäckets utbredning.

Scenarierna visar även på fortsatt höjning av havsnivån och för år 2100 visar exempelvis högsta scenariot RCP8,5 en höjning på mellan 0,52 och 0,98 m i förhållande till 1986–2005. Jämfört med AR4 är höjningarna i de nya scenarierna något högre då man inkluderat även landisarnas dynamiska förändringar. I projektionerna av framtida havsnivåhöjning baserar man sig på processbaserade modeller. Andra, semiempiriska modellprojektioner, visar på ännu högre havsnivåhöjning. Här drar man ändå slutsatsen att det inom forskarvärlden inte råder enighet om semiempiriska projektioners tillförlitlighet.

Avslutningsvis visar rapporten på att de antropogena förändringarna som beror på koldioxidutsläpp kommer att bli mycket långvariga och bestå under hundratals till tusentals år. Under den tiden kommer atmosfärens temperatur att ligga kvar på en hög nivå medan djuphavets temperatur stiger och landisar fortsätter smälta med fortsatt havsnivåhöjning som följd. Det är klart att utsläppen spelar stor roll för hur stor förändringen blir på lång sikt. Text visar modeller som körts fram till 2300 att havsnivåhöjningen under RCP2,6 stannar under en meter medan man i scenariot RCP8,5 kan räkna med 1–3 meters höjning.





# Innehåll

<b>FÖRORD</b>		3
<b>HUVUDDRAGEN I "SAMMANFATTNING FÖR BESLUTFATTARE I IPCCs RAPPORT WGI 2013"</b>		4
<b>A. INLEDNING</b>		11
<b>B. OBSERVERADE FÖRÄNDRINGAR I KLIMATSYSTEMET</b>		12
B.1 Atmosfären		12
B.2 Världshavet		17
B.3 Kryosfären		19
B.4 Havsnivån		21
B.5 Kol och andra biogeokemiska kretslopp		22
<b>C. DRIVKRAFTER BAKOM KLIMATFÖRÄNDRINGEN</b>		24
<b>D. ATT FÖRSTÅ KLIMATSYSTEMET OCH OBSERVERADE FÖRÄNDRINGAR</b>		27
D.1 Utvärdering av klimatmodeller		27
D.2 Kvantifiering av klimatsystemets respons		29
D.3 Klimatförändringens påvisade orsaker		30
<b>E. FRAMTIDA GLOBALA OCH REGIONALA KLIMATFÖRÄNDRINGAR</b>		33
E.1 Atmosfär: Temperaturen		37
E.2 Atmosfär: Vattnets kretslopp		38
E.3 Atmosfär: Luftkvalitet		39
E.4 Världshavet		39
E.5 Kryosfären		40
E.6 Havsnivån		41
E.7 Kol och andra biogeokemiska cykler		42
E.8 Klimatets stabilisering, intecknad klimatförändring och irreversibilitet		44
Förklaringsnyckel		48

**Denna sammanfattning för beslutsfattare antogs formellt vid det elfte sammanträdet i IPCC:s arbetsgrupp I, som hölls i Stockholm i september 2013.**

**Författare:**

Lisa V. Alexander (Australien), Simon K. Allen (Schweiz/Nya Zeeland), Nathaniel L. Bindoff (Australien), François-Marie Bréon (Frankrike), John A. Church (Australien), Ulrich Cubasch (Tyskland), Seita Emori (Japan), Piers Forster (Storbritannien), Pierre Friedlingstein (Storbritannien/Belgien), Nathan Gillett (Kanada), Jonathan M. Gregory (Storbritannien), Dennis L. Hartmann (USA), Eystein Jansen (Norge), Ben Kirtman (USA), Reto Knutti (Schweiz), Krishna Kumar Kanikicharla (Indien), Peter Lemke (Tyskland), Jochem Marotzke (Tyskland), Valérie Masson-Delmotte (Frankrike), Gerald A. Meehl (USA), Igor I. Mokhov (Ryssland), Shilong Piao (Kina), Gian-Kasper Plattner (Schweiz), Qin Dahe (Kina), Venkatachalam Ramaswamy (USA), David Randall (USA), Monika Rhein (Tyskland), Maisa Rojas (Chile), Christopher Sabine (USA), Drew Shindell (USA), Thomas F. Stocker (Schweiz), Lynne D. Talley (USA), David G. Vaughan (Storbritannien), Shang-Ping Xie (USA)

**Bidragande författare:**

Myles R. Allen (Storbritannien), Olivier Boucher (Frankrike), Don Chambers (USA), Jens Hesselbjerg Christensen (Danmark), Philippe Ciais (Frankrike), Peter U. Clark (USA), Matthew Collins (Storbritannien), Josefine C. Comiso (USA), Viviane Vasconcellos de Menezes (Australien/Brasilien), Richard A. Feely (USA), Thierry Fichefet (Belgien), Arlene M. Fiore (USA), Gregory Flato (Kanada), Jan Fuglestad (Norge), Gabriele Hegerl (Storbritannien/Tyskland), Paul J. Hezel (Belgien/USA), Gregory C. Johnson (USA), Georg Kaser (Österrike/Italien), Vladimir Kattsov (Ryssland), John Kennedy (Storbritannien), Albert M. G. Klein Tank (Nederländerna), Corinne Le Quéré (Storbritannien/Frankrike), Gunnar Myhre (Norge), Tim Osborn (Storbritannien), Antony J. Payne (Storbritannien), Judith Perlwitz (USA/Tyskland), Scott Power (Australien), Michael Prather (USA), Stephen R. Rintoul (Australien), Joeri Rogelj (Schweiz/Belgien), Matilde Rusticucci (Argentina), Michael Schulz (Tyskland), Jan Sedláček (Schweiz), Peter A. Stott (Storbritannien), Rowan Sutton (Storbritannien), Peter W. Thorne (USA/Norge/Storbritannien), Donald Wuebbles (USA)

## A. Inledning

I detta bidrag till IPCC:s femte utvärdering (AR5) redogör arbetsgrupp I för nya rön kring klimatförändringen som baseras på många oberoende vetenskapliga analyser av klimatsystemet, av paleoklimat, teoretiska studier av klimatprocesser och simuleringar med klimatmodeller. Rapporten bygger vidare på arbetsgruppens bidrag till IPCC:s fjärde utvärdering (AR4) med nya forskningsrön som framkommit sedan dess. Som en del av IPCC:s femte utvärdering utgör IPCC:s rapport ”Special Report on Managing the Risks of Extreme Events to Advance Climate Change Adaptation” (SREX) en annan viktig utgångspunkt till information om förändringar i vädret och klimatextremer.

Denna sammanfattning för beslutsfattare följer strukturen i arbetsgruppens rapport. Texten innehåller en serie färgmarkerade sammandrag som tillsammans kan läsas som en koncis sammanfattning. Varje huvudsnitt inleds med ett kort stycke i kursiverad stil som beskriver de metoder som legat till grund för utvärderingen.

Graden av säkerhet i nyckelbudskapen i denna rapport bygger på författarnas utvärderingar av underliggande vetenskapliga forskningsresultat och uttrycks kvalitativt med konfidensgrad (från *högst otroligt* till *mycket troligt*) samt, när det är möjligt, som sannolikhet (från *praktiskt taget helt osannolikt* till *praktiskt taget säkert*). Konfidensgraden för ett resultat baseras på de underbyggande uppgifternas typ, mängd, kvalitet och samstämmighet (t ex data, mekanistisk förståelse, teorier, modeller, expertbedömningar) och graden av överensstämmelse<sup>1</sup>. Sannolikhetsuppskattningar av osäkerheten i resultaten bygger på statistiska analyser av observationer och/eller modellresultat, samt expertbedömningar<sup>2</sup>. Där det är lämpligt har resultaten formulerats som fakta utan osäkerhetsbestämning. (Se förklaringsnyckeln sid 48 eller underlagsrapporten kapitel 1 och ruta TS.1 för mer information om den särskilda terminologi som IPCC använder för att ange osäkerhet.)

De textstycken som ligger till grund för denna sammanfattning för beslutsfattare återfinns i huvudrapporten samt i dess tekniska sammanfattning (Technical Summary). Referenser till dessa dokument anges inom klammerparenteser.

---

<sup>1</sup> I den här sammanfattningen för beslutsfattare används följande termer för att beskriva evidensgraden hos tillgängliga data: begränsad, medel eller robust. För graden av överensstämmelse mellan studier används låg, medel eller hög. Konfidensgraden anges i kursiv stil i fem nivåer: *högst otroligt*, *mindre troligt*, *troligt*, *mycket troligt* och *högst troligt*. Resultat kan hänföras till olika konfidensgrader vid en given evidensgrad och grad av överensstämmelse, men ökande evidensgrad och grad av överensstämmelse motsvarar en högre konfidensgrad (se kapitel 1 och ruta TS.1 för mer detaljer).

<sup>2</sup> I denna sammanfattning för beslutsfattare används följande termer för att ange den uppskattade sannolikheten för ett utfall eller ett resultat: *praktiskt taget säkert* 99–100 % sannolikhet, *ytterst sannolikt* 90–100 % sannolikhet, *sannolikt* 66–100 % sannolikhet, *ungefär lika sannolikt som osannolikt* 33–66 % sannolikhet, *osannolikt* 0–33 % sannolikhet, *mycket osannolikt* 0–10 % sannolikhet, *praktiskt taget helt osannolikt* 0–1 % sannolikhet. Andra termer (*ytterst sannolikt* 95–100 % sannolikhet, *mer sannolikt än inte* >50–100 % sannolikhet och *ytterst osannolikt* 0–5 % sannolikhet) kan också användas där så är lämpligt. Uppskattad sannolikhet markeras med kursiv stil (se kapitel 1 och ruta TS.1 för mer information).

## B. Observerade förändringar i klimatsystemet

*Observationerna av klimatsystemet grundar sig på direkta mätningar, och uppgifter insamlade via satelliter och andra plattformar. I mitten av 1900-talet har temperaturer och andra variabler mätts på global skala, och från 1950-talet och framåt har de tillgängliga observationerna blivit alltmer omfattande och varierade. Paleoklimatologiska rekonstruktioner bygger på serier hundratal till miljoner år tillbaka i tiden. Sammantaget ger de en omfattande bild av variationerna och de långsiktiga förändringarna i atmosfären, haven, kryosfären (samlingsnamn för snö- och issystem) och landytan.*

Uppvärmningen av klimatsystemet är otvetydig och många av de observerade förändringarna sedan 1950-talet har inte förekommit under de senaste tiotals till tusentals åren. Atmosfären och världshavet har blivit varmare, mängden snö och is har minskat, havsnivåerna har stigit och halten av växthusgaser har ökat (se figurerna SPM.1, SPM.2, SPM.3 och SPM.4). {2.2, 2.4, 3.2, 3.7, 4.2–4.7, 5.2, 5.3, 5.5–5.6, 6.2, 13.2}

### B.1 Atmosfären

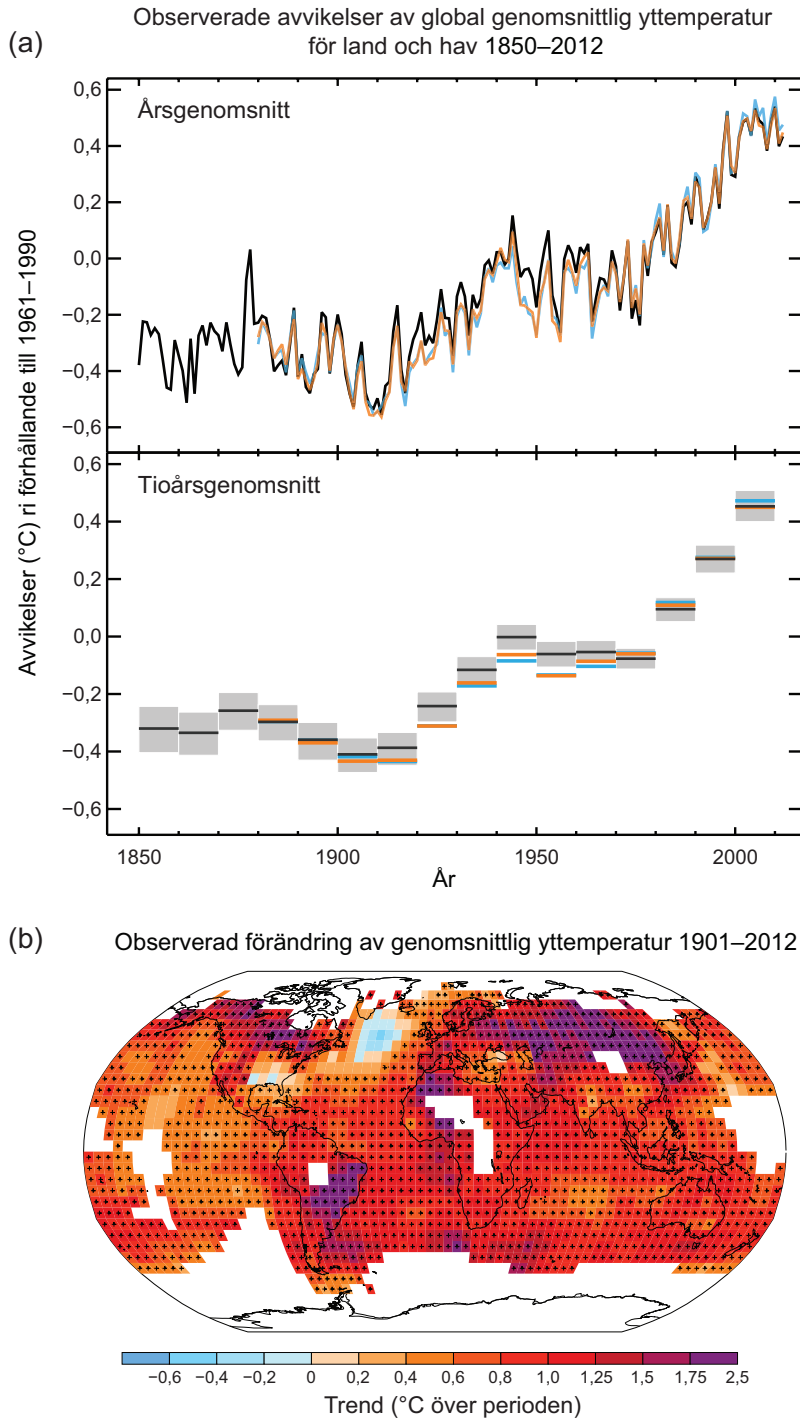
Vart och ett av de tre senaste årtiondena har varit varmare vid jordytan än samtliga tidigare årtionden sedan 1850 (se figur SPM.1). På norra halvklotet har perioden 1983–2012 sannolikt varit den varmaste 30-årsperioden under de senaste 1400 åren (troligt). {2.4, 5.3}

- Den globala medeltemperaturen för land och havsyta visar en uppvärmning på 0,85 [0,65 till 1,06] °C<sup>3</sup> enligt beräknad linjär trend under perioden 1880–2012, dvs. perioden med flera oberoende framtagna dataserier. Den totala ökningen mellan genomsnittet för perioden 1850–1900 och perioden 2003–2012 är 0,78 [0,72 till 0,85] °C, vilket är baserat på den längsta tillgängliga dataserien<sup>4</sup>. (Figur SPM.1a) {2.4}
- För den längsta perioden med tillräckligt underlag för beräkning av regionala trender (1901–2012) har nästan hela jorden blivit varmare. (Figur SPM.1b) {2.4}

<sup>3</sup> I arbetsgrupp I:s rapport inom AR5 har osäkerheten kvantifierats med osäkerhetsintervall på 90 % om inget annat anges. Osäkerhetsintervallet på 90 %, inom klammerparentes, förväntas att med 90 % sannolikhet omfatta det värdet för storheten i fråga. De uppskattade osäkerhetsintervallen är inte alltid symmetriska kring motsvarande troligaste värde. Troligaste värde anges i förekommande fall.

<sup>4</sup> Båda metoderna som presenteras i den här punktsatsen användes också i AR4. Med den första beräknas skillnaden genom att använda en bästa trendlinje för alla årsvärden mellan 1880 och 2012. Med den andra beräknas skillnaden mellan genomsnittet för perioderna 1850–1900 och 2003–2012. Därför är resultaten och deras 90-procentiga osäkerhetsintervall inte direkt jämförbara (2.4).

**FIGUR SPM.1**



**Figur SPM.1:** (a) Observerade avvikelser för globala genomsnittliga ytemperaturer för land och hav från 1850 till 2012 från tre dataserier. Övre fältet: årsmedelvärden. Nedre fältet: tioårsgenomsnitt, samt med skuggning uppskattad osäkerhet för en av dataserierna (den i svart). Avvikelserna är i förhållande till genomsnittet för 1961–1990. (b) Observerade förändringar i ytemperaturen från 1901 till 2012 som härletts från temperaturtrender vilka beräknats med linjär regression från en dataserie (orange linje i bild a). Trender har beräknats där datatillgången ger utrymme för en robust uppskattning (dvs. endast för områden med över 70 % datatillgänglighet och över 20 % datatillgänglighet för tidsperiodens första och sista 10 %). Andra områden är vita. Rutnät där trenden är signifikant vid tioprocentnivån har markerats med ett plustecken (+). En lista över dataserier och annan teknisk information finns i Technical Summary Supplementary Material. {Figur 2.19–2.21; figur TS.2}

- Den globala medeltemperaturen uppvisar en robust ökning under flera årtionden men även stora variationer mellan år och årtionden (se figur SPM.1). På grund av naturliga variationer påverkas trender som baseras på korta dataserier i hög grad av vilka start- och slutår som valts för perioden, och sådana trender återspeglar i allmänhet inte långsiktiga klimattrender. Ett exempel på detta är att uppvärmningshastigheten de senaste 15 åren (1998–2012; 0,05 [–0,05 till +0,15] °C per årtionde), som inleds med en stark El Niño, har lägre uppvärmningshastighet än uppvärmningshastigheten beräknat från 1951 (1951–2012; 0,12 [0,08 till 0,14] °C per årtionde)<sup>5</sup>. {2.4}
- Rekonstruktioner av yttemperaturer på kontinental nivå visar att det är *mycket troligt* att det under flera årtionden under medeltida värmeperioden (år 950 till 1250) i vissa regioner var lika varmt som under senare delen av 1900-talet. Dessa regionalt varmare perioder uppträdde inte lika sammanhängande mellan regionerna som uppvärmningen under den senare delen av 1900-talet (*mycket troligt*). {5.5}
- Det är praktiskt taget säkert att troposfären globalt har blivit varmare sedan mitten av 1900-talet. Mer fullständiga observationer ger högre konfidensgrad för skattningar av temperaturförändringar i troposfären på den utomtropiska delen av norra halvklotet än på andra platser. När det gäller uppvärmningshastighetens storlek med höjden i troposfären är konfidensgraden *troligt* för norra halvklotets utomtropiska zoner och *mindre troligt* för övriga områden. {2.4}
- Konfidensgraden för att medelnederbörden förändrats över land sedan 1901 är *mindre troligt* före 1951 och *troligt* för åren därefter. Medelnederbörden över land på norra halvklotet har ökat sedan 1901 (*troligt* före 1951 och *mycket troligt* efter 1951). För andra breddgrader är konfidensgraden för både positiva och negativa långsiktiga trender *mindre troligt*. (Figur SPM.2) [TS.TFE.1, figur 2; figur, 2.5]
- Förändringar i många extrema väder- och klimathändelser har observerats sedan omkring 1950 (se tabell SPM.1). Det är *mycket sannolikt* att antalet kalla dagar och nätter har minskat och att antalet varma dagar och nätter har ökat globalt sett<sup>6</sup>. Det är *sannolikt* att frekvensen av värmeböljor har ökat i stora delar av Europa, Asien och Australien. Det är *sannolikt* fler landområden där antalet skyfall har ökat än där antalet minskat. Frekvensen och intensiteten för skyfall har *sannolikt* ökat i Nordamerika och Europa. På andra kontinenter är konfidensgraden när det gäller förändringar av stora nederbördsmängder på sin höjd *troligt*. {2.6}

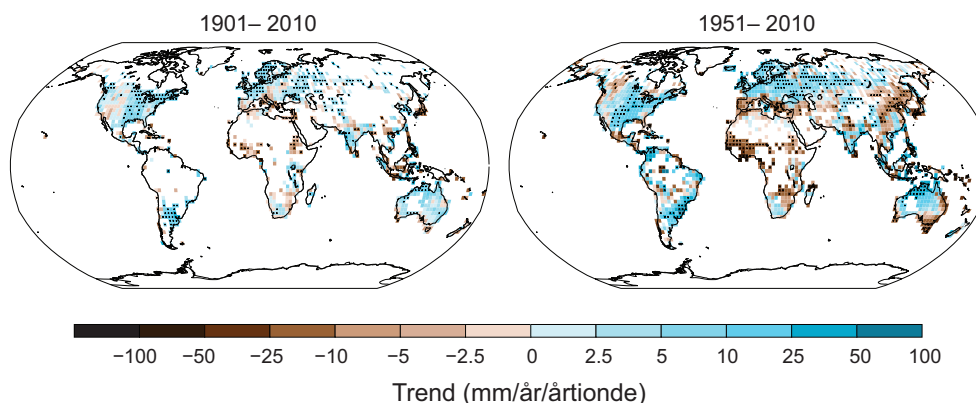
---

<sup>5</sup> Trender för 15-årsperioder som börjar 1995, 1996 och 1997 är 0,13 [0,02 till 0,24], 0,14 [0,03 till 0,24] 0,07 [–0,02 till 0,18] °C per respektive årtionde.

<sup>6</sup> Se ordlistan i underlagsrapporten för definitioner av kalla dagar/kalla nätter, varma dagar/varma nätter, värmeböljor.

FIGUR SPM.2

Observerad förändring av nederbörd över land



Figur SPM.2: Observerade förändringar i nederbörd från 1901 till 2010 och från 1951 till 2010 (trenderna har beräknats som i figur SPM.1b) från en dataserie. För mer teknisk information, se Technical Summary Supplementary Material. { TS.TFE.1, figur 2; figur 2.29}

Tabell SPM.1: Extremväder och extrema klimatföreteelser: Global utvärdering av observerade förändringar på senare tid, människans bidrag till förändringarna och projicerade ytterligare förändringar för dels tidigt 2000-tal (2016–2035), dels århundradets senare del (2081–2100). Fetstil markerar var AR5 (svart) skiljer sig\* från SREX (blått) eller AR4 (rött). Projektioner för tidigt 2000-tal ingick inte i tidigare utvärderingsrapporter. Projektionerna i AR5 är i förhållande till referensperioden 1986–2005 och bygger på de nya klimatscenerierna med RCP (Representative Concentration Pathway) (se ruta SPM.1), om inget annat anges. Se ordlistan i underlagsrapporten för definitioner av extremväder och extrema klimathändelser.

Fenomen och trendens riktning	Bedömning att förändringar uppstått (vanligen sedan 1950 såvida inget annat anges)	Bedömning att människan bidragit till de observerade förändringarna	Sannolikheten för ytterligare förändringar	
			Tidigt 2000-tal	Sent 2000-tal
Varmare och/ eller färre kalla dagar och nätter över de flesta landområden	<i>Mycket sannolikt</i> {2.6} <i>Mycket sannolikt</i> <i>Mycket sannolikt</i>	<i>Mycket sannolikt</i> {10.6} <i>Sannolikt</i> <i>Sannolikt</i>	<i>Sannolikt</i> {11.3} – –	<i>Praktiskt taget säkert</i> {12.4} <i>Praktiskt taget säkert</i> <i>Praktiskt taget säkert</i>
Varmare och/ eller fler varma dagar och nätter över de flesta landområden	<i>Mycket sannolikt</i> {2.6} <i>Mycket sannolikt</i> <i>Mycket sannolikt</i>	<i>Mycket sannolikt</i> {10.6} <i>Sannolikt</i> <i>Sannolikt</i> (endast nätter)	<i>Sannolikt</i> {11.3} – –	<i>Praktiskt taget säkert</i> {12.4} <i>Praktiskt taget säkert</i> <i>Praktiskt taget säkert</i>
Värmeperioder/ värmeböljor. Ökad förekomst och/eller varaktighet över de flesta landområden	<i>Troligt</i> globalt sett <i>Sannolikt</i> i stora delar av Europa, Asien och Australien {2.6} <i>Troligt</i> i många (men inte alla) områden <i>Sannolikt</i>	<i>Sannolikt</i> (a) {10.6} <i>Inte formellt utvärderat</i> <i>Mer sannolikt än inte</i>	Inte utvärderats (b) {11.3} – –	<i>Mycket sannolikt</i> {12.4} <i>Mycket sannolikt</i> <i>Mycket sannolikt</i>



Fenomen och trendens riktning	Bedömning att förändringar uppstått (vanligen sedan 1950 såvida inget annat anges)	Bedömning att människan bidragit till de observerade förändringarna	Sannolikheten för ytterligare förändringar	
			Tidigt 2000-tal	Sent 2000-tal
<b>Skyfall</b> <b>Ökad förekomst, intensitet och/ eller mängd</b>	<i>Sannolikt</i> fler landområden med ökningarna än minskningar (c) {2.6} <i>Sannolikt</i> fler landområden med höjningar än minskningar <i>Sannolikt över de flesta landområden</i>	<b>Troligt</b> {7.6, 10.6} <i>Troligt</i> <i>Mer sannolikt än inte</i>	<i>Sannolikt</i> över många landområden {11.3} – –	<b>Mycket sannolikt</b> över de flesta landområden i tempererade zoner och över fuktiga tropiska klimatzoner {12.4} <i>Sannolikt</i> över många områden <i>Mycket sannolikt</i> över de flesta landområden
<b>Torka med större intensitet och/ eller varaktighet</b>	<b>Mindre troligt</b> globalt sett <i>Sannolikt</i> med förändringar i vissa regioner (d) {2.6} <i>Troligt</i> i vissa regioner <i>Sannolikt</i> i många regioner, sedan 1970 (e)	<b>Mindre troligt</b> {10.6} <i>Troligt</i> (f) <i>Mer sannolikt än inte</i>	<i>Mindre troligt</i> (g) {11.3} – –	<b>Sannolikt</b> (troligt) på regional till global nivå (h) {12.4} <i>Troligt</i> i vissa regioner <i>Sannolikt</i> (e)
<b>Intensiv tropisk cyklonaktivitet ökar</b>	<b>Mindre troligt</b> med långsiktiga (hundraårsperspektiv) förändringar <i>Så gott som säkert</i> i Nordatlanten sedan 1970 {2.6} <i>Mindre troligt</i> <i>Sannolikt</i> (i vissa regioner sedan 1970)	<b>Mindre troligt</b> (i) {10.6} <i>Mindre troligt</i> <i>Mer sannolikt än inte</i>	<i>Mindre troligt</i> {11.3} – –	<b>Mer sannolikt än inte</b> i nordvästra delen av Stilla havet och Nordatlanten (j) {14.6} <i>Mer sannolikt än inte</i> i några bassänger <i>Sannolikt</i>
<b>Ökad förekomst och/eller omfattning av extremt höga havsvattenstånd</b>	<i>Sannolikt</i> (sedan 1970) {3.7} <i>Sannolikt</i> (sent 1900-tal) <i>Sannolikt</i>	<b>Sannolikt</b> (k) {3.7} <i>Sannolikt</i> (k) <i>Mer sannolikt än inte</i> (k)	<i>Sannolikt</i> (l) {13.7} – –	<b>Mycket sannolikt</b> (l) {13.7} <i>Mycket sannolikt</i> (m) <i>Sannolikt</i>

\* Det är svårt att direkt jämföra resultaten mellan olika rapporter. För vissa klimatvariabler har man bedömt olika aspekter, och riktlinjerna för karakterisering av osäkerheter har förbättrats från AR4 till SREX och AR5. Tillgången på nya uppgifter, förbättrad vetenskaplig förståelse, fortsatta analyser av data och modeller samt skillnader i metoder som tillämpas i de utvärderade studierna bidrar sammantaget till att forskningsresultat reviderats i de fall som framgår i tabellen.

#### Anmärkningar:

- (a) Det är *sannolikt* att mänsklig påverkan har gjort det dubbelt så *troligt* att värmeböljor inträffar i vissa områden.
- (b) Modellprojektioner visar att värmeböljor och varma perioder i närtid kommer att öka i längd, intensitet och geografisk omfattning.
- (c) På de flesta kontinenter är konfidensnivån för trender inte högre än *troligt* utom i Nordamerika och Europa, där det *sannolikt* har skett en ökning, antingen i frekvens eller intensitet, av skyfall med vissa årstidsvariationer och/eller regionala variationer. Det är *mycket sannolikt* att det har skett ökning i centrala Nordamerika.
- (d) Frekvensen och intensiteten av perioder av torra har *sannolikt* ökat i Medelhavsområdet och Västafrika och *sannolikt* minskat i centrala Nordamerika och nordvästra Australien.
- (e) I AR4 behandlade utvärderingen endast det område som påverkats av torra.
- (f) I SREX bedömdes det som *troligt* att antropogen påverkan bidragit till vissa förändringar av observerade mönster för torra under andra halvan av 1900-talet, baserat på tillskriven effekt på nederbörds- och temperaturförändringar. SREX bedömde det som *mindre troligt* att kunna förknippa förändringar av torra på regionnivå med klimatpåverkan.
- (g) Konfidensgraden för projektioner av förändrad markfuktighet är *mindre troligt*.
- (h) Minskad markfuktighet och uttorkning av jordbruksmark på regional och global nivå kommer *sannolikt (troligt)* att ske i redan torra regioner mot slutet av detta århundrade enligt RCP8,5-scenariet. Eftersom uttorkning av marken i Medelhavsområdet, sydvästra USA och södra Afrika överensstämmer med beräknade förändringar av Hadley-cirkulationen och högre temperaturer, är det under RCP8,5-scenariet *troligt* att det *sannolikt* kommer att ske en uttorkning av marken i dessa regioner mot slutet av detta århundrade.
- (i) Det är *troligt* att en minskning av klimatpåverkande aerosoler över Nordatlanten åtminstone delvis har bidragit till att en ökning av tropisk cyklonaktivitet observerats i denna region sedan 1970-talet.
- (j) Baserat på expertbedömningar och utvärderingar av projektioner som använder scenario SRES A1B (eller liknande).
- (k) Tillskrivandet av orsak (attribution) baseras på det nära sambandet mellan observerade förändringar i havsytans genomsnittliga och extrema nivåer.
- (l) Det är *mycket troligt* att denna ökning av extremt höga havsnivåer främst beror på en höjning av den genomsnittliga havsytan. Konfidensgraden är *mindre troligt* när det gäller regionspecifika beräkningar av stormar och stormdrivande vattenståndsökning.
- (m) I SREX bedömdes det som *mycket sannolikt* att den genomsnittliga höjningen av havsytan kommer att bidra till framtida stigande trender när det gäller extremt höga vattennivåer i kustnära områden

## B.2 Världshavet

Ökningen i energilagringen i klimatsystemet domineras av uppvärmningen i världshavet, och står för mer än 90 procent av den energi som ackumulerats mellan 1971 och 2010 (*mycket troligt*). Det är *praktiskt taget säkert* att de övre havsskikten (0–700 m) blivit varmare mellan 1971 och 2010 (se figur SPM.3), och *sannolikt* att de blivit varmare mellan 1870-talet och 1971. {3.2, ruta 3.1}

- På global skala är uppvärmningen av haven störst nära ytan. De översta 75 meterna har blivit 0,11 [0,09 till 0,13] °C varmare per årtionde under perioden 1971–2010. Sedan AR4 har vissa systematiska felkällor identifierats i temperaturmätningarna av havens övre skikt och reducerats, vilket ökar konfidensgraden för utvärderingen av förändringar. {3.2}

- Det är *sannolikt* att haven blivit varmare i skiktet 700–2 000 meter mellan 1957 och 2009. Det finns tillräckliga observationer för perioden 1992 till 2005 för att kunna göra en bedömning av temperaturförändringar även under 2000-metersnivån. Det finns *sannolikt* inga observerade signifikanta temperaturtrender mellan 2 000 och 3 000 meter för denna period. Det är *sannolikt* att haven har blivit varmare från 3 000 meter till botten under denna period, där den största uppvärmningen observerats i Södra ishavet. {3.2}
- Över 60 % av energiökningen i klimatsystemet har skett i havens övre skikt (0–700 meter) under de relativt välobserverade 40 åren från 1971 till 2010, och cirka 30 % av energiökningen lagras i haven under 700-metersnivån. Ökningen i det övre skiktet under den här tidsperioden uppskattad från en linjär trend är *sannolikt*  $17 [15 \text{ till } 19] \times 10^{22} \text{ J}^7$  (figur SPM.3). {3.2, ruta 3.1}
- Det är *ungefär lika sannolikt som osannolikt* att havens värmeökning på 0–700 meter skett långsammare under 2003–2010 än under 1993–2002 (se figur SPM.3). Havens värmeupptag i skiktet 700–2 000 meter, där variationerna mellan åren är mindre, fortsatte *sannolikt* oförminskat från 1993 till 2009. {3.2, ruta 9.2}
- Det är *mycket sannolikt* att områden där salthalten är hög och avdunstningen överstiger nederbörden har blivit ännu saltare, medan områden där salthalten är låg och nederbörden är större än avdunstningen har blivit mindre salta sedan 1950-talet. Dessa regionala trender för havens salthalt ger indirekt belägg för att avdunstningen och nederbörden över haven har förändrats (*troligt*). {2.5, 3.3, 3.5}
- Det finns inga observationer som visar på någon trend i den storskaliga meridionala medelcirkulationen i Atlanten (Atlantic Meridional Overturning Circulation, AMOC), varken i den befintliga tioåriga mätserien som beskriver hela AMOC eller i de längre dataserierna som omfattar enskilda element i AMOC. {3.6}

---

<sup>7</sup> Ett kontinuerligt värmestillskott via havsytan med en hastighet på  $1 \text{ W m}^{-2}$  under 1 år skulle öka havens värmeinhåll med  $1,1 \times 10^{22} \text{ J}$ .

## B.3 Kryosfären

Under de senaste två årtiondena har inlandsisen på Grönland och Antarktis minskat, glaciärer fortsatt att krympa över nästan hela världen, och Arktis havsis och norra halvklotets vårsnö-täcke har fortsatt att minska i omfattning (*mycket troligt*) (se figur SPM.3). {4.2–4.7}

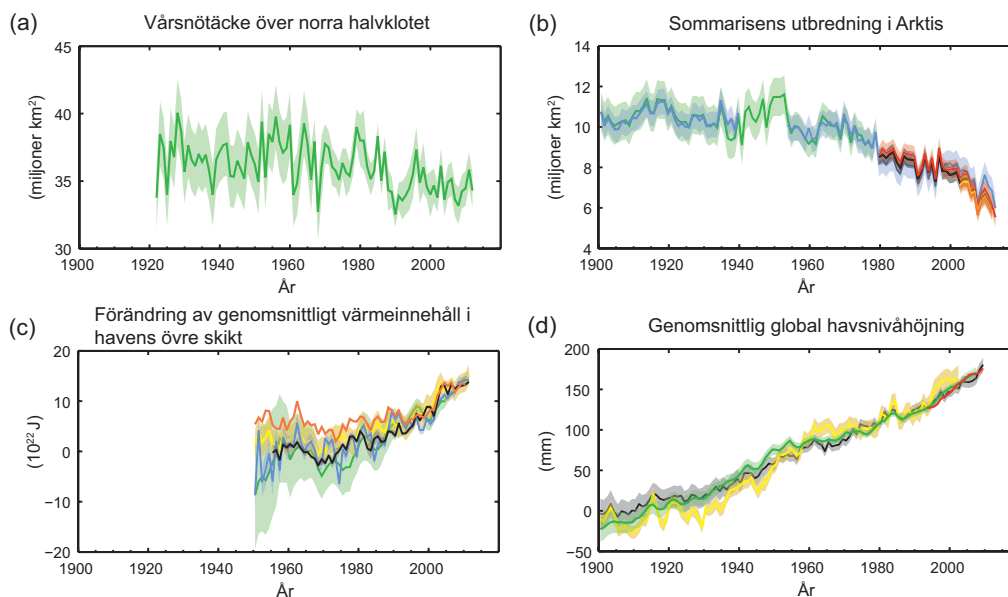
- Den genomsnittliga hastigheten för avsmältningen<sup>8</sup> av glaciärer runt om i världen, ej inräknat glaciärer i landisarnas utkant<sup>9</sup>, var *mycket sannolikt* 226 [91 till 361] miljarder ton (Gt) per år under perioden 1971–2009, och *mycket sannolikt* 275 [140 till 410] Gt per år under perioden 1993–2009<sup>10</sup>. {4.3}
- Den genomsnittliga isförlusten från Grönlandsisen har *mycket sannolikt* ökat avsevärt från 34 [–6 till 74] Gt per år under perioden 1992–2001 till 215 [157 till 274] Gt per år under perioden 2002–2011. {4.4}
- Den genomsnittliga isförlusten från Antarktis landis har *sannolikt* ökat från 30 [–37 till 97] Gt per år under perioden 1992–2001 till 147 [72 till 221] Gt per år under perioden 2002–2011. Det är *mycket troligt* att dessa isförluster framför allt skett vid Antarktiska halvön och i området vid Amundsenhavet. {4.4}
- Den genomsnittliga utbredningen av havsisen i Arktis minskade under perioden 1979–2012 med en hastighet som *mycket sannolikt* ligger inom intervallet 3,5 till 4,1 % per årtionde (0,45 till 0,51 miljoner km<sup>2</sup> per årtionde), och *mycket sannolikt* inom intervallet 9,4 till 13,6 % per årtionde (0,73 till 1,07 miljoner km<sup>2</sup> per årtionde) för sommarens minsta havsisutbredning (flerårsis). Den genomsnittliga utbredningen av havsisen i Arktis över tioårsperioder har minskat snabbast under sommaren (*mycket troligt*). Havsisen har minskat under alla årstider och under varje årtionde sedan 1979 (*mycket troligt*) (se figur SPM.3). Jämfört med rekonstruktioner är det *troligt* att utbredningen av Arktis sommarhavs is under de senaste tre årtiondena har minskat mer än någonsin tidigare och att ythavstemperaturen varit ovanligt hög under de senaste 1 450 åren. {4.2, 5.5}
- Det är *mycket sannolikt* att den genomsnittliga utbredningen av Antarktis havsis ökade med 1,2–1,8 % per årtionde (0,13–0,20 miljoner km<sup>2</sup> per årtionde) mellan 1979 och 2012. Det är *mycket troligt* att det finns betydande regionala skillnader från år till år, med ökning i vissa områden och minskningar i andra. {4.2}

<sup>8</sup> Med "isförluster" eller "förlust av ismassa" menas nettoisförlust, dvs. ackumulerad mängd minus avsmältning och kalvande isberg.

<sup>9</sup> Av metodologiska skäl inkluderar denna utvärdering av isförlust i Antarktis och Grönland även förändringar av glaciärer vid dessa landisars utkanter. Dessa perifera glaciärer ingår alltså inte i de värden som anges för glaciärer generellt.

<sup>10</sup> 100 Gt per år av isförlust motsvarar cirka 0,28 mm global genomsnittlig höjning av havsytanivån per år.

FIGUR SPM.3



**Figur SPM.3:** Flera indikatorer på globala klimatförändringar: (a) Genomsnittlig utbredning av vårsnötäckningen på norra halvklotet i mars-april, (b) genomsnittlig utbredning av Arktis havsis under juli-augusti-september, (c) genomsnittlig global förändring av värmeinhåll i havets övre skikt (0–700 m) justerade efter 2006–2010 och i förhållande till genomsnittet för alla dataserier för 1970, (d) genomsnittlig global havsyttnivå i förhållande till genomsnittet för 1900–1905 för den längsta dataserien, och med alla dataserier justerade för att ha samma värde 1993 då satellitmätningar togs i bruk. Alla tidsserier (färgade linjer indikerar olika dataserier) visar årsvärden och osäkerheter markeras med färgad skuggning. En lista över dataserierna finns i Technical Summary Supplementary Material. {Figur 3.2, 3.13, 4.19 och 4.3; FAQ 2.1, figur 2; figur TS.1}

- Det är *högst troligt* att utbredningen av snötäckningen på norra halvklotet har minskat sedan mitten av 1900-talet (se figur SPM.3). Utbredningen av snötäckningen på norra halvklotet minskade 1,6 [0,8–2,4] % per årtionde för mars och april, och 11,7 [8,8–14,6] % per årtionde för juni under perioden 1967–2012. Under denna period skedde ingen signifikant ökning av snötäckets utbredning på norra halvklotet under någon månad. {4.5}
- Det är *mycket troligt* att temperaturerna i permafrostlagret har ökat i de flesta områden sedan början av 1980-talet. Den observerade uppvärmningen var upp till 3° C i delar av norra Alaska (tidigt 1980-tal till mitten av 2000-talets första årtionde), och upp till 2° C i delar av norra europeiska Ryssland (1971–2010). I det sistnämnda området har en avsevärd minskning av permafrostens djup och utbredning observerats under perioden 1975–2005 (*troligt*). {4.7}
- Flera bevislinjer ger stöd för att det pågår en betydande uppvärmning av Arktis sedan mitten av 1900-talet. {Ruta 5.1, 10.3}

## B.4 Havsnivån

Den genomsnittliga havsnivån har sedan mitten av 1800-talet stigit fortare än under de två senaste årtusendena (*mycket troligt*). Under perioden 1901–2010 har den globala genomsnittliga havsnivån stigit med 0,19 (0,17 till 0,21) meter (se figur SPM.3). {3.7, 5.6, 13.2}

- Mätningar och indirekta uppgifter tyder på att det i slutet av 1800-talet och under tidigt 1900-tal skedde en övergång från de föregående två årtusendenas relativt låga genomsnittsvärde till en snabbare höjningstakt (*mycket troligt*). Det är *sannolikt* att den globala havsnivån har fortsatt stiga i snabbare takt sedan början av 1900-talet. {3.7, 5.6, 13.2}
- Det är *mycket sannolikt* att den globala genomsnittliga hastigheten för havsnivåhöjningen var 1,7 [1,5 till 1,9] mm per år mellan 1901 och 2010, 2,0 [1,7 till 2,3] mm per år mellan 1971 och 2010 och 3,2 [2,8 till 3,6] mm per år mellan 1993 och 2010. Tidvattenmätningar och satellitdata överensstämmer beträffande den högre hastigheten för den senare perioden. Det är *sannolikt* att en liknande hög höjningstakt rådde mellan 1920 och 1950. {3.7}
- Sedan början av 1970-talet kan avsmältningen av glaciärer och den termiska expansionen av haven på grund av uppvärmningen tillsammans förklara cirka 75 % av den observerade globala havsnivåhöjningen (*mycket troligt*). Havsnivåhöjningen under perioden 1993–2010 är *mycket troligt* i linje med summan av de observerade bidragen från den termiska expansionen i haven (1,1 [0,8 till 1,4] mm per år), förändringar i glaciärer (0,76 [0,39 till 1,13] mm per år, i Grönlands inlandsis (0,33 [0,25 till 0,41] mm per år), i Antarktis inlandsis (0,27 [0,16 till 0,38] mm per år) och i mängden vatten på land (0,38 [0,26 till 0,49] mm per år). Summan av dessa bidrag är 2,8 [2,3 till 3,4] mm per år. {13.3}
- Det är *högst troligt* att den högsta globala genomsnittliga havsnivån under den senaste mellanistiden (för 129 000–116 000 år sedan) under flera tusen år var minst 5 meter högre än nuvarande, och det är *mycket troligt* att den inte översteg nuvarande nivå med 10 meter. Det är *mycket sannolikt* att Grönlands inlandsis under den senaste mellanistiden bidrog med mellan 1,4 och 4,3 meter till den högre globala genomsnittliga havsnivån, vilket innebär att det är *troligt* att Antarktis inlandsis också bidrog till höjningen. Denna förändring av havsnivån inträffade under en annan kombination av jordaxelns lutning, annan cyklisk variation i jordens bana runt solen och därmed annan fördelning av solinstrålningen mellan årstider och geografiskt, som i tusentals år gav en genomsnittlig ytemperatur på högre breddgrader som låg minst 2 °C över nuvarande temperatur (*mycket troligt*). {5.3, 5.6}

## B.5 Kol och andra biogeokemiska kretslopp

Koncentrationen av koldioxid (CO<sub>2</sub>), metan och dikväveoxid (lustgas) i atmosfären har ökat till nivåer som inte förekommit under åtminstone de senaste 800 000 åren. Koldioxidhalten har ökat med 40 procent sedan förindustriell tid, främst genom utsläpp från fossila bränslen och i andra hand på grund av nettoutsläpp från förändrad markanvändning. Världshavet har tagit upp ungefär 30 procent av människans utsläpp av koldioxid med havsförsurning som följd (se figur SPM.4). {2.2, 3.8, 5.2, 6.2, 6.3}

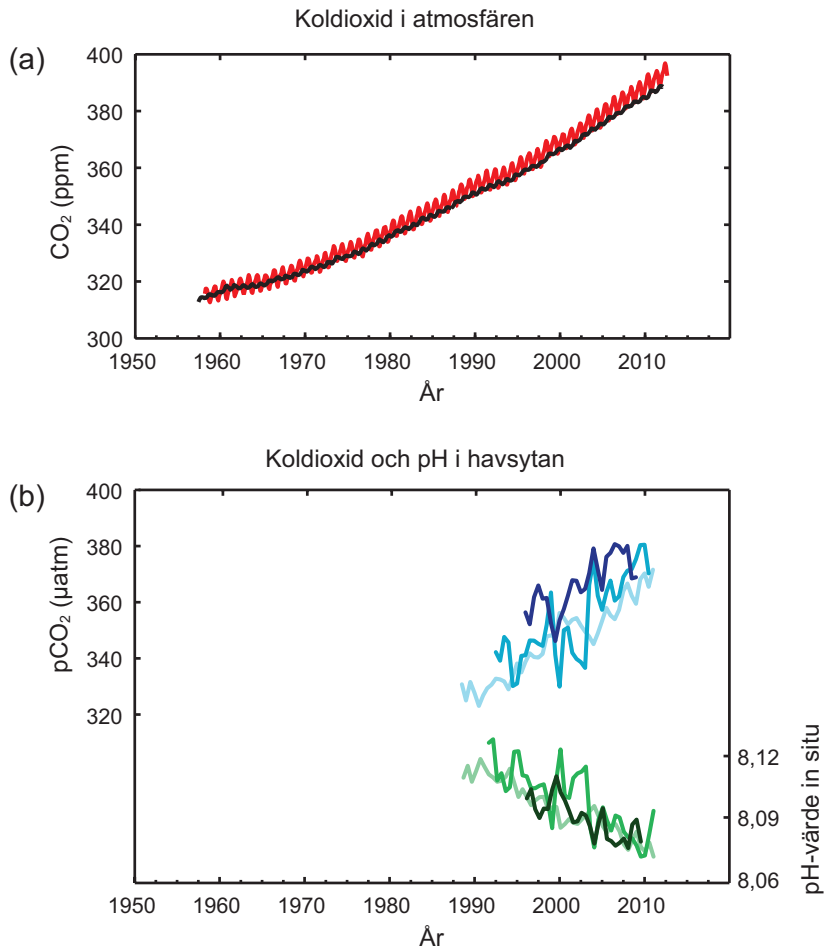
- Koncentrationerna i atmosfären av växthusgaserna koldioxid (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>) och dikväveoxid (N<sub>2</sub>O) har alla ökat sedan 1750 till följd av mänsklig aktivitet. Under 2011 var koncentrationerna av dessa växthusgaser 391 ppm<sup>11</sup>, 1 803 ppb respektive 324 ppb och översteg de förindustriella nivåerna med cirka 40 %, 150 % respektive 20 %. {2.2, 5.2, 6.1, 6.2}
- Halterna av CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> och N<sub>2</sub>O är nu avsevärt högre än de högsta värdena som uppmäts i iskärnor för de senaste 800 000 åren. Den genomsnittliga ökningstakten av halterna i atmosfären under det senaste århundradet saknar *högst troligt* motstycke för de senaste 22 000 åren. {5.2, 6.1, 6.2}
- De årliga koldioxidutsläppen från förbränning av fossila bränslen och cementproduktion var i genomsnitt 8,3 [7,6 till 9,0] GtC<sup>12</sup> per år under 2002–2011 (*mycket troligt*) och 9,5 [8,7 till 10,3] GtC per år för 2011, 54 % över 1990 års nivå. Det årliga nettoutsläppet av koldioxid från antropogen markanvändning var i genomsnitt 0,9 [0,1 till 1,7] GtC per år under 2002 till 2011 (*troligt*). {6.3}
- Mellan 1750 och 2011 har koldioxidutsläppen från förbränning av fossila bränslen och cementproduktion tillfört 375 [345 till 405] GtC till atmosfären, medan avskogning och annan förändrad markanvändning beräknas ha tillfört 180 [100 till 260] GtC. Detta sammantaget ger antropogena utsläpp på 555 [470–640] GtC. {6.3}
- Av dessa kumulativa antropogena koldioxidutsläpp har 240 [230 till 250] GtC ackumulerats i atmosfären, 155 [125 till 185] GtC tagits upp i havet och 160 [70 till 250] GtC har tagits upp i naturliga terrestra ekosystem (jfr kumulativa upptag i skog och mark). {Figur TS.4, 3.8, 6.3}
- Havsförsurning mäts genom minskat pH<sup>13</sup>. Havsytvattnets pH-värde har sjunkit med 0,1 sedan början av industrialismen (*mycket troligt*), vilket motsvarar en 26-procentig ökning av vätejonkoncentrationen (se figur SPM.4). {3.8, ruta 3.2}

<sup>11</sup> ppm (parts per million, miljondel) eller ppb (parts per billion, miljarddel, 1 miljard = 1 000 miljoner) är andelen växthusgasmolekyler av det totala antalet molekyler i torr luft. Exempel: 300 ppm betyder 300 molekyler av en växthusgas i en miljon molekyler torr luft.

<sup>12</sup> 1 gigaton kol = 1 GtC = 10<sup>15</sup> gram kol. Detta motsvarar 3,667 GtCO<sub>2</sub>.

<sup>13</sup> pH-värdet är ett mått på försurningen med logaritmisk skala: pH-minskning med en enhet motsvarar en tiofaldig ökning av vätejonkoncentrationen, eller surhetsgraden.

FIGUR SPM.4



**Figur SPM.4:** Flera indikatorer på förändringar i den globala kolcykeln: (a) atmosfärshalten av koldioxid ( $\text{CO}_2$ ) från Mauna Loa ( $19^\circ 32' \text{N}$ ,  $155^\circ 34' \text{W}$  – röd linje) och Sydpolen ( $89^\circ 59' \text{S}$ ,  $24^\circ 48' \text{W}$  – svart linje) sedan 1958; (b) partialtryck av löst koldioxid i havsytan (blåa kurvor) och pH-värde *in situ* (gröna kurvor), ett mått på havsvattnets surhetsgrad. Mätningarna är från tre stationer i Atlanten ( $29^\circ 10' \text{N}$ ,  $15^\circ 30' \text{W}$  – mörkblå/mörkgrön;  $31^\circ 40' \text{N}$ ,  $64^\circ 10' \text{W}$  – blå/grön) och Stilla havet ( $22^\circ 45' \text{N}$ ,  $158^\circ 00' \text{W}$  – ljusblå/ljusgrön). Fullständiga uppgifter om dessa dataserier finns i den underliggande rapporten och i Technical Summary Supplementary Material. {Figur 2.1 och 3.18; figur TS.5}



## C. Drivkrafter bakom klimatförändringen

*Naturliga och antropogena ämnen och processer som påverkar jordens energibalans driver klimatförändringen. Strålningsdrivning<sup>14</sup> kvantifierar förändrade energiflöden som beror på förändringar i dessa drivkrafter för 2011 i förhållande till 1750, om inget annat anges. Positiv strålningsdrivning leder till uppvärmning, negativ strålningsdrivning leder till avkylning. Uppskattningar av strålningsdrivningen grundar sig på in-situ mätningar och fjärranalys, egenskaper hos växthusgaser och aerosoler, samt beräkningar med hjälp av numeriska modeller som representerar observerade processer. Vissa utsläpp påverkar halten av andra ämnen i atmosfären. Strålningsdrivningen kan redovisas utifrån förändrade koncentrationer av varje ämne<sup>15</sup>. Alternativt kan den utsläppsbaserade strålningsdrivningen för en förening redovisas, vilket ger en mer direkt koppling till mänskliga aktiviteter. Då inkluderas bidrag från alla ämnen som berörs av det aktuella utsläppet. Den totala antropogena strålningsdrivningen för de båda metoderna är identisk för alla drivkrafter. Även om båda metoderna används i denna sammanfattning, ligger fokus på utsläppsbaserad strålningsdrivning.*

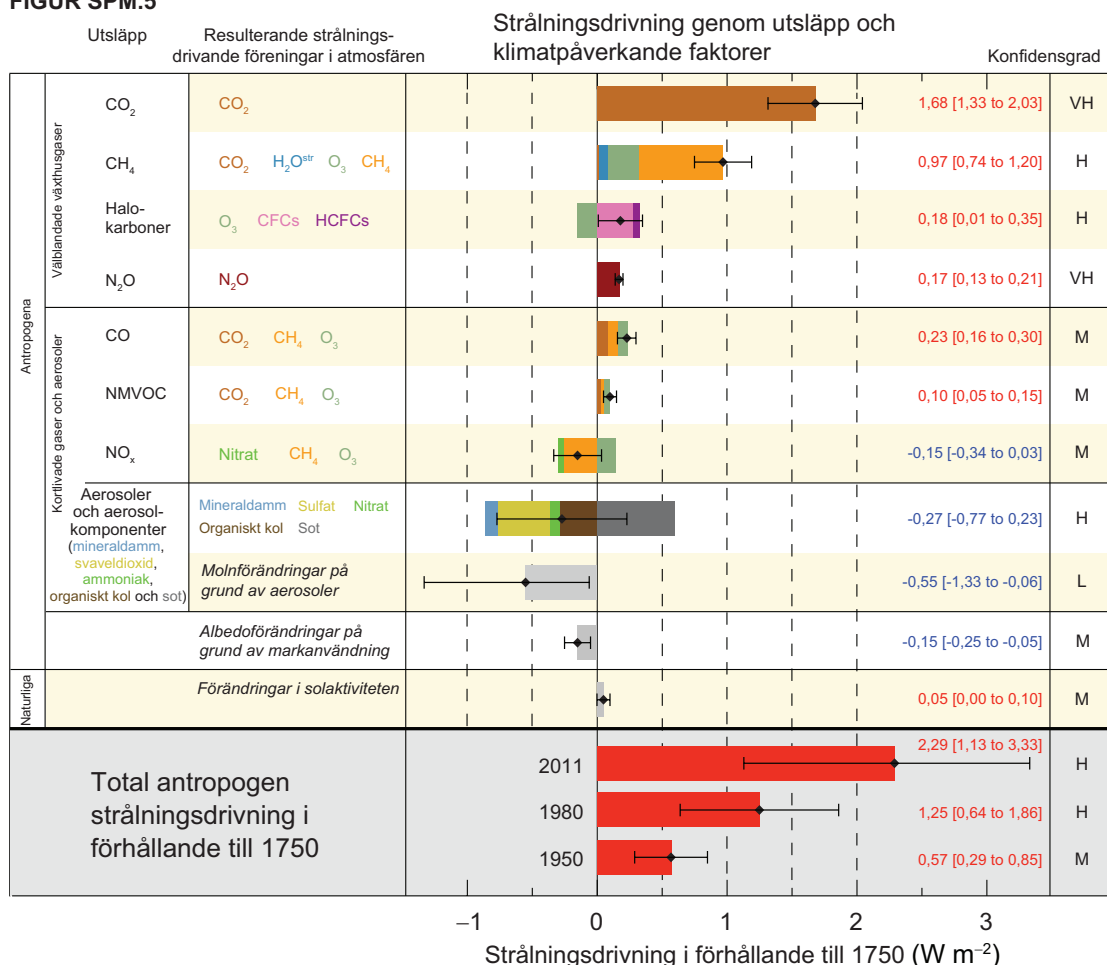
Den totala strålningsdrivningen är positiv och har lett till att energi tagits upp i klimatsystemet. Det största bidraget till den totala strålningsdrivningen orsakas av den ökade halten av koldioxid i atmosfären sedan 1750 (se figur SPM.5). {3.2, ruta 3.1, 8.3, 8.5}

- Den totala antropogena strålningsdrivningen för 2011 i förhållande till 1750 är 2,29 [1,13 till 3,33] W m<sup>-2</sup> (se figur SPM 5). Den har ökat snabbare sedan 1970 än under tidigare årtionden. Den bästa skattningen av total antropogen strålningsdrivning för 2011 är 43 % högre än vad som redovisades i AR4 för 2005. Detta beror på en kombination av fortsatt stigande halter av de flesta växthusgaser, och bättre skattning av strålningsdrivning på grund av aerosoler som tyder på att dessa har en svagare netto-kylande effekt (negativ strålningsdrivning). {8.5}

<sup>14</sup> Styrkan hos drivkrafterna uttrycks i termer av *strålningsdrivning* och anges i Watt per kvadratmeter (W m<sup>-2</sup>) som i tidigare IPCC-utvärderingar. Strålningsdrivning är den förändring i energiflödet som orsakas av en drivkraft och beräknas vid atmosfärens övre gräns, eller vid tropopausen. I det traditionella konceptet för strålningsdrivning som användes i tidigare IPCC-rapporter betraktas alla förhållanden vid markyta och troposfär som fasta. Vid beräkningar av strålningsdrivning för välblandade växthusgaser och aerosoler i den här rapporten tilläts fysikaliska variabler, med undantag för hav och havsis, att reagera på förändringar med snabba omställningar. Den strålningsdrivning som blir resultatet kallas effektiv strålningsdrivning i den underliggande rapporten. Den här förändringen speglar vetenskapliga framsteg som gjorts sedan tidigare utvärderingar och ger en bättre indikation på den resulterande temperaturresponsen på dessa drivkrafter. Snabba förändringar på grund av andra drivkrafter än välblandade växthusgaser och aerosoler är mindre väl kända och antas vara små, och därför har vedertagen strålningsdrivning använts. {8.1}

<sup>15</sup> Detta tillvägagångssätt användes för att rapportera strålningsdrivning i AR4 SPM.

FIGUR SPM.5



**Figur SPM.5:** Uppskattningar av strålningsdrivningen under 2011 i förhållande till 1750 ( $W m^{-2}$ ) och samlade osäkerheter för de viktigaste drivkrafterna bakom klimatförändringen. Värdena visar den globala genomsnittliga strålningsdrivningen<sup>15</sup> fördelad efter utsläpp av föreningar eller efter processer som resulterar i en kombination av drivkrafter. De bästa uppskattningarna av nettostrålningsdrivningen visas som svarta diamanter med motsvarande osäkerhetsintervall; de numeriska värdena finns till höger i figuren, tillsammans med konfidensgraden för strålningsdrivningens nettoeffekt (MH – *mycket hög*, H – *hög*, M – *medium*, L – *låg*, ML – *mycket låg*). Förändringar av markytans albedo på grund av sot på snö och is är inräknade i den svarta stapeln för sotaerosoler. Låg strålningsdrivning på grund av kondensationsstrimmor ( $0,05 W m^{-2}$  vilket inkluderar molnbildning på grund av kondensationsstrimmor) och HFC, PFC och SF<sub>6</sub> (totalt  $0,03 W m^{-2}$ ) visas inte. Koncentrationsbaserad strålningsdrivning för gaser kan beräknas genom att staplarna med samma färg summeras. Vulkanutbrottets inverkan har inte tagits med här eftersom deras episodiska natur försvårar jämförelser med andra drivningsmekanismer. Den totala antropogena strålningsdrivningen anges för tre olika år i förhållande till 1750. För ytterligare tekniska detaljer, inklusive osäkerhetsintervall kopplade till enskilda element och processer, se Technical Summary Supplementary Material. {8.5; figur 8.14–8.18; figur TS.6 och TS.7}

- Den utsläppsbaserade strålningsdrivningen av välblandade växthusgaser (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O och halogenerade kolväten) för 2011 i förhållande till 1750 är  $3,00 [2,22 \text{ till } 3,78] W m^{-2}$  (se figur SPM.5). Strålningsdrivningen från förändrade koncentrationer av dessa gaser i sin tur är  $2,83 [2,26 \text{ till } 3,40] W m^{-2}$ . {8.5}
- Enbart koldioxidutsläppen har orsakat en strålningsdrivning på  $1,68 [1,33 \text{ till } 2,03] W m^{-2}$  (se figur SPM.5). När utsläpp av andra kolhaltiga gaser räknas in, vilka också bidragit till ökningen av koldioxidhalten, är strålningsdrivningen för koldioxid  $1,82 [1,46 \text{ till } 2,18] W m^{-2}$ . I nederkant {8.3, 8.5}

- Enbart utsläppen av CH<sub>4</sub> (metan) har orsakat en strålningsdrivning på 0,97 [0,74 till 1,20] W m<sup>-2</sup> (se figur SPM.5). Denna är mycket större än den koncentrationsbaserade uppskattningen på 0,48 [0,38 till 0,58] W m<sup>-2</sup> (oförändrat från AR4). Denna skillnad i skattning beror på förändrade koncentrationer av ozon och stratosfärisk vattenånga på grund av metanutsläpp och andra utsläpp som indirekt påverkar metan. {8.3, 8.5}
- Utsläppen av ozonnedbrytande halogenerade kolväten har orsakat en nettopositiv strålningsdrivning på 0,18 [0,01 till 0,35] W m<sup>-2</sup> (se figur SPM.5). Deras positiva strålningsdrivning väger upp den negativa strålningsdrivning som blir resultatet av det tunnare ozonskiktet som de orsakar. Den positiva strålningsdrivningen från alla halogenerade kolväten ligger nära motsvarande värde i AR4. Strålningsdrivning för CFC-gaser har minskat men däremot ökar den från många av de ämnen som ersatt CFC-gaserna. {8.3, 8.5}
- Utsläpp av kortlivade gaser bidrar till den totala antropogena strålningsdrivningen. Utsläppen av kolmonoxid har *praktiskt taget säkert* orsakat en positiv strålningsdrivning, medan utsläppen av kväveoxider (NO<sub>x</sub>) *sannolikt* har orsakat en negativ strålningsdrivning (se figur SPM.5). {8.3, 8.5}
- Strålningsdrivningen för den totala aerosoleffekten i atmosfären, vilket inkluderar justeringar för moln på grund av aerosoler, är -0,9 [-1,9 till -0,1] W m<sup>-2</sup> (*troligt*), och resulterar i en negativ strålningsdrivning för de flesta aerosoler och ett positivt bidrag genom sot som absorberar solstrålning. Det är *mycket troligt* att aerosoler och deras samspel med molnen har motverkat en betydande del av den globala genomsnittliga strålningsdrivningen från välblandade växthusgaser. De utgör fortsatt den största osäkerhetsfaktorn när det gäller att uppskatta den totala strålningsdrivningen. {7.5, 8.3, 8.5}
- Strålningsdrivningen från stratosfäriska vulkaniska aerosoler kan ha en stor inverkan på klimatet under några år efter vulkanutbrott. Flera mindre utbrott orsakade en strålningsdrivning på -0,11 [-0,15 till -0,08] W m<sup>-2</sup> mellan 2008 och 2011, vilket är ungefär dubbelt så mycket som under perioden 1999–2002. {8.4}
- Strålningsdrivningen på grund av variationer i solaktiviteten uppskattas till 0,05 [0,00 till 0,10] W m<sup>-2</sup>. Satellitobservationer av variationer i solaktiviteten från 1978 till 2011 tyder på att det senaste solfläcksminimum var djupare än de två föregående. Detta ger en strålningsdrivning på -0,04 [-0,08 till 0,00] W m<sup>-2</sup> mellan senast inträffade solfläcksminimum 2008 och det minimum som ägde rum 1986. {8.4}
- Den totala naturliga strålningsdrivningen till följd av variationer i solaktiviteten och vulkaniska aerosoler i stratosfären bidrog endast i liten grad till strålningsdrivningens nettoeffekt under förra århundradet, med undantag för korta perioder efter stora vulkanutbrott. {8.5}

## D. Att förstå klimatsystemet och observerade förändringar

*Förståelsen för de senaste förändringarna i klimatsystemet bygger på en kombination av observationer, studier av återkopplingsmekanismer och modellsimuleringar. För att kunna bedöma klimatmodellens förmåga att simulera de observerade förändringarna måste hänsyn tas till det tillstånd som alla modellerade komponenter i klimatsystemet befinner sig i när simuleringen inleds, och till den naturliga och antropogena strålningsdrivningens förändringar. Längre och mer detaljerade observationer samt förbättrade klimatmodeller jämfört med AR4 har gjort det möjligt att hänföra människans bidrag till detekterade förändringar hos fler komponenter i klimatsystemet.*

Människans påverkan på klimatsystemet är tydlig. Det framgår tydligt av stigande halter av växthusgaser i atmosfären, positiv strålningsdrivning, observerad uppvärmning samt förståelse av klimatsystemet. {2-14}

### D.1 Utvärdering av klimatmodeller

Klimatmodellerna har förbättrats sedan AR4. Modellerna reproducerar observerade storskaliga mönster och trender i temperatur över flera årtionden, inklusive den snabbare uppvärmningen sedan mitten av 1900-talet samt den nedkylning som följer direkt efter stora vulkanutbrott (*högst troligt*). {9.4, 9.6, 9.8}

- De långa klimatmodellsimuleringarna uppvisar en trend för den globala medeltemperaturen från 1951 till 2012 som överensstämmer med den observerade trenden (*högst troligt*). Det finns dock skillnader mellan simulerade och observerade trender under perioder så korta som 10 till 15 år (t ex 1998 till 2012). {9.4, ruta 9.2}
- Den observerade minskande trenden för ytuppvärmning under perioden 1998–2012 jämfört med perioden 1951–2012, beror i ungefär lika hög grad på en minskad trend för strålningsdrivning som på nerkyllning på grund av naturlig intern variabilitet som inkluderar en möjlig omfördelning av värme i havet (*troligt*). Den minskade trenden för strålningsdrivning beror främst på vulkanutbrott och att den sammanfaller med den nedåtgående fasen i den 11-åriga solcykeln. När det gäller att kvantifiera den betydelse som förändrad strålningsdrivning har för den minskade uppvärmningstrenden är dock konfiden graden *mindre troligt*. Det är *troligt* att intern variabilitet mellan årtionden i väsentlig grad är orsaken till skillnaden mellan observationer och simuleringar: simuleringar förväntas inte återge

intern variabilitet med samma tidsförlopp. Det kan också finnas ofullkomligheter i strålningsdrivningen i simuleringarna och, i vissa modeller, en överskattning av responsen på ökande utsläpp av växthusgaser och annan antropogen påverkan (i synnerhet effekterna av aerosoler). {9.4, ruta 9.2, 10.3, ruta 10.2, 11.3}

- Konfidensen till modellernas förmåga att simulera temperaturer på regional nivå är lägre än när det gäller modellering i större skala. Det är dock *mycket troligt* att temperaturen på regional nivå kan simuleras bättre än vid tidpunkten för AR4. {9.4, 9.6}
- Betydande framsteg har gjorts när det gäller utvärderingen av extremväder och extrema klimathändelser sedan AR4. Simulerade globala genomsnittstrender för frekvensen av extremt varma och kalla dagar och nätter under den andra halvan av 1900-talet överensstämmer i allmänhet med observationerna. {9.5}
- Simuleringarna av kontinentala nederbördsmonster har förbättrats något sedan AR4. Nederbörden kan inte simuleras lika bra på regional nivå, och utvärderingen försvåras av osäkerheter i observationerna. {9.4, 9.6}
- Några viktiga klimatfenomen kan numera återges bättre av modellerna. Det är *mycket troligt* att statistiken för monsuner och El Niño – Southern Oscillation (ENSO) baserad på flera modellsimuleringar har förbättrats sedan AR4. {9.5}
- Klimatmodellerna inkluderar numera fler moln- och aerosolprocesser och deras interaktioner än för AR4, men konfidensgraden är fortfarande *mindre troligt* i återgivningen och kvantifieringen av dessa processer i modellerna. {7.3, 7.6, 9.4, 9.7}
- Det finns robusta belägg för att trenden med krympande sommarhavs is i Arktis sedan 1979 numera kan återges av fler modeller än vad som var fallet för AR4. Ungefär en fjärdedel av modellerna visar lika stor trend som observationerna, eller större. De flesta modellerna simulerar en liten nedåtgående trend för utbredningen av Antarktisk havs is, om än med stora variationer mellan modellerna, i motsats till den observerade lilla uppåtgående trenden. {9.4}
- Många modeller återger observerade förändringar av värmeinnehållet i havens övre skikt (0–700 meter) från 1961 till 2005 (*mycket troligt*), och för större delen av perioden ligger multi-modellgenomsnittet inom intervallet för tillgängliga observationer. {9.4}
- Klimatmodeller som inkluderar kolcykeln (jordsystemmodeller) simulerar det globala mönstret för utbytet av koldioxid mellan hav och atmosfär, med avgång av växthusgaser (upplöst koldioxid i havet återges till luften) i tropikerna och upptag (atmosfärisk koldioxid löses upp i havet) på medelhöga och högre breddgrader. I de flesta av dessa modeller ligger storleken på de simulerade globala kolsänkorna till havs och på land under den senare delen av 1900-talet inom det observerade intervallet. {9.4}

## D.2 Kvantifiering av klimatsystemets respons

Studier baserade på observationer och med modeller över temperaturförändringar, återkopplingar samt förändringar i jordens energibudget ger tillsammans stöd för att storleken på den globala uppvärmningen är ett svar på tidigare och framtida strålningsdrivning. {Ruta 12.2, ruta 13.1}

- Nettoåterkopplingen från den kombinerade effekten av förändrad mängd vattenånga och skillnader mellan uppvärmningen av atmosfären och jordytan är *ytterst sannolikt* positiv och förstärker därför klimatförändringarna. Nettoåterkopplingen som beror på moln, oavsett typ, är *sannolikt* positiv. Osäkerheten när det gäller återkopplingen förknippad med moln beror främst på fortsatt osäkerhet kring de effekter som uppvärmningen har på låga moln. {7.2}
- Klimatkänsligheten är ett mått på hur klimatsystemet reagerar på varaktigt strålningsdrivning under flera århundraden. Den definieras som den globalt genomsnittliga uppvärmningen vid markytan som orsakas av en fördubbling av atmosfärens koldioxidhalt. Klimatkänsligheten ligger *sannolikt* mellan 1,5 °C och 4,5 °C (*mycket troligt*), den är *ytterst osannolikt* mindre än 1 °C (*mycket troligt*) och *mycket osannolikt* högre än 6 °C (*troligt*)<sup>16</sup>. Den nedre temperaturgränsen för det intervall som bedöms som *sannolikt* är alltså lägre än de 2 °C i AR4, medan den övre gränsen är oförändrad. Denna bedömning är ett resultat av ökad vetenskaplig förståelse, längre serier av temperaturmätningar i atmosfär och hav, och nya beräkningar av strålningsdrivningen. {TS TFE6, figur 1; ruta 12.2}
- Hastigheten och omfattningen av den globala klimatförändringen avgörs av strålningsdrivning, återkopplingsmekanismer och klimatsystemets energilagring. Uppskattningar av dessa variabler för de senaste årtiondena överensstämmer med vad som bedöms *sannolikt* för klimatkänsligheten inom bedömda osäkerhetsintervaller, vilket ger starka belegg för förståelsen av antropogena klimatförändringar. {Ruta 12.2, ruta 13.1}
- Den övergående klimatkänsligheten är ett mått som anger hur klimatet reagerar på ökande strålningsdrivning i ett tidsperspektiv som omfattar årtionden eller århundraden. Den definieras som förändringen av jordens medeltemperatur vid markytan vid tidpunkten för en fördubbling av koldioxidhalten i atmosfären i ett scenario där koncentrationen stiger med 1 % per år. Den övergående klimatkänsligheten ligger *sannolikt* i spannet 1,0 °C till 2,5 °C (*mycket troligt*), och är *ytterst osannolikt* större än 3 °C. {Ruta 12.2}

<sup>16</sup> Ingen bästa skattning av klimatkänsligheten kan ges nu på grund av bristande överensstämmelse kring utvärderade bevislinjer och studier.

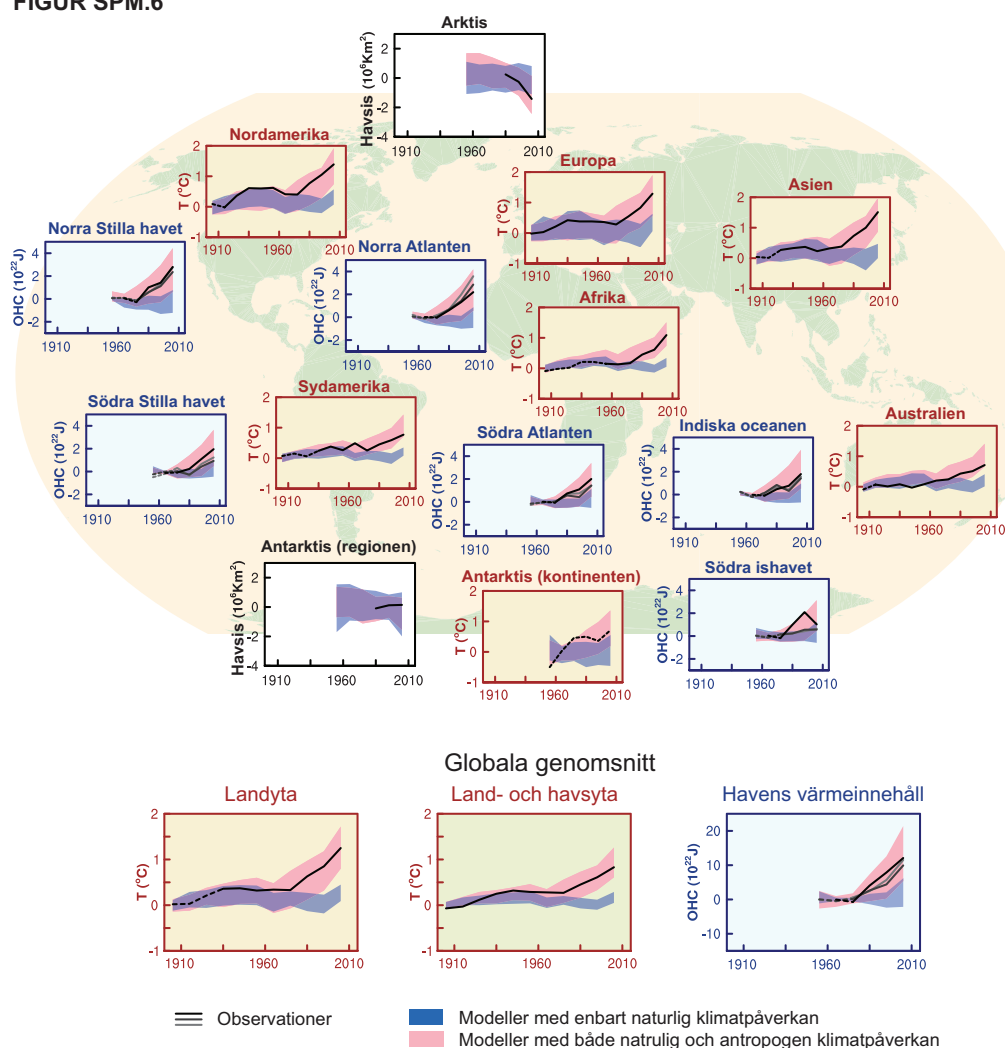
- Ett relaterat mått är övergående klimatrespons för kumulativa koldioxidutsläpp, TCRE (transient climate response to cumulative carbon emissions). TCRE uttrycker klimatsystemets tidsberoende respons på kumulativa kolutsläpp (se avsnitt E.8). TCRE definieras som förändringen av den globala medeltemperaturen vid markytan per 1 000 GtC utsläpp. TCRE ligger *sannolikt* inom spannet 0,8 °C till 2,5 °C per 1 000 GtC. Bedömningen avser kumulativa utsläpp på upp till cirka 2 000 GtC fram till tidpunkten då temperaturhöjningen kulminerar (se figur SPM.10). {12.5, ruta 12.2}
- Olika mått kan användas för att jämföra hur utsläpp av olika ämnen påverkar klimatförändringen. Vilket mått och vilken tidshorisont som lämpar sig bäst beror på vilka aspekter av klimatförändringen som anses viktigast för ett visst tillämpningsområde. Det finns inget enskilt mått som kan användas för att jämföra samtliga konsekvenser av olika utsläpp, och alla mått har sina begränsningar och osäkerheter. Global Warming Potential (GWP) baseras på kumulativ strålningsdrivning över en viss tid, och den potentiella förändringen av den globala medeltemperaturen (Global Temperature Potential, GTP) baseras på förändringen i den globala medeltemperaturen vid markytan vid en viss given tidpunkt. Uppdaterade värden för dessa mått finns i den underliggande rapporten. {8.7}

### D.3 Klimatförändringens påvisade orsaker

Mänsklig påverkan har påvisats ligga bakom uppvärmning av atmosfären och haven, förändringar i vattnets globala kretslopp, minskningen av snö och is, höjningen av den globala genomsnittliga havsnivån och i förändringar i vissa klimatextremer (figur SPM.6 och tabell SPM.1). Bevisen för människans påverkan på klimatsystemet har stärkts sedan AR4. Det är *ytterst sannolikt* att mänsklig påverkan är den främsta orsaken till den observerade uppvärmningen sedan mitten av 1900-talet. {10.3–10.6, 10.9}

- Det är *ytterst sannolikt* att mer än hälften av den observerade ökningen av den globala medeltemperaturen mellan 1951 och 2010 har orsakats av den antropogena ökningen av växthusgashalterna tillsammans med annan antropogen drivning. Den bästa skattningen av människans bidrag till uppvärmningen motsvarar observationer över uppvärmningen för denna period. {10.3}
- Växthusgaser bidrog till en höjning av den globala medeltemperaturen som *sannolikt* låg mellan 0,5 °C och 1,3 °C under perioden 1951–2010, med bidrag från annan antropogen drivning, inbegripet den kylande effekten av aerosoler som *sannolikt* ligger i intervallet –0,6 °C till 0,1 °C. Bidraget från naturlig drivning är *sannolikt* mellan –0,1 °C och 0,1 °C, och intern variabilitet står *sannolikt* för –0,1 °C till 0,1 °C. Summan av dessa uppskattade bidrag överensstämmer med den observerade uppvärmningen på cirka 0,6 °C till 0,7 °C under denna period. {10.3}

FIGUR SPM.6



**Figur SPM.6:** Jämförelse mellan observerade och simulerade klimatförändringar baserad på tre stor-skaliga indikatorer i atmosfären, kryosfären och havet. Förändringar av kontinentala temperaturer (gula rutor), septemberisens utbredning i Arktis och Antarktis (vita rutor), och värmeinnehållet i de stora havsbassängernas övre skikt (blåa rutor). Även genomsnittliga globala förändringar anges. Avvikelse anges i förhållande till 1880–1919 för temperaturen över land, 1960–1980 för värmeinnehåll i havet och 1979–1999 för havsis. Alla tidsserier är tioårsgenomsnitt, inritade vid mitten av årtiondet. I temperaturpanelerna visas observationerna som streckade linjer i de fall den geografiska täckningen är mindre än 50 %. För värmeinnehållet i havet och havsispanelerna används den heldragna linjen där tillgången på data är god och av högre kvalitet, och den streckade linjen där data-täckningen bara är tillräcklig och osäkerheten därför större. Modellresultaten som visas spänner över resultat från de klimatmodeller som ingår i CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 5). Skuggningarna anger konfidensintervallet på 5 till 95 %. För mer teknisk information och definitioner av regionerna, se Technical Summary Supplementary Material. {Figur 10.21; figur TS.12}

- På alla kontinenter utom Antarktis har den antropogena drivningen *sannolikt* bidragit väsentligt till temperaturhöjningen sedan mitten av 1900-talet (se figur SPM.6). För Antarktis gäller stor osäkerhet kring observationerna, och detta leder till konfidensgraden *mindre troligt* när det gäller huruvida antropogen drivning har bidragit till den observerade genomsnittliga uppvärmningen för tillgängliga stationer. Det är *sannolikt* att det funnits ett antropogent bidrag till den mycket betydande uppvärmningen av Arktis sedan mitten av 1900-talet. {2.4, 10.3}



- Det är *mycket sannolikt* att antropogen påverkan, särskilt genom växthusgaser och uttunningen av ozonskiktet i stratosfären, har lett till ett detekterbart mönster av troposfärisk uppvärmning och motsvarande kylning i den lägre stratosfären sedan 1961. {2.4, 9.4, 10.3}
- Det är *mycket sannolikt* att antropogen påverkan har bidragit väsentligt till höjningen av värmeinnehållet i havens övre skikt (0–700 m) som observerats sedan 1970-talet (se figur SPM.6). Det finns belägg för mänsklig påverkan i vissa havsbassänger. {3.2, 10.4}
- Det är *sannolikt* att antropogena faktorer har påverkat det globala vattenkretsloppet sedan 1960. Antropogen påverkan har bidragit till observerade ökning av vattenånga i atmosfären (*troligt*), till globala förändringar av nederbördsmönster över land (*troligt*), till intensivare skyfall i landområden där dataunderlaget är tillräckligt (*troligt*), och till förändringar av salthalten i havens ytskikt och i nivån under (*mycket sannolikt*). {2.5, 2.6, 3.3, 7.6, 10.3, 10.4}
- Det har framkommit ytterligare belägg för mänsklig påverkan på temperatur-extremer sedan SREX. Det är nu *mycket sannolikt* att mänsklig påverkan har bidragit till observerade globala förändringar av dagliga extremtemperaturers frekvens och intensitet sedan mitten av 1900-talet. Mänsklig påverkan har *sannolikt* gjort det dubbelt så troligt att värmeböljor kommer att inträffa i vissa områden (se tabell SPM.1). {10.6}
- Antropogen påverkan har *mycket sannolikt* bidragit till förlusten av havsis i Arktis sedan 1979. Konfidensgraden för den vetenskapliga förståelsen kring den observerade smärre utbredningsökningen av Antarktis havsis är mindre troligt, vilket beror på de ofullständiga och konkurrerande vetenskapliga förklaringarna till orsakerna bakom och konfidensgraden *mindre troligt* som gäller skattningar av intern variabilitet i regionen (se figur SPM.6). {10.5}
- Antropogen påverkan har *sannolikt* bidragit till att glaciärerna krympt sedan 1960-talet och till ökad förlust av ismassa i den grönländska inlandsisen sedan 1993. På grund av låg grad av vetenskaplig förståelse är konfidensgraden *mindre troligt* när det gäller att förklara orsakerna till den observerade förlusten av ismassa från Antarktis under de senaste två årtiondena. {4.3, 10.5}
- Det är *sannolikt* att antropogena faktorer har bidragit till minskningarna av norra halvklotets vårsnötäcke som observerats sedan 1970. {10.5}
- Det är *mycket sannolikt* att antropogena faktorer bidragit väsentligt till den globala havsnivåhöjningen sedan 1970-talet. Detta baseras på att det är *mycket troligt* att antropogen påverkan har bidragit till de två största orsakerna för stigande havsnivåer, termisk expansion och avsmältningen av glaciärer. {10.4, 10.5, 13.3}
- Det är *mycket troligt* att förändringar av den totala solaktiviteten inte har bidragit till ökningen av den globala medeltemperaturen under perioden 1986 till 2008, baserat på satellitmätningar av den totala solstrålningen. Det är *troligt* att variationer i solens 11-årscykel påverkar klimatvariationerna i vissa regioner över tioårsperioder. Något robust samband mellan förändringar i kosmisk strålning och molnighet har inte kunnat identifieras. {7.4, 10.3, ruta 10.2}

## E. Framtida globala och regionala klimatförändringar

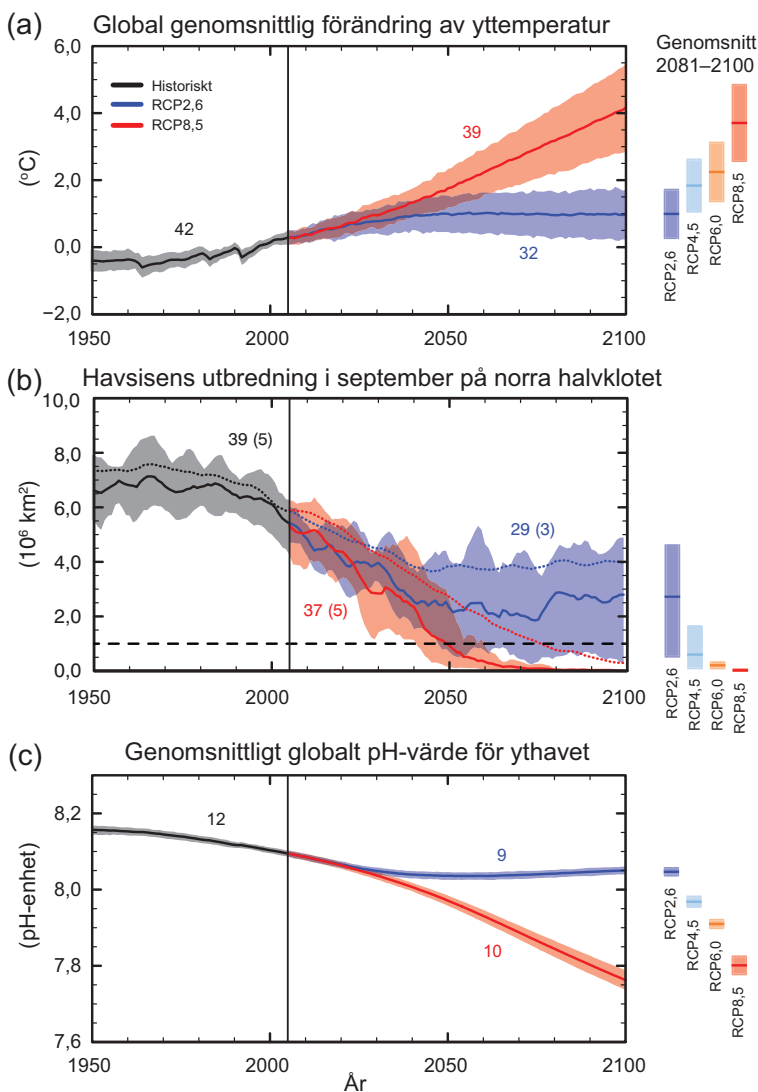
*Projektionerna över förändringarna i klimatsystemet görs med klimatmodeller med olika grader av representation av klimatsystemets delar och detaljer, allt från enklare varianter till avancerade klimatmodeller, och jordsystemmodeller. Modellerna simulerar förändringar under ett antal scenarier med mänsklig klimatpåverkan. En ny uppsättning av sådana scenarier, så kallade RCP:er (Representative Concentration Pathways), har använts för de nya klimatmodellssimuleringarna som utfördes inom ramen för CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 5) och inom det internationella World Climate Research Programme. I alla RCP:er är koldioxidhalterna i atmosfären högre år 2100 jämfört med i dag som en följd av ytterligare ökning av kumulativa koldioxidutsläpp under 2000-talet (se ruta SPM.1). Projektionerna i denna sammanfattning för beslutsfattare avser slutet av 2000-talet (2081–2100) i förhållande till 1986–2005, om inget annat anges. För att kunna placera in projektionerna i sitt historiska sammanhang måste hänsyn tas till observerade förändringar mellan olika perioder. Baserat på den längsta tillgängliga dataserien över den globala medeltemperaturen är den observerade förändringen mellan medelvärdet för perioden 1850–1900 och AR5:s referensperiod 0,61 [0,55 till 0,67] °C. Emellertid har uppvärmningen fortsatt sedan referensperioden i AR5 och därför är detta alltså inte en uppskattning av den historiska uppvärmningen fram till idag (se kapitel 2).*

Fortsatta utsläpp av växthusgaser kommer att orsaka fortsatt uppvärmning och förändringar i alla delar av klimatsystemet. För att begränsa klimatförändringen krävs omfattande och varaktiga minskningar av koldioxidutsläppen. {Kapitel 6, 11, 12, 13, 14}

- Projektionerna för de närmaste årtiondena uppvisar rumsliga mönster för klimatförändringarna som liknar dem som gjorts för senare delen av 2000-talet, men i mindre omfattning. Naturlig intern variabilitet kommer även i fortsättningen att väsentligt påverka klimatet, särskilt på kort sikt och på regional nivå. I mitten av 2000-talet påverkas de beräknade förändringarna påtagligt av vilket utsläppsscenario som väljs (ruta SPM.1). {11.3, ruta 11.1, bilaga I}
- Projektioner av klimatförändringar som baseras på RCP:er liknar resultaten i AR4 i både mönster och omfattning efter att skillnaderna mellan scenarierna räknats in. Spännvidden för RCP-scenarierna med höga utsläpp är mindre än för jämförbara scenarier som användes i AR4. Anledningen till detta är att RCP:erna i AR5, i motsats till SRES-utsläppsscenarierna i AR4, definieras som scenarier för

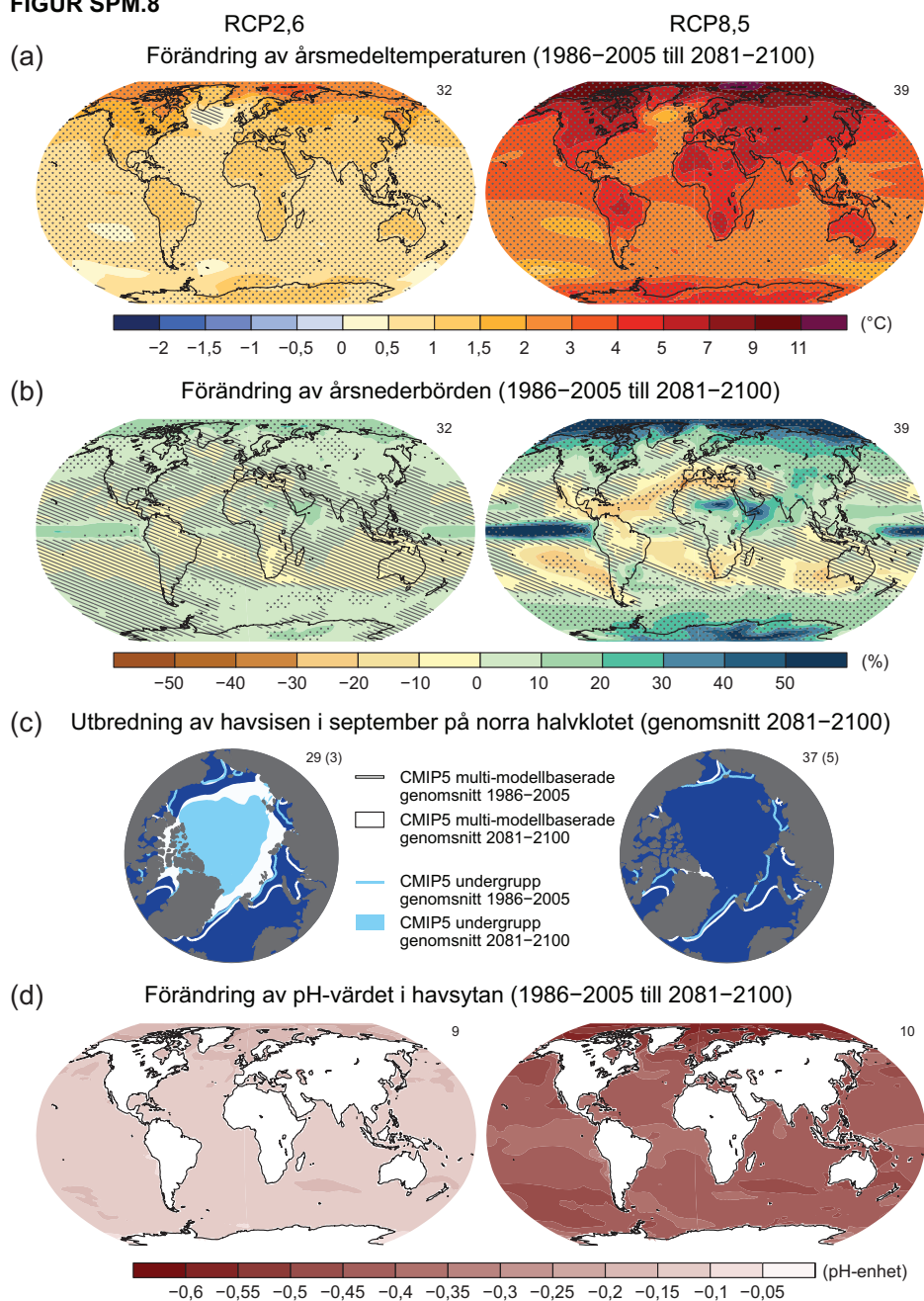
koncentrationsutveckling. Alltså tas inte hänsyn till osäkerheter i kolcykeln som påverkar koldioxidkoncentrationen i atmosfären i de koncentrationsdrivna CMIP5-simuleringarna. Projektionerna visar på större havsnivåhöjning än i AR4, främst på grund av förbättrad modellering av bidrag från landis. {11.3, 12.3, 12.4, 13.4, 13.5}

**FIGUR SPM.7**



**Figur SPM.7:** CMIP5 multimodell-simulerade tidsserier från 1950 till 2100 för (a) förändring av den globala medeltemperaturen i förhållande till 1986–2005, (b) havsisens utbredning i september på norra halvklotet (löpande femårsmedelvärde) och (c) globalt genomsnitt för havsytans pH-värde. Tidsserier av prognoserna och ett osäkerhetsmått (skuggning) visas för scenarierna RCP2,6 (blå) och RCP8,5 (röd). Svart (grå skuggning) är den modellerade historiska utvecklingen med rekonstruerad historisk klimatpåverkan. Medelvärde och tillhörande osäkerheter för 2081–2100 visas för alla RCP-scenarier som färgade lodräta staplar. Antalet CMIP5-modeller som använts för att beräkna multimodellmedelvärdet anges. När det gäller havsisens utbredning (b) anges det beräknade medelvärdet och osäkerheten (min/max-intervall) för den undergrupp modeller som bäst återger det klimatologiska medelvärdet och trenden för havsisen i Arktis 1979–2012 (antal modeller anges inom parentes). För att komplettera bilden anges dessutom CMIP5 multimodellmedelvärdet med prickade linjer. Den streckade linjen representerar nästan isfritt tillstånd (dvs. när havsisens utbredning är mindre än 10<sup>6</sup> km<sup>2</sup> under minst fem år i följd). För ytterligare tekniska detaljer, se Technical Summary Supplementary Material {Figur 6.28, 12.5 och 12.28–12.31, figur TS.15, TS.17 och TS.20}

**FIGUR SPM.8**



**Figur SPM.8:** Kartor över CMIP5-värden från för scenarierna RCP2,6 och RCP8,5 för 2081–2100 för (a) förändringar av årsmedeltemperatur, (b) procentuella förändringar av årsnederbörd, (c) havsisens utbredning på norra halvklotet i september och (d) förändringar av havsytans pH. Förändringar i panelerna (a), (b) och (d) visas i förhållande till 1986–2005. Antalet CMIP5-modeller som används för att beräkna medelvärdet anges i det övre högra hörnet av varje panel. I panelerna (a) och (b) indikerar skuggningen de områden där modellernas medelvärde för förändringar är lågt i jämförelse med intern variabilitet (dvs. mindre än en standardavvikelse från intern variabilitet i tjugooårs-genomsnitt). Prickade fält indikerar områden där multimodellmedelvärde är högt i jämförelse med intern variabilitet (dvs. mer än två standardavvikelser från medel för 20-årsperioder) och där åtminstone 90 % av modellerna överensstämmer när det gäller tecken på förändring (se ruta 12.1). I panel (c) är linjerna modellerade medelvärden för 1986–2005, de fyllda områdena avser slutet av århundradet. Medelvärdet för CMIP5-modellerna anges i vitt. Det beräknade medelvärdet för havsisens utbredning som bygger på en undergrupp av modeller (antalet modeller inom parentes) som bäst återger det klimatologiska medelvärdet och trenden för havsisens utbredning 1979–2012 anges i ljusblått. För mer teknisk information, se Technical Summary Supplementary Material. {Figur 6.28, 12.11, 12.22 och 12.29; figur TS.15, TS.16, TS.17 och TS.20}

**Tabell SPM.2: Beräknad förändring av den globala medeltemperaturen och den globala genomsnittliga havsnivåhöjningen för mitten och slutet av 2000-talet jämfört med referensperioden 1986–2005. {12.4; tabell 12.2, tabell 13.5}**

		2046–2065			2081–2100	
	Scenario	Genomsnitt	Sannolikt intervall <sup>c</sup>	Genomsnitt	Sannolikt intervall <sup>c</sup>	
Global genomsnittlig förändring av ytemperaturen (°C) <sup>a</sup>	RCP2,6	1,0	0,4 till 1,6	1,0	0,3 till 1,7	
	RCP4,5	1,4	0,9 till 2,0	1,8	1,1 till 2,6	
	RCP6,0	1,3	0,8 till 1,8	2,2	1,4 till 3,1	
	RCP8,5	2,0	1,4 till 2,6	3,7	2,6 till 4,8	
		Genomsnitt	Sannolikt intervall <sup>d</sup>	Genomsnitt	Sannolikt intervall <sup>d</sup>	
Global genomsnittlig höjning av havsyttnivån (m) <sup>b</sup>	RCP2,6	0,24	0,17 till 0,32	0,40	0,26 till 0,55	
	RCP4,5	0,26	0,19 till 0,33	0,47	0,32 till 0,63	
	RCP6,0	0,25	0,18 till 0,32	0,48	0,33 till 0,63	
	RCP8,5	0,30	0,22 till 0,38	0,63	0,45 till 0,82	

**Anmärkning:**

- (a) Baserad på CMIP5-modellerna; avvikelser beräknade med avseende på 1986–2005. Med utgångspunkt i HadCRUT4 och dess skattning av osäkerhet (5–95 % konfidensintervall) är den observerade uppvärmningen 0,61 [0,55 till 0,67] °C av referensperioden 1986–2005 jämfört med perioden 1850–1900 och 0,11 [0,09 till 0,13] °C jämfört med perioden 1980–1999, referensperioden för scenarierna i AR4. Det har inte gjorts någon bedömning av sannolika intervall med hänsyn till tidigare referensperioder eftersom metoderna för hur osäkerheter i modeller och observationer ska kombineras inte är generellt tillgängliga i vetenskaplig litteratur. Tillägg av beräknade och observerade förändringar tar ingen hänsyn till eventuella effekter av modellbias (översättarens anmärkning: systematiska fel i modellerna) jämfört med observationer, och för naturlig intern variabilitet under den observerade referensperioden {2,4, 11,2, tabellerna 12.2 och 12.3}
- (b) Baserat på 21 CMIP5-modeller; avvikelser beräknade i förhållande till 1986–2005. Där inga CMIP5-resultat fanns tillgängliga för en viss AOGCM och scenario, gjordes uppskattningar enligt förklaringen i kapitel 13, tabell 13.5. Bidragen från snabba dynamiska förändringar av landisar och antropogena förändringar av mängden vatten i landområden behandlas som om sannolikhetsfördelningen för dessa faktorer var likartad och i stort sett oberoende av scenario. Det innebär inte att de aktuella bidragen inte påverkas av det aktuella scenariot, bara att det nuvarande kunskapsläget inte medger en kvantitativ bedömning av orsakssambanden. Baserat på nuvarande kunskap skulle bara en kollaps av de havsnära sektorerna av Antarktis inlandsis, om en sådan skulle inträffa, kunna få den globala havsnivån att stiga väsentligt över det intervall som är sannolikt under 2000-talet. Det är troligt att detta extra bidrag inte skulle överstiga flera tiotals centimeter av havsnivåhöjningen under 2000-talet.
- (c) Beräknat på scenarier med 5–95 % modellintervall. För dessa intervall anges sedan en viss sannolikhet efter att hänsyn tagits till andra osäkerheter eller olika konfidensgrader i modellerna. För projektioner av den globala medeltemperaturförändringen för 2046–2065 är konfidensnivån troligt, eftersom den relativa betydelsen av naturlig intern variabilitet och osäkerheten kring klimatpåverkan och responsen för andra faktorer än växthusgaser är större än för 2081–2100. De sannolika intervallen för 2046–2065 tar inte hänsyn till eventuell påverkan av faktorer som leder till det uppskattade intervallet för en förändring på kort sikt (2016–2035) av den globala medeltemperaturen som är lägre än modellintervallet 5–95 %. Skälet till detta är att dessa faktorer inverkan på långsiktiga projektioner inte har kvantifierats då det saknas tillräcklig vetenskaplig förståelse. {11.3}
- (d) Beräknat på scenarier med 5–95 % modellintervall. För dessa intervall anges sedan en viss sannolikhet efter att hänsyn tagits till andra osäkerheter eller olika konfidensgrader i modellerna. För projektioner av den genomsnittliga globala höjningen av havsnivån är konfidensnivån troligt för båda tidshorisonterna.

## E.1 Atmosfär: Temperaturen

Ökningen i den globala medeltemperaturen kommer *sannolikt* att överstiga 1,5 °C jämfört med 1850–1900 för samtliga RCP-scenarier med undantag för RCP2,6. Den kommer *sannolikt* att överstiga 2°C för RCP6,0 och RCP8,5, och *mer sannolikt än inte*, överstiga 2°C för RCP4,5. I alla RCP-scenarier utom RCP2,6 fortsätter den globala uppvärmningen bortom 2100. Den globala uppvärmningen kommer fortsatt att uppvisa variationer mellan åren och årtiondena och kommer inte att vara lika i alla regioner (se figur SPM.7 och SPM.8). {11.3, 12.3, 12.4, 14.8}

- Förändringen av den globala medeltemperaturen för perioden 2016–2035 i förhållande till 1986–2005 kommer *sannolikt* att ligga inom intervallet 0,3 °C till 0,7 °C (*troligt*). Denna bedömning baseras på flera bevislinjer och förutsätter att det inte sker några större vulkanutbrott eller varaktiga förändringar av den totala solaktiviteten. På kort sikt, och med hänsyn till naturlig intern variabilitet, förväntas ökningen av årstidsmedeltemperaturen och årsmedeltemperaturen att bli större i tropiska och subtropiska områden än i tempererade zoner (*mycket troligt*). {11.3}
- Ökningen av den globala medeltemperaturen för 2081–2100 i förhållande till 1986–2005 beräknas *sannolikt* ligga inom intervallen härledda från CMIP5-modellsimuleringarna, dvs. 0,3 °C till 1,7 °C (RCP2,6), 1,1 °C till 2,6 °C (RCP4,5), 1,4 °C till 3,1 °C (RCP6,0), 2,6 °C till 4,8 °C (RCP8,5). Det arktiska området kommer att värmas upp snabbare än jorden i genomsnitt och den genomsnittliga uppvärmningen över land kommer att vara större än över hav (*högst troligt*) (se figur SPM.7 och SPM.8, och tabell SPM.2). {12.4, 14.8}
- I förhållande till genomsnittet för 1850 till 1900 beräknas den globala medeltemperaturen i slutet av 2000-talet *sannolikt* överstiga 1,5 °C i RCP4,5, RCP6,0 och RCP8,5 (*mycket troligt*). Uppvärmningen kommer *sannolikt* att överstiga 2 °C i RCP6,0 och RCP8,5 (*mycket troligt*), mer *sannolikt* än inte överstiga 2 °C i RCP4,5 (*mycket troligt*), men det är *osannolikt* att temperaturen stiger mer än 2 °C i RCP2,6 (*troligt*). Det är *osannolikt* att uppvärmningen överstiger 4 °C i RCP2,6, RCP4,5 och RCP6,0 (*mycket troligt*) och det är *ungefär lika sannolikt som osannolikt* att temperaturen överstiger 4 °C i RCP8,5 (*troligt*). {12.4}
- Det är *praktiskt taget säkert* att det kommer att bli fler varma och färre kalla väderextremer över flertalet landområden, både för enstaka dagar och per årstid, i takt med att den globala medeltemperaturen ökar. Det är *mycket sannolikt* att värmeböljor blir både vanligare och mer långvariga. Enstaka kalla vinterextremer kommer fortfarande att inträffa (se tabell SPM 1). {12.4}

## E.2 Atmosfär: Vattnets kretslopp

Förändringar i vattnets globala kretslopp som svar på uppvärmningen under 2000-talet kommer inte vara likartad för alla områden. Kontrasten i nederbörd mellan blöta och torra regioner och mellan blöta och torra årstider kommer att öka, även om det kan förekomma regionala undantag (se figur SPM.8). {12.4, 14.3}

- Beräknade förändringar av vattnets kretslopp under de närmaste årtiondena visar liknande storskaliga mönster som årtiondena i slutet av seklet, men i mindre omfattning. Förändringar på kort sikt och på regional nivå kommer att påverkas starkt av naturlig intern variabilitet och kan påverkas av antropogena aerosolutsläpp. {11.3}
- På högre breddgrader och över ekvatoriella Stilla havet lär den årliga genomsnittliga nederbörden *sannolikt* öka i slutet av detta århundrade under RCP8,5-scenariot. I många torra tempererade och subtropiska regioner kommer nederbörden *sannolikt* att minska, medan många fuktiga tempererade områden *sannolikt* kommer att få ökad nederbörd i slutet av detta århundrade under RCP8,5-scenariot (se figur SPM.8). {7.6, 12.4, 14.3}
- Extrema nederbördshändelser i de flesta tempererade landområden och över fuktiga tropiska regioner kommer *mycket sannolikt* att bli intensivare och vanligare i slutet av detta århundrade i takt med att den globala medeltemperaturen ökar (se tabell SPM.1). {7.6, 12.4}
- Globalt sett är det *sannolikt* att monsunområdena utvidgas under 2000-talet. Medan monsunvindarna *sannolikt* försvagas lär nederbörden till följd av monsuner *sannolikt* öka på grund av ökningen av vattenånga i atmosfären. Tidpunkten för när monsunsäsongen börjar kommer *sannolikt* att tidigareläggas eller inte förändras mycket. Tidpunkten för när monsunsäsongen avslutas kommer *sannolikt* att flyttas fram, vilket resulterar i en förlängning av monsunsäsongen i många regioner. {14.2}
- Det är *mycket troligt* att El Niño-Southern Oscillation (ENSO) förblir den dominerande mekanismen för mellanårsvariationen i tropiska Stilla havet med globala effekter på 2000-talet. På grund av den ökade mängden vattenånga i atmosfären kommer det *sannolikt* att bli större variationer av ENSO-relaterad nederbörd på regionala skalor. I fråga om ENSO:s storlek och geografiska mönster är de naturliga variationerna stora, och därmed är konfidensgraden för beräknade förändringar av ENSO och sammanhängande regionala väderfenomen för 2000-talet fortfarande *mindre troligt*. {5.4, 14.4}

## E.3 Atmosfär: Luftkvalitet

- Spännvidden i projektionerna för luftkvaliteten (ozon och PM<sub>2.5</sub><sup>17</sup> i marknära luft) styrs främst av utsläpp (inklusive CH<sub>4</sub>) snarare än av klimatförändringen (*troligt*). Det är mycket troligt att uppvärmningen leder till global minskning av det marknära ozonet. Höga CH<sub>4</sub>-nivåer (RCP8,5) kan dämpa denna minskning och öka det marknära ozonets bakgrundshalter till år 2100 med i genomsnitt cirka 8 ppb (25 % av nuvarande nivåer) jämfört med scenarier med små CH<sub>4</sub>-förändringar (RCP4,5; RCP6,0) (*mycket troligt*). {11.3}
- Resultaten från observationer och modeller tyder på att om allt annat är lika kommer lokalt högre yttemperaturer i förorenade områden att utlösa regionala kemiska återkopplingar och lokala utsläpp som ökar toppnivåerna för ozon och PM<sub>2.5</sub> (*troligt*). Klimatförändringar kan påverka förekomsten av PM<sub>2.5</sub> genom att naturliga aerosolkällor förändras eller genom hur partiklar avlägsnas genom nederbörd, men ingen konfidensgrad har kopplats till klimatförändringarnas samlade effekt av PM<sub>2.5</sub>-fördelningarna. {11.3}

## E.4 Världshavet

Världshavet fortsätter att värmas upp under 2000-talet. Värme kommer att överföras från ythavet till djuphavet och påverka havscirkulationen. {11.3, 12.4}

- Den största uppvärmningen av haven beräknas ske i tropiska områden och i subtropiska områden på norra halvklotet. På större djup kommer uppvärmningen att bli mest uttalad i Södra ishavet (*mycket troligt*). Bästa uppskattningar av havens uppvärmning för de översta hundra meterna är cirka 0,6 °C (RCP2,6) till 2,0 °C (RCP8,5) och cirka 0,3 °C (RCP2,6) till 0,6 °C (RCP8,5) på ungefär tusen meters djup vid slutet av 2000-talet. {12.4, 14.3}
- Det är *mycket sannolikt* att den storskaliga medelcirkulationen i Atlanten (Atlantic Meridional Overturning Circulation, AMOC) kommer att försvagas under 2000-talet. Bästa skattningar och intervall<sup>18</sup> för minskningen är 11 % (1 till 24 %) i RCP2,6 och 34 % (12 till 54 %) i RCP8,5. Det är *sannolikt* att AMOC kommer att ha försvagats till 2050, men det kan finnas några årtionden när AMOC ökar på grund av den stora naturliga interna variabiliteten. {11.3, 12.4}

<sup>17</sup> PM<sub>2.5</sub> avser partiklar med en diameter som är mindre än 2,5 mikrometer, ett mått på koncentrationen av aerosoler i atmosfären.

<sup>18</sup> Intervallen i detta stycke indikerar spridningen mellan modellerna i CMIP5.



- Det är mycket *osannolikt* att AMOC kommer att genomgå en plötslig övergång eller kollaps under 2000-talet i de scenarier som studerats. Konfidensgraden är *mindre troligt* när det gäller att bedöma utvecklingen av AMOC bortom 2000-talet på grund av det begränsade antalet analyser och tvetydiga resultat. En kollaps bortom 2000-talet kan emellertid inte uteslutas vid en större varaktig uppvärmning. {12.5}

## E.5 Kryosfären

Det är *mycket sannolikt* att Arktis havsis fortsatt kommer att krympa och bli tunnare samt att det norra halvklotets vårsnötäcke kommer att minska under 2000-talet allteftersom den globala temperaturen ökar. Glaciärernas globala volym väntas minska ytterligare. {12.4, 13.4}

- Multimodellmedelvärden visar på att Arktis havsis utbredning under hela året kommer att minska till slutet av 2000-talet. Minskningen varierar från 43 % för RCP2,6 till 94 % för RCP8,5 i september och från 8 % till RCP2,6 till 34 % för RCP8,5 i februari (*troligt*) (se figur SPM.7 och SPM.8). {12.4}
- Baserat på utvärderingen av den undergrupp av modellerna som bäst återger det klimatologiska medelvärdet och trenden för 1979–2012 av den arktiska havsisens utbredning, förväntas Norra ishavet<sup>19</sup> *sannolikt* att vara så gott som isfritt i september före mitten av detta århundrade enligt RCP8,5 (*troligt*) (se figur SPM.7 och SPM.8). För de övriga scenarierna går det inte att med tillförlitlighet bedöma när Arktis skulle kunna bli näst intill isfritt i september under 2000-talet. {11.3, 12.4, 12.5}
- Projektionerna för Antarktis visar med konfidensgrad *mindre troligt* att havsisens utbredning och volym krymper i slutet av 2000-talet allteftersom den globala temperaturen ökar. {12.4}
- I slutet av 2000-talet beräknas glaciärvolymer globalt, exklusive glaciärerna i utkanten av Antarktis, ha minskat med 15–55 % för RCP2,6 och med 35–85 % för RCP8,5 (*troligt*). {13.4, 13.5}
- Norra halvklotets vårsnötäcke beräknas i genomsnitt minska med 7 % för RCP2,6 och med 25 % för RCP8,5 till slutet av 2000-talet (*troligt*). {12.4}
- Det är *praktiskt taget säkert* att utbredningen av ytnära permafrost på nordliga breddgrader minskar när den globala medeltemperaturen ökar. I slutet av 2000-talet beräknas den ytnära permafrosten (de översta 3,5 meterna) ha minskat med mellan 37 % (RCP2,6) till 81 % (RCP8,5) i genomsnitt (*troligt*). {12.4}

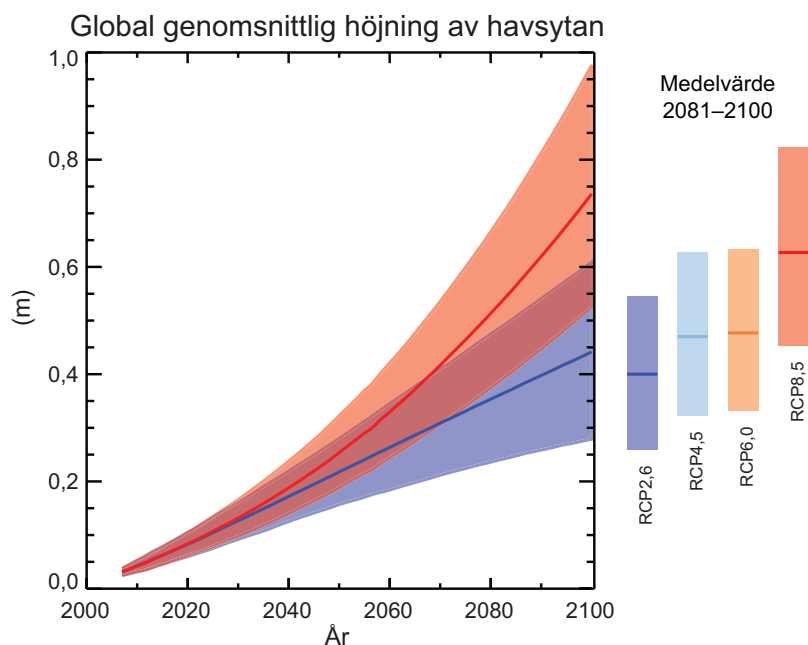
<sup>19</sup> Norra ishavet anses vara nästan isfritt när havsisens utbredning är mindre än 10<sup>6</sup> km<sup>2</sup> under minst fem år i följd.

## E.6 Havsnivån

Den genomsnittliga globala havsnivån kommer att fortsätta stiga under 2000-talet (se figur SPM.9). Under samtliga RCP-scenarier kommer takten på den stigning som observerats under 1971–2010 *mycket sannolikt* att överskridas. Detta till följd av ökad uppvärmning av världshavet och ökad förlust av massa i glaciärer och stora landisar. {13.3–13.5}

- Tillförlitligheten för projektionerna för den genomsnittliga globala havsnivån har ökat sedan AR4 på grund av en bättre förståelse av de faktorer som påverkar havsnivån, bättre överensstämmelse mellan processbaserade modeller och observationer, och inkludering av landisarnas dynamiska förändringar. {13.3–13.5}
- Den genomsnittliga globala havsnivåhöjningen fram till 2081–2100 i förhållande till 1986–2005 kommer *sannolikt* att vara 0,26 till 0,55 meter för RCP2,6, 0,32 till 0,63 meter för RCP4,5, 0,33 till 0,63 meter för RCP6,0 och 0,45 till 0,82 meter för RCP8,5 (*troligt*). För RCP8,5 är ökningen fram till år 2100 mellan 0,52 och 0,98 meter, med en hastighet under 2081–2100 på 8 till 16 mm per år (*troligt*). Intervallen härleds från CMIP5 klimatprojektioner i kombination med processbaserade modeller, genomgång av publicerade studier om glaciärer och uppskattningar av glaciärers och landisars utbredning (se figur SPM.9, tabell SPM 2). {13.5}

FIGUR SPM.9



**Figur SPM.9:** Projektioner av den genomsnittliga globala havsnivåhöjningen under 2000-talet jämfört med 1986–2005 från en kombination av CMIP5 modellensembeln och processbaserade modeller för RCP2,6 och RCP8,5. *Sannolikt* intervall visas med skuggning. *Sannolikt* intervall för medelvärdet under 2081–2100 för alla RCP-scenarier visas som färgade vertikala staplar, och motsvarande medianvärde med horisontell linje. För ytterligare tekniska detaljer, se Technical Summary Supplementary Material {Tabell 13.5, figur 13.10 och 13.11, figur TS.21 och TS.22}

- I RCP-projektionerna står den termiska expansionen för 30–55 % av 2000-talets höjning av den genomsnittliga globala havsnivån och glaciärer för 15–35 %. Den ökade ytavsmältningen av Grönlands inlandsis kommer att överstiga ökningen av snöfall, vilket leder till att den förändrade massbalansen bidrar positivt till den framtida havsnivåhöjningen (*mycket troligt*). Avsmältningen över Antarktis väntas förbli liten, men en förväntad ökning av snöfall på Antarktis (*troligt*), leder till ett negativt bidrag till den framtida havsnivåhöjningen. Förändringar i utflödet från båda landisarna kommer *sannolikt* att bidra med 0,03 till 0,20 meter vid 2081–2100 (*troligt*). {13.3–13.5}
- Baserat på nuvarande kunskap skulle endast en kollaps av de havsbaserade sektorerna av Antarktis inlandsis, om en sådan skulle inträffa, leda till en betydande höjning av den genomsnittliga globala havsnivån över det intervall som bedöms *sannolikt* under 2000-talet. Men det är *troligt* att detta extra bidrag inte skulle överstiga flera decimeter av havsnivåhöjningen under 2000-talet. {13.4, 13.5}
- Grunden för projektioner av större höjningar av den genomsnittliga globala havsnivån under 2000-talet har beaktats och slutsatsen är att det för närvarande inte finns tillräckligt med underlag för att kunna bedöma sannolikheten för specifika nivåer över det intervall som bedöms som *sannolikt*. Många semiempiriska modellers projektioner för den genomsnittliga globala havsnivåhöjningen är högre än de processbaserade modellernas projektioner (upp till det dubbla), men det råder ingen enighet i forskarvärlden om de semi-empiriska modellernas tillförlitlighet, och konfidensgraden för projektionerna gjorda med dem är därmed *mindre troligt*. {13.5}
- Höjningen av havsnivån kommer inte att vara lika stor i alla områden. Fram till slutet av 2000-talet är det *mycket sannolikt* att havsnivån stiger i mer än cirka 95 % av världshavet. Cirka 70 % av kusterna runt om i världen beräknas få erfara en havsnivåhöjning som ligger inom 20% av den genomsnittliga globala havsnivåhöjningen. {13.1, 13.6}

## E.7 Kol och andra biogeokemiska cykler

Klimatförändringen kommer att påverka kolets kretslopp på ett sätt som kommer att påskynda ökningen av koldioxidhalten i atmosfären (*mycket troligt*). Ytterligare upptag av kol i haven kommer att öka havsförsurningen. {6.4}

- Havens upptag av antropogen koldioxid kommer att fortsätta under alla fyra RCP:er fram till 2100, med högre upptag för högre utsläppsb Manor (*mycket troligt*). Den framtida utvecklingen av kolupptag på land är mindre säker. De flesta modellerna projicerar ett fortsatt upptag av kol på land under alla RCP-scenarier, men vissa modeller anger ett minskat sådant upptag på grund av den kombinerade effekten av klimatförändringar och förändrad markanvändning. {6.4}

- Jordsystemmodeller indikerar att det är *mycket troligt* att återkopplingen mellan klimatsystemet och kolcykeln är positiv under 2000-talet. Det innebär att klimatförändringens effekter delvis kommer att dämpa ett sådant ökat upptag i kolsänkor på land och i haven som föranleds av stigande halter av koldioxid i atmosfären. Som ett resultat av detta kommer mer av de antropogena koldioxidutsläppen att stanna i atmosfären. En positiv återkoppling mellan klimatet och kolets kretslopp under perioder från århundraden till tusentals år stöds av paleoklimatologiska data och modelleringar. {6.2, 6.4}
- Jordsystemmodellens projektioner visar på en global ökning av havsförsurningen för alla RCP-scenarier. Motsvarande minskning av havsyttans pH i slutet av 2000-talet ligger mellan<sup>13</sup> 0,06 och 0,07 för RCP2,6, mellan 0,14 och 0,15 för RCP4,5, mellan 0,20 och 0,21 för RCP6,0 och mellan 0,30 och 0,32 för RCP8,5 (se figur SPM.7 och SPM.8). {6.4}
- Kumulativa koldioxidutsläpp,<sup>20</sup> för perioden 2012–2100 från 15 jordsystemmodeller, som motsvarar koldioxidhalten i atmosfären i de olika RCP-scenarierna, är 140 till 410 GtC för RCP2,6, 595 till 1 005 GtC för RCP4,5, 840 till 1 250 GtC för RCP6,0 och 1 415 till 1 910 GtC för RCP8,5 (se tabell SPM 3). {6.4}

**Tabell SPM.3: Kumulativa koldioxidutsläpp för perioden 2012–2100 som är förenliga med RCP-scenariernas atmosfäriska koncentrationer, som simulerats av jordsystemmodellerna i CMIP5. {6.4, tabell 6.12}**

Scenario	Kumulativa koldioxidutsläpp från 2012 till 2100 <sub>a</sub>			
	GtC		GtCO <sub>2</sub>	
	Genomsnitt	Intervall	Genomsnitt	Intervall
RCP2.6	270	140 to 410	990	510 to 1505
RCP4.5	780	595 to 1005	2860	2180 to 3690
RCP6.0	1060	840 to 1250	3885	3080 to 4585
RCP8.5	1685	1415 to 1910	6180	5185 to 7005

**Anmärkning:** (a) 1 gigaton kol motsvarar 3,67 GtCO<sub>2</sub>.

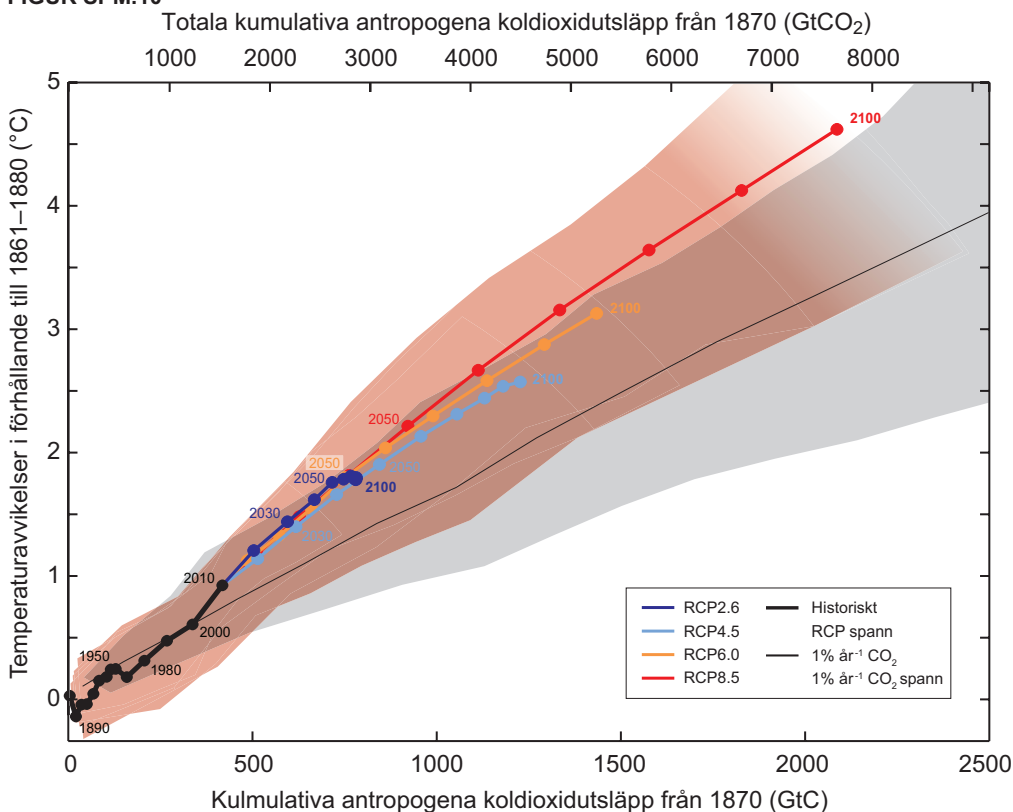
- År 2050 kommer de årliga koldioxidutsläppen, beräknade med jordsystemmodeller, som motsvarar RCP2,6 vara mindre än 1990 års utsläpp (med 14 % till 96 %). Ungefär hälften av modellerna anger att utsläppen i slutet av 2000-talet kommer att ligga strax över noll, medan den andra hälften räknar med ett nettoupptag av koldioxid i atmosfären. {6.4, figur TS.19}
- Frigörandet av CO<sub>2</sub> eller CH<sub>4</sub> till atmosfären från tinande permafrost under 2000-talet bedöms ligga i intervallet 50–250 GtC för RCP8,5 (*mindre troligt*). {6.4}

<sup>20</sup> Från fossila bränslen, tillverkning av cement, industri och avfallssektorn.

## E.8 Klimatets stabilisering, intecknad klimatförändring och irreversibilitet

De kumulativa koldioxidutsläppen avgör till stor del ökningen av den globala medeltemperaturen vid slutet av 2000-talet och framåt (se figur SPM.10). De flesta aspekter av klimatförändringen kommer att vara bestående under många århundraden även om koldioxidutsläppen upphör. Detta innebär en omfattande intecknad klimatförändring över flera århundraden som skapas av tidigare, nuvarande och framtida koldioxidutsläpp. {12.5}

FIGUR SPM.10



**Figur SPM.10:** Global ökning av medeltemperaturen som ett resultat av kumulativa globala koldioxidutsläpp från flera olika bevislinjer. Multi-modellresultat från en hierarki av klimat-kolcykelmodeller för varje RCP fram till 2100 visas med färgade linjer och tioårsgenomsnitt (prickar). Vissa tioårsgenomsnitt anges med siffror för tydlighets skull (t ex anger 2050 årtiondet 2040–2049). Modellresultat under den historiska perioden (1860–2010) anges i svart. Det färgade partiet illustrerar multimodellspannet över de fyra RCP-scenarierna och avtar med minskande antal tillgängliga modeller för RCP8,5. Multimodellgenomsnittet och intervallen som simulerats av CMIP5-modellerna som drivs av en koldioxidökning på 1 % per år, visas med den tunna svarta linjen och det gråfärgade fältet. Vid en viss mängd kumulativa koldioxidutsläpp ger koldioxidökningen på 1 % per år lägre uppvärmning än i RCP:erna som inkluderar även annan klimatpåverkan än koldioxid. Temperaturerna anges i förhållande till basperioden 1861–1880, utsläppen i förhållande till 1870. Tioårsgenomsnittet är förbundna med raka linjer. För ytterligare tekniska detaljer, se Technical Summary Supplementary Material {Figur 12.45; TS TFE.8, figur 1}

- De totala kumulativa utsläppen av koldioxid och den globala medeltemperaturens respons uppvisar ett ungefär linjärt samband (se figur SPM.10). En viss uppvärmningsnivå är kopplad till ett intervall av kumulativa koldioxidutsläpp<sup>21</sup> och därför förutsätter till exempel högre utsläpp under tidigare decennier lägre utsläpp senare. {12.5}
- Att begränsa uppvärmningen som enbart orsakas av antropogena koldioxidutsläpp med en sannolikhet på >33 %, >50 % och >66 % till mindre än 2 °C sedan perioden 1861–1880<sup>22</sup>, kommer att kräva att de kumulativa koldioxidutsläppen från alla antropogena källor stannar på nivåer mellan 0 och cirka 1 570 GtC (5 760 GtCO<sub>2</sub>), 0 och cirka 1 210 GtC (4 440 GtCO<sub>2</sub>) respektive 0 och cirka 1 000 GtC (3 670 GtCO<sub>2</sub>) från denna period<sup>23</sup>. De övre gränserna reduceras till omkring 900 GtC (3 300 GtCO<sub>2</sub>), 820 GtC (3 010 GtCO<sub>2</sub>) respektive 790 GtC (2 900 GtCO<sub>2</sub>) när hänsyn tas till den övriga klimatpåverkan utöver koldioxid, som i RCP2,6. Utsläpp i storleksordningen 515 [445 till 585] GtC (1 890 [1 630 till 2 150] GtCO<sub>2</sub>) hade redan skett per 2011. {12.5}
- Ett lägre temperaturmål, eller en högre sannolikhet att stanna under en viss uppvärmningsnivå, kommer att kräva lägre kumulativa koldioxidutsläpp. Också vid beaktande av uppvärmningseffekten från ökning av andra växthusgaser än koldioxid, minskade aerosolnivåer, eller frisläppandet av växthusgaser från tinande permafrost, sänks de kumulativa koldioxidutsläppen för ett visst klimatmål (se figur SPM.10). {12.5}
- En stor del av den antropogena klimatförändringen som orsakas av koldioxidutsläpp kommer att bli bestående under hundratals till tusentals år, såvida det inte sker en stor nettoreducering av koldioxid från atmosfären under en längre tid. Yttertemperaturerna ligger kvar på ungefär samma förhöjda nivå under många århundraden även efter att antropogena nettokoldioxidutsläpp upphört fullständigt. Eftersom värmeöverföringen från havsytan till djupare havsskikt sker mycket långsamt kommer uppvärmningen av haven att fortsätta i århundraden. Beroende på scenario kommer cirka 15 till 40 % av emitterad koldioxid att finnas kvar i atmosfären längre än tusen år. {Ruta 6.1, 12.4, 12.5}
- Det är *praktiskt taget säkert* att höjningen av den genomsnittliga globala havsnivån fortsätter efter 2100, och att höjningen på grund av termisk expansion fortsätter i många hundra år. De få tillgängliga modellresultat som sträcker sig bortom 2100 indikerar att den

---

<sup>21</sup> Kvantifiering av detta intervall av koldioxidutsläpp kräver att andra klimatdrivande faktorer än koldioxid tas med i beräkningen.

<sup>22</sup> Den första tjugoårsperioden från modellerna.

<sup>23</sup> Detta baseras på en bedömning av klimatsystemets transienta temperaturrespons på kumulativa koldioxidutsläpp (TCRE, se avsnitt D.2).

genomsnittliga globala havsnivåhöjningen jämfört med den förindustriella nivån till år 2300 blir mindre än 1 meter med en strålningsdrivning som motsvarar koldioxidkoncentrationen som kulminerar, minskar och ligger kvar under 500 ppm, som i scenariot RCP2,6. För en strålningsdrivning som motsvarar en koldioxidkoncentration på över 700 ppm men under 1 500 ppm, som i scenariot RCP8,5, är den beräknade höjningen från 1 till över 3 meter (*troligt*). {13.5}

- Varaktig massaförlust av landisar skulle orsaka en större havsnivåhöjning, och en viss del av isförlusten kan vara irreversibel. Det är *mycket troligt* att en varaktig uppvärmning över ett tröskelvärde skulle leda till att Grönlandsisen försvinner så gott som helt under tusen år framåt eller mer. Det skulle orsaka en genomsnittlig global höjning av havsnivån på upp till 7 meter. Aktuella uppskattningar tyder på att tröskelvärdet är högre än en höjning på cirka 1 °C (*mindre troligt*) men lägre än cirka 4 °C (*troligt*) av den globala medeltemperaturen jämfört med förindustriell tid. Plötslig och irreversibel isförlust på grund av potentiell instabilitet i havsbaserade delar av Antarktis som en följd av klimatpåverkan är möjlig, men aktuella bevis och graden av vetenskaplig förståelse räcker inte till för en kvantitativ bedömning. {5.8, 13.4, 13.5}
- Metoder som syftar till att medvetet manipulera klimatsystemet för att motverka klimatförändringen, så kallad planetär ingenjörskonst eller geoengineering, har föreslagits. Begränsade belägg gör det svårt att göra en omfattande kvantitativ bedömning av både bortreflektering av solstrålning (Solar Radiation Management, SRM) och koldioxidinfångning (Carbon Dioxide Removal, CDR) och hur dessa metoder skulle påverka klimatsystemet. Metoderna för sådan koldioxidinfångning begränsas av biogeokemiska och tekniska faktorer för tillämpningar i global skala. Det saknas tillräcklig kunskap för att kunna beräkna hur stor del av koldioxidutsläppen som skulle kunna dämpas med CDR i ett hundraårsperspektiv. Modellstudier indikerar att bortreflektering av solstrålning, i den mån det kan genomföras, har potential att väsentligt dämpa en global temperaturhöjning, men sådana metoder skulle också påverka vattnets globala kretslopp, och de skulle inte minska havsförsurningen. Om bortreflekteringen av solstrålningen upphörde av någon anledning är det *mycket troligt* att den globala medeltemperaturen mycket snabbt skulle stiga till värden som överensstämmer med de effekter som växthusgaser orsakar. SRM och CDR är metoder som innebär sidoeffekter och långvariga konsekvenser på global skala. {6.5, 7.7}

**Ruta SPM.1:** Scenarier för klimatpåverkan (Representative Concentration Pathways, RCP)

För klimatprojektioner krävs information om framtida utsläpp eller koncentrationer av växthusgaser, aerosoler och andra klimatpåverkande faktorer. Denna information uttrycks ofta som ett scenario av mänskliga aktiviteter, vilka inte utvärderas i denna rapport. Scenarier som arbetsgrupp I har arbetat med fokuserar på antropogena utsläpp och inkluderar inte förändringar av sådana naturliga klimatpåverkande faktorer som förändringar i solaktivitet, vulkanutbrott eller naturliga utsläpp, exempelvis av CH<sub>4</sub> och N<sub>2</sub>O.

För den femte utvärderingsrapporten från IPCC har det vetenskapliga samfundet definierat en uppsättning av fyra nya scenarier för klimatpåverkan, så kallade RCP:er (Representative Concentration Pathways, RCP). De kännetecknas av sin ungefärliga totala strålningsdrivning för 2100 i förhållande till 1750: 2,6 W m<sup>-2</sup> för RCP2,6, 4,5 W m<sup>-2</sup> för RCP4,5, 6,0 W m<sup>-2</sup> för RCP6,0 och 8,5 W m<sup>-2</sup> för RCP8,5. När det gäller CMIP5-resultaten bör dessa endast betraktas som vägledande eftersom effekten av alla klimatpåverkande faktorer varierar mellan olika modeller på grund av modellens specifika egenskaper och hanteringen av kortlivade klimatpåverkande luftföroreningar. Bland dessa fyra RCP:er finns ett scenario som leder till en mycket låg strålningsdrivning (RCP2,6), två stabiliseringsscenarier (RCP4,5 och RCP6), och ett scenario med mycket höga växthusgasutsläpp (RCP8,5). RCP:erna representerar således ett spann av möjliga utvecklingsbanor för klimatpolitiken under 2000-talet, vilket skiljer sig från det som redovisades i den särskilda rapporten om utsläppsscenarier (Special Report on Emission Scenarios, SRES) i den tredje och den fjärde utvärderingsrapporten. I dessa antogs ingen särskild klimatpolitik. I RCP6,0 och RCP8,5 har strålningsdrivningen inte nått sin kulmen vid 2100, för RCP2,6 har den kulminerat och sjunkit till år 2100. I RCP4,5 planar strålningsdrivningen ut till 2100. Varje RCP ger geografiskt upplöst information för förändrad markanvändning och sektorbaserade utsläpp av luftföroreningar, och varje scenario specificerar de årliga koncentrationerna av växthusgaser och antropogena utsläpp fram till 2100. RCP:erna bygger på en kombination av integrerade beräkningsmodeller, enkla klimatmodeller, atmosfärskemiska modeller och modeller för den globala kolcykeln. Även om RCP:erna spänner över ett stort intervall av sammantagen klimatpåverkan så omfattar de inte hela spannet av utsläpp som förekommer i vetenskapliga studier, särskilt när det gäller aerosoler.

De flesta av CMIP5 simuleringarna och simuleringarna med jordsystemmodeller utfördes med fastställda koldioxidkoncentrationer som uppgick till 421 ppm (RCP2,6), 538 ppm (RCP4,5), 670 ppm (RCP6,0), och 936 ppm (RCP 8,5) år 2100. Tillsammans med de fastställda halterna av CH<sub>4</sub> och N<sub>2</sub>O handlar det om koncentrationen av koldioxidekvivalenter 475 ppm (RCP2,6), 630 ppm (RCP4,5), 800 ppm (RCP6,0) och 1 313 ppm (RCP8,5). För RCP8,5 har ytterligare simuleringar med CMIP5 jordsystemmodeller utförts med koldioxidutsläpp från integrerade beräkningsmodeller. För alla RCP:er gjordes ytterligare beräkningar med uppdaterade atmosfärskemiska data och modeller (inklusive CMIP5:s Atmospheric Chemistry and Climate-komponent) med hjälp av fastställda nivåer för utsläpp av de kemiskt reaktiva gaserna (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC). Simuleringarna gör det möjligt att undersöka osäkerheter som hänger samman med förändringar i kolcykeln och atmosfärskemi.



## Förklaringsnyckel

Rapporterna från FNs vetenskapliga klimatpanel IPCC följer gemensamma riktlinjer för att värdera och på ett korrekt sätt beskriva de vetenskapliga rön som ligger till grund för klimatpanelens slutsatser. Sannolikheten och graden av vetenskaplig överensstämmelse värderas genom en grundlig analys av det aktuella vetenskapliga resultatet liksom via jämförelser med andra forskningsresultat inom samma område. Resultatet beskrivs med enhetlig terminologi i Klimatpanelens rapporter. Sammantaget ger vokabulären uttryck för med vilken säkerhet Klimatpanelen uttalar sig om observerade förändringar och framtida scenarier för klimatet.

### Sannolikhet (likelihood)

Sannolikhet används för att beskriva kvantifierad osäkerhet. Måttet kan bygga på statistisk analys, modellering, expertbedömningar eller andra kvantitativa analyser.

Praktiskt taget säkert >99% sannolikhet

Ytterst sannolikt >95% sannolikhet

Mycket sannolikt >90% sannolikhet

Sannolikt >66% sannolikhet

Mer sannolikt än inte >50% sannolikhet

Ungefär lika sannolikt som osannolikt >33–66% sannolikhet

Osannolikt <33% sannolikhet

Mycket osannolikt <10% sannolikhet

Ytterst osannolikt <5% sannolikhet

Praktiskt taget helt osannolikt <1% sannolikhet

### Konfidensgrad (level of confidence)

Konfidensgraden är en syntes av författarnas bedömning av rönens giltighet. Syntesen baseras på utvärdering av evidensgrad samt på graden av vetenskaplig överensstämmelse. Konfidensgrad skall inte tolkas utifrån graden av sannolikhet och skiljer sig därför från statistisk konfidens.

Very low confidence – Högst otroligt

Low confidence – Mindre troligt

Medium confidence – troligt

High confidence – mycket troligt

Very high confidence – högst troligt

### Evidensgrad (describe available evidence)

Evidensgraden är en bedömning av hur starka de vetenskapliga beläggen är. (Ju starkare evidens, desto mindre sannolikt är det att redovisade resultat kommer att påverkas av nya forskningsrön inom en överblickbar framtid.)

Limited begränsad

Medium medel

Robust robust

### Grad av vetenskaplig överensstämmelse (degree of agreement)

Här avses graden av överensstämmelse mellan olika vetenskapliga studier.

Low låg

Medium medel

High hög

# FN:s klimatpanel

## Klimatförändring 2013

### Den naturvetenskapliga grunden

RAPPORT 6592

NATURVÅRDSVERKET  
ISBN 978-91-620-6592-8  
ISSN 0282-7298

Sammanfattning för beslutsfattare

Bidrag från arbetsgrupp I (WG I) till den femte utvärderingen från Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC

Den globala uppvärmningen fortsätter och forskningen visar nu ännu tydligare än i den förra IPCC-rapporten (AR4) att den till största delen kan knytas till människans aktiviteter.

Denna sammanfattning för beslutsfattare (Summary for policymakers) är baserad på en underlagsrapport på drygt 2000 sidor. Naturvårdsverket har, tillsammans med SMHI, låtit översätta rapporten med kommentarer av slutsatserna från IPCC:s femte utvärdering.

**SMHI**

