

FN:s klimatpanel 2007: Syntesrapport

Sammanfattning för beslutsfattare

Fjärde utvärderingsrapporten
från Intergovernmental Panel on Climate Change

RAPPORT 5763 • NOVEMBER 2007



Beställningar

Ordertel: 08-505 933 40

Orderfax: 08-505 933 99

E-post: natur@cm.se

Postadress: CM-Gruppen, Box 110 93, 161 11 Bromma

Internet: www.naturvardsverket.se/bokhandeln

Naturvårdsverket

Tel: 08-698 10 00, fax: 08-20 29 25

E-post: natur@naturvardsverket.se

Postadress: Naturvårdsverket, SE-106 48 Stockholm

Internet: www.naturvardsverket.se

ISBN 978-91-620-5763-3

ISSN 0282-7298

© Naturvårdsverket 2007

Tryck: CM-Gruppen

Upplaga: 3 000 ex.

Form: Engström med flera

As a UN body the IPCC publishes reports only in the six official languages. This translation of the SPM of the IPCC report "Climate Change 2007: Synthesis Report" is therefore not an official translation by the IPCC. It has been provided by the Swedish Environmental Protection Agency with the aim of reflecting in the most accurate way the language used in the original text.



Innehåll

Förord	4
Huvuddragen i Sammanfattning för beslutsfattare av Syntesrapporten av IPCC:s fjärde utvärderingsrapport	5
Inledning	8
1. Observerade klimatförändringar och effekter av dessa	9
2. Orsaker till förändring	13
3. Förväntad klimatförändring och effekter av denna	17
4. Alternativ för anpassning till och begränsning av klimatförändringarna	30
5. Det långsiktiga perspektivet	39

Förord

Naturvårdsverket har låtit sammanställa denna översättning av sammanfattningen för beslutsfattare (Summary for Policymakers, SPM) från syntesrapporten av IPCC:s (Intergovernmental Panel on Climate Change) fjärde utvärderingsrapport. Rapporten är avsedd att sprida rapportens slutsatser till en svenskspråkig publik.

IPCC etablerades 1988 av Världsmeteorologiska Organisationen (WMO) och FN:s miljöorgan (UNEP). Naturvårdsverket representerar Sverige i IPCC, och flera svenska forskare har aktivt deltagit i arbetet med att ta fram den senaste rapporten, den fjärde i ordningen av IPCC:s utvärderingsrapporter.

IPCC:s utvärderingar av forskningsläget baseras främst på kvalitetsgranskade underlag som genomgått ”peer-review” och publicerats i internationella, vetenskapliga tidskrifter.

IPCC har utöver denna syntesrapport under 2007 presenterat tre delrapporter. I februari presenterades en rapport som behandlade klimatfrågans naturvetenskapliga grund. I april presenterades aktuell kunskap om klimateffekter, anpassning och sårbarhet. I maj presenterades rapporten om åtgärder för att begränsa klimatförändringarna.

Syntesrapporten som sammanfattar de tre tidigare rapporterna, offentliggjordes i Valencia lördagen den 17 november 2007. Rapporten består av en 24-sidig sammanfattning, SPM, baserad på en syntesrapport på cirka 50 sidor.

Det officiella dokumentet från IPCC som denna översättning baseras på är den engelska version som är tillgänglig på www.ipcc.ch.

Denna svenska översättning av SPM innehåller också kommentarer till rapporten skrivna av docent Björn-Ola Linnér Linköpings universitet. I arbetet med att ta fram den översatta rapporten har Bengt Johansson, Mattias Lundblad och Jessica Cederberg Wodmar, Naturvårdsverket medverkat.

Stockholm i december 2007
Naturvårdsverket

Huvuddragen i Sammanfattning för av Syntesrapporten av IPCC:s fjärde utvärderingsrapport

Docent Björn-Ola Linnér, Linköpings universitet, Centrum för klimatpolitisk forskning

Syntesrapporten är i hög grad en sammanställning av de tre delrapporterna som publicerades i våras. Ett viktigt budskap från syntesrapporten är att vetenskapen kring klimatförändringarna och nödvändiga åtgärder har tagit väsentliga steg framåt sedan tredje utvärderingsrapporten från 2001. Därmed har underlaget för beslut avsevärt förbättrats.

I det följande presenteras några av de centrala slutsatserna från sammanfattningen för beslutsfattare.

Klimatförändringarna och deras effekter

Den observerade globala uppvärmningen under 1900-talet är otvetydig. Man kan nu slå fast att det finns en tydlig samstämmighet mellan människans utsläpp av växthusgaser och de uppmätta temperaturökningarna under det förra seklet. Med mycket stor säkerhet har människans aktiviteter sedan 1750 bidragit till den globala uppvärmningen. IPCC slår fast att det är mycket sannolikt att merparten av den observerade temperaturökningen sedan mitten av 1900-talet beror på människans utsläpp av växthusgaser. Atmosfäriska växthusgaskoncentrationer överstiger vida förindustriella värden. År 2005 översteg koncentrationen av koldioxid och metan den naturliga serien under de senaste 650 000 åren.

De totala årliga antropogena utsläppen av växthusgaser ökade med 70 procent mellan 1970 och 2004, enbart koldioxiden har ökat med 80 procent under samma tid.

Med nuvarande utveckling kommer de globala utsläppen av växthusgaser att öka under de närmaste årtiondena. En sådan ökning av växthusgasutsläppen kommer mycket sannolikt att orsaka förändringar i det globala klimatsystemet som är större än de som observerats under 1900-talet. Uppskattningar av uppvärmningen under det kommande århundradet ger en temperaturökning på mellan 1,8 och 4°C till år 2100 i förhållande till perioden 1989–1999. Uppvärmningen och stigande havsnivåer kan fortsätta i århundra-

den, även om koncentrationen av växthusgaser i atmosfären skulle stabiliseras.

Forskarna kan nu härleda observationer av fysikaliska och biologiska förändringar till temperaturförändringarna. Även om rapporten framhåller att det finns geografisk obalans i tillgången på data, visar cirka 29 000 observerade dataserier signifikanta förändringar i fysikaliska och biologiska system sedan 1970. Knappt 90 procent av dessa ligger i linje med det som kan förväntas av en uppvärmning.

Rapporten visar att det finns en koppling mellan nivån på de globala utsläppen och vilka effekter som kan förväntas vid olika stabiliseringsnivåer. Där finns det en osäkerhet, men vad det gäller biologisk mångfald visar rapporten på att det nu finns bättre siffror och precision beträffande risken för arters utdöende vid olika nivåer för temperaturhöjning. Den innehåller också ett tydligt budskap om att biodiversiteten är särskilt utsatt i vissa områden ("hotspots").

Rapporten tydliggör vilka ekosystem som är mest sårbara för klimatuppvärmning och särskilt sårbara geografiska regioner är utpekade. Ökad havsförsurning gör att marina organismers uppbyggande av skelett av kalciumkarbonat försvåras, särskilt koraller och andra organismer som binder kalk.

Tredje utvärderingsrapporten från 2001 identifierade fem anledningar till oro (eng. five reasons for concern): Risker för unika och hotade ekosystem, risker för extrema väderhändelser, fördelning av effekter och sårbarhet, de samlade nettoeffekterna, risker för storskaliga förändringar. Den nya rapporten bedömer att alla anledningar till oro är starkare än förut och medför större risk redan vid lägre temperaturer. Negativa konsekvenser är till exempel försvinnande korallrev, vattenbrist, risk för torka och migrerande arter. Rapporten slår också fast att klimatförändringarna på sikt kan försvåra möjligheterna att nå FN:s millenniemål.

Det lägsta av sex stabiliseringsscenarioer, som IPCC har granskat, motsvarar en koncentration

av växthusgaser i atmosfären inom intervallet 445–490 ppm¹ koldioxidekvivalenter. För att nå detta mål måste utsläppen nå sin topp inom tio år, för att sedan minska till 2050 med 50–85 procent i förhållande till 2000 års nivå. Det skulle begränsa temperaturökningen till mellan 2 och 2,4°C och havsvattennivåns höjning skulle begränsas till mellan 0,4 och 1,4 meter jämfört med förindustriell nivå.

Många effekter kan reduceras, undvikas eller fördröjas genom minskning av utsläppen av växthusgaser. Fördröjd reduktion begränsar markant möjligheterna att nå de lägsta stabiliseringsnivåerna och ökar risken för mer allvarliga effekter. Åtgärder och investeringar de närmaste 20–30 åren får stor betydelse för möjligheterna att nå de lägre stabiliseringsnivåerna.

Åtgärder

Samtliga stabiliseringsnivåer kan, enligt syntesrapporten, nås genom en bred uppsättning teknologier som antingen finns tillgängliga eller som kan kommersialiseras inom de närmaste årtiondena, under förutsättning att incitament finns på plats och att barriärer åtgärdas. Bedömningen pekar på att 60–80 procent av begränsningarna kan nås inom energiförsörjning och energianvändning samt industriella processer. Energieffektivisering kan spela en nyckelroll enligt flera scenarier. De lägre stabiliseringsscenarierna kräver tidiga investeringar och väsentligt snabbare kommersialisering av avancerade teknologier som ger låga emissioner.

Rapporten slår fast att det inte finns en enskild teknologi som har hela potentialen i någon sektor att minska utsläppen. Beslut om infrastrukturinvesteringar för energi beräknas överstiga 20 billioner US dollar till 2030. Dessa investeringar kommer att få stor betydelse för den långsiktiga påverkan av växthusgasutsläppen.

Vad det gäller socio-ekonomiska slutsatser så finns fortfarande osäkerheter om bland annat kostnaden för klimatförändringarna, samhällens sårbarhet, kapacitet för anpassning till klimatförändringarna, potential för utveckling och spridning av ren teknologi samt för livsstilsförändringar och långsiktig socio-ekonomisk utveckling. Rapporten pekar dock på att det finns kapacitet inom dessa områden. Forskningen och utvecklingen av styrmedel inom dessa områden behöver dock utvecklas för att IPCC i sammanfattningen för beslutsfattare skall kunna slå fast mer precisa slutsatser om deras konkreta möjligheter.

Uppskattningar för kostnaderna för utsläppsminskningar, för att nå stabilisering mellan 445 och 710 koldioxidekvivalenter till år 2050, varierar mellan en procents ökning och 5,5 procent minskning av globala BNP.

En robust slutsats på det socio-ekonomiska området är också att det är möjligt att åstadkomma en storskalig minskning till en begränsad kostnad. Om kostnaderna för att inte göra en åtgärd räknas in, kan det även innebära en vinst att nu vidta åtgärder för att minska utsläppen. Särskilt om man tar med kostnader som är svåra att kvantifiera, till exempel sociala eller naturmässiga kostnader. 2005 uppskattades de sociala omkostnaderna till i genomsnitt 12 US dollar per ton koldioxid.

En effektiv signal genom högre koldioxidpris bedöms ha signifikant potential att minska utsläppen. Ett koldioxidpris på mellan 20–80 US dollar per ton koldioxidekvivalenter till 2030 kan stabilisera atmosfären runt 550 ppm till år 2100.

FN:s klimatkonvention och Kyotoprotokollet har haft en markant betydelse för att stimulera klimatpolitiska beslut för att stimulera nationella åtgärder för att minska utsläppen, skapandet av en internationell marknad för koldioxidkvoter och institutionella initiativ.

Anpassning till klimatförändringarnas effekter behövs, oavsett på vilken nivå som ansträngningarna att minska utsläppen hamnar, på grund av att det finns en tröghet i klimatsystemet. Vi skulle kunna minska utsatta människors och områdets sårbarhet kostnadseffektivt i vissa sektorer om vi satte in åtgärder. Varken minskning eller anpassning kan ensamt avvärja konsekvenserna av klimatförändringar. Men genom att samverka kan de i väsentlig utsträckning reducera riskerna.

Klimatförändringarna interagerar med andra utmaningar för miljö- och naturresurshantering. De kommer att försvåra möjligheterna för hållbar utveckling. Men det finns också möjligheter till positiva synergier mellan klimatåtgärder och hållbar utveckling.

FN:s klimatpanel 2007: Syntesrapport

Sammanfattning för beslutsfattare

Fjärde utvärderingsrapporten
från Intergovernmental Panel on Climate Change

Inledning

Denna syntesrapport är en sammanfattning av de utvärderingar som gjorts av IPCC:s tre arbetsgrupper. Det är den sista delen av IPCC:s fjärde utvärderingsrapport och ger en samlad bild av kunskaperna om klimatförändringen.

En fullständig redogörelse för de ämnen som avhandlas i denna sammanfattning för beslutsfattare finns i syntesrapporten och i de underliggande rapporterna från de tre arbetsgrupperna.

1. Observerade klimatförändringar och effekter av dessa

Observationer av ökade globala genomsnittliga luft- och havstemperaturer, utbredd snö- och issmältning och en höjning av den genomsnittliga globala havsyttnivån (figur SPM 1) visar entydigt på en pågående uppvärmning av klimatsystemet. {1.1}¹

Elva av de senaste tolv åren (1995–2006) återfinns bland de tolv varmaste år som registrerats i fråga om global yttemperatur (sedan 1850). Den linjära trenden över 100 år (1906–2005) på 0,74 [0,56–0,92] °C² är högre än motsvarande trend på 0,6 [0,4–0,8] °C (1901–2000) som angavs i den tredje utvärderingsrapporten (TAR³) (figur SPM 1). Temperaturökningen är spridd över hela klotet, och den är störst vid de höga nordliga breddgraderna. Landregioner har värmts upp snabbare än havet (se figurerna SPM 2 och SPM 4). {1.1, 1.2}

Stigande havsyttnivåer är konsistent med uppvärmningen (figur SPM 1). Den globalt genomsnittliga havsyttnivån har sedan 1961 stigit med i genomsnitt 1,8 [1,3–2,3] mm/år och sedan 1993 med 3,1 [2,4–3,8] mm/år, som en följd av att vatten utvidgas med ökande temperaturer och av smältande glaciärer, inlandsisar och polaris. Det är oklart om den snabbare höjningstakten mellan 1993 och 2003 är en tioårsvariation eller en mer långsiktig trend. {1.1}

De observerade minskningarna av snö- och istäcken stämmer också överens med uppvärmningen (figur SPM 1). Satellituppgifter sedan 1978 visar att den årliga genomsnittliga utbredningen av Arktis istäcke har minskat med 2,7 [2,1–3,3] procent per årtionde. Minskningen är större under sommaren, 7,4 [5,0–9,8] procent per årtionde. Bergsglaciärer och snötäcken har i genomsnitt

minskat på båda halvkloten. {1.1}

Mellan 1900 och 2005 har nederbörden ökat markant i de östra delarna av Nord- och Sydamerika, Nordeuropa och Nord- och Centralasien, medan den i stället har minskat i Sahel, kring Medelhavet, i södra Afrika och i delar av södra Asien. Globalt sett har det sedan 1970-talet *sannolikt*⁴ skett en ökning av områden som drabbas av torra. {1.1}

Det är *mycket sannolikt* att det under de senaste 50 åren har blivit mer sällsynt med kalla dagar, kalla nätter och frost över de flesta landområdena, medan varma dagar och varma nätter har blivit vanligare. Det är *sannolikt* att värmeböljor har blivit vanligare över de flesta landområden, att skyfall har blivit vanligare över de flesta områdena och att, sedan 1975, förekomsten av extremt höga havsvattenstånd⁵ har ökat över hela världen. {1.1}

Det finns observerade belägg för att intensiv tropisk cyklonaktivitet i norra Atlanten har ökat sedan omkring 1970, medan beläggen för en sådan ökning någon annanstans är begränsade. Det finns inga tydliga trender när det gäller antalet tropiska cykloner per år. Det är svårt att säkerställa trender på längre sikt i fråga om cyklonaktivitet, särskilt för tiden före 1970.

Medeltemperaturerna på norra halvklotet var under andra hälften av 1900-talet *mycket sannolikt* högre än under någon annan 50-årsperiod under de senaste 500 åren, och *sannolikt* de högsta under åtminstone de senaste 1 300 åren. {1.1}

1 Siffror i klammerparentes { } i den här sammanfattningen för beslutsfattare hänvisar till avsnitt, tabeller och figurer i den längre engelska versionen av syntesrapporten.

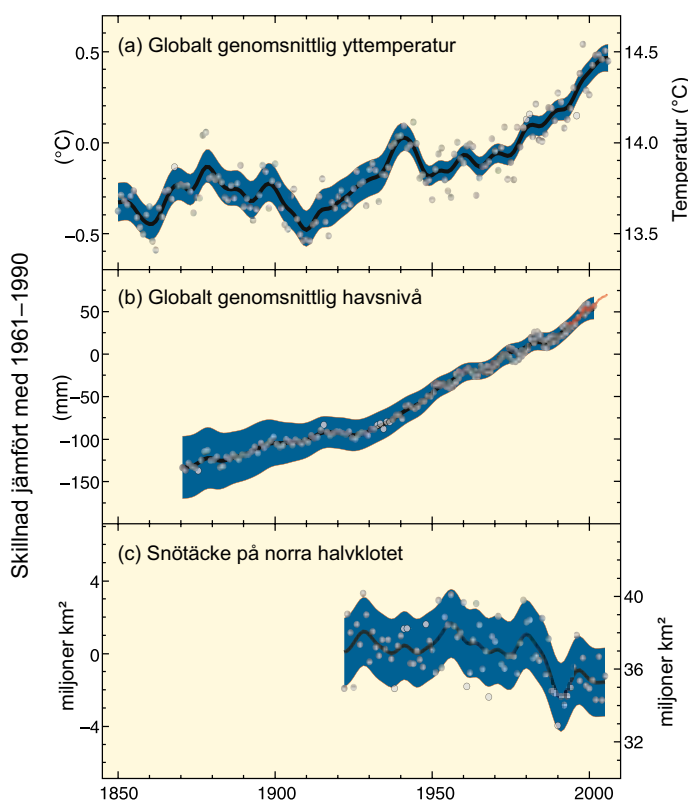
2 Siffrorna i hakparenteser [] anger ett osäkerhetsintervall på 90 % kring ett troligaste värde, d.v.s. det finns en uppskattad sannolikhet på 5 % att värdet kan ligga över det intervall som anges inom hakparentesen och 5 % sannolikhet att värdet kan ligga under detta intervall. Osäkerhetsintervallen är inte nödvändigtvis symmetriska kring motsvarande troligaste värde.

3 Översättarens anm: Third assessment report (IPCC:s tredje utvärderingsrapport)

4 Orden i kursiv stil motsvarar kalibrerade uttryck för osäkerhet och trolighet. De relevanta termerna förklaras i faktarutan ”Hantering av osäkerhet” i inledningen till denna syntesrapport.

5 Med uteslutande av tsunamier, som inte beror på klimatförändringar. Extrema havsvattenstånd beror på havsytans medelnivå och regionala vädersystem. De definieras här som de 1 % högsta timvärdena för havsyttnivån vid en mätstation under en given referensperiod.

Förändringar av temperatur, havsyttnivåer och snötäcke på norra halvklotet



Figur SPM 1. Observerade förändringar av (a) den globalt genomsnittliga ytemperaturen; (b) den globalt genomsnittliga höjningen av havsyttnivån enligt mätningar med mareograf⁶ (blå) och satellit (röd) samt (c) snötäckets utbredning på norra halvklotet i mars–april. Alla förändringar är i relation till motsvarande genomsnitt för perioden 1961–1990. Utjämnade kurvor representerar genomsnittsvärdet för tioårsperioder medan cirklarna visar årsgenomsnitt. De skuggade områdena är osäkerhetsintervallen som beräknas utifrån en omfattande analys av kända osäkerhetsfaktorer (a och b) och utifrån tidsserier. {Figur 1.1}

6 Översättarens anm: En mareograf är en vattenståndsmätare som kontinuerligt registrerar vattenytans variationer. (Källa: Nationalencyklopedin)

Empiriska belägg⁷ från alla kontinenter och de flesta hav visar att många naturliga system påverkas av regionala klimatförändringar, framför allt temperaturökningar. {1.2}

Förändringar av snö, is och tjäle har *mycket troligt* ökat⁸ antalet glaciärsjöar och deras storlek, ökat markinstabiliteten i bergsregioner och andra regioner med permafrost samt lett till förändringar i vissa arktiska och antarktiska ekosystem. {1.2}

Vissa hydrologiska⁹ system har *mycket troligt* också påverkats genom ökad avrinning och tidigare vårflodsmaximum i många vattendrag som försörjs av smältvatten från glaciärer och snötäckten och genom effekter på den termiska strukturen¹⁰ och vattenkvaliteten i uppvärmda vattendrag och sjöar. {1.2}

För landbaserade ekosystem är tidigare start av händelser på våren och det faktum att växters och djurs utbredningsområden flyttas mot polerna och mot högre höjder *högst troligt* kopplade till den senaste tidens uppvärmning. Inom vissa marina system och sötvattenssystem är ändrade utbredningsområden och förändrad förekomst för alger, plankton och fisk *mycket troligt* förknippade med stigande vattentemperaturer liksom med de därmed sammanhängande förändringarna av istäcke, salthalt, syrehalt och cirkulation. {1.2}

Av de över 29 000 serier med observationsdata från 75 studier som visade på signifikanta¹¹ förändringar av många fysikaliska och biologiska system, överensstämde över 89 procent med den förväntade riktningen på förändringen till följd

7 Slutsatserna baseras till stor del på data från perioden efter 1970.

8 Översättarens anm: Se faktaruta 1.

9 Översättarens anm: Hydrologi=läran om vattnet på jordens landområden, dess kretslopp, förekomst, fördelning och beskaffenhet. (Källa: Nationalencyklopedin)

10 Översättarens anm: Temperaturstrukturer.

11 Översättarens anm: Signifikant = som utgör ett påfallande tydligt tecken på visst förhållande. Särskilt om siffrvärden e.d. som har en grad eller omfattning som knappast kan bero av slumpen. Källa: Nationalencyklopedin.

av uppvärmning (figur SPM 2). Det råder dock en märkbar brist på geografisk balans inom data och litteraturen i fråga om observerade förändringar, med en uttalad brist i utvecklingsländerna. {1.3}

Det är troligt att andra effekter av regionala klimatförändringar på naturen och människans miljö börjar framträda, även om många är svåra att urskilja till följd av anpassning och ej klimatberoende drivkrafter.

Detta inkluderar temperaturökningens effekter på {1.2}

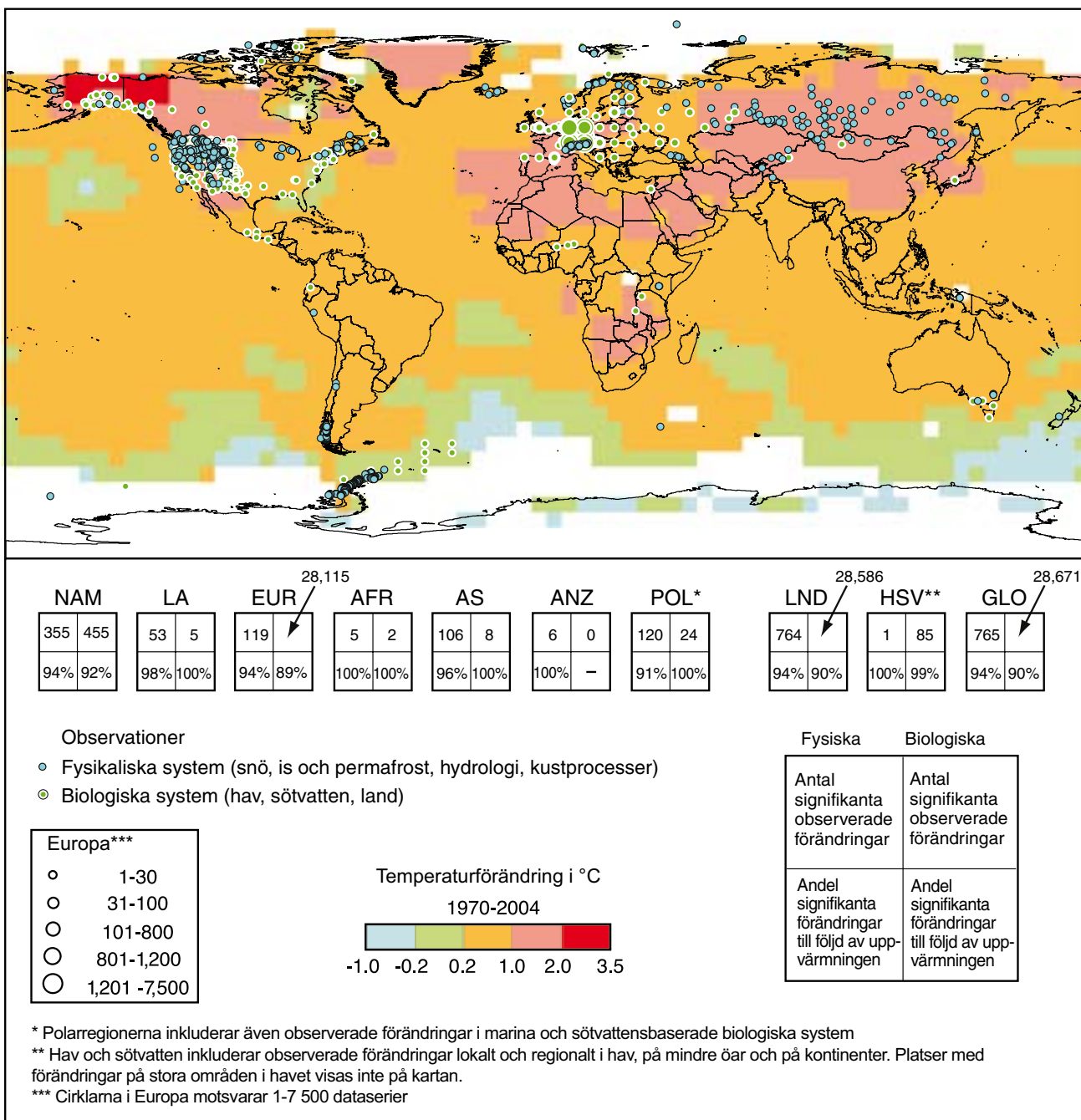
- jord- och skogsbruk på norra halvklotets högre breddgrader, till exempel i form av tidigare vårsådd av grödor, samt förändrade mönster för de störningar som drabbar skogar i form av bränder och skadedjur
- vissa aspekter av människors hälsa, såsom värmerelaterad dödlighet i Europa, förändringar beträffande smittbärare av infektionssjukdomar i vissa områden samt allergena pollen på norra halvklotets högre och medelhöga breddgrader,
- vissa mänskliga aktiviteter i Arktis (till exempel jakt och transporter över snö och is) samt i lägre belägna alpina områden (till exempel bergsporter).

Faktaruta 1

IPCC:s engelska beteckningar översätts enligt följande:

likely = sannolikt
very likely = mycket sannolikt
medium confidence = troligt
high confidence = mycket troligt
very high confidence = högst troligt

Förändringar i fysikaliska och biologiska system samt yttemperatur 1970–2004



Figur SPM 2. Platser med signifikanta förändringar i observerade fysikaliska system (snö, is, tjäle, hydrologi och kustprocesser) och biologiska system (land, hav och sötvatten) visas tillsammans med förändringar i den ytnära lufttemperaturen under perioden 1970-2004. En delmängd med omkring 29 000 dataserier har valts ut från omkring 80 000 dataserier från 577 studier. Urvalet uppfyllde följande kriterier: (1) Dataserierna avslutas 1990 eller senare, (2) omfattar en period om minst 20 år och (3) uppvisar en signifikant förändring oavsett riktning enligt utvärderingen av de individuella studierna. Denna delmängd är hämtad från omkring 75 studier (av vilka omkring 70 är nya sedan den tredje utvärderingen) och omfattar omkring 29 000 dataserier, av vilka omkring 28 000 är från europeiska studier. I vita områden finns det inte tillräckligt med observerade klimatdata för en uppskattning av temperaturtrender. I de fyrdelade rutorna visas det totala antalet dataserier med en signifikant förändring (övre raden) och procentandelen av dessa som är förenliga med uppvärmning (nedre raden) för (i) kontinental regioner: Nordamerika (NAM), Latinamerika (LA), Europa (EUR), Afrika (AFR), Asien (AS), Australien och Nya Zeeland (ANZ) och polarregionerna (POL) samt (ii) globalt: land (LND), hav och sötvatten (HSV) och globalt (GLO). Summan av antalet studier i de sju regionala rutorna (NAM, ..., POL) är inte lika med de globala totalsummorna (GLO) på grund av att regionala data – förutom från polarregionerna (POL) – inte inkluderar data om havs- och sötvattenssystem (HSV). Platser med förändringar på stora områden i havet visas inte på kartan. {Figur 1.2}

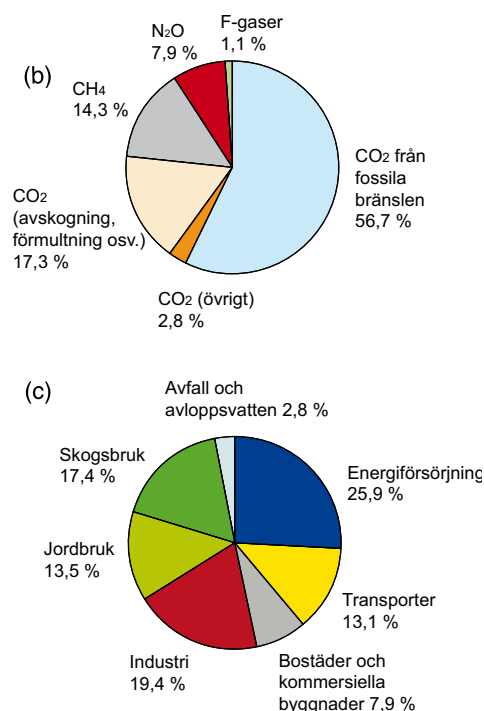
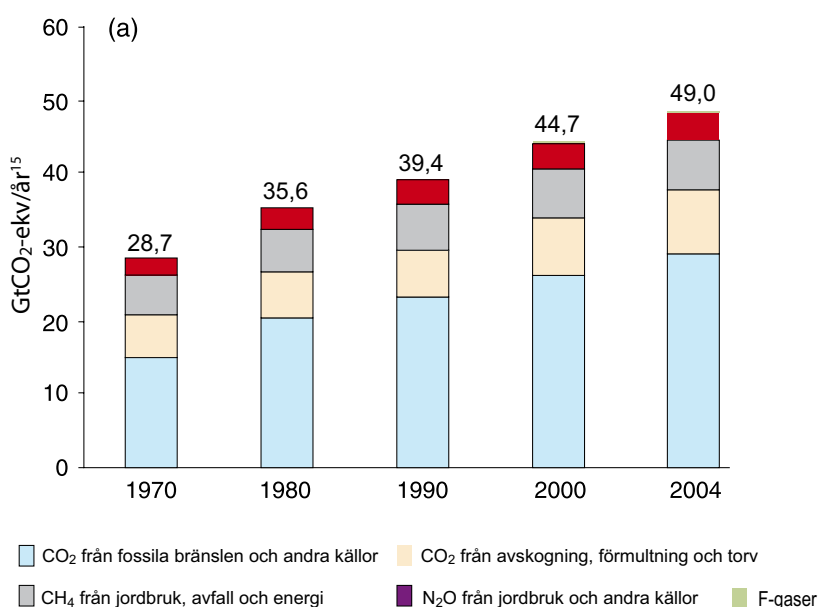
2. Orsaker till förändring

Förändringar av koncentrationen av växthusgaser och aerosoler¹² i atmosfären, av markytans egenskaper och av solstrålning ändrar klimatsystemets energibalans.

De totala utsläppen av växthusgaser som beror på mänsklig aktivitet har ökat sedan förindustriell tid. Mellan 1970 och 2004 var ökningen 70 procent (figur SPM 3).¹³ {2.1}

Koldioxid (CO₂) är den mest betydande antropogena växthusgasen. De årliga utsläppen av koldioxid ökade med omkring 80 procent mellan 1970 och 2004. Den långsiktiga trenden med minskade utsläpp per tillförd mängd energi vände efter 2000. {2.1}

Globala antropogena¹⁴ utsläpp av växthusgaser



Figur SPM 3.

(a) Årliga globala utsläpp av antropogena växthusgaser från 1970 till 2004.¹³

(b) Andel av de olika antropogena växthusgaserna i de totala utsläppen 2004 uttryckt i CO₂-ekvivalenter¹⁶.

(c) Olika sektors andel av de sammanlagda antropogena utsläppen av växthusgaser under 2004 uttryckt i CO₂-ekvivalenter. (Skogsbruksektorn inkluderar avskogning). {Figur 2.1}

12 Översättarens anm: Aerosoler är mikroskopiska partiklar som genom absorption och spridning av ljuset påverkar strålningsbalansen. Viktiga aerosoler i klimatsammanhang är sulfatpartiklar och sot.

13 Redovisningen innefattar enbart CO₂ (Koldioxid), CH₄ (Metan), N₂O (Lustgas), HFC (Hårda fluorcarboner), PFC (Polyfluorcarboner) och SF₆ (Svavelhexanfluorid) vilkas utsläpp omfattas av klimatkonventionen. Dessa växthusgaser har viktats enligt sin globala uppvärmningspotential för 100 år, med utnyttjande av värden som stämmer överens med FN:s klimatkonventions, UNFCCC:s, rapportering.

14 Översättarens anm: Antropogen = av människan orsakad.

15 Gt = Gigaton

16 Översättarens anm: Definitionen av koldioxidequivallenter (CO₂-ekvivalenter) är den mängd koldioxidutsläpp som skulle orsaka samma strålningsdrivning som ett utsläpp av en annan välblandad växthusgas eller en blandning av välblandade växthusgaser, alla multiplicerade med deras respektive globala uppvärmningspotential för att ta hänsyn till de olika tidslängder de stannar kvar i atmosfären [Glossary WGI AR4].

Den globala koncentrationen av koldioxid, metan (CH₄) och dikväveoxid (N₂O) i atmosfären har ökat markant till följd av mänsklig aktivitet sedan 1750 och överstiger nu vida alla förindustriella värden som har kunnat fastställas med hjälp av borrhärdar av is som omfattar flera tusen år tillbaka. {2.2}

Koncentrationen i atmosfären av CO₂ (379 ppm) och CH₄ (1774 ppb)¹⁷ under 2005 översteg vida den naturliga variationen under de senaste 650 000 åren. Den globala ökningen av CO₂-koncentrationen beror i första hand på användningen av fossila bränslen, medan ändrad markanvändning också är en viktig, men mindre, bidragande orsak. Det är *mycket sannolikt* att den observerade ökningen av metankoncentrationen i första hand beror på jordbruket och användningen av fossila bränslen. Den hastighet med vilken av metankoncentrationen ökar har avtagit sedan början av 1990-talet, vilket stämmer överens med att de totala utsläppen (summan av antropogena och naturliga utsläpp) har varit närapå konstanta under denna period. Den ökade N₂O-koncentrationen beror i första hand på jordbruket. {2.2}

Det är *högst troligt* att nettoeffekten av mänskliga aktiviteter sedan 1750 varit uppvärmning.¹⁸ {2.2}

Det mesta av den höjning av globalt genomsnittliga temperaturer som observerats sedan mitten av 1900-talet beror *mycket sannolikt* på den observerade ökningen av antropogena utsläpp av växthusgaser.¹⁹ Det är *sannolikt* att det har pågått en betydande antropogen uppvärmning under de senaste 50 åren över alla kontinenter utom Antarktis (figur SPM 4). {2.4}

Den sammanlagda strålningsdrivningen²⁰ från solaktivitet och vulkaner under de senaste 50 åren skulle *sannolikt* ha lett till avkylning. Observerade uppvärmningsmönster och förändringar av dessa simuleras enbart i modeller som inbegriper antropogen strålningsdrivning. Det är fortfarande svårt att simulera och koppla observerade temperaturförändringar till orsaker i mindre skala än den kontinentala. {2.4}

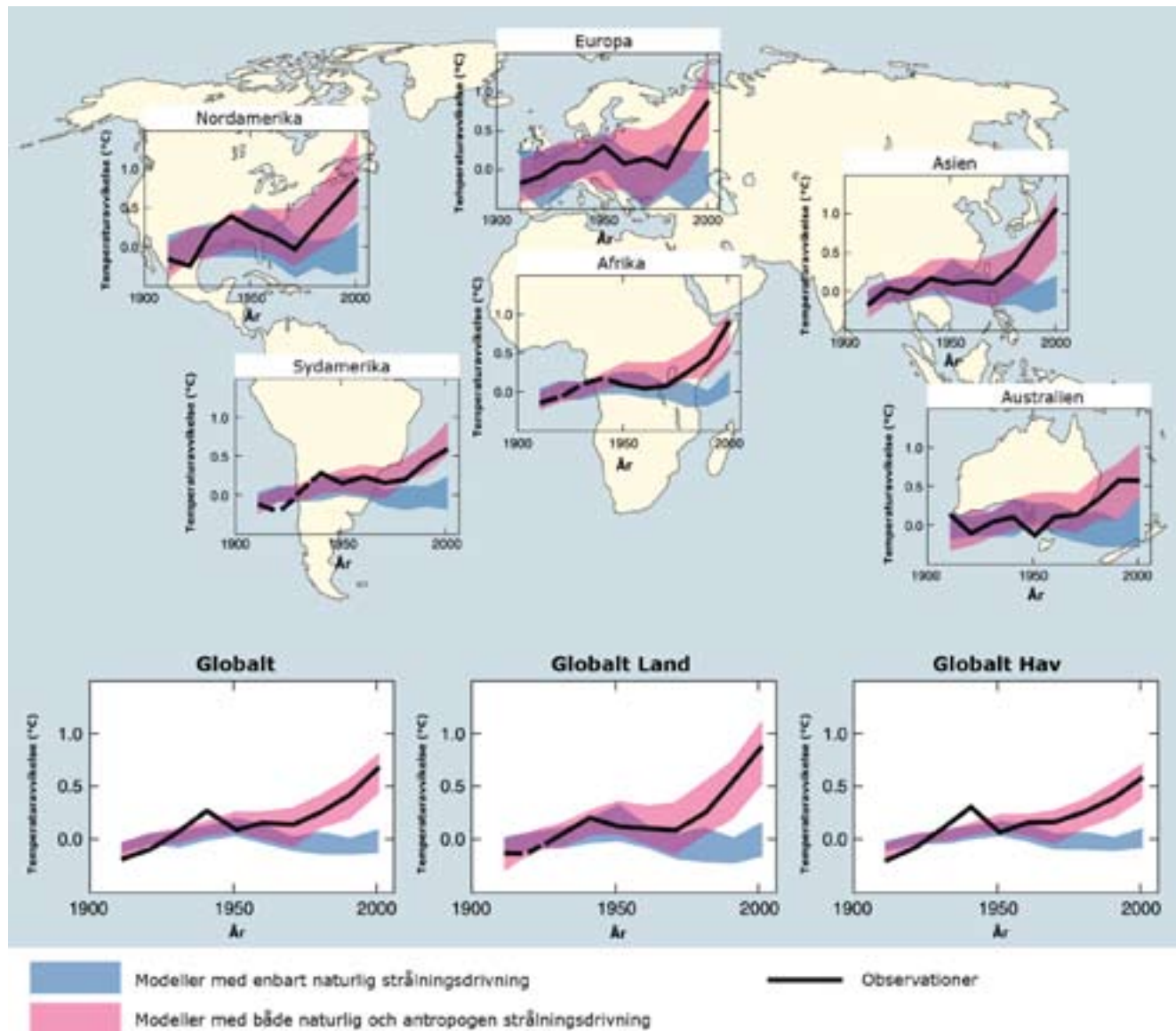
17 Översättarens anm: **ppm** (parts per million, miljondel) eller **ppb** (parts per billion, miljarddel) är andelen växthusgasmolekyler av det totala antalet molekyler i torr luft. Exempel: 300 ppm betyder 300 molekyler av en växthusgas i en miljon molekyler torr luft.

18 Ökade halter av växthusgaser tenderar att värma ytan medan nettoeffekten av ökade aerosolhalter är nedkylning. Nettoeffekten av mänsklig aktivitet sedan förindustriell tid är uppvärmning (+1,6 [+0,6 till +2,4]W/m²). Jämförelsevis beräknas förändringar i solinstrålningen ha orsakat en liten uppvärmningseffekt (+0,12 [+0,06 till +0,30]W/m²).

19 Återstående osäkerhet beror på aktuell metodik.

20 Översättarens anm: Strålningsdrivningen är den inverkan en faktor har i att förändra balansen mellan inkommande och utgående energi till systemet jord-atmosfär.

Global och kontinental temperaturförändring



Figur SPM 4. Jämförelse mellan observerade förändringar på kontinental och global skala av ytemperaturer och resultat som simulerats i klimatmodeller med antingen naturlig eller både naturlig och antropogen strålningsdrivning. Tioårsgenomsnitt av observationer visas för perioden 1906–2005 (svart linje) inritade mot mitten av respektive årtionde och relativt motsvarande genomsnitt för perioden 1901–1950. Linjerna är streckade i de fall den geografiska täckningen är mindre än 50 procent. De blå fälten visar konfidensintervallet²¹ mellan 5 och 95 procent för 19 simuleringar med 5 klimatmodeller där man bara matat in den naturliga strålningsdrivningen från solaktivitet och vulkaner. De röda fälten visar konfidensintervallet mellan 5 och 95 procent för 58 simuleringar med 14 klimatmodeller där man matat in både naturlig och antropogen strålningsdrivning. {Figur 2.5}

²¹ Översättarens anm: Konfidensintervallet innebär att det är 5% sannolikhet att värdet är lägre än intervallets nedre gräns och 5% sannolikhet över intervallets övre gräns. Med andra ord är det 90% sannolikhet att värdet ligger inom det redovisade området.

Framsteg sedan TAR visar att de urskiljbara effekterna av mänsklig aktivitet nu också syns på andra klimatspekter än genomsnittstemperaturen. {2.4}

Mänsklig påverkan har {2.4}

- med *stor sannolikhet* bidragit till en höjning av havsytanivån under andra hälften av 1900-talet,
- *sannolikt* bidragit till förändringar av vindmönster och påverkat utomtropiska stormbanor och temperaturmönster,
- *sannolikt* ökat temperaturerna under extremt varma nätter, kalla nätter och kalla dagar ,
- *mer sannolikt än inte* ökat risken för värmeböljor, ökat arealen som påverkas av torka sedan 1970 och ökat förekomsten av skyfall.

Antropogen uppvärmning under de senaste tre decennierna har sannolikt haft märkbara effekter på den globala omfattningen av observerade förändringar i många fysikaliska och biologiska system. {2.4}

Det är *mycket osannolikt* att den rumsliga korrelationen som över hela jorden finns mellan regioner med en signifikant uppvärmning och platser med signifikanta observerade förändringar av flera system enbart skulle bero på naturliga variationer. Flera modelleringsstudier har kopplat specifika reaktioner i vissa fysikaliska och biologiska system till antropogen uppvärmning. {2.4}

En mer fullständig sammankoppling mellan observerade natursystems reaktioner och antropogen uppvärmning begränsas för närvarande av den korta tidsskalan hos många effektstudier, den större naturliga klimatvariabiliteten på regional skala, effekterna av icke klimatstyrda faktorer och den begränsade geografiska täckningen hos studierna. {2.4}

3. Förväntad klimatförändring och effekter av denna²²

Det råder stor samstämmighet om och finns ett stort underlag för antagandet att med nuvarande åtgärder för begränsning av klimatförändringar och relaterade åtgärder för hållbar utveckling kommer de globala utsläppen av växthusgaser att fortsätta öka under de närmaste årtiondena. {3.1}²²

Enligt de scenarier som redovisas i IPCC:s Special Report on Emission Scenarios (SRES, 2000)²³ kommer de globala utsläppen av växthusgaser att öka med 25–90 procent (CO₂-ekvivalenter) mellan 2000 och 2030 (figur SPM 5), och de fossila bränslena bibehåller sin dominerande ställning i den globala energiförsörjningen även efter 2030. Senare scenarier utan ytterligare utsläppsminskning ligger på en jämförbar skala.^{24,25} {3.1}

Fortsatta utsläpp av växthusgaser på eller över nuvarande nivå kommer att leda till ytterligare uppvärmning och orsaka många förändringar i det globala klimatsystemet under 2000-talet, som mycket sannolikt kommer att bli större än de som observerats under 1900-talet (tabell SPM 1, figur SPM 5). {3.2.1}

I flera av utsläppsscenarierna i SRES förutses en uppvärmning på omkring 0,2°C per årtionde under de kommande tjugo åren. Även om koncentrationen av alla växthusgaser och aerosoler

skulle hållas konstant på 2000 års nivåer kan man förvänta sig en ytterligare uppvärmning på omkring 0,1°C per årtionde. Efter denna tidsperiod beror uppskattningarna av framtida temperaturnivåer alltmer av de specifika utsläppsscenarierna. {3.2}

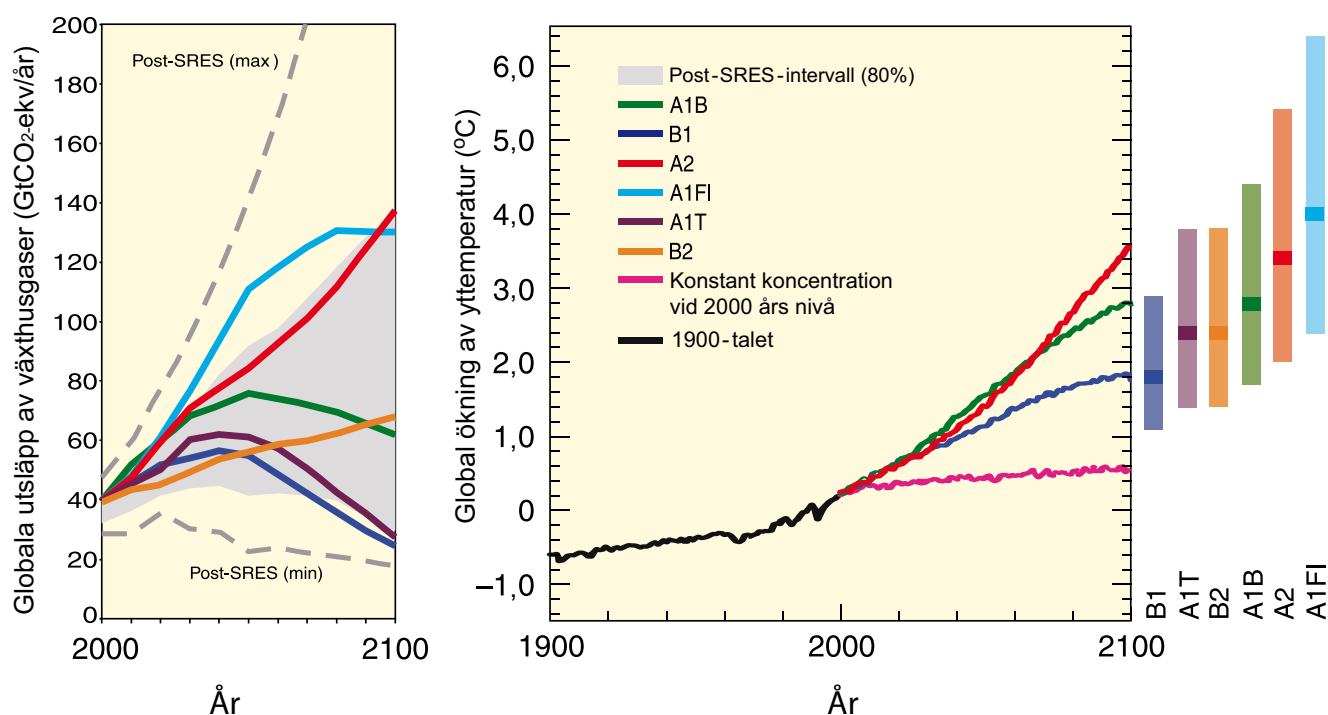
²² Översättarens anm: Temperaturförändringar redovisas på olika sätt i olika delar av SPM. I avsnitt 3 jämförs projicerade temperaturer med perioden 1980–1999 i avsnitt 5 relateras temperaturförändringar till förindustriell tid.

²³ Översättarens anm: SRES är IPCC Special Report on Emission Scenarios (2000). SRES scenariefamiljer och illustrativa exempel, som inte innefattar ytterligare klimatinitiativ, sammanfattas i en ruta i slutet av denna sammanfattning för beslutsfattare. De ungefärliga koncentrationerna av CO₂-ekvivalenter som motsvarar den angivna strålningsdrivningen genom växthusgaser och aerosoler år 2100 (se sid. 823 i TAR) är för SRES-scenarierna B1, A1T, B2, A1B, A2 och A1FI omkring 600, 700, 800, 850, 1250 respektive 1550 ppm.

²⁴ I rutan ”SRES-scenarios” i syntesrapporten finns en närmare förklaring av dessa scenarier. Scenarierna omfattar inga ytterligare klimatpolitiska åtgärder utöver dagens existerande. Senare studier skiljer sig åt när det gäller inkluderande av FN:s klimatkonvention och Kyotoprotokollet.

²⁵ Minskningsscenariernas utvecklingsvägar i fråga om utsläpp tas upp i avsnitt 5.

Scenarier för utsläpp av växthusgaser från 2000 till 2100 (utan ytterligare klimatpolitiska åtgärder) och projektioner över jordytans temperatur



Figur SPM 5. Vänstra bilden: Globala utsläpp av växthusgaser (i CO₂-ekvivalenter) i frånvaro av klimatpolitiska åtgärder: sex illustrativa markörscenarier ur SRES (färgade linjer) och den 80:e percentilen för senare scenarier som publicerats efter SRES (post-SRES) (gråskuggat fält). De streckade linjerna visar post-SRES-scenariernas fulla vidd. Utsläppen omfattar CO₂, CH₄, N₂O och F-gaser²⁶.

Högra bilden: De heldragna linjerna är den globala uppvärmningen beräknad som ett genomsnitt av ett stort antal modeller för scenarierna A2, A1B och B1, i en förlängning av simuleringarna för 1900-talet. Dessa projektioner tar också hänsyn till utsläpp av kortlivade växthusgaser och aerosoler. Den rosa linjen är inget scenario, utan representerar AOGCM-simuleringar där koncentrationerna i atmosfären hålls konstanta på 2000 års nivåer. De grå staplarna till höger i figuren visar troligaste värde (horisontellt streck i varje stapel) och *osäkerhetsintervallet* som uppskattats för SRES sex markörscenarier för 2090–2099. Alla temperaturer anges som förändringar relativt perioden 1980–1999 (figur 3.1, figur 3.2).

Översättarens anm: Förklaring av scenarierna finns i faktaruta 2 på sidan 44.

²⁶ F-gaser omfattar HFC, PFC och SF₆.

Tabell SPM 1. Projektioner över globalt genomsnittlig uppvärmning av jordytan och höjning av havsyttnivån vid slutet av 2000-talet. {Tabell 3.1}

	Temperaturförändring (°C 2090–2099 relativt 1980–1999) ^{a,d}		Förändring av havsyttnivån (meter 2090–2099 relativt 1980–1999) ^{a,d}
	Troligaste värde	Osäkerhetsintervall	
Fall			Modellbaserat osäkerhetsintervall utan beaktande av framtida snabba dynamiska förändringar av isflöden
Koncentrationerna hålls vid 2000 års nivåer ^c	0,6	0,3– 0,9	Inga uppgifter
Scenario B1	1,8	1,1–2,9	0,18–0,38
Scenario A1T	2,4	1,4–3,8	0,20–0,45
Scenario B2	2,4	1,4–3,8	0,20–0,43
Scenario A1 B	2,8	1,7–4,4	0,21–0,48
Scenario A2	3,4	2,0–5,4	0,23–0,51
Scenario A1F1 ^e	4,0	2,4–6,4	0,26–0,59

Anmärkningar:

- Temperaturerna är uppskattade troligaste värden och sannolika osäkerhetsintervall från en hierarki av modeller med varierande komplexitet och varierande koppling till observerade klimatdata.
- Koncentrationer konstanta vid 2000 års nivåer härrör enbart från AOGCM (Atmosphere-Ocean General Circulation Models)
- Samtliga ovanstående scenarier är sex markörscenarier från SRES. De ungefärliga koncentrationer av CO₂-ekvivalenter som motsvarar den beräknade strålningsdrivningen genom antropogena växthusgaser och aerosoler år 2100 (se sid. 823 i TAR) är för SRES-scenarierna B1, A1T, B2, A1B, A2 och A1FI omkring 600, 700, 800, 850, 1250 respektive 1550 ppm.
- Temperaturförändringar uttrycks som skillnaden i förhållande till perioden 1980–1999. För att få skillnaden i förhållande till perioden 1850–1899 lägger man till 0,5°C.
- Översättarens anm: Förklaring av scenarierna finns i faktaruta 2 på sidan 44.

Projektionsspannet (tabell SPM 1) stämmer i huvudsak överens med TAR, men osäkerheterna är större och den övre gränsen för temperaturer högre, främst på grund av att den bredare uppsättningen av tillgängliga modeller ger resultat som tyder på starkare återkopplingar i klimatkolcykeln. Uppvärmningen minskar markens och havets upptag av CO₂ ur atmosfären, vilket ökar andelen antropogena utsläpp som blir kvar i atmosfären. Omfattningen av denna återkoppling varierar markant mellan de olika modellerna. {2.3, 3.2.1}

På grund av den alltför begränsade förståelsen

av vissa viktiga effekter som driver höjningen av havsyttnivån bedöms i denna rapport inte sannolikheten för denna. Inte heller anges ett troligaste värde eller en övre gräns för höjningen av havsyttnivån. Tabell SPM 1 visar modellbaserade projektioner över den globalt genomsnittliga höjningen av havsyttnivån för perioden 2090–2099²⁷. Projektionerna omfattar varken osäkerheter angående klimatkolcykelns återkopplingar eller

²⁷ TAR-projektionerna gjordes för 2100, medan projektionerna i denna rapport är för 2090–2099. Spannen i TAR skulle ha liknat dem i tabell SPM 1 om man hade behandlat osäkerheterna på samma sätt.

den fulla effekten av förändringar av isflödet. De övre värdena ska därför inte betraktas som övre gränser för höjningen av havsyttnivån. De innefattar bidrag från ökade isflöden från Grönland och Antarktis i den omfattning som observerats under perioden 1993–2003, men dessa flöden kan öka eller minska i framtiden.²⁸ {3.2.1}

Det är nu större säkerhet (än i TAR) i projektionerna över uppvärmningsmönster och andra fenomen på regional nivå, bland annat förändringar av vindmönster, nederbörd och vissa aspekter av extremer och havsis. {3.2.2}

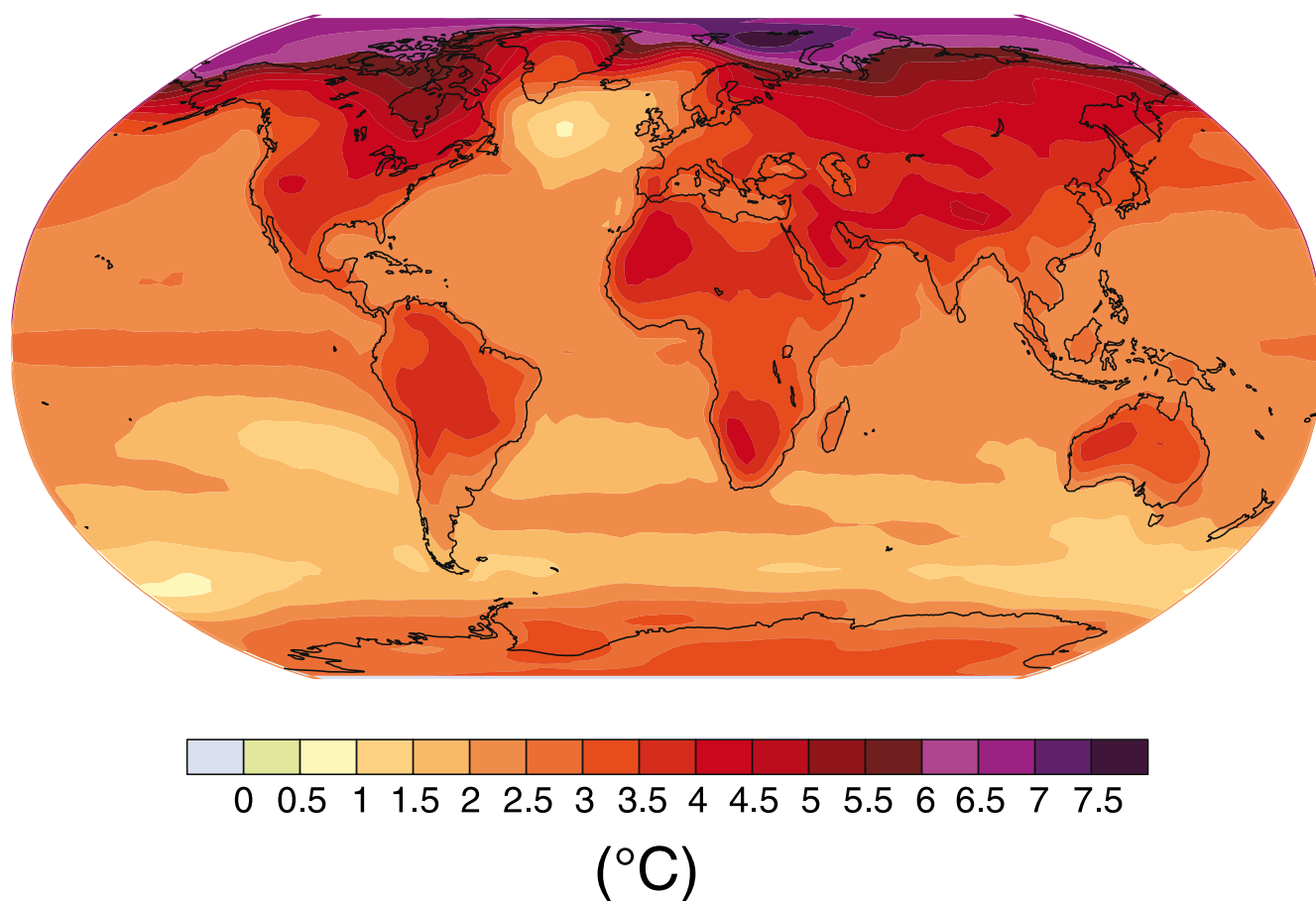
Förändringar på den regionala skalan innefattar följande: {3.2.2}

- Störst uppvärmning över land och på de högsta nordliga breddgraderna och minst över Antarktiska oceanen och delar av norra Atlanten, vilket är i linje med observerade pågående trender (figur SPM 6) i fråga om minskningen av snötäcket, ökning av tödjupet i de flesta regioner med permafrost, samt minskning av havsistäckets. I vissa projektioner där SRES-scenarier har använts försvinner sensommarisen i Arktis nästan helt under senare delen av 2000-talet,
- Förekomsten av extremt höga temperaturer, värmeböljor och skyfall ökar *mycket sannolikt*.
- Intensiteten i tropiska cykloner ökar *sannolikt*, men det är mindre säkert att antalet tropiska cykloner minskar globalt.
- Utomtropiska stormbanor flyttar mot polerna, vilket leder till förändrade vind-, nederbörds- och temperaturmönster.
- Nederbörden kommer *mycket sannolikt* att öka och *sannolikt* att minska i de flesta subtropiska landregionerna, vilket är i linje med observerade pågående trender.

Det är *mycket troligt* att den årliga avrinningen från vattendrag och tillgången till vatten fram till mitten av århundradet ökar på de höga breddgraderna (och i vissa fuktiga tropiska områden) och minskar i vissa torra regioner på medelhöga breddgrader och i tropikerna. *Mycket troligt* kommer också många halvtorra områden (till exempel Medelhavsområdet, västra USA, södra Afrika och nordöstra Brasilien) drabbas av minskad tillgång till vattenresurser på grund av klimatförändringen. {3.2, figur 3.4}

28 Se längre fram i texten för en diskussion på längre sikt.

Ytuppvärmningens geografiska mönster



Figur SPM 6. Projektioner över förändringar av jordytans temperatur för slutet av 2000-talet (2090–2099). Kartan visar genomsnittsprjektioner enligt AOGCM för SRES-scenariet A1B. Alla temperaturer anges relativt perioden 1980–1999. {Figur 3.2}

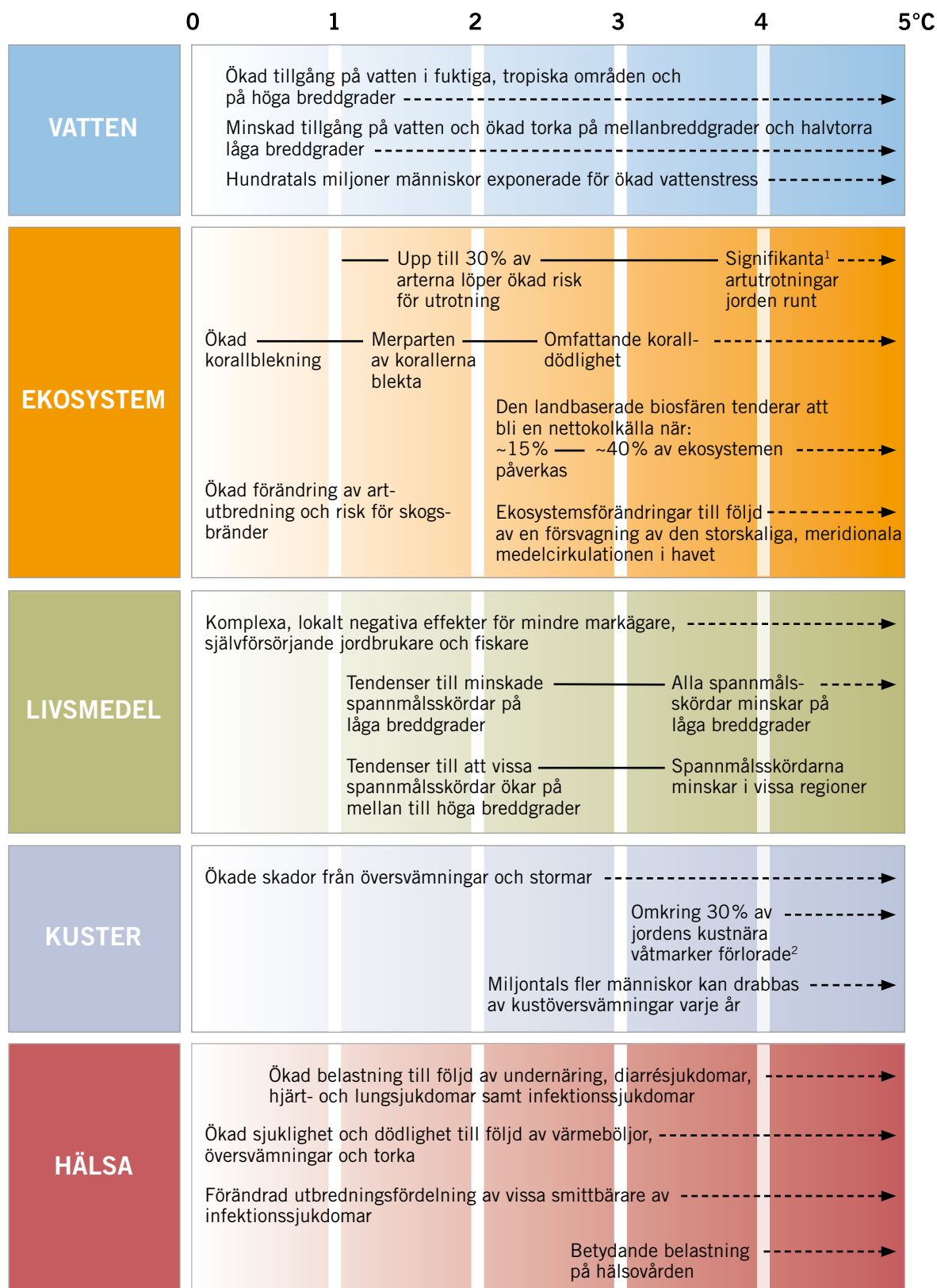
Studier som gjorts efter TAR har möjliggjort en mer systematisk förståelse av hur tidpunkten för och omfattningen av olika effekter förhåller sig till klimatförändringens omfattning och takt. {3.3.1, 3.3.2}

I figur SPM 7 presenteras exempel på denna nya information för olika system och sektorer. Den översta rutan visar hur konsekvenserna ökar med ökad temperaturförändring. Deras förväntade omfattning och tidpunkt påverkas också av vilken utvecklingsväg som väljs (nedre rutan). {3.3.1, 3.3.2}

Exempel på effekter förknippade med global medeltemperaturhöjning (Konsekvenserna varierar beroende på graden av anpassningar, hur snabbt temperaturändringen sker och de socioekonomiska utvecklingsvägarna)

Figur SPM 7. Exempel på effekter som kan förknippas med projicerad global genomsnittlig uppvärmning av jordytan. Övre bilden: Belysande exempel på projicerade globala effekter av klimatförändringarna (samt havsnivå och koldioxidhalten i atmosfären där detta är relevant) i förhållande till olika stora ökningar av den globalt genomsnittliga yttemperaturen under 2000-talet. De svarta linjerna sammanlänkar effekter, streckade pilar anger effekter som förstärks med ökande temperatur. Punkterna är placerade så att den vänstra sidan av texten ungefär anger inledningen av en viss effekt. Kvantitativa mått på vattenbristen och översvämningar representerar ytterligare konsekvenser av klimatförändringarna relativt de projicerade förhållandena för hela intervallet av SRES-scenarierna A1FI, A2, B1 och B2. Anpassning till klimatförändringarna ingår inte i dessa uppskattningar. Samtliga slutsatser har bedömts som mycket troliga. Nedre bilden: Prickar och streck indikerar troligaste värde och *sannolikt* intervall för uppvärmning som bedömts i de sex markörscenarierna i SRES för perioden 2090–2099 relativt 1980–1999. {Figur 3.5}

Global uppvärmning i förhållande till 1980–1999 (°C)



Uppvärmning fram till 2090–2099 relativt 1980–1999 för scenarier utan utsläppsminskning



¹ Signifikant definieras här som över 40%.
² Baserat på en genomsnittlig höjning av havsytans nivå på 4,2 mm/år mellan 2000 och 2080.

I tabell SPM 2 ges några exempel på projektioner av effekter för olika regioner.

Tabell SPM 2²⁹. Exempel på några projektioner av regionala effekter.

Projektioner av regionala effekter	
Afrika	År 2020 beräknas mellan 75 och 250 miljoner människor vara exponerade för ökad vattenstress till följd av klimatförändringarna.
	Till år 2020 kan i vissa länder skördarna från regnvattnat jordbruk minska med upp till 50 procent. Jordbruksproduktionen, inklusive tillgången till livsmedel, i många afrikanska länder drabbas hårt. Detta kommer att ytterligare påverka livsmedelstillgången negativt och förvärra undernäringen.
	Mot slutet av 2000-talet kommer den förväntade höjningen av havsytans nivå att påverka lågt liggande kustområden med stora befolkningar. Kostnaden för anpassning kan uppgå till minst 5–10 procent av BNP.
	Till år 2080 beräknas halvtorra och torra områden i Afrika öka med 5–8 procent i flera olika klimatscenarioer (TS).
Asien	Fram till 2050-talet beräknas tillgången på sötvatten minska i centrala, södra, östra och sydöstra Asien, framför allt längs de stora floderna.
	Kustområden, framför allt i de tätbefolkade stora deltaregionerna i södra, östra och sydöstra Asien, löper störst risk till följd av ökad översvämning från havet och och i vissa stora deltaområden till följd av översvämning från floderna.
	Klimatförändringen förväntas öka det tryck på naturresurserna och miljön som redan råder i och med den snabba urbaniseringen, industrialiseringen och den ekonomiska utvecklingen.
	Hälsotillståndet och dödligheten till följd av diarré sjukdomar, huvudsakligen relaterade till översvämningar och torka, bedöms öka i östra, södra och sydöstra Asien till följd av förväntade förändringar i vattnets kretslopp.

29 Om inte annat uttryckligen anges är alla uppgifter hämtade ur WGII:s sammanfattning för beslutsfattare och är mycket eller högst troliga slutsatser, speglade olika sektorer (jordbruk, ekosystem, vatten, kust, hälsa, industri och bebyggelse). I WGII:s sammanfattning för beslutsfattare hänvisas till slutsatsernas källor, tidsramar och temperaturer. Omfattningen och tidpunkten för de konsekvenser som till slut blir verklighet kommer att variera med klimatförändringens omfattning och takt, utsläppsscenarioerna, utvecklingsväg och anpassning.

Australien och Nya Zeeland	Fram till 2020 förväntas stora förluster av biologisk mångfald på några ekologiskt artrika platser uppkomma, inklusive Stora barriärrevet och Queenslands Wet Tropics.
	Fram till 2030 bedöms det bli ökade problem med vattenförsörjningen i södra och östra Australien och i Nya Zeeland, i Northland och några av landets östra regioner.
	Fram till 2030 beräknas det minskad jord- och skogsbruksproduktion i stora delar av södra och östra Australien och i delar av östra Nya Zeeland till följd av ökad torka och fler bränder. I Nya Zeeland förväntas ändå inledningsvis positiva effekter i en del andra regioner.
Europa	Fram till 2050 bedöms den pågående utvecklingen i kustregioner och befolkningstillväxten i vissa delar av Australien och Nya Zeeland förvärra riskerna förknippade med en höjning av havsytanivån och med en ökad styrka och frekvens på stormar och kustöversvämningar.
	Klimatförändringarna förväntas öka de regionala skillnaderna i Europas naturresurser och tillgångar. De negativa effekterna omfattar ökad risk för översvämningar i inlandet till följd av skyfall samt mer frekventa kustöversvämningar och ökad erosion (till följd av värre stormar samt höjningen av havsytanivån).
Latinamerika	I bergsområden kommer glaciärer att krympa, snötäcken och vinterturism att minska, och omfattande artförluster att ske (i vissa områden upp till 60 procent enligt högutsläppsscenarioer fram till 2080).
	I Sydeuropa bedöms klimatförändringarna förvärra förhållandena (avseende höga temperaturer och torka) i en region som redan är sårbar för klimatvariabilitet, samt minska tillgången på vatten, potentialen för vattenkraft, sommarturismen och, rent allmänt, skördarnas storlek.
Latinamerika	Klimatförändringarna förväntas även öka hälsoriskerna till följd av värmeböljor och en ökad frekvens av skogsbränder.
	Fram till mitten av århundradet beräknas att temperaturökning och därmed relaterad minskning av markvattnet kommer att leda till att de tropiska skogarna i östra Amazonas gradvis ersätts av savann. Vegetation typisk för halvtorra områden kommer att tendera att ersättas av vegetation som är mer typisk för torra områden.
Latinamerika	Det finns en risk för en signifikant förlust av biologisk mångfald genom artutrotning i många tropiska delar av Latinamerika.

Latinamerika	Produktiviteten för vissa viktiga grödor och boskapskötseln förväntas minska, med negativa konsekvenser för livsmedelstillgången. I tempererade zoner projiceras skördarna av sojabönor att öka. Sammantaget projiceras antalet människor inom riskzonen för svält att öka (TS; medelhög säkerhet).
	Förändrade nederbördsmönster och glaciärernas bortsmältning bedöms få signifikanta effekter för tillgången på vatten för mänskliga behov, jordbruk och energiproduktion.
Nordamerika	Uppvärmningen av de västra bergstrakterna beräknas medföra krympande snötäcken, fler vinteröversvämningar samt minskade sommarflöden och skärpt konkurrens om överutnyttjade vattenresurser.
	Under århundradets första decennier bedöms måttliga klimatförändringar öka de totala skördarna från jordbruk utan konstbevattning med mellan 5 och 20 procent, men med tydliga variationer mellan regionerna. Stora problem kan drabba grödor som odlas nära sin övre temperaturgräns eller som är beroende av hårt nyttjade vattenresurser.
	Städer som redan i dag är drabbade av värmeböljor förväntas under innevarande århundrade drabbas ytterligare av ett ökat antal värmeböljor med ökad intensitet och varaktighet med risk för negativa hälsoeffekter.
	Samhällen och biotoper vid kusterna kommer att utsättas för allt större påfrestningar som en följd av klimatförändringarnas effekter i interaktion med exploatering och förorening.
Polarregionerna	De främsta biofysiska effekterna som förväntas är minskad tjocklek och utbredning av glaciärer, istäcken och havsis, samt förändringar i naturliga ekosystem med skadliga följder för många organismer, inklusive flyttfåglar, däggdjur och rovdjur högre upp i näringskedjan.
	För samhällen i Arktis förväntas blandade effekter, framför allt till följd av förändrade snö- och isförhållanden.
	Negativa effekter inkluderar dem som är relaterade till infrastrukturen samt ursprungsbefolkningarnas traditionella livsstilar.
	I båda polarregionerna bedöms specifika ekosystem och biotoper bli sårbara i takt med att klimatbarriärerna för invaderande av andra arter sänks.

Mindre önationer	Höjningen av havsytans nivå förväntas förvärra översvämningar, stormfloder, erosion och andra risker för kusterna. Detta hotar viktig infrastruktur, bebyggelse och anläggningar som utgör grunden för ösambalenas försörjning.
	Försämrade kustförhållanden, bland annat genom erosion av stränder och korallblekning, förväntas påverka lokala resurser.
	Fram till mitten av seklet förväntas klimatförändringarna leda till minskade vattenresurser på många mindre öar, bland annat i Karibien och Stilla Havet, till en nivå där de inte räcker till för att möta efterfrågan under perioder med låg nederbörd.
	Med högre temperaturer förväntas ökad invandring av främmande arter, framför allt på öar på medelhöga och höga breddgrader.

Vissa system, sektorer och regioner kommer sannolikt att drabbas särskilt hårt av klimatförändringarna.³⁰

System och sektorer {3.3.4}

- Särskilda ekosystem:
 - På land: tundra, nordliga skogar och bergsregioner på grund av deras känslighet för uppvärmning, ekosystem av medelhavstyp samt tropiska regnskogar på grund av minskad nederbörd.
 - Vid kusterna: mangroveträsk och saltträsk, på grund av flera stressfaktorer.
 - I havet: korallrev på grund av flera stressfaktorer, havsisbiomer på grund av deras känslighet för uppvärmning.
- Vattenresurser i vissa torra regioner på medelhöga breddgrader³¹ och i torra tropiska regioner, på grund av förändrade regnmönster och avdunstning samt i områden som är beroende av snö- och issmältning.

³⁰ Identifierade på grundval av expertbedömningar av den analyserade litteraturen med beaktande av klimatförändringens omfattning, tidpunkt och förväntade takt, samt sårbarhet och anpassningskapacitet.

³¹ Inklusive torra och halvtorra regioner.

- Jordbruk på låga höjder på grund av minskad tillgång till vatten.
- Lågt liggande kustsystem, på grund av hotet om höjning av havsyttnivån och ökad risk för extrema väderhändelser.
- Människors hälsa i befolkningsgrupper med låg anpassningskapacitet.

Regioner: {3.3.4}

- Arktis, på grund av de effekter på naturliga system och mänskliga samhällen som den höga projicerade hastigheten av uppvärmning kan få.
- Afrika, på grund av låg anpassningskapacitet och klimatförändringens förväntade effekter.
- Mindre önationer, där befolkning och infrastruktur är mycket exponerade för klimatförändringens förväntade effekter.
- De stora deltaområdena i Asien och Afrika, på grund av den stora befolkningen och dess utsatthet för höjningar av havsyttnivån, stormar och flodöversvämningar.

Inom andra regioner, även de där inkomsterna är höga, kan vissa grupper (till exempel fattiga, små barn och äldre människor) löpa större risker, liksom också vissa områden och vissa verksamheter. {3.3.4}

Försurning av havet

Upptaget av antropogent kol sedan 1750 har gjort havet surare, med en genomsnittlig sänkning av pH-värdet med 0,1 enheter. Ökande koncentrationer av koldioxid i atmosfären medför ytterligare försurning. Projektioner som grundas på SRES-scenarier visar på en sänkning av havsytans globala genomsnittliga pH-värde med mellan 0,14 och 0,35 enheter under 2000-talet. Effekterna av den observerade försurningen på den marina biosfären är än så länge odokumenterade, men den fortsatta försurningen av havet förväntas få negativa

följder för marina skalbildande organismer (till exempel koraller) och arter som är beroende av dessa. {3.3.1}

Ändrade frekvenser och intensiteter för extrema väderhändelser förväntas, tillsammans med havsnivåhöjningar, få främst negativa effekter på naturliga och mänskliga system. {3.3.3}

I tabell SPM 3 ges exempel på utvalda extremer och sektorer. {Tabell 3.2}

Anmärkningar till tabell SPM 3:

- Se tabell 3.7 i WGI för definitioner.
- Varje års mest extrema dag- och nattetemperaturer blir högre.
- Extrema havsvattenstånd beror på den genomsnittliga havsyttnivån och regionala vädersystem. Fenomenet definieras här som de högsta percentilen³² (1%) av havsyttnivåns timvärden som observerats vid en mätstation under en given referensperiod.
- I alla scenarier ligger den förutsedda globala genomsnittliga havsyttnivån år 2100 högre än under referensperioden {WGI 10.6}. Ingen bedömning har gjorts av de effekter som förändringar i de regionala vädersystemen kan ha på extrema havsvattenstånd.

³² Översättarens anm: Percentil, ett värde som i en statistisk fördelning avgränsar en viss procentandel av sannolikheten eller observationerna. Källa: Nationalencyklopedin.

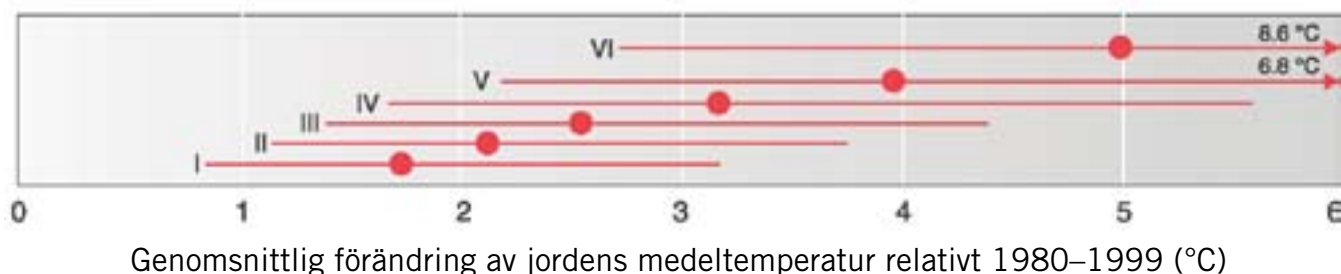
Tabell SPM 3. Exempel på möjliga effekter av klimatförändringar till följd av förändringar i extrema väder- och klimathändelser, baserade på prognoser fram till mitten och slutet av 2000-talet. Hänsyn har inte tagits till någon förändring eller utveckling av anpassningskapaciteten. Sannolikhetsuppskattningarna i kolumn 2 avser fenomenen som anges i kolumn 1 {WGII tabell SPM 1}.

Fenomena och trendens riktning	Sannolikhet för framtida trender på grundval av projektioner för 2000-talet med SRES-scenarier	Exempel på större förväntade effekter per sektor			
		Jordbruk, skogsbruk och ekosystem [WGII 4.4, 5.4]	Vattenresurser [WGII 3.4]	Människors hälsa [WGII 8.2, 8.4]	Industri, bebyggelse och samhälle [WGII 7.4]
Varmare och färre kalla dagar och nätter; varmare och fler heta dagar och nätter över de flesta landområden	Praktiskt taget säkert ^b	Ökade skördar i kallare områden; minskade skördar i varmare områden; ökade insektsangrepp	Effekter på vattenresurser som är beroende av snösmältning; effekter på vissa vattenresurser	Minskad mänsklig dödlighet till följd av minskad exponering för kyla	Minskad energibehov för uppvärmning; ökat behov av kylning; försämrad luftkvalitet i städer; minskade snö- och isrelaterade trafikstörningar; effekter på vinterturism
Värmeperioder/värmeböljor. Ökad förekomst över de flesta landområden	Mycket sannolikt	Minskade skördar i varmare regioner till följd av värmestress; ökad risk för skogsbränder	Ökat vattenbehov; problem med vattenkvaliteten, t.ex. algblooming	Ökad risk för värmerelaterad dödlighet, framför allt för äldre, kroniskt sjuka, mycket unga och socialt isolerade	Sänkt livskvalitet för människor i varma områden utan lämpliga bostäder; påverkar äldre, mycket unga och fattiga
Skyfall. ökad förekomst över de flesta områden	Mycket sannolikt	Skador på skördar; markerosion, oförmåga att odla mark till följd av vattensjuka marker	Negativa effekter för kvaliteten på yt- och grundvatten; förorenade vattenkällor; vattenbristen kan mildras	Ökad risk för dödsfall, skador, infektionssjukdomar, lungsjukdomar och hudsjukdomar	Störningar för bebyggelse, handel, transporter och samhällen till följd av översvämningar; tryck på infrastrukturen i städer och på landsbygden; förlust av egendom
Större områden påverkas av torka	Sannolikt	Markförsämring, sämre skördar/spannmålsskador och missväxt; mer boskapsdöd; ökad risk för skogsbränder	Mer utbredd vattenstress	Ökad risk för livsmedels- och vattenbrist; ökad risk för undernäring; ökad risk för vatten- och livsmedelsburna sjukdomar	Vattenbrist i bebyggda områden, industri och samhällen; minskad vattenkraftspotential; risk för befolkningsflyttningar
Intensiv tropisk cyklonaktivitet ökar	Sannolikt	Skördeskador; stormfällida träd (rotvältor); skador på korallrev	Strömbrott orsakar störningar i den allmänna vattenförsörjningen	Ökad risk för dödsfall, skador, vatten- och livsmedelsburna sjukdomar; posttraumatisk stress	Störningar pga. översvämningar och kraftiga vindar; upphävt försäkringsskydd i utsatta områden från privata försäkringsbolag, risk för folkförflyttningar; förlust av egendom
Ökad förekomst av extremt höga havsvattenstånd (exklusive tsunamifenomen) ^c	Sannolikt ^d	Saltvatten tränger in i bevattningsvatten, flodmynningar och sötvattensystem	Minskad sötvattentillgång till följd av inträngande saltvatten	Ökad risk för dödsfall och skador till följd av drunkning vid översvämningar; hälsoeffekter i samband med folkförflyttningar	Kostnader för skydd av kuster jämfört med kostnader för ändrad markanvändning; möjligt med flyttning av befolkning och infrastruktur; se även tropiska cykloner ovan

På grund av klimatprocessernas långa tidsskalor och återkopplingsmekanismer kommer den antropogena uppvärmningen och höjningen av havsytanivån att fortsätta i århundraden, även om koncentrationen av växthusgaser skulle stabiliseras. {3.2.3}

I figur SPM 8 visas den beräknade uppvärmningen på lång sikt (flera århundraden) motsvarande de sex stabiliseringskategorierna i AR4 WG III.

Beräknad uppvärmning över flera århundraden relativt perioden 1980–1999 för stabiliseringskategorierna i AR4.



Figur SPM 8. Beräknad uppvärmning på lång sikt (flera århundraden) motsvarande de sex stabiliseringskategorierna i AR4 WG III (tabell SPM 3). Temperaturskalan har förskjutits med $-0,5^{\circ}\text{C}$ jämfört med tabell SPM 6 för att på ett ungefär ta hänsyn till uppvärmningen mellan förindustriell tid och perioden 1980–1999. För de flesta stabiliseringsnivåerna närmar sig den globalt genomsnittliga temperaturen en jämviktsnivå över några århundraden. För de scenarier för växthusgasutläpp som leder till stabilisering kring 2100 vid nivåer som är jämförbara med SRES B1 och A1B (600 och 850 CO_2 -ekvivalenter, ppm; kategori IV och V) förutses i de analyserade modellerna att omkring 65–70 procent av den beräknade globala jämviktstemperaturökningen kommer att ha uppnåtts vid tidpunkten för stabilisering under ett antagande om en klimatkänslighet på 3°C (WGI 10.7.2). I scenarier med mycket lägre stabiliseringsnivå (kategori I och II) kan jämviktstemperaturen nås tidigare (figur SPM 11).

Minskningen av landisen på Grönland kommer enligt projektionerna att fortsätta bidra till en höjning av havsyttnivån efter år 2100. Dagens modeller visar att om en globalt genomsnittlig uppvärmning på över 1,9–4,6°C relativt förindustriella värden håller i sig under tusentals år kan praktiskt taget hela Grönlands istäcke försvinna. Detta skulle leda till en höjning av havsyttnivån med omkring 7 meter. De framtida temperaturer detta motsvarar på Grönland är jämförbara med dem som man bedömer var rådande under den senaste interglaciala perioden för 125 000 år sedan, då inlandsisarna vid polerna enligt paleoklimatiska³³ forskningsrön minskade och havsyttnivån steg med 4–6 meter. {3.2.3 }

Aktuella globala modellstudier visar att istäcket på Antarktis kommer att fortsätta vara för kallt för någon omfattande ytavsmältning och i stället öka i massa på grund av ökat snöfall. Det skulle dock kunna uppstå en nettoförlust av ismassa om dynamiska islossningsprocesser skulle komma att dominera isens massbalans. {3.2.3 }

Antropogen uppvärmning kan leda till plötsliga eller irreversibla effekter, beroende på klimatförändringens takt och omfattning. {3.4}

Partiell avsmältning av polernas inlandsisar kan innebära flera meters höjning av havsyttnivån, betydande förändringar av kustlinjerna och översvämning av lågt liggande områden, med störst effekt på floddeltan och lågt liggande öar. Sådana förändringar sker enligt projektionerna på en 1000-årig tidsskala, men man kan inte utesluta en snabbare höjning av havsyttnivån på en hundra-årig tidsskala. {3.4}

Klimatförändringen kommer *sannolikt* att få en del irreversibla effekter. Det är *troligt* att omkring 20–30 procent av de hittills utvärderade växt- och djurarterna *sannolikt* kommer att löpa ökad risk för utrotning om ökningen av jordens medeltemperatur överstiger 1,5–2,5°C (relativt perioden

1980–1999). Om den globalt genomsnittliga temperaturökningen överstiger cirka 3,5°C förutspår modellprojektionerna en omfattande utrotning (40–70 procent av de analyserade arterna) i hela världen. {3.4}

På grundval av aktuella modellsimuleringar är det *mycket sannolikt* att den storskaliga meridionala medelcirkulationen (MOC)³⁴ i Atlanten kommer att sakta ner under 2000-talet, men temperaturerna över Atlanten och Europa förväntas ändå stiga. Det är *mycket osannolikt* att den storskaliga meridionala medelcirkulationen kommer att förändras plötsligt under 2000-talet. Förändringar av MOC på längre sikt kan inte bedömas med säkerhet. Effekterna av storskaliga och bestående förändringar av MOC kommer sannolikt att inkludera förändringar av de marina ekosystemens produktivitet, fisket, havets upptag av koldioxid, havets syrehalt och den landbase-erade vegetationen. Förändringar av koldioxidupptaget på land och i havet kan ge återkopplingar på klimatsystemet. {3.4}

33 Översättarens anm: Paleoklimatologi är läran om forna tiders klimat.

34 Översättarens anm: Den storskaliga meridionala medelcirkulationen, ofta kallad den termohalina cirkulationen, är den globala densitetsdrivna cirkulationen i världshaven. Golfströmmen är en del av denna cirkulation.

4. Alternativ för anpassning till och begränsning av klimatförändringarna³⁵

Det står en lång rad anpassningsalternativ till buds, men det krävs en mer omfattande anpassning än vad som görs i dag för att minska sårbarheten för klimatförändringar. Det finns hinder, begränsningar och kostnader som ännu inte förstås till fullo. {4.2}

Samhället har en lång erfarenhet av att hantera effekterna av väder- och klimatrelaterade händelser. Det kommer dock att krävas ytterligare anpassningsåtgärder för att minska de negativa effekterna av den klimatförändring och den klimatvariabilitet som projektionerna förutser, oavsett hur omfattande åtgärder för att begränsa klimatförändringarna som vidtas under de kommande 20–30 åren. Sårbarheten för klimatförändringar kan dessutom förvärras av andra stressfaktorer. Dessa uppkommer till exempel till följd av befintliga klimatrisker, fattigdom och ojämlik resurstillgång, osäker livsmedelstillgång, trender inom den ekonomiska globaliseringen, konflikter och förekomsten av sjukdomar som hiv/aids. {4.2}

Viss planerad anpassning till klimatförändringen sker redan i begränsad omfattning. Anpassning kan minska sårbarheten, särskilt om den införlivas med bredare sektoriella initiativ (tabell SPM 4). Det är mycket troligt att det finns det bärkraftiga anpassningsalternativ som kan genomföras i vissa sektorer till låga kostnader och/eller med stor lönsamhet. Tillgången på mer omfattande uppskattningar av globala kostnader och vinster för anpassningsåtgärder är dock begränsad. {4.2, tabell 4.1}

Anpassningskapaciteten är nära förknippad med den sociala och ekonomiska utvecklingen, men är ojämnt fördelad mellan och inom olika samhällen. {4.2}

Det finns en rad hinder för anpassningsåtgärdernas genomförande och effektivitet. Anpassningskapaciteten är dynamisk och påverkas av samhällets produktiva bas, bland annat naturliga och antropogena kapitaltillgångar, sociala nätverk och

rättigheter, mänskligt kapital och institutioner, styrelseformer, nationell inkomst, hälsa och teknisk utveckling. Även samhällen med hög anpassningskapacitet förblir sårbara för klimatförändringar, klimatvariabilitet och väderextremer. {4.2}

Både bottom-up- och top-down-studier visar att det råder stor samstämmighet om och finns ett stort underlag för att det finns en stor ekonomisk potential för att minska de globala utsläppen av växthusgaser under de närmaste årtiondena, som skulle kunna bromsa den projicerade ökningen av globala utsläpp eller minska utsläppen till under dagens nivå (figur SPM 9, SPM 10)³⁶. Medan top-down- och bottom-up-studierna överensstämmer på global nivå (figur SPM 9) finns det avsevärda skillnader på sektoriell nivå. {4.3}

Det finns inte någon teknik som ensam kan svara

³⁶ Begreppet "reduktionspotential" har utvecklats för att göra det möjligt att bedöma i vilken omfattning det skulle gå att minska utsläppen av växthusgaser i förhållande till referensbarnorna, vid ett givet koldioxidpris (uttryckt i kostnad per enhet koldioxidekvivalent för utsläpp som undviks eller reduceras). Reduktionspotentialen delas upp ytterligare i begreppen "marknadspotential" och "ekonomisk potential".

Marknadspotentialen är den reduktionspotential som grundas på privata kostnader och privata diskonteringsräntor (som återspeglar de privata konsumenternas och företagens perspektiv), vilken kan förväntas uppstå under de förutspådda marknadsförhållandena, med hänsyn till de styrmedel och åtgärder som finns för närvarande, och med beaktande av att det finns hinder som begränsar det faktiska genomförandet.

Den ekonomiska potentialen är den reduktionspotential som speglar samhällsekonomisk lönsamhet och diskonteringsränta (som återspeglar samhällsperspektivet, samhällsekonomiska diskonteringsräntor är lägre än de privata investerarnas), med antagandet att marknadseffektiviteten förbättras genom åtgärder och styrmedel och att genomförandehinder undanröjs.

Reduktionspotentialen beräknas med hjälp av olika metoder. *Bottom-up-studier* grundas på en analys av olika reduktionsalternativ, med tonvikt på särskilda tekniker och regleringar. De är vanligtvis sektoriella studier som utgår från en oförändrad makroekonomi. I *top-down-studier* bedöms de olika reduktionssalternativens potential i hela samhällsekonomin. Här används sammanhängande analysramar och aggregerad information om olika reduktionsalternativ som fångar makroekonomiska och marknadsmässiga återkopplingar.

Översättarens anm: Diskonteringsränta är den ränta som används för att räkna ned värdet av framtida penningflöden till dagsvärden.

³⁵ I avsnittet behandlas anpassning till och begränsning av klimatförändringarna var för sig, men de kan också komplettera varandra. Detta tema diskuteras i avsnitt 5.

för hela den potentiella utsläpps begränsningen i någon sektor. Den ekonomiska potentialen för minskningar, som generellt sett är större än marknadspotentialen för minskningar, kan bara uppnås om lämpliga politiska åtgärder genomförs och hinder undanröjs (tabell SPM 5).

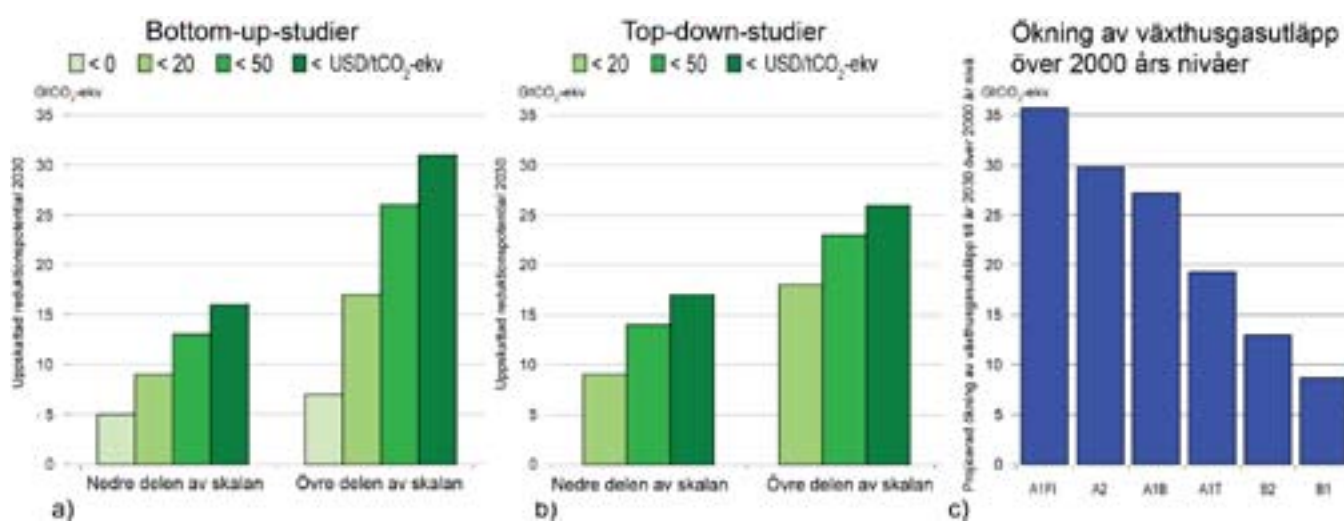
Bottom-up-studier tyder på att reduktionsmöjligheterna med negativa nettokostnader har potential att minska utsläppen med omkring 6 GtCO₂-ekvivalenter/år 2030. För att åstadkomma detta krävs dock att man tar itu med de hinder som finns för genomförandet. {4.3}

Tabell SPM 4. Utvalda exempel på planerad anpassning per sektor.

Sektor	Anpassningsalternativ/ strategi	Underliggande politiskt ramverk	Huvudbegränsningar och möjligheter (Normal stil = begränsningar; <i>kursiv stil = möjligheter</i>)
Vatten	Bättre omhändertagande av regnvatten, teknik för vattenlagring och bevarande; återanvändning av vatten; avsaltning; effektivare vattenanvändning och bevattning	Nationell vattenpolitik och integrerad hantering av vattenresurser; hantering av vattenrelaterade risker	Finansiella, mänskliga resurser och fysiska hinder; <i>integrerad hantering av vattenresurser, synergieffekter med andra sektorer</i>
Jordbruk	Anpassning av tidpunkt för sådd och plantering, variation av grödor, val av grödor som passar i ett nytt klimat, bättre markanvändning, t.ex. erosionskontroll och jordskydd genom trädplantering	FoU policy, institutionella reformer; besittningsrätt till mark och jordreformer; utbildning; kapacitetsuppbyggnad; försäkring av grödor; ekonomiska incitament, t.ex. subventioner och skattenedsättningar	Tekniska och ekonomiska hinder; tillgång till nya sorter; marknader; <i>längre växtsäsong på högre breddgrader; inkomster från "nya" produkter</i>
Infrastruktur/bebyggelse (inklusive kustområden)	Omlokalisering; vallar och stormflodsskydd; förstärkning av sanddyner; markförvärv och skapande av våtmarker som buffert mot höjd havsytenivå och översvämningar; skydd för befintliga naturliga barriärer	Normer och reglering som integrerar hänsyn till klimatförändringar i utformningen; politiska riktlinjer för markanvändning; byggregler; försäkring	Ekonomiska och tekniska hinder; tillgång till utrymme för omlokalisering; <i>integrerad politik och förvaltning; synergieffekter med mål för hållbar utveckling</i>
Människors hälsa	Handlingsplaner för värmereleaterade hälsorisker; akutsjukvård; bättre övervakning och kontroll av klimatkänsliga sjukdomar; säker vattenförsörjning och bättre hygien	Offentlig hälsovårdspolitik som beaktar klimatrisker; förstärkning av hälso- och sjukvård; regionalt och internationellt samarbete	Begränsad tolerans (sårbara grupper); begränsad kunskap; finansiell kapacitet; <i>uppgrederad hälso- och sjukvård; bättre livskvalitet</i>
Turism	Diversifiering av turistattraktioner och inkomster; skidbackar flyttas till högre höjder och glaciärer; konstsno	Integrerad planering (t.ex. bärkraft, sammankoppling med andra sektorer); ekonomiska incitament, t.ex. subventioner och skattenedsättningar	Nya attraktioners dragningskraft/marknadsföring; finansiella och logistiska utmaningar; potentiellt negativa effekter på andra sektorer (t.ex. kan konstsno öka energianvändningen); <i>inkomster från "nya" attraktioner; större grupper av intressenter involveras</i>
Transport	Omorganisering/flyttning; utformning av normer och planering för vägar, järnvägar och annan infrastruktur för att kunna hantera uppvärmning och uttorkning	Integrering av hänsyn till klimatförändringar i nationell transportpolitik; FoU-investeringar för särskilda situationer, t.ex. områden med permafrost	Finansiella och tekniska hinder; tillgång till mindre sårbara rutter; <i>bättre teknik och integrering med nyckelsektorer (t.ex. energi)</i>
Energi	Förstärkning av ledningsinfrastruktur för överföring och distribution; underjordiska elkablar energieffektivitet; användning av förnybara energikällor; minskat beroende av enskilda energikällor	Nationell energipolitik, reglering, skattemässiga och ekonomiska incitament för att uppmuntra utnyttjandet av alternativa energikällor; införlivande av klimatförändringsaspekter vid utformande av normer	Tillgång till bärkraftiga alternativ; ekonomiska och tekniska hinder; acceptans för ny teknik; <i>stimulering av ny teknikutveckling; utnyttjande av lokala resurser</i>

Anmärkning: Andra exempel från många sektorer skulle inbegripa system för tidig varning.

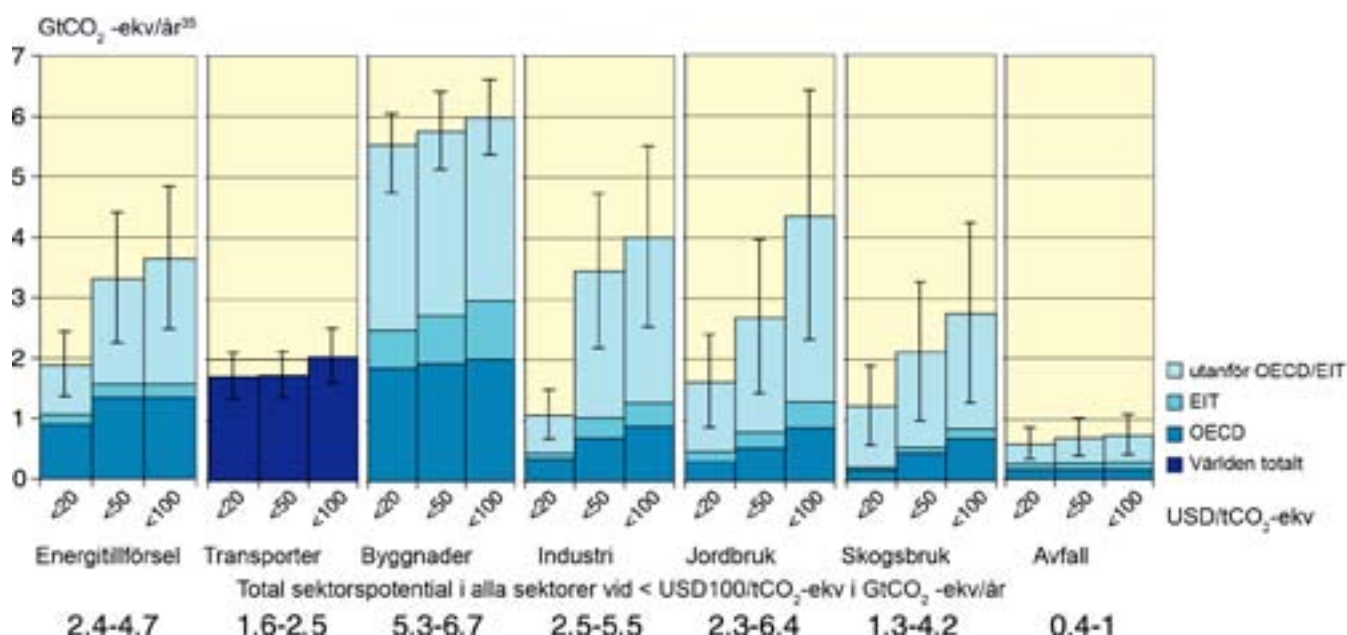
Jämförelse mellan global ekonomisk reduktionsspotential och utsläppsökning enligt projektionerna 2030³⁷



Figur SPM 9. Global ekonomisk reduktionsspotential 2030 uppskattad i bottom-up-studier (bild a) och top-down-studier (bild b), jämfört med utsläppsökningen relativt 2000 års utsläpp av växthusgaser på 40,8 GtCO₂-ekvivalenter enligt projektionerna i SRES-scenarierna (bild c). Anmärkning: För att skapa konsistens med utsläppsresultaten från SRES redovisas utsläppen av växthusgaser 2000 exklusive utsläppen från den förmultnande biomassa ovan jord som återstår efter avverkning och avskogning och emissioner från torvbränder och dränerade torvmossor.

³⁷ Översättarens anm: I rapporten relateras utsläppsminskningar till år 2000. Mellan 1990 och 2000 ökade de globala utsläppen med ungefär 13 % från 39,4 till 44,7 Gton CO₂-ekvivalent (AR 4, SYR, Topic 2).

Ekonomisk reduktionspotential per sektor 2030 beräknat med bottom-up-studier



Figur SPM 10. Uppskattad ekonomisk reduktionspotential per sektor 2030 beräknat med bottom-up-studier, i förhållande till de respektive referensbanor som antagits i sektorbedömningarna. Potentialerna inbegriper inte icke-tekniska alternativ som förändring av livsstilen.

{Figur 4.1}

Anmärkningar:

- De uppskattade intervallen för den globala ekonomiska potentialen inom varje sektor visas med vertikala streck. Intervallen grundas på fördelning av utsläpp till respektive slutanvändarsektor, vilket innebär att utsläpp från elanvändning räknas i slutanvändarsektorn och inte i energitillförsel.
- De uppskattade potentialerna har begränsats av den bristande tillgången på studier, särskilt för höga koldioxidpriser.
- Sektorerna har använt olika referensbanor. För industrisektorn användes referensbanan från SRES B2, för sektorerna energiförsörjning och transport användes referensbanan från WEO 2004, siffrorna för byggindustrin grundas på en referensbana mellan SRES B2 och A1B, för avfallsindustrin användes drivkrafterna i SRES A1B för att konstruera en avfallsspecifik referensbana och sektorerna jordbruk och skogsbruk använde referensbanor som till övervägande delen grundas på drivkrafterna i B2.
- För transportsektorn visas bara de globala siffrorna, eftersom den internationella flygtrafiken ingår.
- Följande kategorier ingår inte: utsläpp av andra gaser än koldioxid från byggsektorn och transportsektorn, vissa materialeffektivitetsalternativ, värmeproduktion och kraftvärmeproduktion inom energiförsörjningen, tunga fordon, sjöfart och kollektivtrafik, de flesta högkostnadsalternativen för byggnader, rening av avloppsvatten, utsläppsminskning från kolgruvor och gasledning, fluorerade gaser från sektorerna energiförsörjning och transport. Underskattningen av den totala ekonomiska potentialen som beror på dessa utsläpp är omkring 10–15 procent.

38 Gt = Gigaton.

Tabell SPM 5. Utvalda exempel på viktiga tekniker och metoder för utsläppsminskning per sektor; styrmedel och åtgärder, begränsning och möjligheter. {WGIII, tabellerna SPM 3, SPM 7}

Sektor	Nyckeltekniker och metoder som redan finns på marknaden <i>Nyckeltekniker och metoder som beräknas finnas på marknaden före 2030 står i kursiv stil.</i>	Strategier, styrmedel och åtgärder som har visat sig vara miljömässigt effektiva	Huvudbegränsning eller möjligheter (Normal stil = problem; kursiv stil = möjligheter)
Energiförsörjning	Effektivare tillförsel och distribution; byte från kol till gas; kärnkraft; förnybara värme- och kraftkällor (vattenkraft, sol, vind, geotermisk energi och bioenergi); kraftvärme; tidiga tillämpningar av koldioxidavskiljning och lagring (CCS) (t.ex. lagring av koldioxid från naturgas); <i>CCS för anläggningar som producerar el med gas, biomassa och kol; avancerad kärnkraft; avancerad förnybar energi, bl.a. från tidvatten och vågor, termiska koncentrerade solkraftverk och solcellsteknik</i>	Minskade subventioner till fossila bränslen; Skatter eller koldioxidavgifter på fossila bränslen	Motståndet från olika särintressen kan göra det svårt att genomföra
		Feed-in tariffer för förnybar energiteknik; Krav på förnybar energi; Produktionsstöd	<i>Kan vara lämpligt för att skapa marknader för koldioxidsnål teknik</i>
Transport	Mer bränslesnåla fordon; hybridfordon; renare dieselfordon; biodrivmedel; byte av färd sätt från vägtransporter till järnväg och kollektivtrafik; icke-motoriserade transporter (cykel- och gångtrafik); fysisk planering och trafikplanering*; <i>Andra generationens biodrivmedel; effektivare flygplan; avancerade el- och hybridfordon med kraftfullare och mer tillförlitliga batterier</i>	Obligatoriska krav på låg bränsleförbrukning, inblandning av biodrivmedel och koldioxidkrav för vägtransporter	Effektiviteten kan begränsas om fordonsflottan bara täcks delvis
		Skatter på inköp, registrering och användning av fordon och på motorbränsle; väg- och parkeringsavgifter	Effektiviteten kan avta med högre inkomster
		Påverka transportbehov genom reglering av markanvändning och genom infrastrukturplanering; Investeringar i attraktiva allmänna transportmedel och icke-motoriserade transportformer	<i>Särskilt lämpligt för länder som håller på att bygga upp sitt transportsystem</i>
Byggnader	Effektiv belysning och dagsljusinsläpp; effektivare hushållsapparater och värme- och kylanläggningar; förbättrade spisar, förbättrad isolering; passiv och aktiv solenergianvändning för uppvärmning och kylning; alternativa köldmedier, insamling och återvinning av fluorerade gaser; <i>Integrerad utformning av kommersiella byggnader med teknik såsom intelligenta mätare som medger återkoppling och kontroll; solcellsteknik integrerad i byggnader</i>	Standarder och märkning av hushållsapparater	Regelbunden översyn av standarder krävs
		Byggregler och certifieringar	<i>Attraktivt för nya byggnader. Efterlevnadskontrollen kan vara svår att genomföra</i>
		Program för effektivare energianvändning	Kräver reglering så att kraftbolag kan tjäna på det
		Program för ledarskap inom den offentliga sektorn, inklusive upphandling	<i>Statliga upphandlingar kan öka efterfrågan på energieffektiva produkter</i>
		Incitament för energitjänsteföretag (ESCO)	<i>Framgångsfaktor: Tillgång till finansiering från tredje part</i>

Industri	Effektivare elutrustning för slutanvändare; återvinning av värme och kraft; återanvändning och substitution av material; kontroll av utsläpp av andra gaser än CO ₂ ; samt en rad processspecifika tekniker; Vidareutvecklad energieffektivitet; CCS-teknik för cement-, ammoniak- och stålproduktion; inerta elektroder för aluminiumbearbetning	Tillhandahållande av information för jämförelse av prestanda; Minimikrav på energieffektivitet; Subventioner, skattereduktioner	<i>Kan vara lämpligt för att stimulera användning av ny teknik.</i> Viktigt med en stabil nationell politik med tanke på den internationella konkurrenskraften
		Handel med utsläppsrätter	Förutsägbara tilldelningsmekanismer och stabila prissignaler är viktiga, för investeringarna
		Frivilliga avtal	Framgångsfaktorer inkluderar.: tydliga mål, ett referensbanescenario, tredje parts involvering i utformning och översyn och formella bestämmelser om övervakning, nära samarbete mellan regering och industri
Jordbruk	Bättre förvaltning av odlings- och betesmark för att öka kolinbindningen i marken; återställning av brukad torvmark och skadade och utarmade marker; bättre tekniker för risodling, boskapsuppfödning och gödselhantering för att minska utsläppen av CH ₄ ; bättre tekniker för användning av kvävehaltiga gödningsämnen för att minska utsläppen av N ₂ O; energigrödor för att ersätta fossila bränslen; förbättrad energieffektivitet; Förbättrad avkastning på grödor	Ekonomiska incitament och reglering för bättre markanvändning, bevarande av kol i marken, effektiv användning av gödningsmedel och bevattning	<i>Kan uppmuntra synergieffekter med hållbar utveckling och med minskad sårbarhet för klimatförändringar, och därigenom undanröja hinder för genomförande</i>
Skogsbruk/skogar	Skogsplantering; återbeskogning; skogsförvaltning; minskad avskogning; bättre utnyttjande av skördade skogsprodukter; utnyttjande av skogsprodukter till bioenergi för att ersätta fossila bränslen; Förädlade trädsorter som kan öka biomassans produktivitet och bindningen av koldioxid. Bättre tekniker för fjärranalys av potentialen för koldioxidbindning i växtlighet och mark, samt kartläggning av förändringar av markanvändningen	Ekonomiska incitament (nationella och internationella) för att öka skogsarealen, minska avskogningen och bevara och förvalta skogarna Reglering av markanvändningen och efterlevnadskontroll	Hinder för detta är bland annat brist på investeringskapital och frågor om besittningsrätt till mark. <i>Kan bidra till att minska fattigdomen.</i>
Avfall	Utvinning av deponigas; avfallsförbränning med utnyttjande av energin; kompostering av organiskt avfall; kontrollerad behandling av avloppsvatten; återvinning och minimering av avfall; biotäckning och biofilter för att optimera oxideringen av metan	Ekonomiska incitament för bättre hantering av avfall och avloppsvatten	<i>Kan stimulera teknikspridning</i>
		Incitament till eller krav på förnybar energi	Lokal tillgång till billigt bränsle
		Reglering av avfallshanteringen	Tillämpas mest effektivt på nationell nivå med strategier för efterlevnad

Framtida beslut om investeringar i infrastruktur, som förväntas uppgå till över 20 000 miljarder USD mellan 2005 och 2030, kommer att få långsiktiga effekter på utsläppen av växthusgaser, på grund av den långa livslängden på energianläggningar och annan infrastrukturell kapitalstock. En vidare spridning av koldioxidsnål teknik kan ta många årtionden, även om tidiga investeringar i sådan teknik görs attraktiva. Initiala beräkningar visar att det skulle krävas en omfattande ändring av investeringsmönster för att få tillbaka de globala energirelaterade CO₂-utsläppen till 2005 års nivåer år 2030, även om de extrainvesteringar som krävs ligger i ett intervall mellan försumbara belopp och 5–10 procent. {4.3}

Statsmakterna har tillgång till en bred uppsättning strategier och styrmedel för att skapa incitament för åtgärder som begränsar utsläppen. Deras tillämplighet beror på nationella omständigheter och sektoriella betingelser (tabell SPM 5). {4.3}

Det rör sig bland annat om integrering av klimatpolitiken i den bredare utvecklingspolitiken, reglering och standarder, skatter och avgifter, handelsbara utsläppsrätter, ekonomiska incitament, frivilliga avtal, information, samt forskning, utveckling och demonstration (FUD). {4.3}

Effektiva signaler om koldioxidpriser skulle kunna leda till att en avsevärd reduktionspotential realiserar inom alla sektorer. Modellstudier visar att globala koldioxidpriser som stiger till mellan 20–80 USD/tCO₂-ekvivalenter fram till 2030 är förenliga med med en stabilisering vid omkring 550 ppm CO₂-ekvivalenter 2100. För samma stabiliseringsnivå kan framkallad teknikutveckling sänka dessa prisintervall till mellan 5–65 USD/CO₂-

ekvivalenter 2030.³⁹ {4.3}

Det råder *stor samstämmighet om* och finns ett *stort underlag för* att reduktionsåtgärder redan på kort sikt kan leda till synergivinster (till exempel bättre hälsa till följd av minskade luftföroreningar) som kan motverka en betydande del av kostnaderna för utsläppsreduktion. {4.3}

Det råder *stor samstämmighet om* och finns ett *måttligt underlag för* att Annex I-ländernas åtgärder kan få effekter på världsekonomin och de globala utsläppen, även om det fortfarande råder osäkerhet om storleken av koldioxidläckaget (carbon leakage).⁴⁰ {4.3}

Länder som exporterar fossila bränslen (både Annex I-länder och Icke-Annex I-länder) kan, som angavs redan i TAR, förvänta sig en minskad efterfrågan och lägre priser och därmed en lägre BNP-tillväxt till följd av åtgärder för minskade utsläpp. Omfattningen av denna spill-over-effekt beror mycket på antaganden som rör politiska beslut om strategier och förhållanden på oljemarknaden.

Det råder också *stor samstämmighet om* och det finns ett *måttligt underlag för* att förändringar

39 Studierna av portföljer med reduktionsåtgärder och makroekonomiska kostnader som analyseras i denna rapport grundas på top-down-modeller. I de flesta modellerna utgår man från en angreppssätt som syftar till lägsta globalakostnader för portföljerna med reduktionsåtgärder och förutsätter en världsomfattande utsläppshandel på marknader med full transparens och utan transaktionskostnader, och därmed en perfekt implementering av minskningsåtgärderna under hela 2000-talet. Kostnaderna anges för en specifik tidpunkt. De modellerade globala kostnaderna kommer att öka om vissa regioner, sektorer (t.ex. markanvändning) alternativt eller gaser undantas. De modellerade globala kostnaderna kommer att minska med lägre referensbanor, utnyttjande av inkomster från koldioxidskatter och auktionerade utsläppsrätter, samt om man räknar med en framkallad teknikutveckling. Modellerna tar inte hänsyn till klimatvinster och oftast inte heller till gynnsamma sideoffekter av reduktionssåtgärder eller till rättvisefrågor. Märkbara framsteg har gjorts i fråga om att tillämpa metoder som grundas på framkallad teknikutveckling i stabiliseringsstudier, men det återstår en del begreppsrelaterade frågor. I modeller som använder dessa metoder minskas de uppskattade kostnaderna för en given stabiliseringsnivå och minskningarna är större för lägre stabiliseringsnivåer.

40 Närmare detaljer om detta återfinns i syntesrapportens avsnitt 4.

av livsstil, beteendemönster och ledningssystem kan bidra till minskade utsläpp inom alla sektorer. {4.3}

Det finns många alternativ för att åstadkomma minskningar av de globala utsläppen av växthusgaser genom internationellt samarbete. Det råder stor samstämmighet om och det finns ett stort underlag för att märkbara resultat av FN:s klimatkonvention och dess Kyotoprotokoll är: att världen nu har reagerat på klimatförändringsproblemet, att en rad nationella strategier har tagits fram, att det har skapats en internationell marknad för koldioxid och inrättats nya institutionella mekanismer som kan bilda grunden för framtida ansträngningar för att begränsa klimatförändringarna. Framsteg har också gjorts när det gäller att ta itu med anpassning inom klimatkonventionen och ytterligare internationella initiativ har föreslagits. {4.5}

Kraftfullare gemensamma ansträngningar och en utvidgning av marknadsmekanismerna kommer att bidra till att minska de globala kostnaderna för att uppnå en viss reduktionsnivå, eller förbättra den miljömässiga effektiviteten. Ansträngningarna kan inkludera olika element som utsläppsmål, sektoriella, lokala, subnationella och regionala åtgärder, FUD-program, antagandet av gemensamma strategier, genomförande av utvecklingsorienterade åtgärder eller utvidgning av finansieringsverktyg. {4.5}

Inom många sektorer kan klimatåtgärderna genomföras så att man åstadkommer synergieffekter och undviker konflikter med andra dimensioner av hållbar utveckling. Beslut om makroekonomisk politik och annan icke klimatrelaterad politik kan ha en betydande effekt på utsläpp, anpassningsförmåga och sårbarhet. {4.4, 5.8}

Att göra utvecklingen mer hållbar kan förbättra kapaciteten för att begränsa klimatförändringarna och för anpassning, kan minska utsläppen och reducera sårbarheten, men det kan finnas hinder för att genomföra detta. Å andra sidan är det *mycket sannolikt* att klimatförändringarna kan sänka takten mot en hållbar utveckling. Under de närmaste femtio åren kan klimatförändringarna

komma att hindra genomförandet av FN:s millenniemål för utveckling. {5.8}

5. Det långsiktiga perspektivet

Att bedöma vad som utgör "farlig mänsklig påverkan på klimatsystemet" enligt artikel 2 i FN:s klimatkonvention innebär att man måste göra värderingar. Vetenskapen kan ge stöd för informerade beslut i frågan, bland annat genom att tillhandahålla kriterier för bedömning av vilka sårbarheter som kan betraktas som "grundläggande". (Faktaruta "Grundläggande sårbarheter och klimatkonventionens artikel 2", avsnitt 5)

Grundläggande sårbarheter⁴¹ kan sammankopplas med många klimatkänsliga system, som livsmedelsförsörjning, infrastruktur, hälsa, vattentillgångar, kuster, ekosystem, globala biogeokemiska kretslopp, istäcken och cirkulationen i havet och i atmosfären. (Faktaruta "Grundläggande sårbarheter och klimatkonventionens artikel 2", avsnitt 5)

De fem "anledningar till oro" som identifieras i TAR förblir ett hållbart ramverk för bedömning av grundläggande sårbarheter. Dessa "anledningar" bedöms här som allvarligare än i TAR. Många risker har identifierats som mer sannolika än innan. Vissa risker är nu enligt projektionerna större eller uppträder vid mindre temperaturökning. Förståelsen för förhållandet mellan effekter (som ligger till grund för "anledningar till oro" i TAR) och sårbarhet (som inbegriper kapacitet att anpassa sig till effekterna) har blivit bättre. {5.2}

Detta beror på att man på ett mer exakt sätt kunnat kartlägga de betingelser som gör system, sektorer och regioner särskilt sårbara, och på att man fått mer underlag för att bedöma riskerna för mycket stora effekter på en tidsskala på flera århundraden. {5.2}

- **Risker för unika och hotade system.** Det finns nya och starkare belegg för observerade effekter av klimatförändring på unika och sårbara system (som samhällen och ekosystem i höga bergsregioner och polarområden), och nivåerna av skadliga effekter ökar med ytterligare

uppvärmning. En ökande risk för utrotning av arter och skador på korallrev förväntas med högre sannolikhet än i TAR efterhand som uppvärmningen fortsätter. Det är *troligt* att omkring 20–30 procent av de hittills utvärderade växt- och djurarterna *sannolikt* löper ökad risk för utrotning om ökningen av den globala medeltemperaturen med 1,5–2,5°C överstiger nivån 1980–1999. Säkerheten har ökat i fråga om antagandet att en ökning av den globalt genomsnittliga temperaturen med 1–2°C över 1990 års nivå (omkring 1,5–2,5°C över förindustriell nivå) innebär allvarliga risker för unika och hotade system, bland annat många system som är viktiga för den biologiska mångfalden. Koraller är sårbara för termisk stress och har låg anpassningskapacitet. En höjning av havsytans temperatur med omkring 1–3°C förväntas resultera i en mer frekvent korallblekning och utbredd dödlighet, om inte korallerna acklimatiserar sig. Projektionerna visar också en ökad sårbarhet för uppvärmning hos ursprungsbefolkningens samhällen i Arktis och hos samhällen på små öar.

- **Risk för extrema väderhändelser.** Effekten av vissa extrema händelser på senare tid visar att sårbarhetsnivån är högre än vad som angavs i TAR. Projektionerna om ökad förekomst av torka, värmeböljor och översvämningar, liksom de negativa effekterna av dessa, betraktas nu som säkrare.
- **Fördelning av effekter och sårbarhet.** Det råder stora skillnader mellan olika regioner och de som har den svagaste ekonomiska ställningen är ofta de som är mest sårbara för klimatförändringar. Det finns alltmer belegg för en ökad sårbarhet bland specifika grupper som fattiga och äldre inte bara i utvecklingsländer, utan också i industriländerna. Dessutom finns det mer underlag för att regioner vid låga breddgrader och mindre utvecklade regioner rent allmänt står inför större risker, exempelvis i torra områden och stora delaregioner.

⁴¹ Grundläggande sårbarheter kan identifieras på grundval av en rad kriterier i litteraturen, bl.a. omfattning, tidpunkt, långvarighet/reversibilitet, möjlighet till anpassning, fördelning över jorden, sannolikhet och konsekvensernas "tyngd".

- **Samlade effekter.** Jämfört med TAR kommer de, enligt projektionerna, inledningsvis positiva marknadsbaserade nettoeffekterna av klimatförändringen nå sin topp vid en lägre nivå av uppvärmning, medan skadorna skulle bli större vid en högre nivå av uppvärmning. Nettokostnaderna för effekterna av ökad uppvärmning kommer enligt projektionerna att öka med tiden.
- **Risk för enskilda större händelser.** Det är *mycket troligt* att en global uppvärmning under flera århundraden skulle leda till en höjning av havsyttnivån enbart genom den termiska expansionen, som enligt projektionerna blir mycket större än vad som kunnat observeras under 1900-talet. Detta leder till förlust av kustområden och därmed sammanhängande effekter. Jämfört med TAR finns nu en bättre förståelse för risken för att de ytterligare bidragen till höjningen av havsyttnivån från landisarna på Grönland och eventuellt Antarktis kan bli större än vad man kunnat projicera med hjälp av istäckemodeller, och att detta kan inträffa på en 100-årig tidsskala. Detta beror på att isdynamiska processer som kunnat ses vid senare observationer, men som inte till fullo inkluderats i de istäckemodelleringar som bedömts i AR4, skulle kunna öka förlusten av ismassa.

Det är *mycket troligt* att man varken med enbart anpassningsåtgärder eller med enbart reduktionsåtgärder kommer att kunna undvika alla effekter av klimatförändringarna. Däremot kan anpassnings- och reduktionsåtgärder komplettera varandra och tillsammans märkbart minska riskerna som beror av klimatförändringar. {5.3}

Anpassning krävs på kort och lång sikt för att hantera effekterna av den uppvärmning som uppstår även i de analyserade scenarierna med lägst stabiliseringsnivå. Det finns hinder, begränsningar och kostnader, men dessa förstås ännu inte till fullo. På längre sikt skulle okontrollerade klimatförändringar *sannolikt* överträffa de natur-

liga, reglerade och mänskliga systemens anpassningskapacitet. Tidpunkten för när denna gräns kan vara nådd varierar mellan olika sektorer och regioner. Tidiga utsläppsminskningar skulle bidra till att man undviker att ytterligare låsa sig vid koldioxidintensiva infrastrukturer och till att minska klimatförändringen och de därmed sammanhängande behoven av anpassning. {5.2, 5.3}

Många effekter kan, minskas, fördröjas eller undvikas genom utsläppsminskande åtgärder. De ansträngningar och investeringar som görs för att minska utsläppen under de närmaste 20–30 åren kommer att i stor utsträckning påverka möjligheterna att nå lägre stabiliseringsnivåer. En fördröjning av utsläppsminskningen begränsar märkbart möjligheterna att nå lägre stabiliseringsnivåer och ökar risken för allvarligare effekter av klimatförändringar. {5.3, 5.4, 5.7}

För att koncentrationen av växthusgaser i atmosfären ska kunna stabiliseras måste utsläppen nå en topp och därefter börja minska. Ju lägre stabiliseringsnivån ska vara, ju snarare måste denna topp och efterföljande minskning inträffa.⁴² {5.4}

I tabell SPM 6 och figur SPM 11 sammanfattas vilka utsläppsnivåer som krävs för olika grupper av stabiliseringsnivåer och därav resulterande jämviktsnivåer för global uppvärmning och höjning av havsyttnivån på lång sikt enbart på grund av termisk expansion.⁴³ Ju högre klimatkänslighet, desto tidigare måste utsläppsreduktionen ske och desto större måste den vara för att en viss temperaturstabiliseringsnivå ska kunna nås. {5.4, 5.7}

42 I det reduktionsscenario som har den lägsta stabiliseringsnivån behöver utsläppstoppen nås 2015 och i scenariet med högst stabiliseringsnivå nås toppen 2090 (se tabell SPM 3). Scenarier med olika utvecklingsvägar i fråga om utsläpp uppvisar betydande skillnader i fråga om den globala klimatförändringens takt.

43 I AR4 finns inga tillgängliga uppskattningar av temperaturutvecklingen under detta århundrade för stabiliserings-scenarierna. För de flesta stabiliseringsnivåerna närmar sig den globala genomsnittstemperaturen jämviktsnivån på några århundraden. För scenarierna med mycket lägre stabiliseringsnivå (kategori I och II, figur SPM 11) kan jämviktstemperaturen nås tidigare.

Anmärknings till tabell SPM 6:

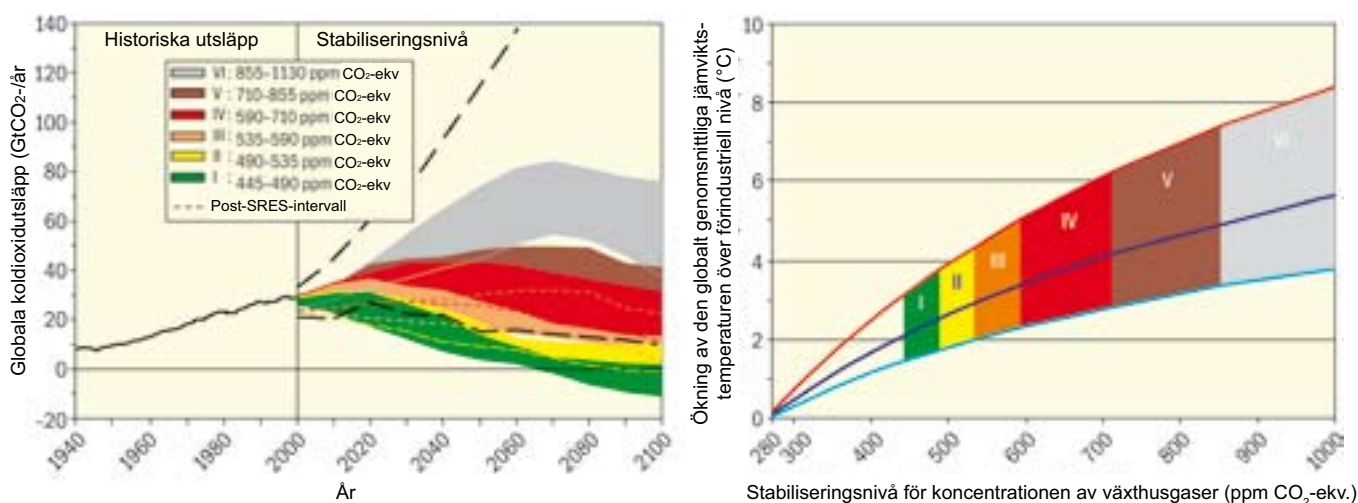
- De utsläppsminskningar som krävs för en viss stabiliseringsnivå, enligt de reduktionsstudier som har bedömts, kan vara underskattade på grund av att hänsyn inte tagits till återkopplingar i kolcykeln (se också avsnitt 2).
- De atmosfäriska koncentrationen av koldioxid var 379 ppm år 2005. Troligaste värde för den totala koncentrationen i CO₂-ekvivalenter 2005 för alla långlivade växthusgaser är omkring 455 ppm, medan motsvarande värde inklusive nettoeffekten av alla antropogena strålningsdrivande faktorer är 375 ppm CO₂-ekvivalenter.
- Intervallen motsvarar 15:e till 85:e percentilen i fördelningen i scenarierna efter TAR. Koldioxidutsläppen visas så att scenarier med utsläpp av flera gaser kan jämföras med scenarier med enbart koldioxidutsläpp (se figur SPM 3).
- Troligaste värdet på klimatkänslighet är 3°C.
- Observera att den globalt genomsnittliga temperaturen vid jämvikt inte är densamma som den förväntade globalt genomsnittliga temperaturen vid tidpunkten för stabilisering av koncentrationen av växthusgaser, på grund av klimatsystemets tröghet. I majoriteten av de scenarier som bedömts inträffar stabiliseringen av växthusgaskoncentrationen mellan 2100 och 2150 (se också fotnot 9).
- Höjningen av havsytenivån vid jämvikt baseras endast på den termiska expansionen, och denna når inte jämvikt på åtminstone flera hundra år. Dessa värden har uppskattats med hjälp av relativt enkla klimatmodeller (en AOGCM med låg upplösning och flera EMIC-modeller grundade på klimatkänslighetens troligaste värde 3°C) och de innefattar inte bidrag från smältande istäcken, glaciärer och inlandsis. Den långsiktiga termiska expansionen kommer enligt projektionerna att resultera i 0,2 till 0,6 meters höjning per grad Celsius globalt genomsnittlig uppvärmning över förindustriell nivå. (AOGCM står för Atmosphere Ocean General Circulation Models och EMIC för Earth System Models of Intermediate Complexity.)

En höjning av havsytenivån är oundviklig vid uppvärmning. Den termiska expansionen kommer att fortsätta i många århundraden efter det att koncentrationerna av växthusgaser har stabiliserat sig, oavsett stabiliseringsnivå, vilket kan leda till en slutlig höjning av havsytenivån som kan bli mycket större än vad projektionerna för 2000-talet visar. Det totala bidraget från avsmältningen av Grönlands landisar kan vara flera meter, och större än bidraget från den termiska expansionen om en uppvärmning på över 1,9–4,6°C över förindustriell nivå fortsätter under flera århundraden. Den termiska expansionen och inlandsisarnas reaktion på uppvärmningen sker på så stora tidskalor att det skulle ta flera århundraden innan havsytenivån stabiliseras, även vid en stabilisering av halterna av växthusgaser vid eller över de nuvarande nivåerna. {5.3, 5.4}

Tabell SPM 6. Egenskaper hos stabiliseringsscenarioer efter TAR och resulterande långsiktig globalt genomsnittlig global jämviktstemperatur samt höjning av havsytenivå enbart på grund av termisk expansion. {Tabell 5.1} ^a

Kategori	CO ₂ -koncentration vid stabilisering (2005 = 379 ppm) (b)	Koncentration av CO ₂ -ekvivalenter vid stabilisering inklusive växthusgaser och aerosoler (2005 = 375 ppm) (b)	Toppår för CO ₂ -utsläpp(ac)	Förändring av globala utsläpp av CO ₂ 2050 (% av 2000 års utsläpp)(ac) 1	Globalt genomsnittlig temperaturökning över förindustriell nivå vid jämvikt, med "troligaste värde" på klimatkänsligheten d), (e)	Globalt genomsnittlig höjning av havsytenivån vid jämvikt jämfört med förindustriell nivå på grund av enbart termisk expansion <f>	Antal bedömda scenarier
	ppm	ppm	År	Procent	°C	meter	
I	350–400	445–490	2000–2015	-85 till -50	2,0–2,4	0,4–1,4	6
II	400–440	490–535	2000–2020	-60 till -30	2,4–2,8	0,5–1,7	18
III	440–485	535–590	2010–2030	-30 till +5	2,8–3,2	0,6–1,9	21
IV	485–570	590–710	2020–2060	+10 till +60	3,2–4,0	0,6–2,4	118
V	570–660	710–855	2050–2080	+25 till +85	4,0–4,9	0,8–2,9	9
VI	660–790	855–1130	2060–2090	+90 till +140	4,9–6,1	1,0–3,7	5

Koldioxidutsläpp och ökning av jämviktstemperaturen för olika stabiliseringsnivåer



Figur SPM 11. Globala koldioxidutsläpp för perioden 1940–2000 och utsläppsintervall för olika kategorier av stabiliseringsscenarioer mellan 2000 och 2100 (vänstra bilden); samt motsvarande förhållande mellan stabiliseringsmål och den sannolika globalt genomsnittliga ökningen av jämviktstemperaturen över förindustriell nivå (högra bilden). Det kan ta flera hundra år innan jämvikt nås, särskilt i scenarier med höga stabiliseringsnivåer. De färgade skuggade fälten visar stabiliseringsscenarioerna grupperade enligt de olika målen (stabiliseringskategori I–VI). Den högra bilden visar intervall av globalt genomsnittlig temperaturförändring över förindustriell nivå, med (i) "troligaste värde" på klimatkänslighet på 3°C (svart linje i mitten av det skuggade fältet), (ii) den övre gränsen i sannolikhetsintervallet för klimatkänslighet 4,5°C (röd linje högst upp i det skuggade fältet) (iii) den nedre gränsen i sannolikhetsintervallet för klimatkänslighet 2°C (blå linje längs ner i det skuggade fältet). De svarta streckade linjerna i den vänstra bilden visar utsläppsintervallen i nya referensbanescenarier⁴⁴ som publicerats sedan SRES (2000). Stabiliseringsscenarioernas utsläppsintervall omfattar både scenarier som enbart inkluderar koldioxidutsläpp och scenarier som inkluderar flera gaser och motsvarar 10:e till 90:e percentilen av hela skalan av scenarier.

Anmärkning:

I de flesta modellerna omfattar inte koldioxidutsläppen utsläpp från förmultnande biomassa ovan jord efter avverkning och avskogning eller från torvbränder och dränerade torvmossor. (Figur 5.1)

⁴⁴ Översättarens anm: D.v.s. scenarier som inte inkluderar ytterligare styrmedel och åtgärder utöver dagens. De skiljer sig därmed från övriga scenarier som redovisas i figuren vilka inkluderar ytterligare utsläppsminskningar för att nå olika koncentrationnivåer.

Det råder stor samstämmighet om och finns ett stort underlag för att alla bedömda stabiliseringsnivåer kan uppnås genom utnyttjande av en portfölj med tekniker som antingen finns tillgängliga idag eller som förväntas komma ut på marknaden inom de närmaste årtiondena, under förutsättning att lämpliga och effektiva incitament skapas för deras utveckling, anskaffande, användning och spridning och för att undanröja de därmed hörande hindren. {5.5}

Alla bedömda stabiliseringsscenarier indikerar att 60–80 procent av utsläppsminskningarna skulle komma från energiförsörjning och energianvändning, och industriella processer. Energieffektivisering spelar en nyckelroll i flera scenarier. Om man inkluderar minskade utsläpp av andra gaser och koldioxid från markanvändning och skogsbruk får man en större flexibilitet och kostnadseffektivitet. Låga stabiliseringsnivåer kräver tidiga investeringar och att avancerad teknik med låga utsläpp kommer ut på marknaden och sprids betydligt snabbare.

Utan avsevärda investeringar och en effektiv tekniköverföring kan det bli svårt att uppnå en utsläppsminskning på någon betydande skala. Det är viktigt att mobilisera finansiering som kan täcka de extra kostnaderna för koldioxidsnål teknik. {5.5}

De makroekonomiska kostnaderna för utsläppsminskningar är generellt sett högre ju strängare stabiliseringsmålet är (tabell SPM 7). För specifika länder och sektorer skiljer sig kostnaderna avsevärt från det globala genomsnittet.⁴⁵ {5.6}

De globala genomsnittliga makroekonomiska kostnaderna 2050 för utsläppsminskning för en stabilisering på mellan 710 och 445 ppm CO₂-ekvivalenter ligger mellan en ökning av global BNP med 1 procent och en minskning med 5,5 procent (tabell SPM 7). Detta motsvarar mindre än 0,12 procentenheter minskad årlig global BNP-tillväxt. {5.6}

⁴⁵ Se fotnot 39 för mer detaljer om kostnadsberäkningar och modellantaganden.

Tabell SPM 7. Uppskattade globala makroekonomiska kostnader 2030 och 2050. Kostnaderna uttrycks relativt en referensbana och gäller utvecklingsbanor som leder mot olika långsiktiga stabiliseringsmål till lägsta kostnad {Tabell 5.2}

Stabiliseringsnivåer (ppm CO ₂ -ekvivalenter)	Medianvärde för BNP-minskning (a) (%)		BNP-minskningens intervall (b) (%)		Minskning av genomsnittlig årlig BNP-tillväxttakt (procentenheter) (c),(e)	
	2030	2050	2030	2050	2030	2050
445–535 (d)	Inga uppgifter		<3	<5,5	<0,12	<0,12
535–590	0,6	1,3	0,2 till 2,5	något negativ till 4	<0,1	<0,1
590–7100	0,2	0,5	-0,6 till 1,2	-1 till 2	<0,06	<0,05

Anmärkningar:

Värden i denna tabell motsvarar all litteratur längs alla referensbanor och minskningsscenarier som innehåller BNP-siffror.

a) Global BNP grundad på marknadens växelkurser.

b) Intervallet mellan 10:e och 90:e percentilen av analyserade data anges i förekommande fall. Negativa värden innebär en BNP-ökning. Den första raden (445–535 ppm CO₂-ekvivalenter) anger endast den övre gränsen för uppskattningar i litteraturen.

c) Beräkningen av minskningen av den årliga tillväxttakten grundas på den genomsnittliga minskning under den bedömda perioden som skulle leda till den angivna minskningen av BNP fram till 2030 respektive 2050.

d) Det finns relativt få studier och de som finns använder i allmänhet låga referensbanor. Höga referensbanor leder i allmänhet till högre kostnader.

e) Dessa värden motsvarar den högsta uppskattningen för minskning av BNP som visas i kolumn 3.

Att reagera mot klimatförändringar innebär en fortgående riskhanteringsprocess som innefattar både anpassning och utsläppsminskning, och som tar hänsyn till klimatförändringsrelaterade skador, sidovinster, hållbarhet, rättvisa och attityder gentemot risker. {5.1}

Klimatförändringarnas effekter kommer *mycket sannolikt* att medföra årliga nettokostnader som kommer att öka med tiden i takt med att temperaturen ökar. Forskargranskade uppskattningar av koldioxidens samhällskostnader⁴⁶ uppgår år 2005 till i genomsnitt 12 USD per ton koldioxid, men spridningen mellan 100 uppskattningar är stor (mellan -3 och 95 USD/tCO₂). Detta beror huvudsakligen på skillnader i antaganden om klimatkänslighet, responsfördröjning, hanteringen av risker och fördelningsaspekter, ekonomiska och icke-ekonomiska effekter, inkluderandet av potentiellt katastrofala förluster, och räntenivåer. De samlade kostnadsuppskattningarna döljer signifikanta skillnader i effekter mellan sektorer, regioner och befolkningar och underskattar *mycket sannolikt* skadekostnaderna eftersom många effekter som inte kan kvantifieras inte heller går att inkludera. {5.7}

Få och tidiga analysresultat från integrerade analyser av kostnader och nyttor med utsläppsminskning tyder på att dessa stort sett är lika stora, men det går ännu inte att otvetydigt bestämma en utsläppsutveckling eller en stabiliseringsnivå där vinsterna är större än kostnaderna. {5.7}

Klimatkänsligheten är en viktig osäkerhetsfaktor för utsläppsreduktionsscenarioer där man syftar till specifika temperaturnivåer.

De val som måste göras i fråga om omfattning och tidsskala för utsläppsminskning av växthusgaser innefattar att väga de ekonomiska kostnaderna av en snabbare utsläppsminskning nu mot de motsvarande klimatriskerna på medellång och längre sikt som en fördröjning innebär. {5.4}

⁴⁶ Ekonomiska nettokostnader för klimatförändringarnas skador över hela jorden avräknade mot angivet år.

Faktaruta 2

Utsläppsscenarierna i IPCC:s specialrapport om utsläppsscenarier (SRES)*

A1. I A1-familjen beskrivs en framtida värld med mycket snabb ekonomisk tillväxt, snabb introduktion av ny och effektivare teknik, en befolkningsökning fram till mitten av seklet och därefter en befolkningsminskning. Huvudteman är utjämning mellan regioner, kapacitetsuppbyggnad och utökad socialt och kulturellt utbyte, med en betydande utjämning av de regionala skillnaderna i inkomst per capita. A1-familjen indelas i tre undergrupper som beskriver olika tekniska utvecklingsvägar för energisystemet. De tre A1-grupperna skiljer sig åt i fråga om den tekniska utvecklingens tyngdpunkt: fossilbränsleintensiva energikällor (A1FI), icke fossilbaserade energikällor (A1T), eller en balans mellan alla typer av energikällor (A1B) (där man med balans menar att man inte förlitar sig för mycket på en viss typ av energikälla, med antagandet att alla tekniker för energiförsörjning och energianvändning har förbättrats i liknande omfattning).

A2. A2-familjen beskriver en heterogen värld. Det underliggande temat är självförsörjning och bevarande av lokal identitet. Trenderna i befolkningsutvecklingen utjämnas mycket långsamt mellan regionerna, vilket resulterar i en kontinuerligt växande befolkning. Den ekonomiska utvecklingen är framför allt regional och inkomstökningen per capita och den teknologiska förändringen är mer fragmenterad och långsammare än för övriga scenarier.

B1. B1-familjen beskriver en mer homogen värld med samma befolkningsutvecklingsmönster som A1, med en topp kring 2050 och därefter en minskning, men med en snabbare förändring av den ekonomiska strukturen mot en ekonomi grundad på tjänster och information. Materialintensiteten minskar och ren och resurseffektiv teknik införs. Tyngdpunkten ligger på globala lösningar för ekonomisk, social och miljömässig hållbarhet, med ökad rättvisa, men utan ytterligare klimatinitiativ.

B2. B2-familjen beskriver en värld i vilken tyngdpunkten ligger på lokala lösningar för ekonomisk, social och miljömässigt hållbar utveckling. Det är en värld med kontinuerligt växande befolkning i en takt som är långsammare än i A2, den ekonomiska utvecklingen är på medelnivå, och teknikförändringarna är långsammare och mer spridda än i B1 och A1. Scenariet är också orienterat mot miljöskydd och social rättvisa, men mer fokuserat på lokala och regionala nivåer.

Ett illustrativt scenario valdes ut för var och en av de sex scenariegrupperna A1B, A1FI, A1T, A2, B1 och B2. Alla skall betraktas som lika rimliga.

Scenarierna i SRES innefattar inte ytterligare klimatinitiativ, vilket innebär att det inte finns något scenario i vilket man uttryckligen antar att FN:s ramkonvention om klimatförändringar (FCCC) eller utsläppsmålen i Kyotoprotokollet faktiskt genomförs.

* Sammanfattningen av SRES-scenarierna i denna ruta är hämtad från TAR och har godkänts rad för rad av IPCC.

FN:s klimatpanel 2007: Syntesrapport

RAPPORT 5763

NATURVÅRDSVERKET
ISBN 978-91-620-5763-3
ISSN 0282-7298

Sammanfattning för beslutsfattare

Syntesrapport baserad på de tre tidigare rapporterna från arbetsgrupp I, II och III (WGI, II,III) till den fjärde utvärderingsrapporten från Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

Syntesrapporten från FN:s klimatpanels (IPCC), fjärde utvärderingsrapport offentliggjordes i Valencia den 17 november 2007.

Rapporten sammanfattar de tre tidigare rapporter som utkommit 2007. Här presenteras en svensk översättning av sammanfattningen för beslutsfattare, med kommentarer av docent Björn-Ola Linnér, Linköpings universitet.

Naturvårdsverket representerar Sverige i IPCC, och flera svenska forskare har aktivt deltagit i arbetet med att ta fram den senaste rapporten, den fjärde i ordningen.

Översättningen är framtagen för att sprida slutsatserna till en svenskspråkig publik.