

FN:s klimatpanel 2007: Klimateffekter, anpassning och sårbarhet

Sammanfattning för beslutsfattare

Bidraget från arbetsgrupp II (WG II) till den fjärde utvärderingsrapporten
från Intergovernmental Panel on Climate Change

RAPPORT 5704 • APRIL 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 91-620-5704-9.pdf

ISSN 0282-7298

© Naturvårdsverket 2007

Elektronisk publikation

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 SPM of the IPCC Report “Climate Change 2007 – WGII The Impacts, Adaptation and Vulnerability” 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 IPCC:s rapport WG II 2007"	5
Inledning	11
Aktuell kunskap om klimatförändringarnas observerade effekter på naturen och människorna	12
Aktuell kunskap om framtida påverkan	16
Aktuell kunskap om åtgärder föranledda av klimatförändringarna	29
Systematiska observations- och forskningsbehov	32
Kommentarer till avsnitt i sammanfattningsrapporten	35

Förord

Naturvårdsverket har låtit sammanställa denna översättning av sammanfattning för beslutsfattare (Summary for Policymakers, SPM) från den andra av fyra delrapporter inom ramen för IPCC:s (Intergovernmental Panel on Climate Change) fjärde utvärderingsrapport. Denna del behandlar aktuell kunskap om klimateffekter, anpassning och sårbarhet (WG II, Fourth Assessment Report). Rapporten är avsedd att sprida klimatrapportens 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 kommer under 2007 att presentera fyra delrapporter. Utöver denna rapport presenterades i februari en som behandlade klimatfrågans naturvetenskapliga grund. I maj presenteras slutsatserna om möjliga utsläppsminskande åtgärder för att begränsa klimatförändringarna. I november kommer slutligen en syntesrapport, som baseras på de tre underlagsrapporterna.

Denna rapport offentliggjordes i Bryssel fredagen den 6 april 2007. Rapporten sammanfattar kunskapsläget om klimatförändringarnas effekter, möjligheter till anpassning och sårbarhet. Rapporten består av en 25-sidig sammanfattning, SPM, baserad på en underlagsrapport på cirka 1000 sidor.

Den officiella dokumentet, SPM, från IPCC:s arbetsgrupp II är den engelska versionen som presenterades i Bryssel och är tillgänglig på www.ipcc.ch.

Detta är en svensk översättning av sammanfattningsdokumentet som också innehåller kommentarer till rapporten skrivna av docent Markku Rummukainen, SMHI samt docent Annika Carlsson-Kanyama, FOI. I arbetet med att ta fram rapporten har Marianne Lilliesköld, Focal Point för IPCC, Mattias Lundblad och Jessica Cederberg Wodmar, Naturvårdsverket medverkat.

Författarna ansvarar själva för kommentarerna.

Stockholm i april 2007
Naturvårdsverket

Huvuddragen i "Sammanfattning för beslutsfattare IPCC:s rapport WG II 2007"

Sammanfattning av docent Markku Rummukainen, SMHI och Mattias Lundblad, Naturvårdsverket

Detta är den andra delrapporten av fyra från FN:s klimatpanel Intergovernmental Panel of Climate Change, IPCC. Dessa rapporter utgör basen i IPCC:s fjärde utvärderingsrapport. I denna delrapport beskrivs det uppdaterade kunskapsläget vad gäller klimatförändringarnas effekter, möjligheter till anpassning och sårbarhet. Sedan IPCC:s tredje utvärderingsrapport (TAR) från 2001 har antalet studier av observerade effekter på olika system ökat markant. En övervägande del av dessa förändringar är sannolikt kopplade till människans påverkan på klimatet. Studierna om klimateffekter längre fram i tiden, dels på olika sektorer och dels i olika regioner, har också blivit flera. Sammantaget finns det nu ett bredare och bättre underbyggt underlag om klimateffekterna, även på regional skala. Den nya rapporten:

- Bekräftar, styrker och specificerar tidigare huvudsatsar om klimateffekter, anpassning och sårbarhet,
- Klarlägger sambandet mellan utsläppsminskningar och klimateffekternas storlek,
- Lyfter fram behovet av anpassningsåtgärder för att minska risken för klimateffekter med hänsyn tagen till anpassningskapacitet och olika socioekonomiska världsutvecklingar.

Många naturliga system överallt på jorden påverkas redan idag

Signifikanta klimateffekter på naturliga system konstateras nu från alla kontinenter och många havsområden. I den föregående IPCC-rapporten konstaterades att den globala uppvärmningens effekter kunde urskiljas på några system. I denna rapport säkerställs detta utifrån ett betydligt större underlag. Av cirka 29 000 observerade dataserier som fångar in signifikanta förändringar i fysikaliska och biologiska system sedan 1970 är förändringarna i cirka 90 procent av fallen i linje med det som kan förväntas av en uppvärmning. Jämförelserna mellan observerade och modellerade systemförändringar stödjer slutsatsen om att

dessa pågående förändringar i naturliga system runtomkring på jorden sker som en respons på människans påverkan på klimatet.

Utmärkande exempel på fysikaliska och biologiska förändringar, för vilka den pågående uppvärmningen har haft en avgörande betydelse, finns i system som påverkas eller karakteriseras av permafrost, is och snö. Andra exempel är vissa arters ändrade beteenden eller utbredningsområden, effekter av en längre vegetationsperiod samt förändringar i vissa vattensystem.

Jämfört med klimateffekterna på naturliga system är effekterna på människans aktiviteter och system mer svårbedömda. Till skillnad från naturliga system är samhällets system mer föränderliga, vilket gör det svårare att bedöma klimateffekterna på dem enskilt. Tecken på effekter av uppvärmningen börjar dock synas i vissa delar av skogs- och jordbruket, i alpina områden, och i någon mån på människors hälsa. Dessutom kan man redan se effekterna av havsvattennivåhöjningarna i vissa kustområden.

Antalet tillgängliga observationer och studier av klimateffekter har blivit betydligt fler jämfört med TAR. Samtidigt finns stora skillnader mellan kontinenterna i antal observationer och studier. Datatillgängligheten är bäst för Europa, sämre för Nordamerika och betydligt sämre för övriga världsdelar.

Mer kunskap finns om framtida klimateffekter

I sammanfattningen redogörs för ett urval av de effekter som kan förväntas under 2000-talet, dels per sektor (vatten, ekosystem, livsmedel, kustzoner, samhälle, hälsa) och dels för olika regioner (Afrika, Asien, Australien och Nya Zeeland, Europa, Latinamerika, Nordamerika, Polarområdena och Mindre önationer). Resultaten bygger på IPCC:s klimatscenarier som redovisats i tidigare rapporter. Allmänt gäller att klimateffekterna blir flera, och deras storlek ökar, när klimatförändringarna blir mer omfattande. Hur olika effekter slår in varierar både mellan och inom sektorer

och regioner, samt med anpassningskapaciteten.

De resultat som refereras nedan baseras på flera olika socioekonomiska framtidsscenarier (inte minst de som går under beteckningen SRES) och ett urval av resultat från olika klimatmodeller och scenarioperioder. I rapporten anges för varje exempel en bedömning av resultatets rimlighet som baseras dels på underlagets omfattning, dels på expertbedömningar.

Tillgången på vatten ökar i regioner där vattentillgången redan är god, men minskar i många redan torra områden. Glaciärernas tillbakagång minskar efterhand vattentillgången i områden som är beroende av smältvatten från världens bergsmassiv.

Fortsatta klimateffekter, i kombination med andra miljöeffekter och överutnyttjande av naturresurserna tär på världens ekosystem. Kolinbindningen i landbaserade ekosystem blir mindre effektiv, och dessa system kan på sikt även förvandlas till en netto koldioxidkälla.

Vid en fortsatt global uppvärmning med mer än ett par grader ökar risken för att 20–30 procent av jordens växt- och djurarter kommer att dö ut. Stora förändringar kan för övrigt ske i ekosystemens funktion, med mestadels negativa effekter på biologisk mångfald och ekosystemtjänster.

Till en början, vid upp till 1–3 graders fortsatt lokal temperaturhöjning, både gynnas och missgynnas jordbruket beroende på region. De negativa konsekvenserna uppstår först i torra tropiska områden. Fortsatt temperaturhöjning leder till negativa konsekvenser även i en del andra regioner. Globalt sett uppskattas produktionen då minska. För skogsproduktionens del uppskattas den globala produktiviteten initialt öka, dock med stora regionala variationer.

Klimateffekterna på samhällssystemen uppvisar stora regionala variationer. Mest utsatta är tätt bebodda kustområden, samt samhällen och verksamheter som är känsliga för extremer eller är beroende av klimat känsliga resurser.

Även de klimatrelaterade hälsoeffekterna

varierar mellan regionerna, både i sin natur samt på grund av skillnader i anpassningskapacitet och andra påverkande faktorer. Globalt sett förväntas fler människor bli missgynnade än gynnade.

Mer kunskaper finns nu om de regionala klimateffekterna. För Afrikas del nämns inte minst minskad livsmedelsproduktion (med upp till 50 procent redan vid 2020 i vissa fall) och minskade vattenresurser (möjligen drabbas 75–250 miljoner människor redan till år 2020), och effekter av stigande havsvattenyta. I Asien ökar smältvattenmängderna först från bergsglaciärer, för att därefter minska bortom de närmaste 2–3 decennierna. Vattentillgångarna förmodas minska i stora områden av Asien (med negativ påverkan på fler än en miljard människor vid 2050). En annan väsentlig effekt i regionen är svårare översvämningar längs kusterna och längs vattendrag, med särskilt vikt på de tätt bebodda ”mega-deltas”. I Australien och Nya Zeeland kan man räkna med minskade vattentillgångar, skördar och skogsproduktion, samt en minskning i den biologiska mångfalden. I Latinamerika påverkas skördarna. Successiva förändringar i ekosystem förväntas, med konsekvenser för den biologiska mångfalden. I delar av Nordamerika minskar vattenresurserna. Samhällseffekter, skador och störningar kopplade till väderextremer lyfts också upp. I polarområdena påverkas naturmiljön och lokala samhällen av smältning av snö, is, havsis och permafrost. För mindre önationers del diskuteras effekterna av ökad havsnivå, men även minskade färskvattenresurser.

Även Europa drabbas av klimateffekterna. Allmänt är det fråga om ökad kusterosion, påtagliga effekter på naturmiljön, och fler klimatrelaterade naturolyckor, av vilka vissa ökar så gott som i hela Europa (till exempel översvämningar i samband med skyfall), medan andra varierar inom Europa (till exempel mer översvämningar på vintern i norr, skogsbränder i söder, och bränder på torvmarker i Östeuropa). Skördar och vattenresurser kommer att minska i söder, men öka i norr.

Exempel på andra typer av klimateffekter som varierar mer inom området är minskad potential för vattenkraft i söder, glaciärminskningar i alpina områden och minskad markstabilitet i norr. För Nordeuropas del finns vissa positiva effekter men de negativa effekterna kommer sannolikt att dominera allteftersom klimatförändringarna fortsätter.

Sammanfattningsvis kan följande system, sektorer och regioner identifieras som mest utsatta för olika typer av klimateffekter: vissa ekosystem på land, längs kusterna och i havet, låglänta kustområden, vattenresurser på många håll, till exempel mellanbreddgraderna och torra tropiska trakter, jordbruk på låga latituder samt människors hälsa i områden där kapacitet för anpassningar är låg. Vidare dras uppmärksamheten till Arktis (omfattande effekter på naturliga system), Afrika (där konsekvenserna förstärks av låg anpassningskapacitet), mindre önationer (effekter av havsnivåhöjningarna) och de stora tät bebyggda deltaområdena i Asien (översvämningsrisken). Oavsett region finns där sektorer och grupper av människor som är särskilt utsatta (fattiga, barn och äldre).

Kunskapsläget om klimatåtgärder, anpassningar och sårbarhet

Rapporten uppmärksammar också kopplingen mellan klimateffekter, anpassning, sårbarhet, hållbar utveckling och utsläppsminskningar. Klimateffekterna betraktas inom ramen för olika stora klimatförändringar och underliggande socioekonomiska utvecklingsvägar. Sårbarheten för klimateffekter kan öka på grund av andra stressfaktorer såsom miljöutsläpp, fattigdom, konflikter, epidemier och brist på mat, vilket sammantaget lägger hinder för hållbar utveckling. Omvänt gäller att hållbar utveckling kan minska sårbarheten genom att den förstärker anpassningskapaciteten.

I uppskattningar av klimateffekterna i sammanfattningen har hänsyn tagits till hur sårbarheten påverkas av socioekonomisk utveckling (till

exempel av befolkningstryck och inkomstutveckling). Klimateffekterna ökar med klimatförändringarna samtidigt som anpassningskapaciteten minskar. Klimateffekterna och de kostnader de leder till varierar från region till region. I ett globalt perspektiv kan förhållandevis små temperaturförändringar leda till både nytta och kostnader. I en del områden närmare ekvatorn och i polartrakterna orsakar även små temperaturhöjningar nettokostnader. Negativ påverkan förväntas i alla regioner vid en global temperaturhöjning bortom 2–3 grader jämfört med slutet av 1900-talet. Kostnaderna det medför överskrider i allt högre grad de eventuella förtjänster klimatförändringarna kan ge, både på regional och på global nivå.

Många effekter kan fördröjas eller reduceras genom en minskning av växthusgasutsläppen. Allmänt gäller att ju kraftfullare utsläppsreduktioner desto mer kan klimateffekterna mildras. De effekter som redan pågår och de som kommer uppstå innan klimatförändringarna bromsas in ger dock anledning till anpassning. Anpassning kan minska sårbarheten i såväl fysikaliska, biologiska som ”männliga” system. Det finns många och tillgängliga metoder att bemöta behovet av anpassning. De spänner från rena tekniska lösningar, via beteenderelaterade och underhållsrelaterade instrument till rena policyåtgärder. Samtidigt finns dock miljömässiga, ekonomiska, informationsrelaterade, sociala, attitydrelaterade och beteendemässiga hinder för att implementera anpassningsåtgärder. Bilden är ändå tydlig av att utsläppsminskningar och anpassningar tillsammans kan minska riskerna förknippade med klimatförändringarna.

Denna sammanfattning för beslutsfattare antogs formellt vid det åttonde sammanträdet i IPCC:s arbetsgrupp II, som hölls i Bryssel i april 2007.

Anmärkning

Text, tabeller och figurer i detta dokument är slutgiltiga, men föremål för kontroll, redigering och redaktionell justering av siffror.

Författare till detta utkast:

Neil Adger, Pramod Aggarwal, Shardul Agrawala, Joseph Alcamo, Abdelkader Allali, Oleg Anisimov, Nigel Arnell, Michel Boko, Osvaldo Canziani, Timothy Carter, Gino Casassa, Ulisses Confalonieri, Rex Victor Cruz, Edmundo de Alba Alcaraz, William Easterling, Christopher Field, Andreas Fischlin, B. Blair Fitzharris, Carlos Gay García, Clair Hanson, Hideo Harasawa, Kevin Hennessy, Saleemul Huq, Roger Jones, Lucka Kajfež Bogataj, David Karoly, Richard Klein, Zbigniew Kundzewicz, Murari Lal, Rodel Lasco, Geoff Love, Xianfu Lu, Graciela Magrín, Luis José Mata, Roger McLean, Bettina Menne, Guy Midgley, Nobuo Mimura, Monirul Qader Mirza, José Moreno, Linda Mortsch, Isabelle Niang-Diop, Robert Nicholls, Béla Nováky, Leonard Nurse, Anthony Nyong, Michael Oppenheimer, Jean Palutikof, Martin Parry, Anand Patwardhan, Patricia Romero Lankao, Cynthia Rosenzweig, Stephen Schneider, Serguei Semenov, Joel Smith, John Stone, Jean-Pascal van Ypersele, David Vaughan, Coleen Vogel, Thomas Wilbanks, Poh Poh Wong, Shaohong Wu, Gary Yohe

Inledning

Denna sammanfattning presenterar grundläggande policyrelevanta resultat från arbetsgrupp II (WGII) inom FN:s klimatpanel (IPCC).

Utvärderingen görs utifrån det nuvarande vetenskapliga kunskapsläget av klimatförändringarnas effekter på naturliga, skötta/brukade och samhällets system, dessa systems förmåga till anpassning samt deras sårbarhet¹. Den bygger vidare på IPCC:s tidigare utvärderingar och omfattar ny kunskap som har erhållits efter den tredje IPCC utvärderingen (TAR).

Slutsatserna i denna sammanfattning baseras på underlagskapitlen. De huvudsakliga källorna anges i slutet av varje stycke².

¹ Se Faktaruta 1 på sidan 32 för definitioner.

² Källorna till slutsatserna anges inom hakparenteser. Till exempel avser [3.3] kapitel 3, avsnitt 3. Följande förkortningar används i källhänvisningarna: F = Figur, T = Tabell, R = Ruta och S = Sammanfattning.

Aktuell kunskap om klimatförändringarnas observerade effekter på naturen och människorna

Denna del av sammanfattningen behandlar relationen mellan observerade klimatförändringar och nyligen observerade förändringar i naturen och samhällets system. En gedigen genomgång av observerade klimatförändringar gjordes nyligen i den fjärde utvärderingsrapporten från IPCC:s arbetsgrupp I (WG I, AR4).

Slutsatserna som presenteras här baseras till stor del på data sedan 1970. Antalet studier av observerade trender i den fysikaliska och biologiska miljön och deras förhållande till regionala klimatförändringar har ökat markant sedan den tredje utvärderingen 2001. Dataunderlagets kvalitet har också förbättrats. Det råder ändå en märkbar brist på geografisk balans inom data och i litteraturen i fråga om observerade förändringar, särskilt i utvecklingsländerna.

Dessa undersökningar har gjort en bredare och mer tillförlitlig bedömning möjlig av förhållandet mellan observerad uppvärmning och klimateffekter jämfört med den tredje IPCC utvärderingen (TAR). Den drog slutsatsen att ”det är mycket troligt³ att den senaste tidens regionala temperaturförändringar har haft märkbara effekter på många fysikaliska och biologiska system”.

Vi drar följande slutsatser av den aktuella utvärderingen:

Observationer från alla kontinenter och de flesta havsbassänger visar att många naturliga system påverkas av regionala klimatförändringar, i synnerhet temperaturökningar.

När det gäller förändringar av snö, is och tjäle (inklusive permafrost)⁴, är det mycket troligt att naturliga system har påverkats. Exempel på detta är:

- att glaciärsjöar har blivit större och fler [1.3]

- att markinstabilitet har ökat i regioner med permafrost samt att stenras i bergstrakter blivit fler [1.3]
- förändringar i en del arktiska och antarktiska ekosystem, inklusive i havsisbiomer, samt hos rovdjur högt upp i näringskedjan. [1.3, 4.4, 15.4]

Baserat på ett växande observationsunderlag är det mycket troligt att följande typer av hydrologiska system påverkas jorden runt:

- ökad avrinning och tidigare flödestopp på våren i många vattendrag som försörjs med smältvatten från glaciärer och snötäcken [1.3]
- uppvärmning av sjöar och vattendrag i många regioner med effekter på skiktning, temperatur och vattenkvalitet. [1.3]

Det är högst troligt, baserat på fler observationer som täcker ett bredare urval av arter än tidigare, att den senaste tidens uppvärmning i hög utsträckning påverkar landbaserade biologiska system. Exempel på sådana förändringar är:

- tidigare start av händelser på våren, till exempel lövsprickning, fågelflytt och äggläggning [1.3]
- växter och djur breder ut sig både mot polerna och högre upp i höjddled. [1.3, 8.2, 14.2]

Baserat på satellitobservationer sedan början av 1980-talet är det mycket troligt att det har funnits en trend i många regioner mot tidigare ökning av säsonsberoende mängd grön vegetation⁵ på våren kopplat till längre växtsäsonger till följd av den senaste tidens uppvärmning. [1.3, 14.2].

Baserat på nya väsentliga belägg är förändringar i havs- och sötvattensbaserade biologiska system

³ Se Faktaruta 2 på sidan 33.

⁴ Se fjärde utvärderingsrapporten från IPCC:s arbetsgrupp I (WG I).

⁵ Mätt som normaliserat vegetationsindex (NDVI), som är ett relativt mått på mängden grön vegetation i ett område baserat på satellitbilder.

mycket troligt kopplade till stigande vattentemperaturer, samt därmed relaterade förändringar i istäcke, salthalt, syrehalt och cirkulation [1.3]. Detta inkluderar:

- ändrad utbredning och förändrad förekomst för alger, plankton och fisk i hav på höga breddgrader [1.3]
- ökad förekomst av alger och zooplankton i sjöar på höga breddgrader och i högre belägna sjöar [1.3]
- förändrade utbredningsområden och tidigare vandring för fisk i vattendrag. [1.3]

Upptaget av antropogent kol sedan 1750 har gjort havet surare med en genomsnittlig sänkning av pH med 0,1 enheter (WG I, AR4). Effekterna av denna observerade försurning på den marina biosfären har ännu inte dokumenterats. [1.3]

En global analys av data sedan 1970 visar att det är sannolikt⁶ att antropogen^a uppvärmning märkbart har påverkat många fysikaliska och biologiska system.

Under de senaste fem åren har mycket fler bevis samlats som tyder på att förändringarna i många fysikaliska och biologiska system är kopplade till den antropogena uppvärmningen. Det finns fyra uppsättningar med belägg som sammantaget stöder denna slutsats.

1. IPCC:s arbetsgrupp I drog i den fjärde utvärderingsrapporten slutsatsen att det mesta av den höjning av den globala medeltemperaturen som observerats sedan mitten av 1900-talet mycket sannolikt beror på den observerade ökningen av antropogena växthusgaser i atmosfären.

⁶ Se Faktaruta 2 på sidan 33.

^a Av människan orsakad.

2. Av över 29 000 observerade dataserier⁷ från 75 studier som visar på signifikanta förändringar i många fysikaliska och biologiska system, överensstämmer över 89 procent med den förväntade riktningen på förändringen till följd av uppvärmning. (Se figur SPM-1.) [1.4]
3. En global sammanställning av studierna i denna utvärdering visar att det är mycket osannolikt att den starka rumsliga korrelationen som finns jorden runt mellan regioner med en signifikant uppvärmning och platser med signifikanta, observerade förändringar av flera system enbart skulle bero på naturliga temperatur- eller systemvariationer. (Se figur SPM-1.) [1.4]
4. Slutligen har flera modelleringsstudier genomförts där responsen hos vissa fysikaliska och biologiska system har kopplats till antropogen uppvärmning genom jämförelser av observerad respons i dessa system med modellerad respons där naturliga drivkrafter (förändringar i solaktivitet och vulkaniska aerosoler) samt antropogena drivkrafter (utsläpp av växthusgaser och aerosoleffekter) uttryckligen har separerats. Modeller med kombinerade naturliga och antropogena drivkrafter simulerar de observerade responsen väsentligt bättre än modeller med enbart naturliga drivkrafter. [1.4]

Begränsningar och luckor i mätdata och studier förhindrar en mer fullständig koppling av orsakerna till systemens observerade respons till antropogen uppvärmning. För det första är de tillgängliga analyserna begränsade i fråga om antalet system och platser. För det andra är den naturliga temperaturvariabiliteten större regionalt

⁷ En delmängd med omkring 29 000 dataserier har valts ut från omkring 80 000 dataserier i 577 studier. Dessa uppfyllde följande kriterier: (1) Avslutade 1990 eller senare, (2) omfattande en period om minst 20 år och (3) uppvisande en signifikant förändring åt endera hållet enligt utvärderingen av de individuella studierna.

än på global nivå, vilket påverkar möjligheten att identifiera förändringar till följd av externa drivkrafter. Slutligen inverkar andra faktorer (till exempel ändrad markanvändning, föroreningar och invaderande arter) väsentligt på regional nivå. [1.4]

Trots det är överensstämmelsen mellan observerade och modellerade förändringar i flera studier och den rumsliga korrelationen mellan en signifikant regional uppvärmning och motsvarande effekter tillräcklig för att på global nivå dra slutsatsen att antropogen uppvärmning mycket troligt har inverkat märkbart på många fysikaliska och biologiska system de senaste tre decennierna. [1.4]

Andra effekter av regionala klimatförändringar på naturen och människorna börjar framträda, även om många är svåra att urskilja till följd av anpassning och icke klimatberoende drivkrafter.

Effekter av temperaturökningar har dokumenterats i följande system (troligt):

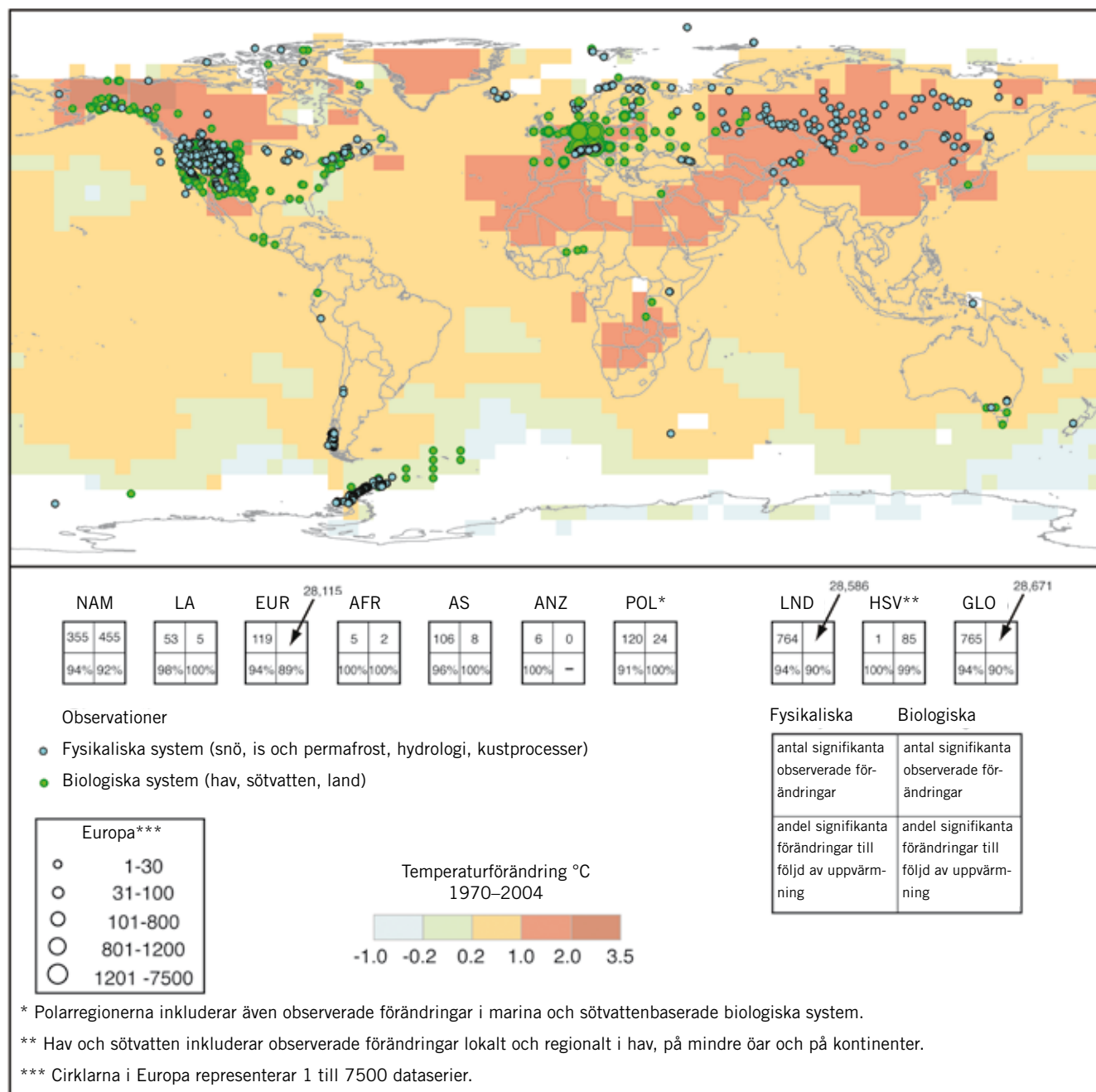
- effekter på jord- och skogsbruk på norra halvklotets högre breddgrader, till exempel tidigare vårsådd av grödor, samt förändrade störningsmönster relaterade till skogsbränder och skadedjur i skogar [1.3]
- Vissa aspekter av människors hälsa, såsom värmerelaterad dödlighet i Europa, smittbärare av infektionssjukdomar i vissa områden samt allergena pollen på norra halvklotets högre och medelhöga breddgrader [1.3, 8.2, 8.5],
- en del av människans aktiviteter i Arktis (till exempel jakt samt färdvägar över snö och is) samt i lägre belägna alpina områden (till exempel alpina sporter). [1.3]

Den senaste tidens klimatförändringar och klimatvariationer börjar få effekter på många andra naturliga och ”människliga” system. Baserat på den

publicerade litteraturen har dock inga trender ännu kunnat fastställas. Exempelen inkluderar:

- Bebyggelse i bergstrakter löper ökad risk att drabbas av jökellopp orsakade av smältande glaciärer. På vissa platser har myndigheterna börjat agera genom konstruktion av dammar och dräneringssystem. [1.3]
- I Sahelregionen i Afrika har varmare och torrare förhållanden lett till en förkortad vegetationsperiod med negativa följder för skördarna. I södra Afrika gör längre torrperioder och osäkrare nederbördsförhållanden det nödvändigt med anpassningsåtgärder. [1.3]
- Höjningen av havsytans nivå och exploatering bidrar tillsammans till förluster av kustnära våtmarker och mangroveträsk samt ökar skadorna till följd av översvämningar i många kustområden. [1.3]

Förändringar i fysikaliska och biologiska system samt i ytemperatur 1970–2004



Figur SPM-1. 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 ytära lufttemperaturen under perioden 1970-2004. En delmängd med omkring 29 000 datasier har valts ut från omkring 80 000 datasier i 577 studier. Urvalet uppfyllde följande kriterier: (1) Datasiererna 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 datasier, av vilka omkring 28 000 är från europeiska studier. I vita områden finns det inte tillräckligt med observerade klimatdata för en uppskattning av temperaturtrender. Rutornas kvadranter visar det totala antalet datasier 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 avseende havs- och sötvattensystem (HSV). [F1.8, F1.9; WG I AR4 F3.9b]

Aktuell kunskap om framtida påverkan

Nedan följer ett urval av de viktigaste resultaten i fråga om förväntade effekter, samt några resultat avseende sårbarhet och anpassning, för varje system, sektor och region. De baseras på IPCC:s projektioner av klimatförändringar, (som inte innefattar utsläppsbegränsningar), för detta århundrade⁸, och som bedöms vara relevanta för människor och miljö⁹. Effekterna avspeglar ofta projicerade förändringar av nederbörd och andra aspekter av klimatet utöver temperatur, havsytans nivå och atmosfärens koldioxidhalt. Omfattningen och tidpunkten för effekterna varierar med storleken på och tidpunkten för klimatförändringarna samt, i vissa fall, med anpassningskapaciteten. Dessa aspekter diskuteras mer ingående längre fram i sammanfattningen.

Mer specifik information är nu tillgänglig för en lång rad system och sektorer vad gäller arten av framtida effekter, inklusive för vissa områden som inte omfattas av tidigare utvärderingar.

Färskvattenresurser och deras nyttjande

Fram till mitten av århundradet projiceras den årliga avrinningen och tillgången på vatten att öka med 10–40 procent på höga breddgrader och i vissa fuktiga tropiska områden, samt minska med 10–30 procent i vissa torra regioner på medelhöga breddgrader och i torra tropiska områden, av vilka några i dag har en ansträngd vattensituation. På vissa platser och under vissa årstider avviker förändringarna från dessa årsvärden. ** V¹⁰ [3.4]

⁸ Temperaturförändringar anges som skillnaden från perioden 1980–1999. Lägg till 0,5°C för att få skillnaden relativt perioden 1850–1899.

⁹ Urvalskriterier: omfattning och tidpunkt för effekter, tillförlitlighet i bedömningarna, representativ täckning av system, sektor och region.

¹⁰ I detta avsnitt används följande förklaringsbegrepp: Relation till den tredje utvärderingen:

V Vidareutveckling av en slutsats i den tredje utvärderingen

Omfattningen av områden som drabbas av torka kommer sannolikt att öka. Skyfall kommer mycket sannolikt att öka i frekvens, och förstärker översvänningsriskerna. ** N [WG I fjärde utvärderingsrapporten. [3.4]

Teknik för anpassning och riskhantering håller på att utvecklas för vattensektorn i några länder och regioner som har uppmärksammat de projicerade hydrologiska förändringarna och de därmed relaterade osäkerheterna. *** N [3.6]

Under århundradet projiceras vattenmängderna i glaciärer och snötäcken att minska, vilket minskar tillgången på vatten i regioner som försörjs med smältvatten från världens större bergskedjor. Över en sjättedel av världens befolkning lever för närvarande i sådana regioner. ** N [3.4]

Ekosystem

Motståndskraften hos många ekosystem kommer sannolikt inte att räcka till detta århundrade på grund av en tidigare ej skådad kombination av klimatförändringar, därmed relaterade störningar (till exempel översvämningar, torka, skogsbränder, insektsangrepp, havsförsurning), och andra drivkrafter bakom globala förändringar (till exempel ändrad markanvändning, föroreningar och överutnyttjande av resurser). ** N [4.1–4.6]

Under detta århundrade kommer de landbaserade ekosystemens nettoupptag av koldioxid sannolikt att nå sin topp före århundradets mitt och sedan försvagas. Dessa ekosystem kan därefter till och med omvandlas till en nettokälla¹¹. Detta kommer att förstärka klimatförändringarna. ** [4.5]

Omkring 20–30 procent av de hittills utvärderade växt- och djurarterna löper sannolikt en ökad risk

N Ny slutsats, ej i den tredje utvärderingen
Uppskattad säkerhet i hela slutsatsen:

*** Högst troligt

** Mycket troligt

* Troligt

¹¹ Med antagande om fortsatta utsläpp av växthusgaser på eller över nuvarande nivå samt andra globala förändringar, inklusive förändrad markanvändning

för utrotning om ökningen av den globala medeltemperaturen överstiger 1,5–2,5°C. * N [4.4, T4.1]

En ökning av jordens medeltemperatur på mer än 1,5–2,5°C, med åtföljande höjning av atmosfärens koldioxidhalt, projiceras leda till betydande förändringar av ekosystemens struktur och funktion, arternas ekologiska samspel och deras geografiska utbredning, med huvudsakligen negativa konsekvenser för den biologiska mångfalden samt ekosystemens ”produkter och tjänster”, till exempel tillgången på vatten och föda. ** N [4.4]

En successiv försurning av havet till följd av en ökad koldioxidhalt i atmosfären förväntas få negativa följder för marina skalbildande organismer (till exempel koraller) och arter som är beroende av dessa. * N [R 4.4, 6.4]

Livsmedels-, fiber- och skogsprodukter

Grödors avkastning projiceras öka något på mellan och höga breddgrader vid en ökning av lokal medeltemperatur på upp till 1–3°C beroende på gröda, för att därefter minska i vissa regioner.

* V [5.4]

Närmare ekvatorn, framför allt i årstidsvis torra och tropiska regioner, projiceras skördarna minska vid till och med små lokala temperaturökningar (1–2°C), vilket skulle öka risken för svält.

* V [5.4]

Över hela världen projiceras förutsättningarna för livsmedelsproduktion att öka vid ökning av lokala medeltemperaturer på 1–3°C. Vid större uppvärmningar projiceras förutsättningarna åter minska. * V [5.4, 5.5]

Anpassningar såsom förändrade sorter och såningstider gör att spannmålsskördar kan upprätthållas på eller över normalskördar vid måttlig uppvärmning på låga, mellan och höga breddgrader. * N [5.5]

Ökad frekvens av torka och översvämningar projiceras påverka den lokala produktionen negativt, framför allt självförsörjande sektorer på låga breddgrader. ** V [5.4, 5.5]

Globalt sett ökar den kommersiella virkespro-

duktiviteten måttligt med klimatförändringarna på kort till medellång sikt, med stora regionala variationer jämfört med den globala trenden.

* V [5.4]

Regionala förändringar i fördelningen och produktionen av specifika fiskarter förväntas till följd av den fortsatta uppvärmningen, med negativa följder för vattenbruk och fiskodlingar. ** V [5.4.6]

Kustnära system och lågt liggande områden

Ökande risker projiceras längs kusterna, inklusive kusterosion, till följd av klimatförändringar och höjningar av havsytans nivå. Effekten kommer att förvärras av ökande tryck orsakat av människan i kustområden. *** V [6.3, 6.4]

Koraller är sårbara för värmestress och har låg anpassningskapacitet. En höjning av havsytans temperatur med omkring 1–3°C projiceras leda till en mer frekvent korallblekning och mer utbredd dödlighet, om inte korallerna anpassar sig eller acklimatiserar sig. *** V [R6.1, 6.4]

Kustnära våtmarker inklusive marskland och mangroveträsk projiceras påverkas negativt av höjningen av havsytans nivå, framför allt där de begränsas på landsidan eller har underskott på sediment. *** V [6.4]

Många fler miljoner människor förväntas bli drabbade av översvämningar varje år till följd av havsytans höjning fram till år 2080. Särskilt riskutsatta är sådana tätbefolkade och lågt liggande områden där anpassningskapacitet är relativt låg, och som redan utsätts för andra problem som tropiska stormar eller lokal landsänkning. Antalet människor som påverkas kommer att vara störst i de stora deltaområdena i Asien och Afrika, samtidigt som mindre öar är särskilt sårbara. *** V [6.4]

Anpassningen i kustregioner kommer att vara mer krävande i utvecklingsländer än industriländer till följd av begränsningar i anpassningskapacitet. ** V [6.4, 6.5, T6.11]

Industri, bebyggelse och samhälle

Kostnader och fördelar med klimatförändringarna för industri, bebyggelse och samhälle kommer att variera stort beroende på plats och skala. Sammantaget tenderar dock nettoeffekterna att bli mer negativa ju större klimatförändringarna blir. ** N [7.4, 7.6]

Mest sårbara är i allmänhet de industrier, den bebyggelse och de samhällen som ligger i kustområden och floddalar, de vars ekonomier är nära kopplade till klimat känsliga resurser och de som ligger i områden utsatta för extrema väderhändelser, framför allt där snabb urbanisering pågår. ** V [7.1, 7.3, 7.4, 7.5]

Fattiga samhällen kan vara särskilt sårbara, framför allt de som ligger i högriskområden. De tenderar att ha mer begränsade anpassningskapacitet och är mer beroende av klimat känsliga resurser som lokala vatten- och livsmedelstillgångar. ** N [7.2, 7.4, 5.4]

Där extrema väderhändelser blir kraftigare och/eller mer frekventa, kommer de ekonomiska och sociala kostnaderna förknippade med dessa händelser att öka. Dessa ökningarna kommer att bli betydande i de mest direkt drabbade områden. Klimatförändringarnas effekter sprider sig från direkt påverkade områden och sektorer till andra områden och sektorer genom omfattande och komplexa kopplingar. ** N [7.4, 7.5]

Hälsa

Exponeringar relaterade till projicerade klimatförändringar kommer sannolikt att påverka hälsosituationen för miljontals människor, framför allt dem med låg anpassningskapacitet, genom:

- ökad undernäring och därtill relaterade sjukdomar, med följder för barns tillväxt och utveckling,
- ökat antal dödsfall, sjukdomar och skador till följd av värmeböljor, översvämningar, stormar, bränder och torka,

- ökad påfrestning till följd av diarré sjukdomar,
- ökad frekvens av hjärt- och lungsjukdomar till följd av högre halter av marknära ozon relaterade till klimatförändringarna, samt
- ändrad utbredningsfördelning av vissa smittbärrare av infektionssjukdomar. ** V [8.4, 8.5, 8.2]

Klimatförändringarna förväntas få en del blandade effekter, såsom ökning eller minskning av utbredningen av och smittorisken för malaria i Afrika. ** V [8.4]

Studier i tempererade områden¹² visar att klimatförändringarna projiceras föra med sig vissa fördelar, såsom färre dödsfall till följd av exponering för kyla. Överlag förväntas dessa fördelar uppvägas av de negativa hälsoeffekterna till följd av stigande temperaturer över hela världen, framför allt i utvecklingsländerna. ** V [8.4]

Balansen mellan positiva och negativa hälsoeffekter kommer att variera från plats till plats, och kommer att förändras med tiden allt eftersom temperaturen fortsätter att stiga. Faktorer som direkt påverkar befolkningarnas hälsa kommer att bli av yttersta vikt, såsom utbildning, hälsovård, offentliga hälsoförebyggande insatser samt infrastruktur och ekonomisk utveckling. *** N [8.3]

Mer specifik information är nu tillgänglig för världens olika regioner i fråga om vilka framtida effekter som kan förväntas, inklusive för vissa områden som inte omfattas av tidigare utvärderingar.

Afrika

Fram till 2020 projiceras mellan 75 och 250 miljoner människor bli exponerade för ökad vattenstress till följd av klimatförändringarna. Om efterfrågan samtidigt ökar, kommer människors

¹² Studierna finns gjorda främst i industriländerna.

försörjningsförmåga påverkas negativt och vattenrelaterade problem förvärras. ** V [9.4, 3.4, 8.2, 8.4]

Jordbruksproduktionen, inklusive tillgången till livsmedel, projiceras i många afrikanska länder och regioner drabbas svårt av klimatvariabilitet och klimatförändringar. De för jordbruk lämpliga arealerna, längden på vegetationsperioderna och de potentiella skördarna förväntas minska, framför allt i utkanterna av halvtorra och torra områden. Detta kommer att ytterligare påverka livsmedelstillgången negativt och förvärra undernäringen på kontinenten. I vissa länder kan skördarna från regnvattnat jordbruk minska med upp till 50 procent till 2020. ** V [9.2, 9.4, F9.4, 9.6, 8.4]

Lokalt projiceras livsmedelstillgången påverkas negativt av minskad tillgång på fisk i stora sjöar till följd av stigande vattentemperaturer, vilket kan förvärras av fortsatt överfiskning. ** N [9.4, 5.4, 8.4]

Mot slutet av 2000-talet kommer den projicerade höjningen av havsytans nivå att påverka lågt liggande kustområden med stora befolkningar. Kostnaden för anpassning kan komma att uppgå till minst 5–10 procent av BNP. Tillståndet i mangroveträsk och korallrev projiceras att försämrats ytterligare, med ytterligare konsekvenser för fiske och turism. ** V [9.4]

Nya studier bekräftar att Afrika är en av de mest sårbara kontinenterna inför klimatvariabilitet och klimatförändringarna till följd av flera samtidiga påfrestningar och låg anpassningskapacitet. En del anpassningar pågår till dagens klimatvariabilitet, men detta kan visa sig vara otillräckligt för framtida klimatförändringar. ** N [9.5]

Asien

Glaciärvsmältningen i Himalaya projiceras öka översvämningar och stenras från destabiliserade sluttningar och påverka vattenresurser inom de närmaste två till tre decennierna. Detta kommer

att följas av lägre avrinning i takt med att glaciärerna krymper. * N [10.2, 10.4]

Tillgången på färskvatten i centrala, södra, östra och sydöstra Asien, framförallt längs de stora floderna, förväntas minska till följd av klimatförändringarna, vilket tillsammans med befolkningstillväxt och ökad efterfrågan till följd av högre levnadsstandard kan påverka över en miljard människor negativt vid 2050-talet.

** N [10.4.2]

Kustområden, framför allt i de tätbefolkade stora delaregionerna i södra, östra och sydöstra Asien, löper störst risk till följd av ökad översvämning från havet och på vissa håll till följd av översvämning från floderna. ** V [10.4]

Klimatförändringarna projiceras försämra möjligheterna till hållbar utveckling i de flesta av Asiens utvecklingsländer i och med att de ökar det trycket på naturresurserna och miljön som orsakas av den snabba urbaniseringen, industrialiseringen och ekonomiska utvecklingen. ** V [10.5]

Spannmålsskördarna kan öka med upp till 20 procent i östra och sydöstra Asien, samtidigt som de kan minska med upp till 30 procent i centrala och södra Asien fram till mitten av 2000-talet. Sammantaget och med beaktande av effekterna av snabb befolkningstillväxt och urbanisering förväntas risken för svält ligga kvar på en mycket hög nivå i flera utvecklingsländer. * N [10.4.1]

Hälsotillståndet och dödligheten till följd av diarrésjukdomar, huvudsakligen relaterade till översvämningar och torka, förväntas öka i östra, södra och sydöstra Asien till följd av projicerade förändringar i vattnets kretslopp i samband med den globala uppvärmningen. Höjningar av kustvattentemperaturer skulle öka förekomsten av och/eller toxiciteten hos kolera i södra Asien.

** N [10.4.5]

Australien och Nya Zeeland

Som ett resultat av minskad nederbörd och ökad avdunstning projiceras problemen med vattentill-

gångarna att öka fram till 2030 i södra och östra Australien samt i Nya Zeeland i Northland och några av landets östra regioner. ** V [11.4]

Signifikanta förluster av biologisk mångfald projiceras fram till 2020 på några ekologiskt rika platser, inklusive Stora Barriärrevet och Queensland Wet Tropics. Andra platser som ligger i riskzonen inkluderar Kakadus våtmarker, sydvästra Australien, subantarktiska öar samt bergsområden i båda länderna. *** V [11.4]

Pågående exploatering av kustregioner och befolkningstillväxten i områden som Cairns och sydöstra Queensland (Australien) samt från Northland till Bay of Plenty (Nya Zeeland), projiceras förvärra riskerna förknippade med höjningen av havsytans nivå och med ökad styrka och frekvens på stormar och kustöversvämningar fram till 2050. *** V [11.4, 11.6]

Jord- och skogsbruksproduktionen projiceras minska fram till 2030 i stora delar av södra och östra Australien, samt i delar av östra Nya Zeeland, till följd av ökad torka och fler bränder. I Nya Zeeland förväntas ändå positiva effekter inledningsvis för jord- och skogsbruket i de västra och södra delarna av landet samt i närheten av större floder till följd av en längre vegetationsperiod, minskad frost och ökad nederbörd. ** N [11.4]

Regionen har betydande anpassningskapacitet tack vare välutvecklade ekonomier samt vetenskapliga och tekniska resurser, men det finns påtagliga hinder för implementeringen och stora utmaningar till följd av förändringar från extrema händelser. De naturliga systemen har begränsad anpassningskapacitet. ** N [11.2, 11.5]

Europa

För första gången har långtgående effekter dokumenterats till följd av förändringar i dagens klimat: krympande glaciärer, längre vegetationsperioder, förändrad artutbredning och hälsoeffekter till följd av en värmebölja av tidigare ej skådat

format. De observerade förändringarna som beskrivs ovan stämmer överens med dem som projiceras i samband med framtida klimatförändringar. *** N [12.2, 12.4, 12.6]

Nästan samtliga regioner i Europa förväntas påverkas negativt av vissa framtida klimateffekter, vilket innebär utmaningar för flera ekonomiska sektorer. Klimatförändringarna förväntas öka de regionala skillnaderna i naturresurser och tillgångar i Europa. De negativa effekterna kommer att omfatta ökad risk för översvämningar till följd av skyfall samt mer frekventa kustöversvämningar och ökad erosion (till följd av stormar samt höjningen av havsytans nivå). Det stora flertalet organismer och ekosystem kommer att få det svårt att anpassa sig till klimatförändringarna. I bergsområden kommer glaciärer att krympa, snötäcken och vinterturism att minska, samt omfattande artförluster att ske (i vissa områden upp till 60 procent enligt högutsläppsscenarier fram till 2080). *** V [12.4]

I Sydeuropa projiceras klimatförändringarna förvärra förhållandena (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. Detta projiceras även öka hälsoriskerna till följd av värmeböljor och en ökad frekvens av skogsbränder. ** V [12.2, 12.4, 12.7]

I Central- och Östeuropa projiceras sommar-nederbörden minska, vilket medför ökad vattenstress. Hälsoriskerna till följd av värmeböljor projiceras att öka. Skogsproduktiviteten förväntas minska och frekvensen bränder öka på torvmarker. ** V [12.4]

I Nordeuropa projiceras klimatförändringarna inledningsvis medföra blandade effekter, inklusive några positiva såsom minskat uppvärmningsbehov, ökade skördar och ökad skogstillväxt. I takt med fortsatta klimatförändringar kommer dock deras negativa effekter (inklusive mer frekventa vinteröversvämningar, hotade ekosystem och

ökad markinstabilitet) sannolikt att uppväga fördelarna. ** V [12.4]

Anpassningarna till klimatförändringarna gynnas sannolikt av erfarenheter från hanteringen av tidigare extrema klimathändelser samt genom specifik implementering av proaktiva anpassningsplaner för riskhantering i samband med klimatförändringar. *** N [12.5]

Latinamerika

Fram till mitten av århundradet projiceras temperaturökningar och därmed relaterade minskningar av markvatten att leda till att de tropiska skogarna i östra Amazonas gradvis ersätts av savann. Vegetation i halvtorra områden kommer att tendera att ersättas av vegetation typisk för torra marker. Det finns en risk för en signifikant förlust av biologisk mångfald genom artutrotning i många tropiska delar av Latinamerika. ** V [13.4]

I torrare områden projiceras klimatförändringarna leda till att jordbruksmark försaltas och till ökenspridning. Produktiviteten för vissa viktiga grödor och boskapsskötseln projiceras minska, med negativa konsekvenser för livsmedelstillgången. I tempererade zoner projiceras skördarna av sojabönor att öka. ** N [13.4, 13.7]

Höjningen av havsytans nivå projiceras medföra ökad risk för översvämning i lågt liggande områden. ** N [13.4, 13.7]

Höjningen av havsytans temperatur till följd av klimatförändringarna projiceras få negativa effekter för korallrev i trakterna från Mexico till Nicaragua (Mesoamerika) och medföra förändringar av fiskbeståndens utbredning i sydöstra Stilla Havet. ** N [13.4]

Förändrade nederbördsmönster och glaciärernas bortsmältning projiceras få signifikanta effekter för tillgången på vatten för samhällen, jordbruk och energiproduktion. ** V [13.4]

Vissa länder har gjort insatser för anpassning, framför allt i form av skydd för viktiga ekosystem, varningssystem, riskhantering inom jord-

bruket, strategier för översvämningar, torka och kustvård samt system för sjukdomsövervakning. Effektiviteten i dessa insatser motverkas dock bland annat av avsaknad av grundläggande informations-, observations- och övervakningssystem; bristande kapacitetsuppbyggnad; avsaknad av lämpliga politiska, institutionella och tekniska ramverk; låga inkomster samt bebyggelse i sårbara områden. ** V [13.2]

Nordamerika

Måttliga klimatförändringar under de närmsta årtiondena projiceras öka de totala skördarna från regnvattnat jordbruk med 5–20 procent men med tydliga variationer mellan olika regioner. Stora problem förväntas för grödor som odlas nära sina övre temperaturgränser eller som är beroende av överutnyttjade vattenresurser. ** V [14.4]

Uppvärmningen av de västra bergstrakterna projiceras föra med sig krympande snötäckan, fler och kraftigare vinteröversvämningar samt minskade sommarflöden och skärpt konkurrens om överutnyttjade vattenresurser. *** V [14.4, R14.2]

Störningar till följd av skadedjur, sjukdomar och bränder projiceras få ökade effekter på skogar med förlängda perioder med hög brandrisk och stora ökningar av branddrabbade arealer. *** N [14.4, R14.1]

Städer som redan är drabbade av värmeböljor förväntas drabbas ytterligare av ett ökat antal värmeböljor med ökad intensitet och varaktighet under århundradet med potentiellt negativa hälsoeffekter. De allt fler äldre medborgarna löper störst risk. *** V [14.4]

Samhällen och biotoper vid kusterna kommer att drabbas allt mer av klimatförändringarnas effekter i kombination med exploatering och förorening. Befolkningstillväxten och det stigande värdet på infrastrukturen i kustområden ökar sårbarheten för klimatvariabilitet och framtida klimatförändringar. Ökande förluster projiceras ifall de tropiska stormarnas styrka ökar. An-

passning sker idag ojämnt och beredskapen för ökande exponeringar är låg. *** N [14.4]

Polarområdena

De främsta projicerade biofysiska effekterna i polarområdena är minskad tjocklek och utbredning av glaciärer och istäcken, samt förändringar i naturliga ekosystem med skadliga följder för många organismer, inklusive flyttfåglar, däggdjur och rovdjur högre upp i näringskedjan. Andra effekter i Arktis inkluderar krympande havsistäcke och permafrost, ökad kusterosion samt ett ökat djup för permafrostens säsongsbundna tjällossning. ** V [15.3, 15.4, 15.2]

För samhällen i Arktis projiceras blandade effekter, framför allt till följd av förändrade snö- och isförhållanden. Negativa effekter inkluderar de som är relaterade till infrastrukturen samt ursprungsbefolkningarnas traditionella livsstilar. ** V [15.4]

Positiva effekter kan omfatta sänkta uppvärmningskostnader och mer farbara fartygsleder i norr. * V [15.4]

I båda polarområdena projiceras specifika ekosystem och biotoper att bli sårbara i takt med att klimatbarriärerna för invaderande andra arter sänks. ** V [15.6, 15.4]

Redan i dag håller samhällena i Arktis på att anpassa sig till klimatförändringarna, men både externa och interna stressfaktorer ställer deras anpassningskapacitet på prov. Trots den motståndskraft som arktiska ursprungsbefolkningar har visat historiskt, är vissa traditionella livsstilar hotade. Betydande investeringar behövs för att anpassa eller flytta fysiska strukturer och samhällen. ** V [15.5]

Mindre önationer

Mindre önationer, vare sig de ligger i tropikerna eller på högre breddgrader, har egenskaper som gör dem särskilt sårbara för effekterna av klimat-

förändringarna, höjningen av havsytans nivå samt extrema händelser. *** V [16.1, 16.5]

Försämrade kustförhållanden, bland annat genom erosion av stränder och korallblekning, förväntas påverka lokala resurser, till exempel fiske, och minska värdet på dessa destinationer för turism. ** V [16.4]

Höjningen av havsytans nivå förväntas förvärra översvämningar, stormfloder, erosion och andra risker för kusterna, vilket hotar viktig infrastruktur, samhällen och anläggningar som utgör grunden för ösamhällellens försörjning. *** V [16.4]

Fram till mitten av seklet projiceras 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. *** V [16.4]

Med temperaturhöjningar förväntas ökad invandring av främmande arter, framför allt på öar på mellan och höga breddgrader. ** N [16.4]

Olika effekters storlek kan idag uppskattas mer systematiskt för en rad möjliga öknningar av den globala medeltemperaturen.

Sedan IPCC:s tredje utvärdering har flera ytterligare studier möjliggjort en mer systematisk förståelse av hur tidpunkten för och omfattningen av olika effekter påverkas av förändringar av klimatet och havsytans nivå vid olika stora och olika snabba förändringar av jordens medeltemperatur. Framför allt i regioner som tidigare bara har studerats i liten omfattning,

Exempel på denna nya information presenteras i tabell SPM-1. Punkterna har valts ut på grundval av att de bedöms vara relevanta för människor och miljö, samt att bedömningarna är mycket troliga¹³. Alla konsekvenser är hämtade från kapitelunderlaget där mer detaljerad information också är tillgänglig. Beroende på omständighe-

¹³ Se Faktaruta 2 på sidan 33.

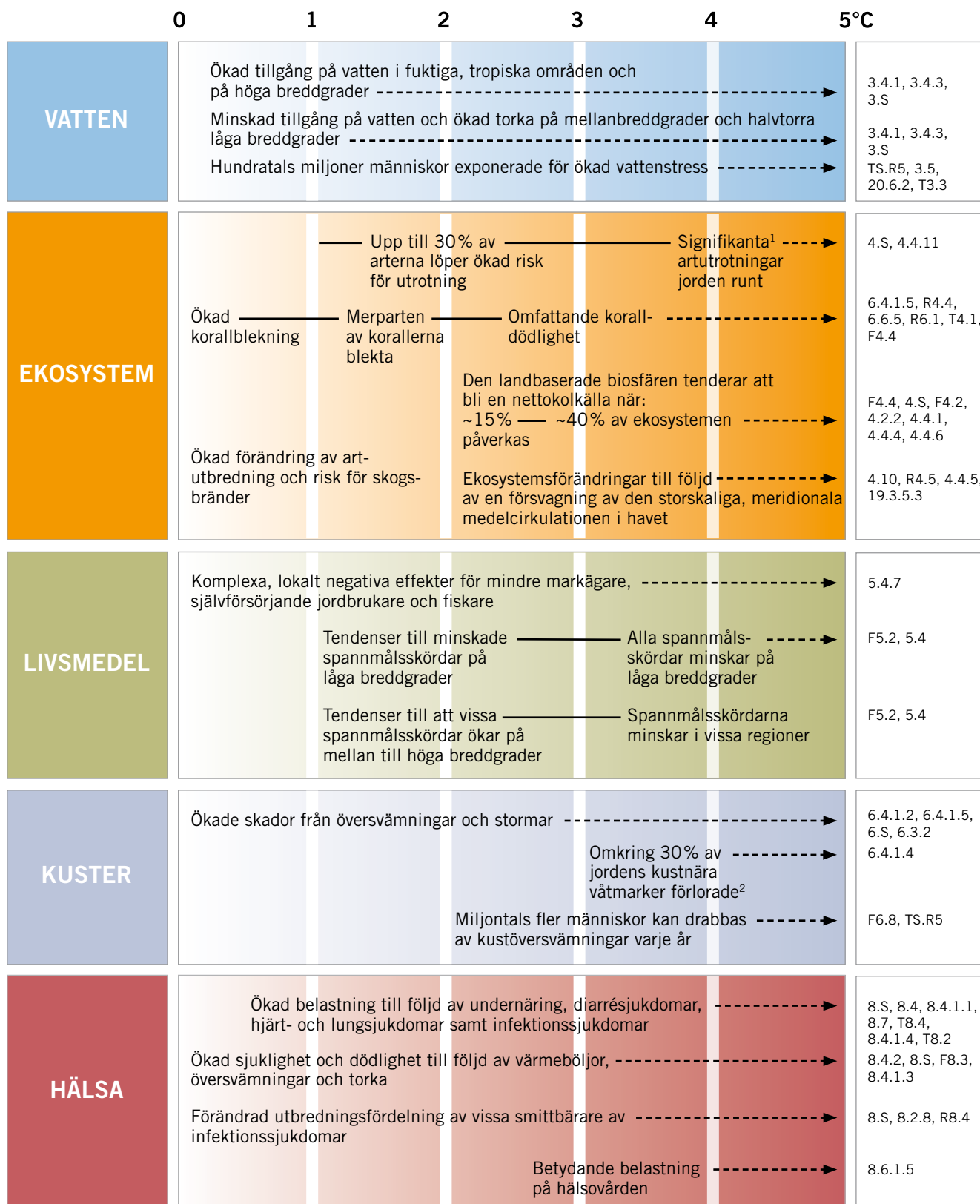
terna kan en del av dessa konsekvenser betraktas som ”grundläggande sårbarheter”, utgående från en rad kriterier i litteraturen (omfattning, tidpunkt, långvarighet/reversibilitet, möjlighet till anpassning, fördelning över jorden, sannolikhet och konsekvensernas ”tyngd”). Bedömningen av särskilt potentiella sårbarheter syftar till att ge information om klimatförändringarnas hastighet och nivåer för att hjälpa beslutsfattarna vidta lämpliga åtgärder mot de risker som klimatförändringarna ger upphov till. [19.S]

De ”anledningar till oro” som identifieras i TAR förblir ett hållbart ramverk för bedömning av grundläggande sårbarheter. Forskningen har sedan dess lett till uppdateringar av en del av resultaten i TAR. [19.3.7]

Grundläggande effekter i förhållande till global medeltemperaturhöjning

(Konsekvenserna varierar beroende på graden av anpassningar, hur snabbt temperaturändringen sker och de socioekonomiska utvecklingsvägarna)

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



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.

Tabell SPM-1. Ett urval av exempel på projicerade globala effekter av klimatförändringarna (samt havsytans nivå och koldioxidhalten i atmosfären där detta är relevant) i förhållande till olika stora ökningar av den globala genomsnittliga ytemperatur under 2000-talet. [T20.7] 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 SRES-scenarierna A1FI, A2, B1 och B2 (se faktaruta 3). Någon anpassning till klimatförändringarna ingår inte i dessa uppskattningar. Samtliga exempel är hämtade från publicerade studier som anges i underlagskapitlen. Källorna anges i tabellens högra kolumn. Slutsatserna som nämns i tabellen har bedömts som mycket troliga.

Typ av väder- eller extremhändelse^a och trendens riktning [WGI SPM]	Sannolikhet för framtida trender på grundval av projektioner för 2000-talet med SRES-scenarier [WGI SPM]	Exempel på större förväntade effekter per sektor			
		Jordbruk, skogsbruk och ekosystem [4.4, 5.4]	Vattenresurser [3.4]	Människors hälsa [8.2]	Industri/bebyggelse/samhälle [7.4]
Varmare och färre kalla dagar och nätter; varmare och fler varma dagar och nätter över de flesta landområden	Praktiskt taget säkert ^b	Ökade skördar i kallare områden; minskade skördar i varmare områden; ökande insektsangrepp	Effekter på vattenresurser som förlitar sig på snösmältning; snabbare avdunstning	Minskad mänsklig dödlighet till följd av minskad exponering för kyla	Minskat 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 boendeförhållanden; påverkar äldre, mycket unga och fattiga
Skyfall: ökad förekomst (eller ökad andel skyfall i den totala nederbörden) över de flesta områden	Mycket sannolikt	Skador på skördar; markerosion, oförmåga att odla mark till följd av vattensjuk mark	Negativa effekter för kvaliteten på yt- och grundvatten; förorenade vattenkällor; vattenbristen kan mildras	Ökad risk för dödsfall, skador, infektionssjukdomar, lungsjukdomar och hudsjukdomar, posttraumatisk stress	Störningseffekter för bebyggelse, handel, transporter och samhällen till följd av översvämningar; tryck på infrastrukturen i städer och på landsbygden
Större områden påverkas av torka	Sannolikt	Försämring av markegenskaper, 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; möjligt med befolkningsflyttningar
Intensiv tropisk cyklonaktivitet ökar	Sannolikt	Skördeskador; stormfällda träd (rotvältor); skador på korallrev	Strömavbrott 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, möjligt med befolkningsflyttningar
Ökad förekomst av extremt höga havsvattenstånd (exklusive tsunamifenomen) ^c	Sannolikt ^d	Försaltning av bevattningsvatten, flodmynnningar och färskvattensystem	Minskad färskvattentillgång till följd av inträngande saltvatten	Ökad risk för dödsfall och skador till följd av drunkning vid översvämningar; hälsoeffekter i samband med folkflyttningar	Kostnader för skydd av kuster jämfört med kostnader för ändrad markanvändning; möjligt med flyttning av befolkning och infrastruktur; se även tropiska cykloner ovan

- ^a Se tabell 3.7 i WG I fjärde utvärderingsrapporten för definitioner.
- ^b Högsta dag- och nattetemperaturerna ökar varje år.
- ^c Extrema havsvattenstånd beror på den genomsnittliga havsnivån och regionala vädersystem. Fenomenet definieras här som den högsta percentilen (1%) av den havsnivå som observeras varje timme vid en mätstation under en given referensperiod.
- ^d I alla scenarier ligger den förutsedda globala genomsnittliga havsnivån år 2100 högre än under referensperioden [WG I fjärde utvärderingsrapporten, 10.6]. Ingen bedömning har gjorts av de effekter som förändringar i de regionala vädersystemen kan ha på extrema havsvattenstånd.

Tabell SPM-2. Exempel på möjliga effekter av klimatförändringar till följd av förändringar i extrema väder- och klimathändelser, baserade på projektioner för 2000-talet. Hänsyn har inte tagits till någon förändring eller utveckling av anpassningskapaciteten. Exempel på alla punkter finns i underlagskapitlen (se källhänvisningarna längst upp i kolumnerna). Tabellens första två kolumner är hämtade direkt från WG I: sammanfattningen (dess tabell SPM-2). Sannolikhetsuppskattningarna i kolumn 2 avser fenomenen i kolumn 1. Trendens riktning och fenomenens sannolikhet gäller för IPCC:s SRES baserade projektioner av klimatförändringarna.

Konsekvenserna av ändrade frekvenser och intensiteter för extrema väder-, klimat- och havsnivåhändelser kommer mycket sannolikt att förändras.

Efter IPCC:s TAR har säkerheten ökat för att vissa väderhändelser och extremer kommer att inträffa oftare, bli mer omfattande och/eller kraftigare under 2000-talet. Samtidigt är mer känt om deras potentiella effekter. Ett urval av dessa presenteras i tabell SPM-2.

Vissa storskaliga klimathändelser har potential att få mycket stora konsekvenser, framför allt efter 2000-talet.

Mycket stora höjningar av havsytans nivå till följd av en omfattande avsmältning av Grönlands och västra Antarktis istäcken skulle medföra stora förändringar av kustlinjer och ekosystem, samt översvämning av lågt liggande områden, med de största effekterna i floddeltan. Flyttning av befolkningar, ekonomisk aktivitet och infrastruktur skulle bli kostsam och krävande. Det är troligt att åtminstone en partiell avsmältning av Grönlands istäcke, och möjligen även västra Antarktis istäcke, kan ske under en tidsperiod från århundraden till årtusenden om jordens medeltemperatur höjs med 1–4°C (relativt 1990–2000), vilket skulle ge ett bidrag till havsytans höjning på 4–6 meter eller mer. En fullständig avsmältning av Grönlands istäcke och västra Antarktis istäcke skulle medföra ett bidrag till havsytans höjning på upp till 7 meter respektive omkring 5 meter. [WGI AR4 6.4, 10.7 och WGII AR4 19.3]

Baserat på resultat från klimatmodeller är det mycket osannolikt att den storskaliga, meridionala medelcirkulationen (MOC) i Nordatlanten kommer att genomgå någon stor, plötslig förändring under 2000-talet. En dämpning av denna havscirkulation detta århundrade är mycket sannolik, men temperaturerna över Atlanten och Europa projiceras ändå stiga till följd av den globala uppvärmningen. Effekterna av storskaliga och bestående förändringar av denna havscirkulation kommer sannolikt att inkludera förändringar av de marina ekosystemens produktivitet, fisket, havets upptag av koldioxid, havets syrehalt och den landbaserade vegetationen. [WG I fjärde utvärderingsrapport, 10.3, 10.7; och WG II fjärde utvärderingsrapport, 12.6, 19.3]

Klimatförändringarnas effekter kommer att variera regionalt, men sammantaget och jämfört med nuläget kommer de mycket sannolikt att medföra årliga nettokostnader som ökar med tiden i takt med den globala uppvärmningen.

Denna utvärdering klargör att effekterna av framtida klimatförändringar kommer att variera mellan regionerna. Vid ökning av den globala medeltemperaturen som överstiger 1990 års nivå med mindre än 1–3°C projiceras vissa effekter ge fördelar på några platser och för vissa sektorer, samt orsaka kostnader på andra platser och för andra sektorer. Det projiceras ändå att regioner vid låga latituder samt polartrakterna drabbas av nettokostnader även vid små temperaturökningar. Det är mycket sannolikt att alla regioner kommer att drabbas av antingen minskade nettofördelar eller ökade nettokostnader vid temperaturökningar på mer än omkring 2–3°C. [9.S, 9.5, 10.6, T109, 15.3, 15.S]

Dessa iakttagelser bekräftar belegg som rapporterades i TAR för att de globala genomsnittliga förlusterna kan komma att uppgå till 1–5 procent av bruttonationalprodukten (BNP) vid en uppvärmning på 4°C, medan utvecklingsländerna förväntas drabbas av ännu större procentuella förluster. [F20.3]

Många uppskattningar av de samlade ekonomiska nettokostnaderna för skador orsakade av klimatförändringarna jorden runt (det vill säga, kolets samhällskostnader uttryckta i termer av framtida nettofördelar och kostnader avräknade mot dagsläget) är nu tillgängliga. Forskargranskade uppskattningar av kolets samhällskostnader 2005 anger ett medelvärde på 43 USD per ton kol (det vill säga 12 USD per ton koldioxid) men spridningen runt detta medelvärde är stor. I ett exempel visade en genomgång av 100 uppskattningar att värdena varierade från -10 USD per ton kol (-3 USD per ton koldioxid) till 350 USD per ton kol (130 USD per ton koldioxid). [20.6]

Den stora spridningen för kolets samhälls-

kostnader beror huvudsakligen på skillnader i antaganden om klimatkänsligheten, fördröjnings-effekter, hanteringen av risker och tillgångar, ekonomiska och andra effekter, medräknandet av potentiellt katastrofala förluster och kalkylräntor. Det är mycket sannolikt att de globala, samlade siffrorna underskattar skadekostnaderna eftersom det inte går att inkludera flera ej kvantifierbara effekter. Som helhet betraktat tyder omfattningen av de publicerade beläggen på att nettokostnaderna för skadorna orsakade av klimatförändringarna sannolikt blir betydande och att de kommer att öka med tiden. [T20.3, 20.6, F20.4]

Det är praktiskt taget säkert att de samlade uppskattningarna av kostnaderna döljer signifikanta skillnader i effekter mellan sektorer, regioner, länder och befolkningar. På vissa platser och bland vissa grupper med hög exponering, hög känslighet och/eller låg anpassningskapacitet kommer nettokostnaderna att bli väsentligt högre än när de slås ut över hela jorden. [20.6, 20.S, 7.4]

Aktuell kunskap om åtgärder föranledda av klimatförändringarna

Viss anpassning görs i dag relativt observerade och prognostiserade framtida klimatförändringar, men i begränsad omfattning.

Det finns växande belägg sedan IPCC:s tredje utvärdering för mänsklig aktivitet för anpassning till observerade och förväntade klimatförändringar. Hänsyn tas till exempel till klimatförändringar vid design av infrastrukturprojekt såsom kustskydd på Maldiverna och i Nederländerna, samt vid byggandet av Confederation Bridge i Kanada. Andra exempel inkluderar förebyggande av jökellopp i Nepal, samt policyer och strategier för vattenvård i Australien samt myndighetsinsatser mot värmeböljor i bland annat vissa europeiska länder. [7.6, 8.2, 8.6, 17.5, 17.2, 16.5, 11.5]

Anpassning kommer att krävas för att åtgärda effekter till följd av den uppvärmning, som redan är ofrånkomlig till följd av tidigare utsläpp.

Tidigare utsläpp förväntas medföra viss oundviklig uppvärmning (ytterligare omkring 0,6°C till slutet av detta århundrade) även om atmosfärens växthusgashalter skulle ligga kvar på 2000 års nivåer (se WG I AR 4). Det finns vissa effekter för vilka anpassningar är det enda tillgängliga och lämpliga åtgärdsalternativet. En antydning om dessa effekter kan ses i tabell SPM-1.

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

Effekterna förväntas öka i takt med den globala uppvärmningen såsom antyds i tabell SPM-1. Även om många tidiga effekter av klimatförändringarna kan åtgärdas effektivt genom anpassning, minskar möjligheterna till en framgångsrik anpassning samtidigt som de tillhörande kostnaderna ökar med ökande klimatförändringar. I

dagsläget har vi inte en klar bild över anpassningarnas begränsningar, eller deras kostnader, delvis på grund av att effektiva anpassningsåtgärder är starkt beroende av specifika, geografiska och klimatrelaterade riskfaktorer såväl som institutionella, politiska och ekonomiska ramar. [7.6, 17.2, 17.4]

De möjliga anpassningsåtgärder som står samhällena till buds är väldigt många, och sträcker sig från rent tekniska lösningar (till exempel kustskydd) via beteenderelaterade lösningar (till exempel ändrade livsmedels- och fritidsvanor) till skötsel och planering (till exempel ändrade metoder inom jordbruket) och policylösningar (till exempel planeringsreglering). De flesta tekniska lösningar och strategier är visserligen kända och utvecklade i en del länder, men den analyserade litteraturen anger inte hur effektiva olika alternativ¹⁴ är på att till fullo minska riskerna, speciellt vid större uppvärmningar och därmed relaterade effekter, samt för sårbara grupper. Dessutom finns det påtagliga miljörelaterade, ekonomiska, informationsrelaterade, sociala, attitydrelaterade och beteenderelaterade hinder mot genomförandet av anpassningsåtgärder. För utvecklingsländer är resurstillgången och uppbyggnaden av anpassningskapacitet särskilt viktiga. [Se avsnitt 5 och 6 i kapitel 3–16 samt 17.2, 17.4.]

Enbart anpassning förväntas dock inte räcka till som skydd mot alla projicerade effekter av klimatförändringarna, och framför allt inte i det långa loppet eftersom de flesta effekter ökar successivt i omfattning [tabell SPM-1].

Sårbarheten för klimatförändringar kan förvärras av närvaron av andra stressfaktorer.

Icke klimatrelaterade stressfaktorer kan öka sårbarheten för klimatförändringar genom att sänka motståndskraften och även anpassningskapaciteten till följd av begränsade resurser. Till exempel inkluderar dagens stressfaktorer för vissa

¹⁴ En tabell över alternativ ges i den tekniska sammanfattningen.

korallrev marina föroreningar och urlakning från jordbruket såväl som ökande vattentemperatur och försurning av havet. Sårbara regioner utsätts för flera stressfaktorer som påverkar deras exponering och känslighet såväl som deras kapacitet till anpassning. Dessa stressfaktorer uppkommer till exempel till följd av befintliga klimateffekter, fattigdom och ojämn resurstillgång, osäker livsmedelstillgång, trender inom den ekonomiska globaliseringen, konflikter och förekomsten av sjukdomar som hiv/aids. [7.4, 8.3, 17.3, 20.3] Anpassningsåtgärder genomförs sällan som svar på klimatförändringar enbart, utan kan integreras inom ramen för till exempel hantering av vattenresurser, kustskydd och katastrofberedskap. [17.2, 17.5]

Den framtida sårbarheten beror inte bara på klimatförändringar utan även på utvecklingens väg.

En viktig utveckling sedan IPCC:s TAR har varit genomförandet av konsekvensstudier för en rad olika utvecklingsvägar med hänsyn tagen inte bara till förväntade klimatförändringar, utan även projicerade sociala och ekonomiska förändringar. Merparten har baserats på beskrivningar av befolknings- och inkomstnivåer hämtad från IPCC:s specialrapport om utsläppsscenarioer (SRES). [2.4]

Dessa studier visar att klimatförändringarnas projicerade effekter kan variera kraftigt beroende på antagandet om utvecklingsväg. Det kan till exempel finnas stora regionala skillnader i befolkning, inkomst och teknisk utveckling under alternativa scenarier, vilket ofta är en stark avgörande faktor för nivån på sårbarheten för klimatförändringar. [2.4]

Ett exempel är att i en rad nyligen genomförda studier av klimatförändringarnas globala effekter på livsmedelstillgången, risken för kustöversvämningar och vattenbrist, är det projicerade antalet människor som påverkas betydligt större under utvecklingsscenarioer som liknar IPCC:s A2 scenario (karaktiserat av relativt låg inkomst per capita och stor befolkningstillväxt) än under andra SRES-framtider. [T20.6] Denna skillnad förklaras

huvudsakligen av skillnader i sårbarhet i stället för av skillnader i klimatförändringarna. [T6.6]

Hållbar utveckling¹⁵ kan minska sårbarheten för klimatförändringar och klimatförändringarna kan hindra länders förmåga att uppnå hållbara utvecklingsvägar.

Hållbar utveckling kan minska sårbarheten för klimatförändringar genom att öka anpassningskapaciteten och öka motståndskraften. Än så länge har dock sällan anpassning till klimatförändringarnas effekter eller uppbyggande av anpassningskapaciteten uttryckligen inkluderats i planer för främjandet av hållbar utveckling. [20.3]

Å andra sidan är det mycket sannolikt att klimatförändringarna kan fördröja hållbar utveckling, antingen direkt genom ökad exponering för negativa effekter eller indirekt genom urholkning av kapaciteten till anpassning. Detta visas tydligt i kapitelavsnitten om sektorer och regioner i denna rapport där följderna för en hållbar utveckling diskuteras. [Se avsnitt 7 i kapitel 3–8, 20.3, 20.7]

FN:s millenniemål är ett mått på framstegen mot en hållbar utveckling. Under de närmaste femtio åren kan klimatförändringarna komma att hindra genomförandet av dessa mål. [20.7]

Många effekter kan undvikas, minskas eller fördröjas med utsläppsminskningar

Ett litet antal konsekvensutvärderingar har nu genomförts för scenarier där de framtida koncentrationerna av växthusgaser i atmosfären har stabiliserats. Även om dessa studier inte tar full hänsyn till osäkerheter i det projicerade klimatet som följd av en stabilisering, ger de ändå antydningar om skador som kan undvikas samt sårbarheter och risker som kan minskas vid olika utsläppsminskningar. [2.4, T20.6]

¹⁵ Brundtland-kommissionens definition av hållbar utveckling används i denna utvärdering: "utveckling som tillgodoser dagens behov utan att äventyra framtida generationers möjligheter att tillgodose sina behov". Samma definition används i den tredje utvärderingsrapporten TAR (syntesrapporten och delrapporten från WGII).

En portfölj med åtgärder för anpassning och utsläppsminskning kan minska riskerna förknippade med klimatförändringarna.

Inte ens de allra strängaste utsläppsminskningarna kan förhindra fortsatta effekter av klimatförändringarna under de närmaste decennierna, vilket gör anpassningar helt nödvändiga, i synnerhet för att ta itu med effekterna på kort sikt. På längre sikt skulle avsaknaden av utsläppsminskningar ge upphov till klimatförändringar som sannolikt skulle överträffa de naturliga, brukade/skötta och ”mänskliga” systemens kapacitet till anpassning. [20.7]

Detta antyder värdet av en portfölj eller mix av strategier som inkluderar utsläppsminskningar, anpassningar, tekniska utvecklingar (för att förstärka både anpassningar och utsläppsminskningar) och forskning (om klimat, effekter, anpassning och utsläppsminskning). I sådana portföljer skulle policyer kunna kombineras med styrmedel och engagemang på alla nivåer från den enskilda medborgaren till regeringarna och internationella organisationer. [18.1, 18.5]

Ett sätt att öka anpassningskapaciteten är att inkludera hänsyn till klimatförändringarnas effekter i samhälls och fysisk planering [18.7], till exempel genom att:

- inkludera anpassningsåtgärder i planeringen av markanvändning och utformningen av infrastruktur [17.2],
- inkludera åtgärder för att minska sårbarheten i befintliga strategier för riskreducering vid katastrofer. [17.2, 20.8]

Systematiska observations- och forskningsbehov

Även om vetenskapen som förser beslutsfattarna med information om klimatförändringarnas effekter och möjligheten till anpassning har förbättrats sedan TAR, lämnar den fortfarande många viktiga frågor obesvarade. Underlagskapitlen inkluderar ett antal bedömningar av prioriteringar för fortsatt observation och forskning, och dessa råd bör tas på fullaste allvar (en förteckning över dessa rekommendationer återfinns i den tekniska sammanfattningens avsnitt TS-6).

Faktaruta 1

Definitioner av grundläggande begrepp

Klimatförändringar används som begrepp av IPCC för alla variationer i klimatet över tiden, oavsett om förändringarna beror på naturliga variabilitet eller är en följd av mänsklig aktivitet. Denna användning av begreppet skiljer sig från den i FN:s ramkonvention om klimatförändringar, där *klimatförändringar* avser en förändring av klimatet som är direkt eller indirekt hänförlig till mänsklig verksamhet, som ändrar sammansättningen av den globala atmosfären, och som går utöver naturlig klimatvariabilitet som observerats under jämförbara tidsperioder.

Anpassningskapacitet är förmågan hos ett system att anpassa sig till klimatförändringar (inklusive klimatvariabilitet och extremer) för att dämpa potentiella skador, ta vara på möjligheter eller handskas med konsekvenser.

Sårbarhet är ett mått på i vilken utsträckning ett system är känsligt för, eller inte klarar av, negativa effekter av klimatförändringarna, inklusive klimatvariabilitet och extremer. Sårbarheten beror på karaktären, storleken och takten i den klimatförändring och variation som systemet exponeras för, dess känslighet och dess anpassningskapacitet.

Denna ruta med viktiga begrepp är samma som används i TAR och har godkänts rad för rad av IPCC.

Faktaruta 2

Kommunikation av osäkerhet i WG II fjärde utvärderingsrapport

En uppsättning av termer används i alla delrapporter av IPCC:s fjärde utvärderingsrapport för att kommunicera osäkerheter i aktuella kunskaper.

Beskrivning av rimlighet (konfidens)

Rapportförfattarna har kopplat en nivå av rimlighet till de huvudsakliga slutsatserna i rapportens tekniska sammanfattning, utifrån deras utvärdering av aktuell kunskap, enligt följande:

Terminologi	Nivå om rimlighet om att slutsatsen är riktig
Högst troligt	minst 9/10 chans att det är riktigt
Mycket troligt	omkring 8/10 chans
Troligt	omkring 5/10 chans
Lite troligt	omkring 2/10 chans
Knappast troligt	mindre än 1/10 chans

Beskrivning av sannolikhet

Med sannolikhet avses en utvärdering av att ett specifikt utfall har skett eller kommer att äga rum i framtiden. Sannolikhetsutvärderingen baseras antingen på kvantitativ analys eller på expertbedömningar. I rapportens tekniska sammanfattning använder rapportförfattarna följande termer vid utvärderingen av specifika utfalls sannolikhet:

Terminologi	Sannolikhet för att utfallet gäller
Praktiskt taget säkert	> 99 % sannolikhet
Mycket sannolikt	90–99 %
Sannolikt	66–90 %
Lika sannolikt som inte	33–66 %
Osannolikt	10–33 %
Mycket osannolikt	1–10 %
Ytterst osannolikt	< 1 %

Faktaruta 3

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

A1. A1-scenariot beskriver 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 utökat socialt och kulturellt utbyte, med en betydande utjämning av de regionala skillnaderna i inkomst per capita. A1-scenariot 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 enbart på en typ av energikälla, baserat på antagandet att alla tekniker för energiförsörjning och slutanvändning har förbättrats i jämförbar mån).

A2. A2-scenariot beskriver en heterogen värld. Det underliggande temat är självförsörjning och bevarande av lokal identitet. Befolkningsutvecklingstrenderna 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-scenariot 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. Den materiella intensiteten minskar och rena och resurseffektiva tekniker införs. Tyngdpunkten ligger på globala lösningar för ekonomisk, social och miljömässig hållbarhet, med ökad rättvisa, men utan ytterligare klimatinitiativ.

B2. B2-scenariot beskriver en värld i vilken tyngdpunkten ligger på lokala lösningar för ekonomisk, social och miljömässig 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 miljövard och social rättvisa, men mer fokuserat på lokala och regionala nivåer.

Ett exemplifierande 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 eller utsläppsmålen i Kyotoprotokollet genomförs.

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

Kommentarer till avsnitt i sammanfattningsrapporten

av docent Markku Rummukainen, SMHI och docent Annika Carlsson-Kanyama, FOI

Sidan 13–15

Frågan här gäller om ”hur har de system som har förändrats, förändrats?” och inte till exempel ”hur många system” har förändrats? Urvalet av dataserier har gjorts utifrån förutbestämda krav, av vilka kanske det mest väsentliga är att det ska finnas ”signifikanta förändringar”. Undersökningen går sedan vidare för att se hur ofta förändringarna är i en riktning som ligger i linje med uppvärmningen. Hur dataurvalet görs är förstås väldigt viktigt. Förutbestämda krav gör att subjektivitet i dataurvalet undviks. Att det är fråga om förändringar oavsett riktningen är också viktigt.

Sidan 16

Framtida klimateffekter har studerats utifrån ett brett urval av socio-ekonomiska och klimatscenarier. I cirka hälften av studierna sedan 2000 är utgångspunkten något av de så kallade SRES-scenarierna (jämför faktaruta 3) som omfattar både framtida socioekonomisk utveckling och utsläpp. De övriga studierna bygger på olika typer av idealiserade utsläppsscenarier. Formellt avser resultaten framtidsutvecklingar utan beslut om utsläppsminskningar. Resultat kan dock gälla även inom framtidsutvecklingar med utsläpps begränsningar, antingen när en effekt ligger nära i tiden, eller uppstår vid en förhållandevis liten fortsatt uppvärmning som inte bromsas in. I det senare fallet kan effekten eventuellt ändå senareläggas med hjälp av utsläpps begränsningar.

Där det finns underlag för scenarier av förändringar i sårbarheten och anpassningskapacitet, till exempel via demografiska förändringar, har det tagits hänsyn till. Eventuella kommande beslut med mera kan förstås inte tas hänsyn till. På samma sätt som de kommande klimatförändringarna kan bromsas in med utsläppsminskningar, kan klimateffekterna minskas med direkta anpassningsåtgärder eller indirekt via hållbar utveckling som minskar sårbarheten.

Klimateffektexemplen i denna sektion av sam-

manfattningsrapporten har valts utifrån deras relevans (inkl. omfattning och grad), representativitet för system, sektor eller region i fråga samt rimlighetsnivån i resultatet. I alla exemplen är denna rimlighetsnivå minst mellanstor (oddsen uppskattas till 5 av 10 att det slår in), och den kan vara upp till mycket stor (9 av 10). Det finns en rad andra klimateffekter på de olika systemen, sektorerna och regionerna än det som nämns här.

Sidan 18

Klimateffekterna på mänsklig hälsa varierar både mellan regionerna och inom dessa samt mellan olika grupper. Särskilt sårbara är äldre, barn, socioekonomiskt svaga, kroniskt sjuka (hjärtsvaga, astmatiker) och invandrare, vilket kan vara viktigt i relaterade beslut om åtgärder. Toleransen för värme tycks också vara könsrelaterad. Detta nämns indirekt i sammanfattningsrapporten.

Sidan 20

Som för de andra regionerna, finns det för Europa mer resultat än de som refereras i sammanfattningsrapporten. En påminnelse av detta är skrivningen om att klimateffekterna förväntas bli olika inom Europa när det gäller förutsättningarna för jordbruket, turismen, naturtillgångarna samt klimatrelaterade naturolyckor. Kartläggningar, bedömningar och resultat av den statliga Klimat- och sårbarhetsutredningen i 2006–2007 finns inte med i WG II underlaget, på grund av att utredningen ligger senare i tiden. Därmed finns det mycket kompletterande material om klimateffekter, anpassningar och sårbarhet för svenskt vidkommande.

Nordeuropa kommer knappast att bli den mest eller värst utsatta regionen, men klimateffekter är att vänta även här. Initialt är det fråga om både positiva och negativa effekter. Vid en successiv uppvärmning kommer de negativa effekterna att dominera.

Sidan 22–23

I TAR identifierades ett ramverk ”anledningar till oro” som en övergripande illustration av kopplingen mellan risker för klimateffekter vid olika stora temperaturhöjningar. Fem områden ingår: unika/särskilt sårbara system, följer av extrema väderhändelser, effekters regionala fördelning, sammanlagda globala marknadseffekter, samt i händelse av större förändringar i till exempel inlandsisar. I sammanfattningsrapporten anses detta ramverk fortfarande användbar. Genomgående innebär de nya resultaten skärpningar. En viss risknivå nås nu vid en något lägre temperaturhöjning. Omvänt gäller att en viss temperaturhöjning bedöms vara kopplad med större risker.

Sidan 24

Tabellen visar ett urval av klimateffekter på olika sektorer. Urvalet baseras på relevans, men även tillgängligheten av studier som belyser effekterna vid olika stora klimatförändringar. (Därmed utesluts studier med fokus i enstaka scenarioperioder.) Dessutom krävs det att rimlighetsnivån är hög (8 av 10). Av dessa skäl skiljer sig urvalet från sammanfattningsens klimateffektdiskussion för övrigt. Därmed kompletterar tabellen snarare än sammanfattar resultat om sektoriella klimateffekter.

Sidan 28

Uppskattningarna av klimateffekters kostnad är svåra att göra. Som på andra områden, pågår det olika aktiviteter för att få fram mer resultat. Den så kallade Sternrapporten (Stern m fl. 2007) är ett bra exempel. Enligt Sternrapporten kan till exempel minskningarna av BNP på grund av uppvärmningen vara större än det som anges i sammanfattningsrapporten. En skillnad mellan uppskattningarna är hur omfattande hänsyn tas till klimateffekter utöver klimateffekter på aspekter som miljö och hälsa.

Sidan 29

Klimatförändringarna innebär risker som ligger utanför vår erfarenhet. Därför kan vi inte enbart förlita oss på de metoder som hitintills använts av för riskreduktion och som enbart bygger på inträffade händelser (till exempel flöden, vindar, temperaturer). Istället behövs scenarier som innefattar nya risker som kan bli aktuella. Att studera hur samhällen har hanterat extrema vädersituationer och vad man lärt sig av det är dock också ett sätt att förstå de utmaningar klimatanpassningen ställer oss inför.

Anpassningsåtgärder när det gäller klimatförändringen kan komma i konflikt med mål för utsläppsreduktion eller andra miljömål och det är viktigt att vara uppmärksam på sådana när anpassningsåtgärder utvärderas. Till exempel kan ett ökat behov av kylning leda till att efterfrågan på el stiger.

Sidan 30

I Sverige har vi i vissa kommuner börjat arbeta aktivt med frågan om klimatanpassning. I de flesta kommuner har arbetet med anpassning till ett förändrat klimat dock inte kommit lika långt även om en del arbete med anpassning till dagens klimatvariationer redan påbörjats. Att hitta lösningar som underlättar anpassning samtidigt som man når andra miljömål bör bli en viktig fråga under de närmaste åren. Anpassning är i första hand en individuell, lokal eller regional angelägenhet. Den berör alltifrån hur vi klär oss, till hur vi bygger och var vi spenderar vår semester och effekten märks både på kort och lång sikt. Utsläppsreduktion däremot, ger mer effekt först på längre sikt och måste med nödvändighet inbegripa ett engagemang hos det internationella samfundet. Kostnaderna för både anpassning och utsläppsminskningar uppstår lokalt medan nyttan av de senare sker globalt. Tidsdimensionen skiljer anpassning och utsläppsreduktion åt

liksom vart i samhället beslut om åtgärder fattas. Varken utsläppsminskningar eller anpassningsåtgärder räcker ensamt för att hantera riskerna med klimateffekter. Båda behövs, samtidigt.

Faktaruta 2, sidan 33

I rapporten används två olika sätt att karaktärisera hur säker man är om slutsatserna. Det ena sättet anger en sannolikhet ("likelihood") och det andra en rimlighet ("confidence") för ett resultat och/eller en bedömning. En sannolikhetsbestämelse kan göras när underlaget är så pass omfattande, att en formell statistisk bedömning kan göras. I en bedömning av rimlighetsnivån ingår olika typer av underlag, inklusive fackmannamässiga expertbedömningar.

FN:s klimatpanel 2007: Klimat effekter, anpassning och sårbarhet

RAPPORT 5704

NATURVÅRDSVERKET
ISBN 91-620-5704-9
ISSN 0282-7298

Sammanfattning för beslutsfattare

Bidraget från arbetsgrupp II (WG II) till
den fjärde utvärderingsrapporten från
Intergovernmental Panel on Climate
Change

FN:s klimatpanels, IPCC, andra delrapport i sin senaste utvärdering av klimatförändringen offentliggjordes i Bryssel fredagen den 6 april 2007. Rapporten sammanfattar kunskapsläget om klimat effekter, möjligheter till anpassning och sårbarhet. Här presenteras en svensk översättning av sammanfattningen, med kommentarer av docent Markku Rummukainen, SMHI samt docent Annika Carlsson-Kanyama, FOI.

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.

