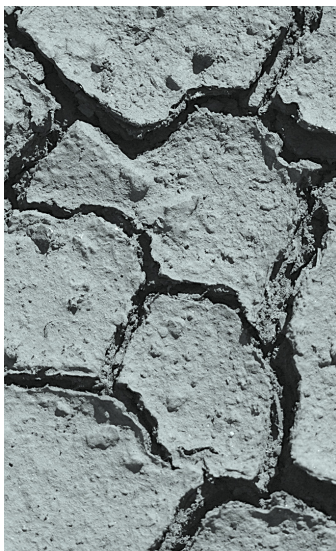


FNs KLIMATPANEL – SAMMANFATTNING FÖR BESLUTFATTARE

ATT BEGRÄNSA KLIMAT- FÖRÄNDRINGARNA

Bidrag från arbetsgrupp 3 (WG 3) till den femte utvärderingen (AR 5) från Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC.



Pärmbild

Bilden är ett collage av bilder på fabriksrök, översvämning och torka.

Källa: SMHI:s bildarkiv, bildbyråerna Johnér och Free Images.

KLIMATOLOGI Nr 8, 2014

FN:s klimatpanel, IPCC. Att begränsa klimatförändringen

Sammanfattning för beslutsfattare

Bidrag från arbetsgrupp 3 (WG 3) till den femte utvärderingen (AR 5) från Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC

SMHI har låtit översätta ”Summary for policymakers” från IPCCs arbetsgrupp 3. Resultatet presenteras i denna rapport. Översättningen har gjorts av Tove Granberg/Semantix. Lars Barring och Markku Rummukainen, SMHI, samt Lars J Nilsson, Lunds tekniska högskola, har sakgranskat översättningen.

Lars J Nilsson, professor i miljö- och energisystem vid Lunds tekniska högskola, har skrivit en sammanfattning av rapportens huvuddrag. Lars J Nilsson deltog i den svenska delegationen när IPCC tog beslut om rapporten (Berlin, april 2014).

Huvuddragen i ”Sammanfattning för beslutsfattare”, IPCC WG 3, 2014

Sammanfattning av Lars J Nilsson, Lunds Universitet

Den tredje delrapporten från FN:s klimatpanel handlar om åtgärder för att begränsa klimatförändringarna. Allt fler länder utvecklar sin klimatpolitik och inför olika styrmedel, med resultatet att utsläppen minskat i vissa länder. Men detta har ännu inte gjort något avtryck i minskade globala utsläpp. De globala utsläppen av växthusgaser under 2000-2010 ökade med 2,2 % per år vilket är en högre takt än de 1,3 % per år som rådde under perioden 1970-2000. Dessutom har koldioxidintensiteten i världens energiförsörjning ökat 2000-2010 medan den minskade något under perioden 1970-2000. Ett positivt tecken är att utsläppen från jordbruk, skogsbruk och annan markanvändning (AFOLU, Agriculture Forrestry and Land Use) minskat något på senare tid.

Som bakomliggande drivkrafter till ökade utsläpp anges befolkningsökning och ekonomisk tillväxt. Detta driver efterfrågan på energitjänster vilket i sin tur driver efterfrågan på el och andra energibärare. Även om en stor andel av investeringarna i ny elproduktion under de allra senaste åren skett i förnybar elproduktion (vind, vatten och sol) görs också stora investeringar i fossilbaserad produktion för att möta energiefterfrågan. Som framgår av den underliggande rapporten har utsläppen ökat mest, och nästan fördubblats mellan 1990 och 2010, i de snabbväxande övre medelinkomstländerna. Gruppen utgörs av ca 55 länder, inklusive stora länder som Brasilien, Kina och Mexiko.

Jämfört med tidigare utvärderingar från WGIII ges i denna sammanfattning större utrymme för frågor kring exempelvis rättvisa, jämlikhet, samarbete och riskbedömning, bland annat med utgångspunkt i filosofisk litteratur. Härmed diskuteras också grunderna för hur man kan se på klimatfrågan och begränsning av utsläppen. Eftersom klimatfrågan är ett problem som rör våra gemensamma globala tillgångar krävs internationellt samarbete, och i samband med detta uppstår frågor om rättvisa, ansvarsfördelning och jämlikhet. Verktyg för ekonomiska utvärderingar av kostnader och nyttor, eller kostnadseffektivitet, har i det sammanhanget sina begränsningar. Många områden inom klimatpolitiken involverar också värdeomdömen och etiska överväganden. Dessutom har klimatpolitiken nära beröringspunkter med andra samhällsmål vilket skapar möjligheter till sidovinst och negativa sidoeffekter. Perspektivet med flera mål är viktigt, bland annat för att det bidrar till att identifiera områden där stödet kan bli starkt för politiska åtgärder som leder till att flera mål kan nås samtidigt. För att inte underskatta fördelarna med utsläppsminskningar är det viktigt att klimatpolitiken, ur ett riskperspektiv, tar hänsyn till händelser med låg sannolikhet men betydande konsekvenser.

Rapporten sammanställer resultaten från cirka 900 scenarier för utsläppsminskningar där koncentrationen av växthusgaser i atmosfären 2100 varierar mellan 700 ppm och 430 ppm koldioxidekvivalenter. Målet om högst två graders ökning av den globala medeltemperaturen utgör en viktig referens i analysen av scenarierna. Eftersom det finns en viss osäkerhet i hur klimatet svarar på en viss koncentrationsnivå måste man uttrycka sig i termer av sannolikheter. Om koncentrationen når upp till 550-650 ppm koldioxidekvivalenter blir det ”*mer osannolikt än sannolikt*” att temperaturen stannar under två grader. Målet om max två graders ökning nås sannolikt (66-100 %) bara om koncentrationen hamnar under cirka 450 ppm koldioxidekvivalenter och de kumulativa utsläppen av koldioxid fram till 2100 hamnar under cirka 1000 miljarder ton (idag är koldioxidutsläppen cirka 37-38 miljarder ton per år). Enkelt uttryckt måste utsläppen minska snabbt, mycket och i alla sektorer för att klara tvågradersmålet: Rapporten anger 40-70 % lägre utsläpp av växthusgaser år 2050 jämfört med 2010, och fortsatta minskningar därefter. Även för koncentrationsnivåer kring 500-550 ppm krävs stora utsläppsminskningar.

De integrerade modeller (s.k. Integrated Assessment Models) som används för scenarioanalys beräknar också de samlade kostnaderna för utsläppsminskningar och uttrycker detta som minskad konsumtionstillväxt. Effekterna på tillväxten är mycket små i modellerna: Exempelvis blir konsumtionen 3-11 % lägre år 2100 än den annars skulle varit men detta är från nivåer där konsumtionen ökat med 300-900 % från idag. Modellerna antar en perfekt värld och marknad med globalt koldioxidpris som vid varje tidpunkt ger utsläppsminskningar till lägsta kostnad. De bedömer inte värdet på undvikna klimatskador eller sidovinsterna och möjliga negativa sidoeffekter av utsläppsminskningar. De ekonomiska analyserna måste alltså tolkas med mycket stor försiktighet. Värdet av framtida klimatskador, och deras effekt på tillväxt och konsumtion är naturligtvis ytterst svårt att bedöma. Likaså är det svårt att värdera de ekonomiska effekterna av sidovinsterna såsom bättre luftkvalitet, hälsa och energisäkerhet. En uppenbar konsekvens av minskad användning av fossila bränslen är att värdet på dessa tillgångar sjunker och att intäkterna för exportörer minskar.

I den del av rapporten som beskriver sektorsvisa åtgärder för minskade utsläpp lyfter författarna fram de sidovinsterna som kan uppstå genom åtgärdsstrategier i olika sektorer. Detta speglar den långsamma förskjutning som har skett i synen på klimatfrågan: Från ett isolerat föroreningsproblem till en utmaning för hållbar samhällsutveckling i bredare mening. Tydligast blir detta i sammanhanget hållbara byggnader, transporter och städer där utsläppsminskning utgör ett delmål bland andra såsom hälsa, tillgänglighet, arbetsproduktivitet, minskad energifattigdom och högre energisäkerhet. Kapitalintensiv infrastruktur med lång livslängd kan skapa inlåsningsvilket talar för att agera tidigt genom förändringar i fysisk planering och prioriteringar inom infrastruktur. Även för jord- och skogsbruk är det viktigt med breda strategier, som bland annat kombinerar åtgärder för anpassning och utsläppsminskning, och som kan hantera olika intressen kring markanvändningen.

En nyckelstrategi för minskade utsläpp är energieffektivisering och beteendeförändringar som leder till minskad energiefterfrågan, utan att påverka utvecklingen negativt. Sedan den förra rapporten 2007 har många tekniker för förnybar energi blivit både effektivare och billigare, och allt fler av dessa tekniker börjar nå en sådan mognadsgrad att de kan användas i betydligt större skala. När det gäller just elproduktion stod förnybar energi för drygt hälften av ny installerad effekt elproduktion som tillkom globalt 2012, och tillväxten var som störst inom vind-, vatten och solkraft. Kärnkraftens andel av den globala elproduktionen har gått tillbaka sedan 1990-talet. Teknik för koldioxidinfångning och lagring (s.k. CCS, Carbon Capture and Storage) har ännu inte använts i större skala vid kommersiella fossila kraftverk, men skulle kunna bli konkurrenskraftigt om de extra investerings- och driftskostnaderna kompenseras med, exempelvis, ett tillräckligt högt pris på koldioxid. Bioenergi med CCS erbjuder möjligheter till negativa utsläpp. Denna teknik är viktig i scenarier för utsläppsminskning där målnivåerna för koncentrationen av växthusgaser tillfälligt överskrids under 2000-talet.

Den avslutande delen av rapporten tar upp strategier och institutioner för utsläppsminskningar inom sektorer, länder och internationellt. I sammanfattningen för beslutsfattare är skrivningarna om internationellt samarbete påfallande korta vilket har att göra med att länderna under plenarmötet där rapporten godkänns hade svårt att enas om lämpliga formuleringar. Exempelvis är det svårt att enas om vilka lärdomar som Kyotoprotokollet erbjuder, särskilt när det samtidigt pågår intensiva klimatförhandlingar inför partsmötet (COP 21) i Paris, december 2015. Även i den vetenskapliga litteraturen finns en spridning i uppfattningar om erfarenheter med Kyotoprotokollet.

Det finns ett tydligt behov av ökade investeringar och förändrade investeringsmönster för att minska utsläppen. Sedan den förra rapporten har mer fokus i politiken lagts på insatser som syftar till att integrera flera målsättningar, ge fler sidovinsterna och minska negativa sidoeffekter. Även om det mesta av ekonomisk teori anger att generella ekonomiska styrmedel är mer kostnadseffektiva än sektorspecifika

strategier, för det enda syftet att minska utsläppen, har ett växande antal studier visat att administrativa och politiska hinder kan göra det svårare att utforma och implementera övergripande ekonomiska styrmedel än sektorspecifika strategier. Sektorspecifika strategier kan vara bättre lämpade att hantera hinder eller marknadsmisslyckanden som är specifika för vissa sektorer och de kan samlas i åtgärds paket som kompletterande policy. Teknikstrategier som komplement till andra styrmedel för utsläppsminskningar kan hantera marknadsmisslyckanden för innovationer och teknikspridning.

Klimatpanelens utvärderingar baseras på publicerad vetenskaplig litteratur och mycket av det som skrivs i Sammanfattning för beslutsfattare är därför inget nytt för de som arbetar inom området. Men dokumentet utgör en viktig referens för förhandlingarna under FN:s klimatkonvention. Genom att länderna enas om beskrivningar av den vetenskapliga kunskapen i klimatfrågan under FN:s klimatpanel (IPCC) så behöver inte förhandlingarna under klimatkonventionen (UNFCCC) förhindras av olika uppfattningar om det vetenskapliga kunskapsläget.

Författare till underlaget för detta dokument:

Ottmar Edenhofer (Tyskland), Ramón Pichs-Madruga (Cuba), Youba Sokona (Mali), Shardul Agrawala (Frankrike), Igor Alexeyevich Bashmakov (Ryssland), Gabriel Blanco (Argentina), John Broome (Storbritannien), Thomas Bruckner (Tyskland), Steffen Brunner (Tyskland), Mercedes Bustamante (Brasilien), Leon Clarke (USA), Felix Creutzig (Tyskland), Shobhakar Dhakal (Nepal/Thailand), Navroz K. Dubash (Indien), Patrick Eickemeier (Tyskland), Ellie Farahani (Canada), Manfred Fischedick (Tyskland), Marc Fleurbaey (Frankrike), Reyer Gerlagh (Nederländerna), Luis Gómez-Echeverri (Colombia/Österrike), Sujata Gupta (Indien/Filippinerna), Jochen Harnisch (Tyskland), Kejun Jiang (Kina), Susanne Kadner (Tyskland), Sivan Kartha (USA), Stephan Klasen (Tyskland), Charles Kolstad (USA), Volker Krey (Österrike/Tyskland), Howard Kunreuther (USA), Oswaldo Lucon (Brasilien), Omar Masera (Mexico), Jan Minx (Tyskland), Yacob Mulugetta (Storbritannien/Etiopien), Anthony Patt (Österrike/Schweiz), Nijavalli H. Ravindranath (Indien), Keywan Riahi (Österrike), Joyashree Roy (Indien), Roberto Schaeffer (Brasilien), Steffen Schlömer (Tyskland), Karen Seto (USA), Kristin Seyboth (USA), Ralph Sims (Nya Zeeland), Jim Skea (Storbritannien), Pete Smith (Storbritannien), Eswaran Somanathan (Indien), Robert Stavins (USA), Christoph von Stechow (Tyskland), Thomas Sterner (Sverige), Taishi Sugiyama (Japan), Sangwon Suh (Korea/USA), Kevin Chika Urama (Nigeria/Storbritannien), Diana Ürge-Vorsatz (Ungern), David Victor (USA), Dadi Zhou (Kina), Ji Zou (Kina), Timm Zwickel (Tyskland)

Bidragande författare till underlaget för detta dokument:

Giovanni Baiocchi (Storbritannien/Italien), Helena Chum (USA/Brasilien), Jan Fuglestad (Norge), Helmut Haberl (Österrike), Edgar Hertwich (Norge/Österrike), Elmar Kriegler (Tyskland), Joeri Rogelj (Schweiz/Belgien), H.-Holger Rogner (Tyskland), Michiel Schaeffer (Nederländerna), Steven J. Smith (USA), Detlef van Vuuren (Nederländerna), Ryan Wiser (USA)

Innehållsförteckning

SPM.1 Inledning	4
SPM.2 Åtgärder för att begränsa klimatförändringar	4
SPM.3 Lagring och flöden av växthusgaser – trender och drivande faktorer	6
SPM.4 Utvecklingsvägar för utsläppsminskningar och åtgärder för hållbar utveckling	10
SPM.4.1 Utsläppsminskningar på lång sikt	10
SPM.4.2 Sektorsvisa och sektorsövergripande utvecklingsbanor och åtgärder för begränsning av klimatförändringar	18
SPM.4.2.1 Sektorsövergripande utvecklingsbanor och åtgärder för begränsning av klimatförändringar	18
SPM.4.2.2 Energiförsörjning	21
SPM.4.2.3 Sektorer för slutanvändning av energi	22
SPM.4.2.4 Jordbruk, skogsbruk och annan markanvändning (AFOLU)	25
SPM.4.2.5 Bosättningsmönster, infrastruktur och fysisk planering	26
SPM.5 Strategier och institutioner för utsläppsminskningar	27
SPM.5.1 Strategier inom sektorer och nationer	27
SPM.5.2 Internationellt samarbete	30

Inledning

Bidraget från arbetsgrupp III (WGIII) till IPCC:s femte utvärderingsrapport (AR5) baseras på litteratur om de vetenskapliga, tekniska, miljömässiga, ekonomiska och sociala aspekterna av begränsningar av klimatförändringarna. Det bygger vidare på bidraget från WGIII till IPCC:s fjärde utvärderingsrapport (AR4), Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation (SRREN) samt tidigare rapporter, men bedömer också nya resultat och forskningsrön som framkommit sedan dess. I rapporten utvärderas också alternativ för begränsning av klimatförändringar på olika beslutsnivåer och i olika ekonomiska sektorer. Det redovisas även hur olika strategier påverkar samhället, men rapporten innehåller inga rekommendationer om några specifika åtgärder för utsläppsminskningar.

Denna sammanfattning för beslutsfattare följer strukturen i huvudrapporten från arbetsgrupp III. Textens stycken inleds med meningar i fet stil som tillsammans kan läsas som en koncis sammanfattning. De textstycken som ligger till grund för denna sammanfattning för beslutsfattare återfinns i huvudrapporten samt i dess tekniska sammanfattning (Technical Summary). Referenser till dessa dokument anges inom hakparentes.

Graden av säkerhet för resultaten i denna utvärdering, liksom i alla rapporter från samtliga arbetsgrupper, bygger på författarnas utvärderingar av underliggande vetenskapliga forskningsresultat och uttrycks kvalitativt med konfidensgrad (från högst otroligt till mycket troligt) samt, när det är möjligt, som kvantifierad sannolikhet (från praktiskt taget helt osannolikt till praktiskt taget säkert). Konfidensgraden för ett resultat baseras på de underbyggande uppgifternas typ, mängd, kvalitet och samstämmighet hos de vetenskapliga beläggen (t.ex. data, förståelse av mekanismer, teorier, modeller, expertbedömningar) och graden av överensstämmelse.¹ Sannolikhetsuppskattningar av osäkerheten i resultaten bygger på statistiska analyser av observationer och/eller modellresultat, samt expertbedömningar.² Där det är lämpligt har resultaten formulerats som fakta utan osäkerhetsbestämning. Uppgifter om konfidensgrad, vetenskapliga belägg och överensstämmelser som anges för utvärderingsresultat i fetstil gäller även för efterföljande uttalanden i stycket, såvida inte annat uppges.

¹ Följande termer används för att beskriva evidensgraden hos tillgängliga data: begränsad, medel eller robust. För graden av överensstämmelse mellan studier används låg, medel eller hög. Konfidensgraden anges i kursiv stil i fem nivåer: högst otroligt, mindre troligt, troligt, mycket troligt och högst troligt. Exempel: troligt. Resultat kan hänföras till olika konfidensgrader vid en given evidensgrad och grad av överensstämmelse, men ökande evidensgrad och grad av överensstämmelse motsvarar en högre konfidensgrad. För mer detaljer, se den vägledande noten för huvudförfattarna av IPCC:s femte utvärderingsrapport om enhetlig hantering av osäkerheter (Guidance note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on consistent treatment of uncertainties).

² Följande termer används för att ange den uppskattade sannolikheten för ett utfall eller ett resultat: praktiskt taget säkert 99–100 % sannolikhet, ytterst sannolikt 90–100 % sannolikhet, sannolikt 66–100 % sannolikhet, ungefär lika sannolikt som inte 33–66 % sannolikhet, osannolikt 0–33 % sannolikhet, mycket osannolikt 0–10 % sannolikhet, praktiskt taget helt osannolikt 0–1 % sannolikhet. Andra termer (mer sannolikt än inte >50–100 % sannolikhet, och mer osannolikt än inte 0–<50 % sannolikhet) kan också användas där så är lämpligt. Uppskattad sannolikhet markeras med kursiv stil. Exempel: *ytterst sannolikt*.

SPM.2 Åtgärder för att begränsa klimatförändringar

Utsläppsminskning innebär mänskligt agerande för att reducera utsläppskällor eller utöka sänkor för växthusgaser. Utsläppsminskning, tillsammans med anpassning till klimatförändringar, bidrar till målet i artikel 2 i FN:s ramkonvention om klimatförändringar (UNFCCC):

Slutmålet för denna konvention och varje hithörande legal handling som partskonferensen kan komma att anta är att uppnå, i överensstämmelse med de relevanta föreskrifterna i konventionen, att atmosfärens koncentration av växthusgaser stabiliseras på en nivå som skulle förhindra farlig antropogen störning i klimatsystemet. En sådan nivå bör vara uppnådd inom en tidsram som är tillräcklig för att tillåta ekosystem att anpassa sig naturligt till klimatförändring, att säkerställa att livsmedelsproduktion inte hotas och att möjliggöra för ekonomisk utveckling att fortgå på ett hållbart sätt.

Klimatpolitiken kan låta sig informeras även av vetenskapliga rön och systematiska metoder från andra discipliner. [1.2, 2.4, 2.5, ruta 3.1]

Hållbar utveckling och rättvisa utgör en grund för utvärdering av klimatpolitik och lyfter fram behovet av att hantera riskerna med klimatförändringar.³ Det är nödvändigt att begränsa effekterna av klimatförändringarna för att uppnå hållbar utveckling och rättvisa, inklusive fattigdomsutrotning. Samtidigt kan vissa insatser för att minska utsläppen underminera enskilda länders rätt att främja hållbar utveckling, uppnå jämlikhet och utrota fattigdom. En övergripande utvärdering av klimatpolitiska insatser innebär därför att se bortom enbart utsläppsminskningar och anpassningsåtgärder och även undersöka utvecklingsvägar och vad som formar dessa ur ett bredare perspektiv. [4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.8]

Effektiva utsläppsminskningar kommer inte att uppnås om enskilda aktörer oberoende fokuserar på sina egna intressen. Klimatförändringar kräver kollektiva åtgärder i global skala eftersom de flesta växthusgaser ackumuleras över tid och blandas globalt, och utsläpp från en aktör (individ, samhälle, företag, land) påverkar därmed andra aktörer.⁴ Det krävs därför internationellt samarbete, både för att få till stånd effektiva utsläppsminskningar och för att kunna hantera andra klimatrelaterade frågor [1.2.4, 2.6.4, 3.2, 4.2, 13.2, 13.3]. Dessutom skapar forskning och utveckling om utsläppsminskningar kunskapsmässiga spridningseffekter. Internationellt samarbete kan spela en konstruktiv roll i utveckling, spridning och överföring av både kunskap och miljömässigt bra teknik [1.4.4, 3.11.6, 11.8, 13.9, 14.4.3].

I samband med åtgärder mot och anpassning till klimatförändringar uppstår frågor om rättvisa, ansvarsfördelning och jämlikhet.⁵ Tidigare och framtida bidrag till ackumuleringen av växthusgaser i atmosfären skiljer sig åt mellan länder. Olika länder står dessutom inför varierande utmaningar och förutsättningar, och har olika kapacitet att genomföra utsläppsminskningar och anpassningsåtgärder. De vetenskapliga beläggen tyder på att insatser som uppfattas som rättvisa kan leda till ett effektivare samarbete. [3.10, 4.2.2, 4.6.2]

³ Se WGII AR5 SPM.

⁴ Inom samhällsvetenskaperna kallas detta ett "global commons problem", alltså ett problem som rör våra gemensamma globala tillgångar. Uttrycket används inom samhällsvetenskaperna men har ingen specifik betydelse i juridisk mening eller för särskilda kriterier som handlar om hur insatser ska fördelas.

⁵ Se FAQ 3.2 för klargörande av begreppen equity, justice och fairness. Filosofisk litteratur om rättvisa och annan litteratur kan belysa dessa frågor ytterligare [3.2, 3.3, 4.6.2].

Många områden inom klimatpolitiken involverar värdeomdömen och etiska överväganden. Det handlar om allt från hur stora utsläppsminskningar som behövs för att förhindra farlig störning i klimatsystemet till vilka alternativ för utsläppsminskningar eller anpassning som ska väljas [3.1, 3.2]. Sociala, ekonomiska och etiska analyser kan användas som stöd för att göra värdeomdömen, vilka kan inbegripa olika typer av värden. Exempel är människors välmående, kulturella värden och andra värden, till exempel naturens egenvärde [3.4, 3.10].

Bland de metoder som används återfinns ofta ekonomiska utvärderingar för att utforma klimatpolitiken. De praktiska verktyg som används för ekonomiska utvärderingar är kostnadsnyttoanalyser, kostnadseffektivitetsanalyser, multikriterieanalyser och teorier om förväntad nytta [2.5]. Begränsningarna hos dessa verktyg är väl dokumenterade [3.5]. Etiska teorier baserade på sociala välfärdsfunktioner förutsätter att fördelningsvikter, som tar hänsyn till att pengar värderas olika av olika människor, tillämpas på monetära mått av nytta och skador [3.6.1, ruta TS.2]. Även om fördelningsvikter inte använts särskilt ofta i jämförelser av klimatpolitiska åtgärders konsekvenser för olika människor vid en bestämd tidpunkt, är diskontering ett standardförfarande när det gäller att jämföra effekterna vid olika tidpunkter [3.6.2].

Klimatpolitik har beröringspunkter med andra samhällsmål vilket skapar både möjligheter till sidovinst och risk för negativa sidoeffekter. Dessa beröringspunkter kan, om de hanteras väl, stärka grunden för att vidta klimatåtgärder.

Utsläppsminskningar och anpassningsåtgärder kan påverka uppnåendet av andra samhällliga mål negativt eller positivt. Exempel är hälsa, livsmedelssäkerhet, biologisk mångfald, lokal miljö kvalitet, tillgång till energi, försörjningsmöjligheter och rättvis, hållbar utveckling. Detta gäller även omvänt – politiska åtgärder för att nå andra samhällsmål kan påverka genomförandet av utsläppsminskningar och anpassningsåtgärder [4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.8]. Denna påverkan kan vara betydande även om den ibland är svår att kvantifiera, särskilt i termer av välfärd [3.6.3]. Detta perspektiv med flera mål är viktigt, bland annat för att det bidrar till att identifiera områden där stödet kan bli starkt för politiska åtgärder och där flera mål kan nås samtidigt [1.2.1, 4.2, 4.8, 6.6.1].

Klimatpolitik kan ta hänsyn till en rad olika risker och osäkerheter varav några är svåra att mäta. Det gäller särskilt händelser med låg sannolikhet, men där konsekvenserna skulle bli betydande om de inträffar. Sedan AR4 har den vetenskapliga litteraturen utforskat risker förknippade med klimatförändringar, anpassningsåtgärder och strategier för utsläppsminskningar. Vid noggrann uppskattning av fördelarna med utsläppsminskningar beaktas alla eventuella följder av klimatförändringar, även sådana där konsekvenserna blir stora men där sannolikheten för att de skulle inträffa är liten. Fördelarna med utsläppsminskningar kan annars underskattas (*mycket troligt*) [2.5, 2.6, ruta 3.9]. Valet av åtgärder för utsläppsminskningar påverkas också av osäkerheter kring många socioekonomiska faktorer, bland annat nivån på ekonomisk tillväxt och teknisk utveckling (*mycket troligt*) [2.6, 6.3].

Utformningen av klimatpolitik påverkas av hur individer och organisationer uppfattar risker och osäkerheter och hur de tar detta i beaktande. Människor använder sig ofta av förenklade beslutsregler, till exempel finns en benägenhet att hålla fast vid det redan befintliga. Individer och organisationer är olika när det gäller riskbenägenhet och hur stor vikt man lägger vid kort-siktiga respektive långsiktiga följder av specifika åtgärder [2.4]. Med hjälp av formella metoder kan utformningen av klimatpolitiken förbättras genom att risker och osäkerheter beaktas i såväl naturliga, som socioekonomiska och tekniska system liksom i beslutsprocesser, uppfattningar, värderingar och välbefinnande [2.5].

SPM 3. Lagring och flöden av växthusgaser – trender och drivande faktorer

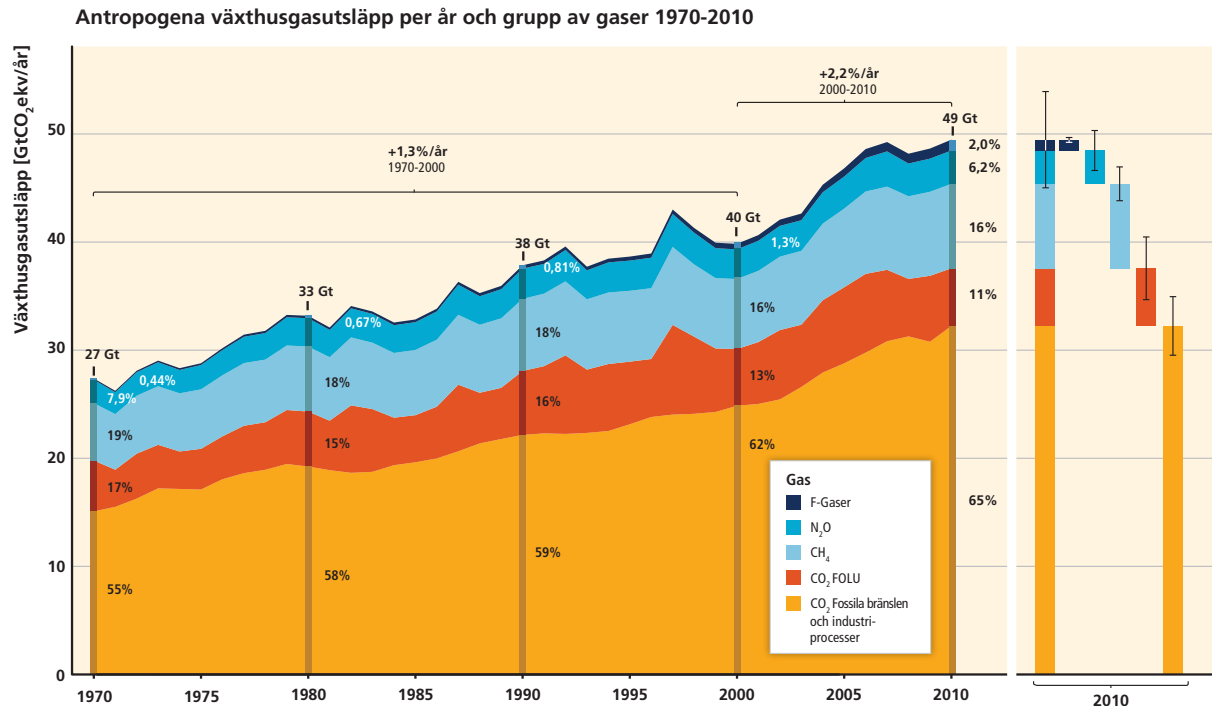
Totala utsläppen av antropogena växthusgaser fortsatte stiga från 1970 till 2010 med större absoluta ökning per årtionde i slutet av perioden (*mycket troligt*). Trots allt fler riktlinjer för utsläppsminskningar har de årliga växthusgasutsläppen ökat med i genomsnitt 1,0 gigaton koldioxidekvivalenter (GtCO₂ekv) (2,2 %) per år mellan 2000 och 2010 jämfört med 0,4 GtCO₂ekv (1,3 %) per år mellan 1970 och 2000 (figur SPM.1).^{6,7} De totala antropogena utsläppen av växthusgaser var mellan år 2000 och 2010 de högsta under mänsklighetens historia och uppgick 2010 till 49 (±4,5) GtCO₂ekv/år. Den globala ekonomiska krisen 2007/2008 ledde enbart tillfälligt till reducerade utsläpp. [1.3, 5.2, 13.3, 15.2.2, ruta TS.5, figur 15.1]

Koldioxidutsläppen från förbränning av fossila bränslen och industriella processer bidrog med cirka 78 % av den totala utsläppsökningen av växthusgaser mellan år 1970–2010, med ett liknade procentuellt bidrag för perioden 2000–2010 (*mycket troligt*). Koldioxidutsläpp från fossila bränslen uppgick till 32 (±2,7) GtCO₂/år 2010 och steg med ytterligare cirka 3 % mellan 2010 och 2011 och med cirka 1–2 % mellan 2011 och 2012. Av 2010 års totala antropogena växthusgasutsläpp på 49 (±4,5) gigaton koldioxidekvivalenter per år var koldioxid den vanligaste antropogena växthusgasen och stod för 76 % (38 ±3,8 GtCO₂ekv/år) av de totala antropogena växthusgasutsläppen 2010. 16 % (7,8 ±1,6 GtCO₂ekv/år) kom från metan (CH₄), 6,2 % (3,1 ±1,9 GtCO₂ekv/år) från dikväveoxid (N₂O) och 2,0 % (1,0 ±0,2 GtCO₂ekv/år) från fluorerade gaser (figur SPM.1). Sedan 1970 har årligen cirka 25 % av de antropogena växthusgasutsläppen utgjorts av andra gaser än koldioxid.⁸ [1.2, 5.2]

⁶ I denna sammanfattning för beslutsfattare är växthusgasutsläppen viktade enligt global uppvärmningspotential med ett hundraårigt tidsperspektiv (GWP₁₀₀) från IPCC:s andra utvärderingsrapport. Alla mått är förenade med begränsningar och osäkerheter när det gäller att bedöma följderna av olika utsläppsmängder. [3.9.6, ruta TS.5, Annex II.9, WGI SPM]

⁷ I denna sammanfattning för beslutsfattare rapporteras historiska växthusgasutsläpp med 90-procentiga osäkerhetsintervall om inget annat anges. Utsläppsnivåerna för växthusgaser har avrundats till två decimaler i hela dokumentet. Som en följd av detta kan det finnas små skillnader i summeringarna.

⁸ Data för andra gaser än koldioxid, samt fluorerade gaser, kommer från EDGAR-databasen (Annex II.9), som omfattar ämnen som ingår i Kyotoprotokollets första tillämpningsperiod.



Figur SPM.1 | Antropogena växthusgasutsläpp (GtCO₂ekv/år) per grupp av gaser 1970–2010: CO₂ från fossila bränslen och industriella processer; CO₂ från skogsbruk och annan markanvändning (FOLU); metan (CH₄); dikväveoxid (N₂O); fluorerade gaser⁸ som omfattas av Kyotoprotokollet (F-gaser). Till höger i figuren visas växthusgasutsläpp för 2010 nedbrutet i dessa komponenter med tillhörande osäkerheter (90 % konfidensintervall) indikerades av felstaplarna. Osäkerheterna för de totala antropogena växthusgasutsläppen kommer från uppskattningar av enskilda gaser enligt beskrivningen i kapitel 5 [5.2.3.6]. Globala koldioxidutsläpp från fossila bränslen är kända med 8 % osäkerhet (90 % konfidensintervall). Koldioxidutsläpp från FOLU är förknippade med mycket stora osäkerheter, i storleksordningen ±50 %. Osäkerheten för globala utsläpp av metan, dikväveoxid och F-gaser har uppskattats till 20 %, 60 % respektive 20 %. Vid tiden för denna rapport var 2010 det senaste året för vilket det fanns utsläppstatistik för alla gaser samt i stort sett färdigställda utvärderingar av osäkerheter. Utsläppen har konverterats till koldioxidekvivalenter baserade på GWP₁₀₀⁶ från IPCC:s andra utvärderingsrapport. FOLU-utsläppsdata omfattar utsläpp av koldioxid från mark till följd av skogsbränder, torvbränder och torvnedbrytning som ungefärligen motsvarar nettokoldioxidflödet från FOLU enligt beskrivningen i kapitel 11 i denna rapport. Den genomsnittliga årliga ökningen för olika perioder anges vid de horisontella klammarna. [Figur 1.3, figur TS.1]

Cirka hälften av de kumulativa antropogena koldioxidutsläppen mellan 1750 och 2010 har skett under de senaste 40 åren (mycket troligt). 1970 uppgick de kumulativa koldioxidutsläppen från fossila bränslen, cementtillverkning och gasfackling sedan 1750 till 420 ±35 GtCO₂, 2010 hade de kumulativa utsläppen tredubblats till 1300 ±110 GtCO₂. Kumulativa koldioxidutsläpp från skogsanvändning och annan markanvändning (Forestry och Other Land Use, FOLU)⁹ sedan 1750 ökade från 490 ±180 GtCO₂ år 1970 till 680 ±300 GtCO₂ år 2010. [5.2]

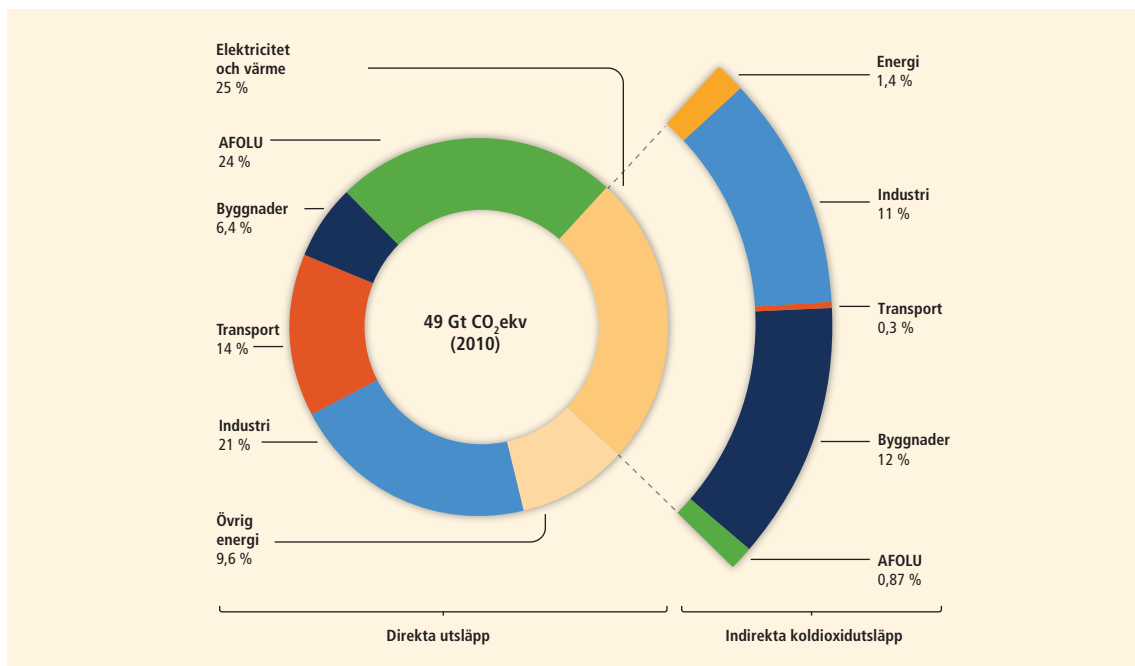
De årliga antropogena växthusgasutsläppen har ökat med 10 gigaton koldioxidekvivalenter mellan 2000 och 2010. Ökningen är direkt kopplad till sektorerna för energiförsörjning (47 %), industri (30 %), transport (11 %) och byggnad (3 %) (troligt). När indirekta utsläpp räknas in stiger bidragen från byggnads- och industrisektorerna (mycket troligt). Sedan år 2000 har växthusgasutsläppen stigit inom alla sektorer utom AFOLU. Av utsläppen på 49 (±4,5) gigaton koldioxidekvivalenter under 2010 stod energisektorn för 35 % (17 GtCO₂ekv) av växthusgasutsläppen,

⁹ Skogsbruk och annan markanvändning, FOLU (Forestry and Other Land Use) – även betecknat LULUCF (Land Use, Land-Use Change, and Forestry) – utgör en undergrupp till jordbruk, skogsbruk och annan landanvändning (AFOLU) där utsläpp och borttagning av växthusgas är relaterat till mänsklig markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk. I gruppen ingår dock inte utsläpp och borttagning av utsläpp från jordbruk (se ordlistan i WGIII AR5).

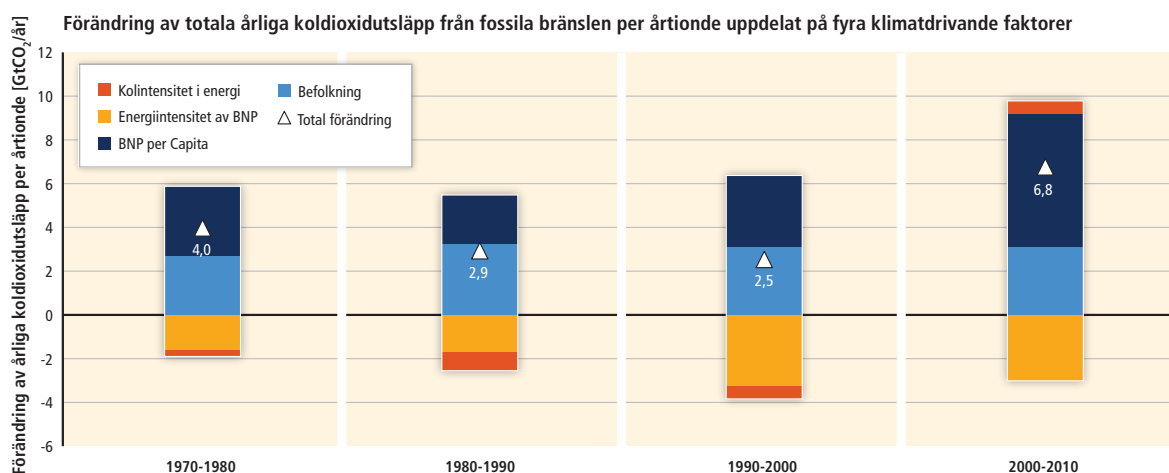
AFOLU för 24 % (12 GtCO₂ekv, nettoutsläpp), industrin för 21 % (10 GtCO₂ekv), transport för 14 % (7,0 GtCO₂ekv), och byggnad för 6,4 % (3,2 GtCO₂ekv). När utsläpp från el- och värmeproduktion hänförs till de sektorer som är slutanvändare av energin (det vill säga indirekta utsläpp), ökar industri- och byggnadssektorernas andel av globala växthusgasutsläpp till 31 % respektive 19 % (figur SPM.2). [7.3, 8.2, 9.2, 10.3, 11.2]

Globalt sett fortsätter ekonomisk tillväxt och befolkningsökning att vara de viktigaste faktorerna bakom ökade koldioxidutsläpp från fossila bränslen. Bidraget från befolkningsökningen mellan år 2000 och 2010 var i stort sett identiskt med de föregående trettio åren, medan den ekonomiska tillväxten står för en kraftig ökning (mycket troligt). Mellan år 2000 och 2010 raderade båda dessa faktorer ut effekterna av utsläppsminskningar som åstadkommits genom förbättrad energiintensitet (figur SPM.3). Ökad användning av kol i förhållande till andra energikällor har vänt den långvariga trenden av gradvis minskad kolanvändning i världens energiförsörjning. [1.3, 5.3, 7.2, 14.3, TS.2.2]

Utsläpp av växthusgas per ekonomisk sektor



Figur SPM.2 | Totala antropogena växthusgasutsläpp (GtCO₂ekv/år) per ekonomisk sektor. Cirkeln visar andelen direkta växthusgasutsläpp (i procent av totala antropogena växthusgasutsläpp) för fem ekonomiska sektorer under 2010. Utsnittet visar hur andelen indirekta koldioxidutsläpp (i procent av totala antropogena växthusgasutsläpp) från el- och värmeproduktion hör samman med sektorerna med energislutanvändare. "Övrig energi" avser alla källor till växthusgasutsläpp inom energisektorn enligt definitionen i Annex II, utöver el- och värmeproduktion [A.II.9.1]. Utsläppsdata för jordbruk, skogsbruk och annan markanvändning (AFOLU) omfattar markutsläpp av koldioxid från skogsbränder, torvbränder och torvnedbrytning som ungefärligen motsvarar nettokoldioxidflödet från undersektorn skogsbruk och annan markanvändning (FOLU) enligt beskrivningen i kapitel 11 i den här rapporten. Utsläppen har konverterats till koldioxidekvivalenter baserade på global uppvärmningspotential (GWP₁₀₀)⁶ från IPCC:s andra utvärderingsrapport. Definitioner av sektorer finns i Annex II.9. [Figur 1.3a, figur TS.3 a/b]



Figur SPM.3 | Förändringen av totala årliga koldioxidutsläpp från fossila bränslen per årtionde och uppdelat på fyra klimatdrivande faktorer: befolkning, inkomst (BNP) per capita, energiintensitet per BNP och kolintensiteten i energin. Segmenten i staplarna visar ändringar relaterade till varje enskild faktor, med övriga faktorer konstanta. Totala utsläppsförändringar per årtionde indikeras med en triangel. Utsläppsförändringarna per årtionde anges i gigaton (Gt) koldioxid per år [GtCO₂/år]. Inkomst har konverterats till jämförbara enheter med justering för köpkraft. [Figur 1.7]

Om inga ytterligare ansträngningar görs för att minska växthusgasutsläppen än vad som är fallet idag, förväntas utsläppsökningen kvarstå, driven av den globala befolkningsökningen och ekonomisk tillväxt. Referensscenarierna, det vill säga scenarier utan ytterligare utsläppsminskningar, visar på globala genomsnittliga yttemperaturökningar från 3,7 °C till 4,8 °C 2100 jämfört med förindustriella nivåer¹⁰ (intervallet baseras på medianen för den transienta klimatkänsligheten; intervallet är 2,5–7,8 °C när klimatosäkerheter räknas med, se tabell SPM.1)¹¹ (*mycket troligt*). Utsläppsscenarierna som samlats in för denna utvärdering ger en bild av den fullständiga strålningsdrivningen med växthusgaser, troposfäriskt ozon, aerosoler och albedoförändringar. Referensscenarier (scenarier utan uttalade ytterligare ansträngningar att begränsa utsläppen) överstiger 450 ppm (parts per million) koldioxidekvivalenter år 2030 och når koncentrationsnivåer från 750 till över 1300 ppm koldioxidekvivalenter till år 2100. Detta ligger i linje med de atmosfäriska koncentrationsnivåerna i utvecklingsbanorna för RCP6,0 och RCP8,5 fram till 2100.¹² Som en jämförelse uppskattas koncentrationen av koldioxidekvivalenter för 2011 till 430 ppm (osäkerhetsintervall 340–520 ppm)¹³. [6.3, ruta TS.6; WGI Figur SPM.5, WGI 8.5, WGI 12.3]

¹⁰ Enligt den längsta tillgängliga dataserien över global temperatur är förändringen mellan medelvärdet för perioden 1850–1900 och AR5:s referensperiod (1986-2005) 0,61 °C (5–95 % konfidensintervall: 0,55–0,67 °C) [WGI SPM.E]. Uppgiften används här som ett närmevärde för förändringen av den globala medeltemperaturen sedan förindustriell tid, vilket här innebär perioden före 1750.

¹¹ Klimatosäkerheten återspeglar den 5:e till 95:e percentilen av klimatmodellberäkningarna som beskrivs i tabell SPM.1.

¹² För denna utvärdering insamlades cirka 300 referensscenarier och 900 utsläppsminskningsscenarier genom en öppen inbjudan till team runt om i världen som arbetar med integrerad modellering. Dessa scenarier utgör ett komplement till RCP:erna (Representative Concentration Pathways, se ordlistan i WGIII AR5). RCP:erna kännetecknas av sin ungefärliga totala strålningsdrivning för 2100 i förhållande till 1750: 2,6 Watt per kvadratmeter (W m²) för RCP2,6, 4,5 W m² för RCP4,5, 6,0 W m² för RCP6,0 och 8,5 W m² för RCP8,5. Scenarierna som samlats in för denna utvärdering spänner över ett något större koncentrationsintervall för 2100 än de fyra RCP:erna.

¹³ Detta baseras på utvärderingen av total antropogen strålningsdrivning för 2011 i förhållande till 1750 i WGI, dvs. 2,3 W m², osäkerhetsintervall 1,1 till 3,3 W m² [WGI Figur SPM.5, WGI 8.5, WGI 12.3]

SPM.4 Utvecklingsvägar för utsläppsminskningar och hållbar utveckling

SPM.4.1 Långsiktiga utsläppsminskningar

Det finns flera scenarier med en rad tekniska och beteendemässiga valmöjligheter som ligger i linje med olika nivåer på åtgärder för utsläppsminskning. Dessa scenarier har olika karakteristika och konsekvenser för hållbar utveckling.

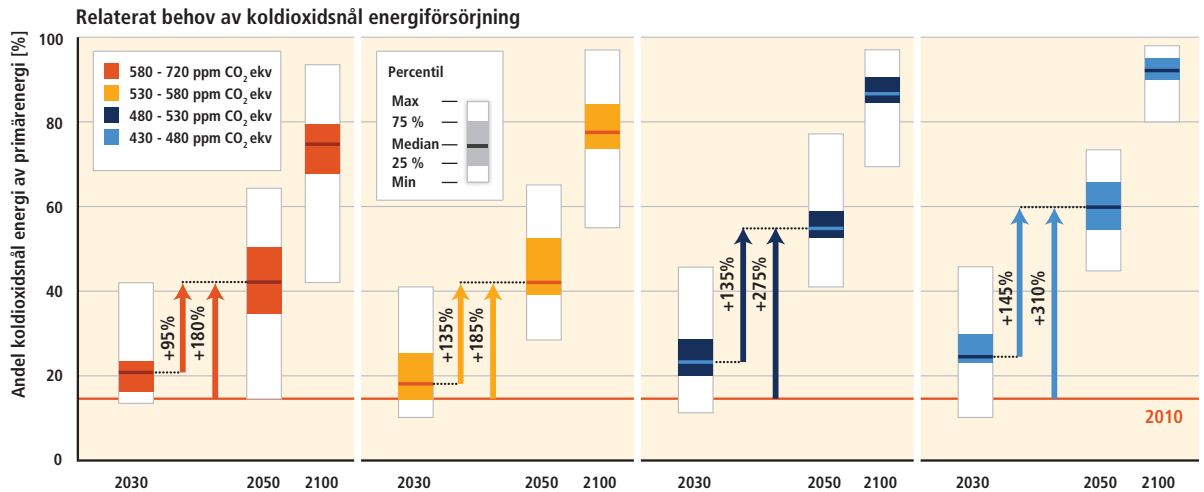
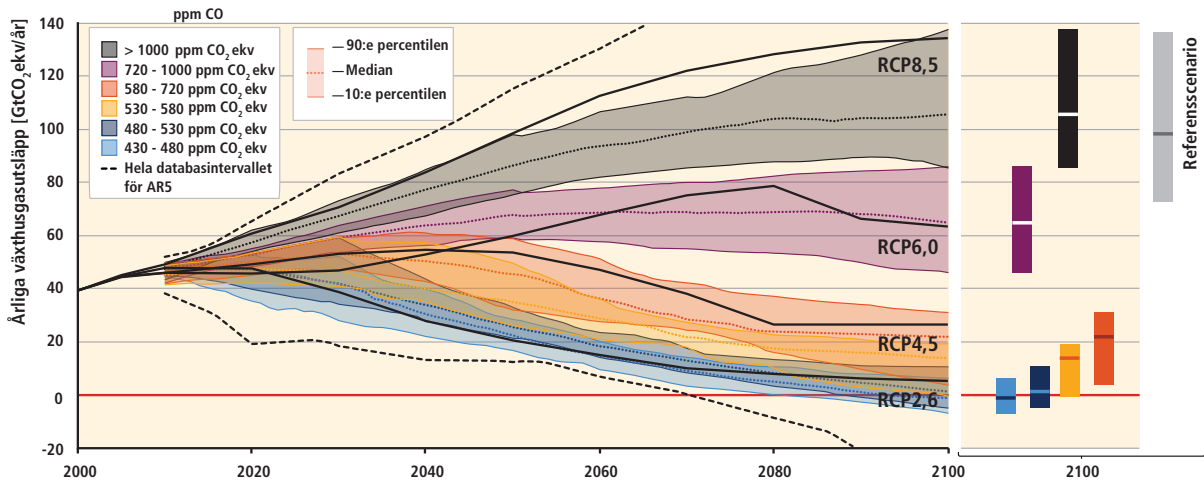
För den här utvärderingen har cirka 900 scenarier för utsläppsbegränsning samlats i en databas som baserats på publicerade integrerade modeller.¹⁴ Spännvidden omfattar atmosfäriska koncentrationnivåer från 430 ppm koldioxidekvivalenter till över 720 ppm koldioxidekvivalenter i atmosfären för 2100, vilket är jämförbart med nivåer av klimatpåverkan mellan RCP2,6 och RCP6,0. Scenarier utanför det här intervallet har också utvärderats, inklusive några där koncentrationen år 2100 låg under 430 ppm koldioxidekvivalenter (se diskussionen om dessa scenarier nedan). Utsläppsbegränsningsscenarierna innefattar ett stort urval teknologiska, socioekonomiska och institutionella utvecklingsbanor, men här finns också osäkerheter och begränsningar i modeller. Även utvecklingsbanor utanför detta intervall är möjliga (figur SPM.4, övre bilden). [6.1, 6.2, 6.3, TS.3.1, ruta TS.6]

Utsläppsminskningsscenarier i vilka det är sannolikt att temperaturförändringen som orsakas av antropogena växthusgasutsläpp kan hållas under 2 °C jämfört med förindustriella nivåer, kännetecknas av atmosfärshalter på cirka 450 ppm koldioxidekvivalenter år 2100 (*mycket troligt*). I utsläppsminskningsscenarier där koncentrationnivåerna når upp till cirka 500 ppm koldioxidekvivalenter år 2100 kommer temperaturökningen *mer sannolikt än inte* att stanna under 2 °C jämfört med förindustriella nivåer. Detta gäller såvida inte halten av koldioxidekvivalenter temporärt överstiger en nivå på ungefär 530 ppm före 2100, då det blir *ungefär lika sannolikt som osannolikt* att temperaturökningen stannar under 2 °C.¹⁵ I scenarier där koncentrationnivåerna uppgår till 530–650 ppm koldioxidekvivalenter år 2100 är det *mer osannolikt än sannolikt* att temperaturökningen stannar under 2 °C jämfört med förindustriella nivåer. I scenarier där nivån 650 ppm koldioxidekvivalenter överskrids år 2100 är det *osannolikt* att temperaturökningen stannar under 2 °C jämfört med förindustriella nivåer. Utsläppsminskningsscenarier där temperaturökningen år 2100 mer sannolikt än inte blir mindre än 1,5 °C jämfört med förindustriella nivåer kännetecknas av halter under 430 ppm koldioxidekvivalenter år 2100. I dessa scenarier kulminerar temperaturen under seklet för att sedan sjunka. Uttalanden om sannolikhet gällande andra förändrade temperaturnivåer kan göras med hänvisning till tabell SPM.1. [6.3, ruta TS.6]

¹⁴ De långsiktiga scenarierna som utvärderas i WGIII togs fram primärt genom storskaliga integrerade modeller som projicerar många grundläggande karakteristika för utvecklingsvägar för utsläppsminskningar fram till mitten av århundradet och senare. Dessa modeller sammanför många viktiga mänskliga system (t.ex. för energi, jordbruk, markanvändning, ekonomi) med fysiska processer som är relaterade till klimatförändringar (t.ex. kolykeln). Modellerna uppskattar kostnadseffektiva lösningar som minimerar de ackumulerade ekonomiska kostnaderna för att uppnå utsläppsminskningar, såvida de inte är särskilt utformade med andra betingelser. De utgör förenklade, stiliserade representationer av mycket komplexa processer i verkligheten, och de scenarier de ger upphov till är baserade på osäkra projektioner av särskilt viktiga händelser och klimatpåverkande faktorer, ofta i sekellånga tidsperspektiv. Förenklingar och skillnader i antaganden är anledningen till varför resultaten från olika modeller, eller versioner av samma modeller, kan variera. Projektioner från alla modeller kan skilja sig betydligt från hur utfallet blir i verkligheten. [Ruta TS.7, 6.2]

¹⁵ Utsläppsminskningsscenarier, även de med haltnivåer på cirka 550 ppm koldioxidekvivalenter eller högre år 2100, kan temporärt överskrida haltnivåerna för koldioxidekvivalenter i atmosfären innan de senare sjunker till lägre nivåer. Sådana fall innebär mindre utsläppsminskningar på kortare sikt men snabbare och kraftfullare utsläppsminskningar på längre sikt. Temporärt överskridande ökar sannolikheten för att givna temperaturmål överskrids. [6.3, tabell SPM.1]

Utvecklingsbanor för växthusgasutsläpp år 2000–2100: samtliga AR5-scenarier



Figur SPM.4 | Utvecklingsvägar för globala utsläpp av växthusgaser (GtCO₂ekv/år) i referens- och utsläppsminskningsscenarier för olika haltnivåer på längre sikt (övre bilden) och motsvarande behov av upptrappning av koldioxidsnål energi (% av primärenergi) för år 2030, 2050 och 2100 jämfört med 2010 års nivåer i scenarier med utsläppsminskningar (nedre bilden). I den nedre bilden ingår inte scenarier med begränsad tillgång till teknologi och exogena utvecklingsbanor för koldioxidpriser. Se ordlistan i WGIII AR5 för definitioner av utsläpp och koncentrationer av koldioxidekvivalenter. [Figur 6.7, figur 7.16]

Tabell SPM.1 | Nyckelkaraktistika för insamlade och utvärderade scenarier för WGIII AR5. För alla parametrar visas den 10:e till den 90:e percentilen i scenarierna.1, 2 [Tabell 6.3]

Koncentration av koldioxidkvaliteter år 2100 (ppm CO ₂ ekv) Kategori (koncentrationsintervall) ⁹	Underkategorier	RCP:ernas relativa position ⁵	Kumulativa koldioxidutsläpp ³		Förändring i utsläpp (CO ₂ ekv) jämfört med 2010		Temperaturförändring (jämfört med 1850–1900) ^{5, 6}						
			2011–2050	2011–2100	2050	2100	Sannolikhet att temperaturförändringen stannar under denna nivå under 2000-talet ⁸						
							2100 Temperaturförändring (°C) ⁷	1,5 °C	2,0 °C	3,0 °C	4,0 °C		
< 430			Nivåer under 430 ppm koldioxidkvaliteter har utvärderats endast i ett fåtal modellstudier.										
450 (430-480)	Totalt intervall ¹⁰	RCP2,6	550-1300	630-1180	-72 till -41	-118 till -78	1,5-1,7 (1,0-2,8)	Mer osannolikt än sannolikt	Sannolikt				
500 (480-530)	Inget överskridande av 530 ppm CO ₂ ekv		860-1180	960-1430	-57 till -42	-107 till -73	1,7-1,9 (1,2-2,9)	Osannolikt	Mer sannolikt än inte	Sannolikt	Sannolikt		
	Överskridande av 530 ppm CO ₂ ekv		1130-1530	990-1550	-55 till -25	-114 till -90	1,8-2,0 (1,2-3,3)		Ungerfär lika sannolikt som inte				
550 (530-580)	Inget överskridande av 580 ppm CO ₂ ekv		1070-1460	1240-2240	-47 till -19	-81 till -59	2,0-2,2 (1,4-3,6)		Mer osannolikt än sannolikt ¹²				
	Överskridande av 580 ppm CO ₂ ekv		1420-1750	1170-2100	-16 till 7	-183 till -86	2,1-2,3 (1,4-3,6)						
(580-650)	Totalt intervall	RCP4,5	1260-1640	1870-2440	-38 till 24	-134 till -50	2,3-2,6 (1,5-4,2)	Osannolikt	Mer sannolikt än inte				
(650-720)	Totalt intervall		1310-1750	2570-3340	-11 till 17	-54 till -21	2,6-2,9 (1,8-4,5)						
(720-1000)	Totalt intervall	RCP6,0	1570-1940	3620-4990	18 till 54	-7 till -72	3,1-3,7 (2,2-5,8)	Osannolikt ¹¹	Mer osannolikt än sannolikt				
>1000	Totalt intervall	RCP8,5	1840-2310	5350-7010	52 till 95	74 till 178	4,1-4,8 (2,8-7,8)	Osannolikt ¹¹	Osannolikt	Mer osannolikt än sannolikt			

- 1 Det totala intervallet för scenarierna med 430–480 ppm koldioxidkvaliteter motsvarar intervallet för 10:e till 90:e percentilen av underkategorierna för dessa scenarier som visas i tabell 6.3.
- 2 Referensscenarier (se SPM.3) faller under kategorierna >1000 och 720–1000 ppm koldioxidkvaliteter. Den senare kategorin inkluderar även utsläppsminskningsscenarier. I referensscenarierna i den senare kategorin sker en temperaturökning på 2,5–5,8 °C över förindustriella nivåer till 2100. Tillsammans med referensscenarierna i kategorin >1000 ppm koldioxidkvaliteter leder detta till ett temperaturökningintervall för 2100 på 2,5–7,8 °C (intervallet baseras på medianen för den transienta klimat känsligheten (TCR): 3,7–4,8 °C) för referensscenarier i båda kategorierna.
- 3 För jämförelse av dessa uppskattade kumulativa koldioxidutsläpp med de som redovisades i rapporten från WGI, hade redan 515 [445–585] GtC (1890 [1630–2150] GtCO₂) släppts ut från 1870 fram till 2011 [Avsnitt WGI 12.5]. Notera att de kumulativa utsläppen här redovisas för olika tidsperioder (2011–2050 och 2011–2100), medan de kumulativa utsläppen i WGI-rapporten redovisades som totala utsläpp förenliga med respektive RCP (2012–2100), eller som totala utsläpp förenliga med en temperaturhöjning som, med en given sannolikhet, stannar under ett givet temperaturmål. [WGI Tabell SPM.3, WGI SPM.E.8]
- 4 De globala utsläppen låg år 2010 31 % över 1990 års utsläppsnivåer (i enlighet med de uppskattade historiska utsläppsnivåerna som presenteras i den här rapporten). Utsläpp av koldioxidkvaliteter inkluderar gaserna som omfattas av Kyotoprotokollet (CO₂, CH₄, N₂O samt F-gaser).
- 5 Utvärderingen i WGIII omfattar ett stort antal scenarier som publicerats i vetenskaplig litteratur och är alltså inte begränsad till RCP:erna. För att utvärdera koncentrationen av koldioxidkvaliteter och klimatkonsekvenserna av dessa scenarier användes MAGICC-modellen i ett sannolikhetsbaserat angreppssätt (se Annex II). För jämförelse mellan MAGICC-modellresultat och resultaten av modellerna som användes i WGI, se avsnitt WGI 12.4.1.2 och WGI 12.4.8 och 6.3.2.6. Några av anledningarna till olikheterna jämfört med WGI SPM Tabell SPM.2 är skillnaden i referensår (1986–2005 kontra 1850–1900 i denna rapport), skillnaden i rapporteringsår (2081–2100 kontra 2100 i denna rapport), simuleringsuppsättningen (koncentrationsdriven CMIP5 kontra utsläppdriven MAGICC i denna rapport) och ett bredare spektrum av scenarier (RCP:er jämfört med den fulla uppsättningen av scenarier i WGIII AR5 scenariedatabasen i denna rapport).
- 6 Temperaturförändringar anges för år 2100, vilket inte är direkt jämförbart med de jämviktstemperaturer som rapporterades i WG III AR4 (tabell 3.5, kapitel 3). För temperaturuppskattningarna för år 2100 är den transienta klimat känsligheten (TCR) den mest relevanta systemegenskapen. Det angivna tagna 90-percentil-intervallet för den transienta klimat känsligheten (TCR) för MAGICC är 1,2–2,6 °C (median 1,8 °C). Detta kan jämföras med det 90-procentiga intervallet för TCR mellan 1,2–2,4 °C för CMIP5 (WGI 9.7) och ett uppskattat *sannolikt* intervall på 1–2,5 °C från flera bevislinjer som rapporterats i IPCC:s AR5 WGI-rapport (ruta 12.2 i kapitel 12.5).
- 7 Temperaturförändringar för år 2100 anges för en medianuppskattning av MAGICC-beräkningarna, vilket illustrerar skillnader mellan utsläppsbarnorna för scenarierna i varje kategori. Temperaturförändringsintervallet inom parentes inkluderar även osäkerheter om kolcykeln och klimatsystemet i övrigt så som de återges av MAGICC-modellen (se 6.3.2.6 för fler detaljer). Temperaturdata som jämförs med referensperioden 1850–1900 beräknades genom att ta projicerad uppvärmning från 1986–2005 och lägga på 0,61 °C för 1986–2005 jämfört med 1850–1900, baserat på HadCRUT4 (se WGI tabell SPM.2).
- 8 Bedömningen i den här tabellen är baserad på sannolikheterna för de samlade scenarierna i WGIII som beräknats med MAGICC och på bedömningen i WGI av osäkerheterna av temperaturprojektionerna som inte omfattas av klimatmodeller. Uttalandena är därför samstämmiga med uttalandena i WGI, vilka baseras på CMIP5-körningarna av RCP:erna och utvärderade osäkerheter. Följaktligen återspeglar sannolikhetsuttalandena olika bevislinjer från båda arbetsgrupperna. Denna WGI-metod tillämpades även för scenarier med mellanliggande koncentrationer där inga CMIP5-körningar finns att tillgå. Sannolikhetsuttalandena är endast antydande (6.3) och följer i stora drag de termer som används av WGI SPM för temperaturprojektioner: *sannolikt* 66–100 %, *mer sannolikt än inte* >50–100 %, *ungefär lika sannolikt som osannolikt* 33–66 %, *och osannolikt* 0–33 %. Dessutom används termen *mer osannolikt än sannolikt* 0–<50 %.
- 9 Koncentrationen av koldioxidkvaliteter inkluderar strålningssdrivningen för alla växthusgaser, inkluderat halogenerade gaser och troposfäriskt ozon, liksom förändring av aerosoler och albedo (beräknat utifrån total klimatpåverkan från en enkel kolcykel/klimatmodell MAGICC).
- 10 Den övervägande majoriteten av scenarier i den här kategorin överskrider gränsen på 480 ppm koldioxidkvaliteter.
- 11 För scenarier i den här kategorin är det ingen CMIP5-körning (WGI kapitel 12, tabell 12.3) eller MAGICC-körning (6.3) som ligger kvar under respektive temperaturnivå. Ändå betecknas detta som *osannolikt* för att återspegla de osäkerheter som kanske inte återges av nuvarande klimatmodeller.
- 12 Scenarier i kategorin 580–650 ppm koldioxidkvaliteter inkluderar både scenarier som tillfälligt överskrider intervallets övre gräns och scenarier där sådant överskridande inte sker (som RCP4,5). För den senare typen av scenarier görs i allmänhet bedömningen att det är *mer osannolikt än sannolikt* att temperaturökningen inte överskrider 2 °C, medan det i den förra oftast bedöms vara *osannolikt* att temperaturökningen stannar under denna nivå.

Scenarier som når upp till nivåer för halten av växthusgaser i atmosfären på cirka 450 ppm koldioxidekvivalenter år 2100 (konsistent med att temperaturökningen *sannolikt* understiger 2 °C jämfört med förindustriella nivåer) inkluderar betydande minskningar av antropogena växthusgasutsläpp i mitten av århundradet genom storskaliga förändringar i energisystem och eventuellt av markanvändningen (*mycket troligt*). Scenarier som når upp till dessa nivåer år 2100 kännetecknas av globala växthusgasutsläpp år 2050 som är 40 % till 70 % lägre än de globala växthusgasutsläppen år 2010¹⁶, och utsläppsnivåer nära noll eller därunder av koldioxidekvivalenter år 2100. I scenarier med en halt upp till 500 ppm koldioxidekvivalenter år 2100, är utsläppsnivåerna 2050 globalt sett 25 % till 55 % lägre än 2010. I scenarier med upp till 550 ppm koldioxidekvivalenter är utsläppsnivåerna för 2050 från 5 % över 2010 års nivåer till 45 % under 2010 års nivåer globalt sett (tabell SPM.1). På global nivå kännetecknas scenarier med 450 ppm koldioxidekvivalenter också av snabbare energieffektivisering, en tredubbling eller nära fyrdubbling av andelen energi med inga eller låga koldioxidutsläpp från förnybar energi, kärnkraft och fossil energi med koldioxidinfångning och koldioxidlagring (CCS) eller bioenergi med CCS (BECCS) år 2050 (figur SPM.4, nedre bilden). Dessa scenarier uppvisar en stor variation av förändringar i markanvändning, vilka återspeglar olika antaganden om omfattningen av bioenergiproduktion, skogsplantering och minskad avskogning. Utsläpp, energikällor och förändrad markanvändning varierar mellan regionerna.¹⁷ Scenarier som når högre atmosfärshalter kännetecknas av liknande förändringar, men förändringen går i långsammare takt. Å andra sidan krävs det att förändringarna sker snabbare i scenarier där atmosfärshalterna blir lägre. [6.3, 7.11]

I utsläppsminskningsscenarioer med en koncentration av växthusgaser i atmosfären på upp till cirka 450 ppm koldioxidekvivalenter år 2100 sker vanligen ett tillfälligt överskridande av denna halt, precis som i många andra scenarier som når upp till nivåer om cirka 500–550 ppm koldioxidekvivalenter år 2100. Storleken på överskridandet i scenarierna styr behovet av tillgänglighet till och införandet av BECCS samt skogsplantering under andra halvan av århundradet. Tillgängligheten till och omfattningen av dessa tekniker samt andra metoder för koldioxidinfångning (CDR, Carbon Dioxide Removal) är osäkra, tekniken och metoderna är också i varierande grad förenade med utmaningar och risker (*mycket troligt*) (se avsnitt SPM.4.2).¹⁸ CDR förekommer också i många scenarier utan överskridande för att kompensera för kvarvarande utsläpp från sektorer där utsläppsminskning är kostsammare. Det råder osäkerhet kring potentialen i storskalig användning av BECCS, storskalig skogsplantering och andra CDR-tekniker och -metoder. [2.6, 6.3, 6.9.1, figur 6.7, 7.11, 11.13]

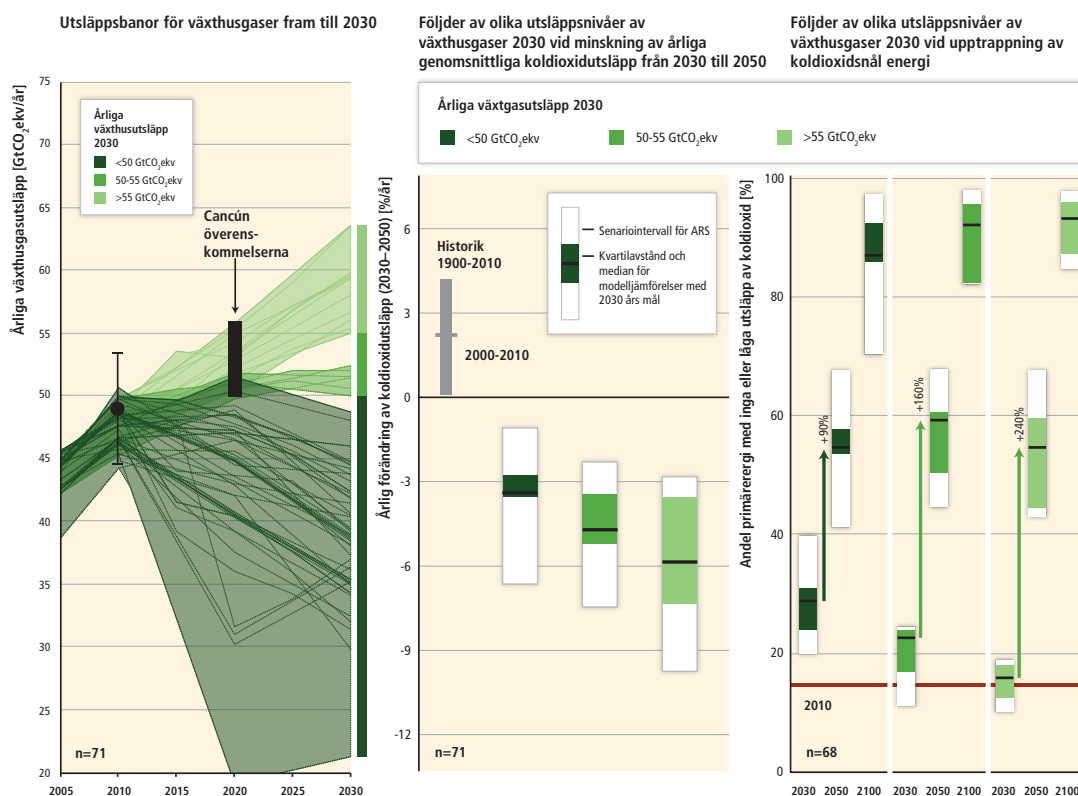
Uppskattade globala växthusgasutsläppsnivåer år 2020 baserat på Cancún-åtagandena (Cancún Pledges) är inte samstämmiga med kostnadseffektiva långsiktiga utsläppsminskningar där det åtminstone är *ungefär lika sannolikt som osannolikt* att temperaturhöjningen kan begränsas till 2 °C jämfört med förindustriella nivåer (koncentrationer på cirka 450–500 ppm koldioxidekvivalenter år 2100), men det utesluter inte att det målet kan uppnås (*mycket troligt*). För att nå det målet krävs ytterligare kraftiga minskningar bortom 2020. Cancún-åtagandena är i stort samstämmiga med kostnadseffektiva scenarier som *sannolikt* håller temperaturökningen under 3 °C jämfört med förindustriella nivåer. [6.4, 13.13, figur TS.11]

¹⁶ Detta intervall skiljer sig från intervallet för en liknande koncentrationskategori i AR4 (50–85 % lägre än 2000 för enbart koldioxid). Orsaken till den här skillnaden är att alla växthusgaser och ett avsevärt större antal scenarier utvärderats än vad som var fallet för AR4. Dessutom inkluderar en stor del av de nya scenarierna CDR-tekniker (se nedan). Andra faktorer är användningen av 2100 års koncentrationnivåer istället för stabiliseringsnivåer och byte av referensår från 2000 till 2010. Scenarier med högre utsläpp 2050 kännetecknas av större användning av CDR-tekniker under andra halvan av århundradet.

¹⁷ På nationell nivå anses förändring vara mest effektivt när processen återspeglar ett lands egna visioner och metoder för att uppnå hållbar utveckling samt när denna ligger i linje med landets situation och prioriteringar [6.4, 11.8.4, WGII SPM].

¹⁸ Enligt WGI har CDR-metoderna biogeokemiska och tekniska begränsningar för tillämpningar i global skala. Kunskapen är inte tillräcklig för att kunna beräkna hur stora koldioxidutsläpp som skulle kunna dämpas med CDR i ett hundraårsperspektiv. CDR-metoder innebär sidoeffekter och långvariga konsekvenser på global skala. [WGI SPM.E.8]

Att vänta till 2030 med ytterligare åtgärder mot klimatförändringar, förutom det som görs idag, uppskattas avsevärt öka svårigheten att ställa om till låga utsläppsnivåer på längre sikt. Det minskar även antalet alternativ som kan bidra till att temperaturökningen stannar under 2 °C jämfört med förindustriella nivåer (*mycket troligt*). Kostnadseffektiva utsläppsminskningar som åtminstone gör det ungefär lika sannolikt som inte att temperaturhöjningen stannar under 2 °C jämfört med förindustriella nivåer (haltnivåer år 2100 på cirka 450–500 ppm koldioxidekvivalenter) förutsätter årliga växthusgasutsläpp 2030 på grovt räknat 30–50 gigaton koldioxidekvivalenter (figur SPM.5, vänster bild). Scenarier med växthusgasutsläpp över 55 miljarder ton koldioxidekvivalenter år 2030 kännetecknas av avsevärt högre utsläppsminskningar mellan 2030 och 2050 (figur SPM.5, mittersta bilden). Under denna period sker också en mycket snabbare upptrappning av koldioxidsnål energi, (figur SPM.5 höger bild); en större användning av CDR-teknik på längre sikt och större övergående och långsiktig ekonomisk påverkan (tabell SPM.2, orange kolumn). På grund av dessa ökade utmaningar för utsläppsminskningar kan många modeller med växthusgasutsläpp som är högre än 55 miljarder ton koldioxidekvivalenter år 2030 inte ta fram scenarier där koncentrationerna i atmosfären gör det ungefär lika sannolikt som osannolikt att temperaturhöjningen stannar under 2 °C jämfört med förindustriella nivåer. [6.4, 7.11, figur TS.11, TS.13]



Figur SPM.5 | Följderna av olika nivåer av växtgasutsläpp år 2030 (vänster bild) för hastigheten på minskningen av koldioxidutsläpp från 2030 till 2050 (bilden i mitten) och ökad användning av koldioxidsnål energi från 2030 till 2050 och vidare till 2100 (höger bild) i utsläppsminskningsscenarioer där koncentrationerna når upp till cirka 450–500 (430–530) ppm koldioxidekvivalenter år 2100. Scenarierna är grupperade efter olika utsläppsnivåer för 2030 (markeras med olika gröna nyanser). Vänster bild visar utvecklingsbanorna för växthusgasutsläpp (GtCO₂ekv/år) som leder till 2030 års nivåer. Den svarta linjen visar det uppskattade osäkerhetsintervallet av växthusgasutsläpp som Cancún-åtagandena förväntas leda till. Bilden i mitten visar den genomsnittliga årliga minskningstakten för koldioxidutsläpp för perioden 2030–2050. Den jämför medianen och kvartilavståndet mellan scenarier från nyligen genomförda modelljämförelser med explicita delmål för 2030 med scenarierna i scenariodatabasen för WGIII AR5. Årlig utsläppstakt för historiska utsläppsförändringar (med varaktighet på minst 20 år) mellan 1900 och 2010 och den genomsnittliga årliga utsläppsförändringen mellan 2000 och 2010 anges i grått. Pilarna i höger bild visar omfattningen av upptrappad energiproduktion med inga eller låga koldioxidutsläpp från 2030 till 2050 i förhållande till olika nivåer av växtgasutsläpp år 2030. Energikällor med inga eller låga koldioxidutsläpp inkluderar förnybar energi, kärnkraft, fossil energi med koldioxidavskiljning och lagring (CCS) och bioenergi med CCS (BECCS). Anmärkning: Här visas endast scenarier som tillämpar underliggande modellens fullständiga och obegränsade arsenal av teknologier för utsläppsminskningar (standardantaganden om teknikutveckling). Scenarier med stora nettonegativa globala utsläpp (>20 GtCO₂/år), scenarier med exogena koldioxidprisantaganden samt scenarier med 2010 års utsläpp som ligger långt utanför det historiska intervallet exkluderas. Den högra bilden inkluderar endast 68 scenarier, eftersom tre av de 71 scenarierna som visas i figuren inte återger vissa underkategorier för primärenergi som krävs för att räkna ut andelen energi med inga eller låga koldioxidutsläpp. [Figur 6.32, 7.16, 13.13.1.3]

Uppskattningar av sammanlagda ekonomiska kostnader för utsläppsminskningar varierar stort och är mycket känsliga för modellutformning och antaganden, liksom för specifikationen av scenarier, inklusive typen av tekniker och tidpunkten för utsläppsminskningarna (*mycket troligt*). Scenarier där alla länder i världen påbörjar utsläppsminskningar omedelbart, där det finns ett enda globalt koldioxidpris, och där alla nyckelteknologier är tillgängliga, har använts som utgångspunkt för uppskattning av makroekonomiska kostnader av utsläppsminskningar (tabell SPM.2, gul kolumn).

Med dessa antaganden som utgångspunkt leder utsläppsminskningsscenarier med atmosfäriska koncentrationer på cirka 450 ppm koldioxidekvivalenter år 2100, till att tillväxten i global konsumtion minskar med 1-4 % (median: 1,7 %) år 2030, 2-6 % (median: 3,4 %) år 2050 och 3-11 % (median: 4,8 %) år 2100 i förhållande till referensscenarierna. I beräkningarna har kostnadsfördelar till följd av minskade klimatförändringar och positiva och negativa sidoeffekter av utsläppsminskningar inte räknats in.¹⁹ Detta kan jämföras med konsumtionen i referensscenarier som växer någonstans från 300 % till över 900 % under århundradet. Siffrorna motsvarar en årlig konsumtionstillväxt med 0,04 till 0,14 (median: 0,06) procentenheter under århundradet jämfört med den årliga konsumtionstillväxten i referensscenariot som ligger mellan 1,6 % och 3 % per år.

Uppskattningar i övre gränsen för dessa kostnadsintervall kommer från modeller som är relativt oflexibla när det gäller att nå de kraftfulla utsläppsminskningar som krävs för att långsiktigt uppnå målen och/eller så inkluderar de antaganden om marknadsbrister som skulle öka kostnaderna. Om teknologier saknas eller är svårtillgängliga, kan kostnaderna för utsläppsminskningar öka avsevärt beroende på vilken teknologi som avses (tabell SPM.2, grå kolumn). Fördröjning av ytterligare utsläppsminskningar ökar kostnaderna för utsläppsminskningar på medellång till lång sikt (tabell SPM.2, orange kolumn). Många modeller når inte atmosfärshalter på cirka 450 ppm koldioxidekvivalenter år 2100 om ytterligare utsläppsminskningar fördröjs väsentligt, eller om det saknas tillräcklig tillgång till nyckelteknologier som bioenergi, CSS och kombinationer av dessa (BECCS). [6.3]

¹⁹ De totala ekonomiska effekterna vid olika temperaturnivåer skulle inkludera utsläppsminskingskostnader, positiva och negativa sidoeffekter av utsläppsminskningar, anpassningskostnader och klimatskador. Uppskattningar av kostnader för utsläppsminskningar och klimatskador vid en given temperaturnivå kan inte jämföras med att utvärdera kostnader och fördelar med utsläppsminskningar. Det är snarare så att uppskattningar av ekonomiska kostnader och fördelar med utsläppsminskningar bör inkludera minskningen av kostnader för klimatskador i förhållande till de kostnaderna som uppkommer om utsläpps begränsningar inte genomförs.

Tabell SPM.2 | Globala kostnader för utsläppsminskningar i kostnadseffektiva scenarier¹ samt uppskattade kostnadsökningar på grund av förmodad begränsad tillgång till specifika tekniker och fördröjning av ytterligare åtgärder för utsläppsminskning. Kostnadsuppskattningarna i denna tabell tar varken hänsyn till fördelarna med reducerad klimatförändring eller positiva och negativa sidoeffekter av utsläppsminskningar. De gula kolumnerna visar konsumtionsförluster för 2030, 2050 och 2100 och minskad årsvis konsumtionstillväxt under århundradet enligt kostnadseffektiva scenarier, jämfört med en referensutveckling utan klimatpolicy. Kolumnerna i grått visar den procentuella ökningen av diskonterade kostnader² under århundradet i scenarier där de tekniska lösningarna inte är lika utvecklade i förhållande till standardantagandena om tillgänglig teknologi³, i förhållande till kostnadseffektiva scenarier. Kolumnerna i orange visar ökningen av utsläppsminskingskostnader för perioderna 2030–2050 och 2050–2100 när ytterligare åtgärder för utsläppsminskningar fördröjts till 2030⁴, i förhållande till scenarier med omedelbara utsläppsminskningar. Dessa scenarier med fördröjda utsläppsminskningstiltag har grupperats efter utsläppsnivåer under- eller överstigande 55 Gton koldioxidkivalenter 2030, och två koncentrationsintervall 2100 (430–530 ppm CO₂ekv och 530–650 ppm CO₂ekv). I alla figurer visas medianen för scenarieuppsättningen utan parentes, intervallen mellan 16:e och 84:e percentilen för scenarieuppsättningen visas inom parentes, och antalet scenarier i uppsättningen visas inom hakparenteser.⁵ [Figur TS.12, TS.13, 6.21, 6.24, 6.25, Annex II.10]

2100 Koncentration (ppm CO ₂ ekv)	Konsumtionsminskning i kostnadseffektiva scenarier ¹				Ökning av totala diskonterade kostnader för utsläppsminskningar i scenarier med begränsad tillgång till teknik				Ökade kostnader för utsläppsminskningar på medellång och lång sikt på grund av att utsläppsminskningarna fördröjts till 2030			
	[procentuell konsumtionsminskning i förhållande till referensscenariot]		[minskning i procentenheter av konsumtionstillväxt på årsbasis]		[procentuell ökning av totala diskonterade kostnader för utsläppsminskningar (2015–2100) i förhållande till antaganden om standardteknik]				[procentuell ökning av kostnader för utsläppsminskning i förhållande till omedelbara utsläppsminskningar]			
	2030	2050	2100	2010-2100	Inga CCS-tekniker	Utfasning av kärnkraft	Begränsad sol-/vindkraft	Begränsad bioenergi	≤ 55 GtCO ₂ ekv		>55 GtCO ₂ ekv	
									2030-2050	2050-2100	2030-2050	2050-2100
450 (430-480)	1,7 (1,0–3,7) [N: 14]	3,4 (2,1–6,2)	4,8 (2,9–11,4)	0,06 (0,04–0,14)	138 (29–297) [N: 4]	7 (4–18) [N: 8]	6 (2–29) [N: 8]	64 (44–78) [N: 8]	28 (14-50) [N: 34]	15 (5–59)	44 (2–78) [N: 29]	37 (16-82)
500 (480-530)	1,7 (0,6–2,1) [N: 32]	2,7 (1,5–4,2)	4,7 (2,4–10,6)	0,06 (0,03–0,13)	–	–	–	–				
550 (530–580)	0,6 (0,2–1,3) [N: 46]	1,7 (1,2–3,3)	3,8 (1,2–7,3)	0,04 (0,01–0,09)	39 (18–78) [N: 11]	13 (2–23) [N: 10]	8 (5–15) [N: 10]	18 (4–66) [N: 12]				
580-650	0,3 (0–0,9) [N: 16]	1,3 (0,5–2,0)	2,3 (1,2–4,4)	0,03 (0,01–0,05)	–	–	–	–	3 (-5–16) [N: 14]	4 (-4–11)	15 (3–32) [N: 10]	16 (5–24)

¹ Kostnadseffektiva scenarier förutsätter omedelbara utsläppsminskningar i alla länder och ett globalt koldioxidpris utan att lägga ytterligare begränsningar på teknologi jämfört med modellens standardantaganden om teknologi.

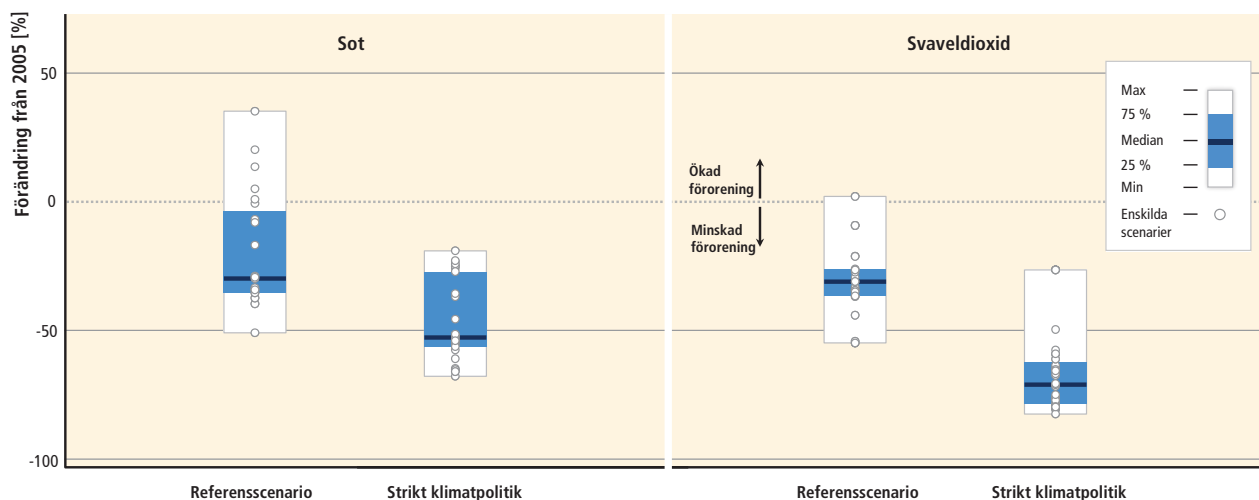
² Procentuell ökning av diskonterat nettonuvärde av konsumtionsförluster i procent av referenskonsumtion (för scenarier från allmän jämviktsmodeller) och kostnaderna för utsläppsminskningar i procent av referensscenariets BNP (för scenarier från partiell jämviktsmodeller) för perioden 2015–2100, diskonterade med 5 % per år.

³ Ingen CCS: CCS har inte inkluderats i dessa scenarier. Utfasning av kärnkraft: Inga ytterligare kärnkraftsanläggningar utöver sådana som håller på att uppföras, och befintliga kärnkraftverk drivs tills de tjänat ut. Begränsad sol-/vindkraft: maximalt 20 % av den globala elproduktionen kommer från sol- och vindkraft i dessa scenarier. Begränsad bioenergi: maximalt 100 EJ/år modern bioenergiförsörjning globalt (kraftförsörjningen via modern bioenergi för uppvärmning, el, kombinationslösningar och industri uppgick till cirka 18 EJ/år 2008 [11.13.5]).

⁴ Procentuell ökning av totala icke-diskonterade kostnader för utsläppsminskningar för perioderna 2030–2050 och 2050–2100.

⁵ Intervallet avgörs av de centrala scenarierna som omfattar 16:e och 84:e percentilen av scenarieuppsättningen. Endast scenarier med tidshorisont fram till 2100 finns med. Vissa modeller som ingår i kostnadsintervallen för koncentrationsnivåer över 530 ppm koldioxidkivalenter för 2100 kunde inte producera scenarier för koncentrationsnivåer under 530 ppm koldioxidkivalenter för 2100 med antaganden om begränsad tillgång till teknik och eller fördröjning av ytterligare utsläppsminskningar.

Sidovinster i form av bättre luftkvalitet genom utsläppsminskningar
Effekt av strikt tillämpad klimatpolitik på luftförorenande utsläpp (globalt, 2005–2050)



Figur SPM.6 | Utsläppsnivåer för sot och svaveldioxid (SO₂) år 2050 jämfört med år 2005 (0=2005 års nivåer). Referensscenarier där inga ytterligare ansträngningar görs för att minska växthusgasutsläppen utöver dagens åtgärder jämförs med scenarier med strikt klimatpolitik där målet är cirka 450–500 (430–530) ppm koldioxidkvalenter år 2100. [Figur 6.33]

Endast ett begränsat antal studier har närmare utforskat scenarier som *mer sannolikt än inte skulle kunna få temperaturförändringen att återgå till under 1,5 °C till år 2100 jämfört med förindustriella nivåer; dessa scenarier sänker halten av koldioxidkvalenter i atmosfären till under 430 ppm år 2100 (mycket troligt)*. Det är för närvarande svårt att utvärdera detta mål eftersom inga studier har utnyttjat flera modeller för att undersöka dessa scenarier. Det begränsade antal studier som är relevanta för detta mål använder scenarier som kännetecknas av (1) omedelbara åtgärder för utsläppsminskningar; (2) snabb upptrappning av samtliga tillgängliga teknologier för utsläppsminskningar; och (3) en utvecklingsbana med låg energiefterfrågan.²⁰ [6.3, 7.11]

Scenarier med utsläppsminskningar som leder till cirka 450–500 ppm koldioxidkvalenter år 2100 visar på sänkta kostnader för att nå mål för luftkvalitet och energisäkerhet, och har betydande sidovinster för hälsa och ekosystem liksom för adekvata resurser och resiliens i energisystemet. Dessa scenarier kvantifierar inte andra positiva eller negativa sidoeffekter (*troligt*). Dessa scenarier för utsläppsminskningar visar på förbättringar i termer av adekvata resurser för att möta nationella energibehov, samt även resiliens i energiförsörjningen. Det resulterar i energisystem som är mindre sårbara för prisfluktuationer och försörjningsstörningar. fördelarna i form av minskad påverkan på hälsa och ekosystem som beror på kraftigt minskade luftföroreningar (figur SPM.6) är särskilt påtagliga där nuvarande lagstiftad och planerad kontroll av luftföroreningar är bristfällig. Det finns ett brett spektrum av positiva och negativa sidoeffekter för andra mål än luftkvalitet och energisäkerhet. Sammantaget överväger potentiella sidovinster de potentiella riskerna för negativa sidoeffekter i samband med åtgärder för slutanvändare av energi. De vetenskapliga belägen tyder dock på att detta inte gäller för alla energikällor och AFOLU-åtgärder. [WGIII 4.8, 5.7, 6.3.6, 6.6, 7.9, 8.7, 9.7, 10.8, 11.7, 11.13.6, 12.8, figur TS.14, tabell 6.7, tabell TS.3–TS.7; WGII 11.9]

²⁰ I dessa scenarier ligger utsläppsintervallen för kumulativa koldioxidutsläpp mellan 680 och 800 GtCO₂ för perioden 2011–2050, och mellan 90 och 310 GtCO₂ för perioden 2011–2100. De globala utsläppen av koldioxidkvalenter 2050 är 70–95 % lägre än 2010 års utsläppsnivåer, och 2100 ligger de 110–120 % lägre än 2010 års utsläppsnivåer.

I samband med klimatpolitiska åtgärder finns det en rad möjliga negativa och positiva sidoeffekter liksom spridningseffekter, vilka inte är väl kvantifierade (*mycket troligt*). Huruvida sido-effekter faktiskt uppstår eller inte, och i vilken utsträckning, kommer att skilja sig från fall till fall och från plats till plats eftersom det beror på lokala förhållanden och i vilken takt åtgärder implementeras. Några viktiga exempel på möjliga sidoeffekter är bevarande av biologisk mångfald, tillgång till vatten, livsmedelssäkerhet, inkomstfördelning, effektiviteten i skattesystem, tillgång till arbetskraft och sysselsättning, stadsutbredning samt hållbar tillväxt i utvecklingsländer. [Ruta TS.11]

Insatser för att begränsa klimatförändringar och kostnader för detta varierar mellan länder i olika scenarier. Fördelningen av kostnader mellan länder kan skilja sig från själva fördelningen av åtgärder (*mycket troligt*). I globalt sett kostnadseffektiva scenarier sker större delen av insatserna i länder med de högsta framtida utsläppen i referensscenarierna. Utifrån antagandet att det finns en global koldioxidmarknad har några studier undersökt specifika ramverk för fördelning av insatser. I studierna gjordes uppskattningar av de betydande globala finansiella flödena som är kopplade till utsläppsminskningar i scenarier som leder till koncentrationer på cirka 450–550 ppm koldioxidekvivalenter i atmosfären år 2100. [Ruta 3.5, 4.6, 6.3.6, tabell 6.4, figur 6.9, figur 6.27, figur 6.28, figur 6.29, 13.4.2.4]

Politiska insatser för utsläppsminskningar skulle kunna devalvera värdet för fossila bränsletillgångar och minska intäkterna för exportörer av fossila bränslen, men det finns skillnader mellan regioner och bränsletyper (*mycket troligt*). De flesta scenarier för begränsning av klimatförändringar är kopplade till minskade intäkter från handeln med kol och olja för stora exportörer (*mycket troligt*). Utsläpps begränsningarnas effekt på intäkter för naturgasexport är mer osäker, då några studier visar på möjliga fördelar för exportintäkter på medellång sikt fram till ungefär 2050 (*troligt*). Tillgängligheten till CCS-tekniker skulle minska utsläppsminskningarnas negativa effekter på värdet av fossila bränsletillgångar (*troligt*). [6.3.6, 6.6, 14.4.2]

SPM.4.2 Sektorsvisa och sektorsövergripande utvecklingsbanor och åtgärder för begränsning av klimatförändringar

SPM 4.2.1 Sektorsövergripande utvecklingsbanor och åtgärder för begränsning av klimatförändringar

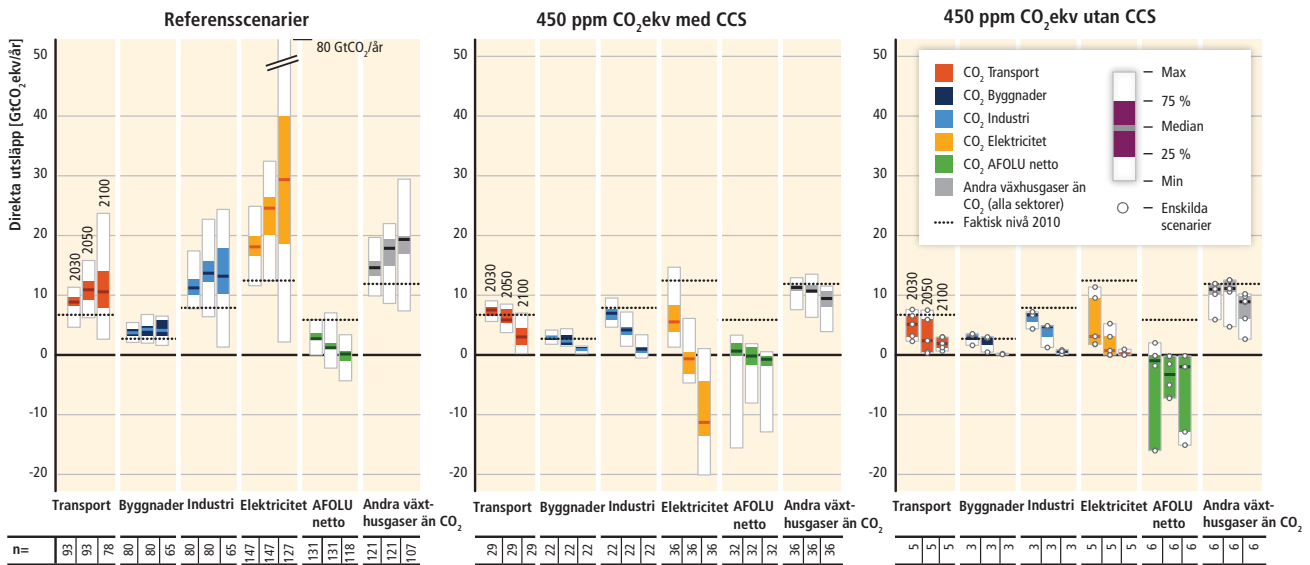
I referensscenarierna beräknas utsläppen av växthusgaser öka i alla sektorer, utom när det gäller nettoutsläppen av koldioxid från AFOLU-sektorn²¹ (*robust evidens, medelstor överensstämmelse*). Utsläppen från energisektorn förväntas även fortsättningsvis utgöra den största källan till växthusgasutsläpp och i slutänden stå för betydande ökning av indirekta utsläpp från elanvändning i byggnads- och industrisektorn. I referensscenarierna kommer nettoutsläppen av koldioxid från AFOLU-sektorn att minska över tid, även om jordbrukets utsläpp av andra växthusgaser än koldioxid beräknas öka. Vissa modeller projicerar en nettosänka mot slutet av århundradet för AFOLU sektorn (figur SPM.7).²² [6.3.1.4, 6.8, figur TS.15]

Infrastrukturutvecklingar och produkter med lång livslängd som låser samhällen vid utvecklingsbanor med stora växthusgasutsläpp kan vara svåra eller mycket kostsamma att ändra, vilket understryker vikten av att agera tidigt för ambitiösa utsläppsminskningar (*robust evidens, hög överensstämmelse*). Risken för inlåsnings effekter hänger samman med infrastrukturers livslängd, med skillnaden i utsläpp för olika alternativ och med omfattningen av investeringskostnaderna. Det är svårast att få bukt med inlåsnings effekter som beror på infrastruktur och fysisk planering. Därremot kan material, produkter och infrastruktur med lång livslängd och låga utsläpp under livscykeln underlätta en omställning till utvecklingsbanor med låga utsläpp, och samtidigt minska utsläppen genom att materialanvändningen minskas. [5.6.3, 6.3.6.4, 9.4, 10.4, 12.3, 12.4]

²¹ Nettokoldioxidutsläppen från AFOLU inkluderar utsläpp och borttagning av koldioxid från AFOLU-sektorn, inklusive mark- och skogsskötsel och, i vissa bedömningar, kolsänkor i jordbruksmark.

²² De flesta så kallade jordsystemmodellerna som bedömdes i WGI projicerar ett fortsatt upptag av kol på land under alla RCP-scenarier fram till 2100, men vissa modeller anger ett minskat sådant upptag på grund av den kombinerade effekten av klimatförändringar och förändrad markanvändning. [WGI SPM.E.7, WGI 6.4]

Direkta utsläpp av koldioxid och andra växthusgaser per sektor i referensscenarier och utsläppsbegränsande scenarier med och utan CCS

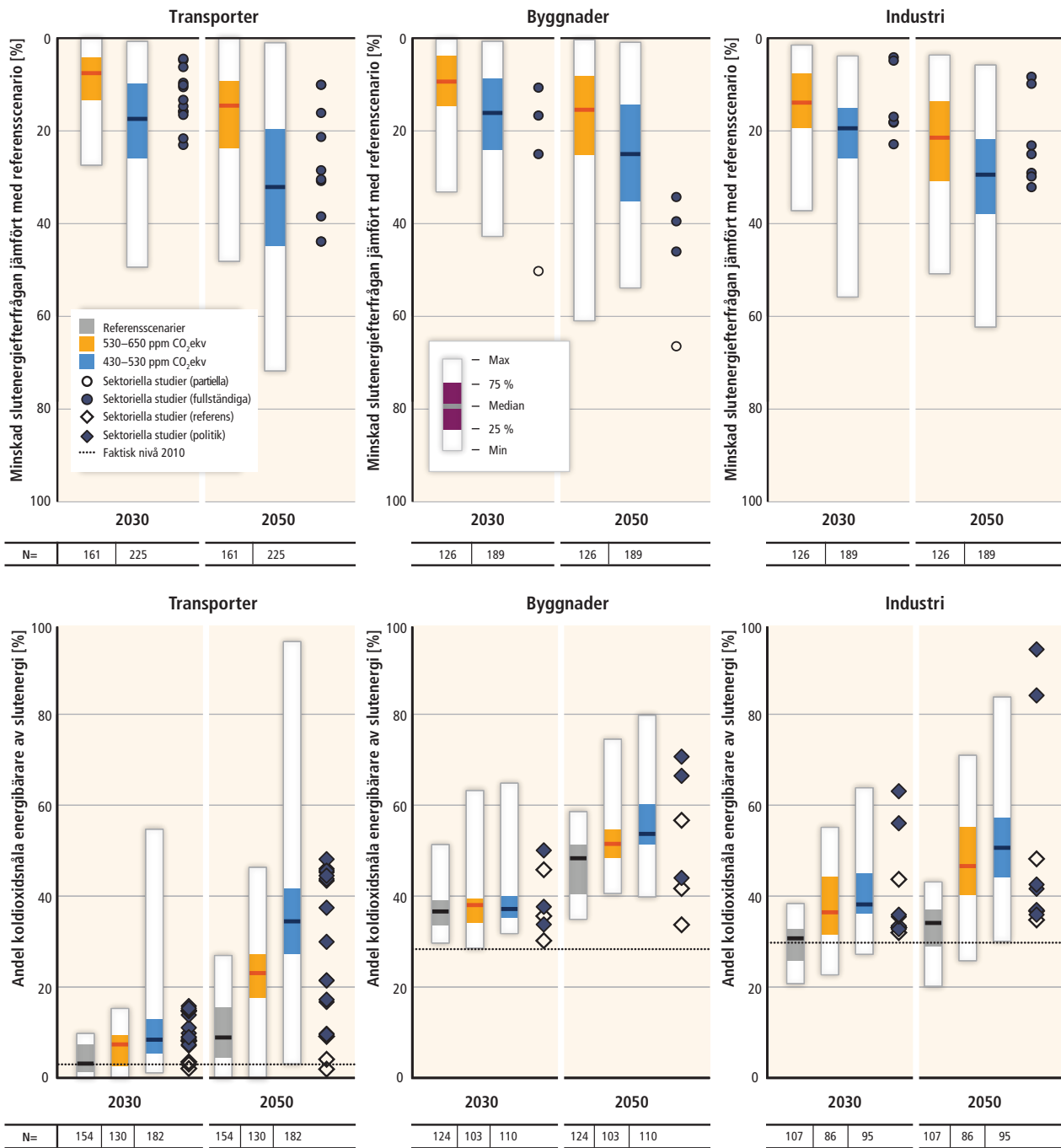


Figur SPM.7 | Direkta koldioxidutsläpp per sektor och sektorsövergripande utsläpp av andra växthusgaser (Kyoto-gaser) i referensscenarier (vänster bild) och utsläppsminskande scenarier som når upp till cirka 450 (430–480) ppm koldioxidekvivalenter med CCS (mittbilden) och utan CCS (höger bild). Siffrorna nedtill i diagrammen refererar till antalet scenarier i intervallet som skiljer sig mellan sektorer och över tid på grund av olika lösningar i sektorerna och modellernas tidsperspektiv. Observera att många modeller inte kan hålla koncentrationsnivåer på cirka 450 ppm koldioxidekvivalenter år 2100 utan CCS, vilket resulterar i ett mindre antal scenarier i höger bild [figur 6.34 och 6.35].

I utsläppsminskningsscenarioer finns tydliga ömsesidiga beroenden mellan hur snabbt utsläppsminskande insatser införs inom sektorerna för energitillförsel och slutenergianvändning, och med utvecklingen inom AFOLU-sektorn (mycket troligt). Fördelningen av utsläppsminskande åtgärder mellan sektorer påverkas stort av tillgängligheten till och effektiviteten hos BECCS och av storskalig beskogning (figur SPM.7). Detta gäller i synnerhet för scenarier där koncentrationen av koldioxidekvivalenter når 450 ppm år 2100. Väl utformade system- och sektorsövergripande strategier för utsläppsminskning är kostnadseffektiva när det gäller att minska utsläppen än om fokus skulle ligga på enskilda tekniker och sektorer. Strategier på energisystemnivå är minskad koldioxidintensitet inom energiförsörjningen, byte till energibärare med låga koldioxidutsläpp (inklusive koldioxidsnål elektricitet) och lägre energiefterfrågan i slutanvändningen, utan att detta påverkar utvecklingen negativt (figur SPM.8). [6.3.5, 6.4, 6.8, 7.11, tabell TS.2]

Utsläppsminskande scenarier där koncentrationen av koldioxidekvivalenter uppgår till cirka 450 ppm år 2100 visar på storskaliga globala förändringar i energiförsörjningen (robust evidens, hög överensstämmelse). I dessa utvalda scenarier beräknas de globala koldioxidutsläppen från energiförsörjningen minska under kommande årtionden och de kännetecknas av att nivåerna sjunker med 90 % eller mer under 2010 års nivåer mellan 2040 och 2070. Utsläppen i många av dessa scenarier projiceras därefter sjunka under noll. [6.3.4, 6.8, 7.1, 7.11]

Minskad efterfrågan på slutenergi och andel koldioxidsnåla energibärare i sektorer för slutenergianvändning



Figur SPM.8 | Minskad efterfrågan på energi bland slutanvändare i förhållande till referensscenario (övre raden) och andel koldioxidsnåla energibärare av energi till slutanvändare (nedre raden) inom transport-, byggnads- och industrisektorerna 2030 och 2050 i scenarier från två olika kategorier av koldioxidkoncentrationer jämfört med sektoriella studier som bedöms i kapitlen 8–10. Efterfrågeminskningarna som visas i dessa scenarier påverkar inte utvecklingen negativt. Koldioxidsnåla energibärare är elektricitet, vätgas och flytande biobränslen inom transport, elektricitet i byggnader, samt elektricitet, värme, vätgas och bioenergi inom industrin. Siffrorna längst ned i diagrammet refererar till antalet scenarierna som ingår i intervallet. Den siffran kan skilja sig mellan sektorer och över tid på grund av olika sektoriella lösningar och modellernas tidsperspektiv. [Figur 6.37 och 6.38]

Energieffektivisering och beteendeförändringar som leder till minskad energiefterfrågan jämfört med referensscenarierna, utan att påverka utvecklingen negativt, är en nyckelstrategi i utsläppsminskande scenarier där koncentrationen av koldioxidekvivalenter i atmosfären når cirka 450–500 ppm 2100 (*robust evidens, hög överensstämmelse*). Minskad energiefterfrågan på kort sikt är en viktig del i kostnadseffektiva strategier för utsläppsminskning och ger större flexibilitet när det gäller minskning av koldioxidintensiteten i energiförsörjningen. Det skyddar mot andra risker på försörjningssidan, undviker inlåsning mot koldioxidintensiv infrastruktur och är förenat med viktiga sidovinster. Såväl integrerade som sektoriella studier ger liknande uppskattningar av minskad energiefterfrågan inom transport-, byggnads- och industrisektorerna för 2030 och 2050 (figur SPM.8). [6.3.4, 6.6, 6.8, 7.11, 8.9, 9.8, 10.10]

Beteende, livsstil och kultur har stor inverkan på energianvändning och relaterade utsläpp, och kan innebära stor potential för utsläppsminskning inom vissa sektorer, särskilt i kombination med tekniska och strukturella förändringar²³ (*medelstor evidens, medelstor överensstämmelse*). Utsläpp kan minskas radikalt genom förändrade konsumtionsmönster (exempelvis när det gäller efterfrågan på mobilitet och val av färdmedel, hushållens energianvändning, val av långlivade produkter), förändrade matvanor och minskat matsvinn. Beteendeförändringar kan underlättas på en rad sätt, bland annat genom ekonomiska och icke-ekonomiska incitament samt informationsinsatser. [6.8, 7.9, 8.3.5, 8.9, 9.2, 9.3, 9.10, ruta 10.2, 10.4, 11.4, 12.4, 12.6, 12.7, 15.3, 15.5, tabell TS.2]

SPM.4.2.2 Energiförsörjning

I referensscenarierna som bedöms i AR5 beräknas de direkta koldioxidutsläppen från energiförsörjningen att nära fördubblas eller till och med tredubblas till 2050 jämfört med nivån på 14,4 GtCO₂/år 2010, såvida inte energieffektiviseringar sker betydligt snabbare än vad som varit fallet historiskt (*medelstor evidens, medelstor överensstämmelse*). Under det senaste årtiondet har utsläppsökningen framför allt orsakats av växande energiefterfrågan och ökad andel kol i den globala bränslemixen. Begränsningar i tillgången på fossila bränslen kommer inte att vara tillräckligt för att begränsa koncentrationen av koldioxidekvivalenter till nivåer som 450 ppm, 550 ppm eller 650 ppm. [6.3.4, 7.2, 7.3, figur 6.15, TS.15, SPM.7]

Avkarbonisering (minskad koldioxidintensitet) inom elproduktionen är en nyckelkomponent i kostnadseffektiva strategier för utsläppsminskning som syftar till att uppnå låga stabiliseringsnivåer (430–530 ppm CO₂ekv). I de flesta IAM-scenarier (IAM, Integrated Assessment Model) minskar koldioxidintensiteten snabbare inom elproduktionen än inom industrin, bebyggelsen och transportsektorn (*medelstor evidens, medelstor överensstämmelse*) (figur SPM.7). I de flesta scenarierna med låga stabiliseringsnivåer ökar andelen koldioxidsnål elförsörjning (inklusive förnybar energi, kärnkraft och CCS) från nuvarande andel på ungefär 30 % till över 80 % år 2050, och fossil elproduktion utan CSS har fasats ut nästa helt 2100 (figur SPM.7). [6.8, 7.11, figur 7.14, TS.18]

²³ Strukturella förändringar refererar till genomgripande systemomställningar varigenom vissa delar antingen ersätts eller möjligen byts mot andra delar (se engelsk ordlista i WGIII AR5).

Sedan AR4 har många tekniker för förnybar energi blivit både effektivare och billigare, och allt fler av dessa tekniker börjar nå en sådan mognadsgrad att de kan användas i betydligt större skala (robust evidens, hög överensstämmelse). När det gäller elproduktion stod förnybar energi för drygt hälften av ny installerad effekt elproduktion som tillkom globalt 2012, och tillväxten var som störst inom vind-, vatten och solkraft. Många tekniker för förnybar energi kräver fortsatta direkta eller indirekta subventioner om deras marknadsandelar ska kunna öka påtagligt. Teknikstöd för förnybar energi har varit framgångsrikt när det gäller att stimulera tillväxten av förnybar energi på senare tid. Utmaningarna med att integrera förnybar energi i energisystemen och kostnaderna för detta varierar med energislag, regionala förhållanden och strukturen hos befintliga energisystem (medelstor evidens, medelstor överensstämmelse). [7.5.3, 7.6.1, 7.8.2, 7.12, tabell 7.1]

Kärnkraft är en mogen teknik för produktion av baskraft med låga koldioxidutsläpp, men dess andel av den globala elproduktionen har minskat sedan 1993. Kärnkraft skulle kunna bidra till en koldioxidsnål energiförsörjning, men det finns en rad hinder och risker (robust evidens, hög överensstämmelse). Dessa inkluderar:

risker kopplade till driften och oro som förknippas med detta, risker med uranbrytning, ekonomiska och regleringsmässiga risker, olösta avfallshanteringsfrågor, oro för kärnvapenspridning och negativ inställning hos allmänheten (robust evidens, hög överensstämmelse). Nya bränslecykler och reaktortekniker som kan lösa några av dessa frågor undersöks, och det har gjorts framsteg inom forskning och utveckling när det gäller säkerhet och avfallshantering. [7.5.4, 7.8, 7.9, 7.12, figur TS.19]

Växthusgasutsläpp från energiförsörjningssektorn kan minskas betydligt genom att nuvarande kolkraftverk ersätts med moderna, högeffektiva naturgaseldade kombikraftverk eller kombinerad kraft- och värmeproduktion, under förutsättning att naturgas finns tillgängligt och att utsläpp i samband med utvinning och distribution är låga eller begränsas (robust evidens, hög överensstämmelse). I utsläppsscenarioer med koncentrationer av koldioxid ekvivalenter som 2100 uppgår till cirka 450 ppm CO₂ ekv kan elproduktion med naturgas utan CCS fungera som en övergångsteknik, med en initialt ökad användning som kulminerar och faller under nuvarande nivåer vid 2050 för att sedan minska ytterligare under andra halvan av århundradet (robust evidens, hög överensstämmelse). [7.5.1, 7.8, 7.9, 7.11, 7.12]

Tekniker för koldioxidinfångning och lagring (CCS) kan minska växthusgasutsläppen från fossila kraftverk över deras livscykel (medelstor evidens, medelstor överensstämmelse). Även om alla enskilda delar av integrerade CCS-system redan finns och används idag i industrin för bränsleutvinning och raffinering, har CCS ännu inte använts i större skala vid kommersiella fossila kraftverk. CCS-kraftverk skulle kunna finnas på marknaden om regelverken skapar incitament för detta och/eller om de blir konkurrenskraftiga gentemot sina fossila motsvarigheter. Det kan exempelvis ske om de extra investerings- och driftskostnaderna, till en del orsakade av effektivitetsminskningar, kompenseras med tillräckligt högt koldioxidpris (eller direkt ekonomiskt stöd). För en framtida storskalig användning av CCS krävs väldefinierade regelverk kring ansvaret för lagring på kort och lång sikt, samt ekonomiska incitament. Hinder för en storskalig användning av CCS-tekniker utgörs av oro kring driftssäkerhet och den långsiktiga förvaringen av koldioxid samt transportrisker. Det finns dock ett växande kunskap om hur koldioxidlager kan säkras, om de potentiella konsekvenserna av att tryck byggs upp inom en geologisk formation på grund av koldioxidlagring (exempelvis seismisk aktivitet), och om den potentiella påverkan på hälsa och miljö av koldioxid som migrerar från de primära injektionszonerna (begränsad evidens, medelstor överensstämmelse). [7.5.5., 7.8, 7.9, 7.11, 7.12, 11.13]

En kombination av bioenergi och CCS (BECCS) skapar möjligheter för energiförsörjning med stora negativa utsläpp, vilket spelar en viktig roll i många scenarier med låga stabiliseringsnivåer, även om det också innebär utmaningar och risker (begränsad evidens, medelstor överensstämmelse). Utmaningarna och riskerna handlar bland annat om den stora mängd biomassa som används i BECCS-anläggningen och om själva CCS-tekniken. [7.5.5, 7.9, 11.13]

SPM.4.2.3 Sektorer för slutanvändning av energi

Transport

Transportsektorn stod för 27 % av slutanvändningen av energi och för 6,7 GtCO₂ direkta utsläpp 2010. Koldioxidutsläppen beräknas att ungefär fördubblas fram till 2050 (medelstor evidens, medelstor överensstämmelse). Denna ökning av koldioxidutsläpp från växande global person- och godstrafik skulle delvis kunna uppvägas av framtida åtgärder för utsläppsminskningar, däribland mer koldioxidsnåla bränslen och lägre energiintensitet, infrastrukturutveckling, beteendeförändringar och genomförande av enhetliga policystrategier (*mycket troligt*). Totalt sett skulle transportsektorns utsläpp kunna minskas med 15–40 % jämfört med referensscenariot för 2050 (*medelstor evidens, medelstor överensstämmelse*). (Figur SPM.7) [6.8, 8.1, 8.2, 8.9, 8.10]

Tekniska och beteendemässiga åtgärder för alla transportsätt och färdmedel, plus ny infrastruktur och investeringar i stadsutveckling, skulle kunna minska efterfrågan på slutenergi 2050 med ungefär 40 % under referensscenariot. Utsläppsminskningarna bedöms ha potential att bli högre än vad som rapporterades i AR4 (robust evidens, medelstor överensstämmelse). Projicerad energieffektivitet och förbättringar av fordonsprestanda ligger runt 30–50 % för 2030 jämfört med 2010 beroende på transportsätt och fordonstyp (*medelstor evidens, medelstor överensstämmelse*). Integrerad stadsplanering, kollektivtrafikanpassad bebyggelse och förtätade städer som underlättar för cyklister och gångtrafikanter kan leda till överflyttning mellan trafikslag. På längre sikt gäller detta även stadsutveckling och investeringar i ny infrastruktur som höghastighetståg, vilket minskar behovet av flygtrafik på korta sträckor (*medelstor evidens, medelstor överensstämmelse*). Sådana utsläppsminskande åtgärder innebär utmaningar och har osäkert utfall, men skulle kunna minska transportsektorns växthusgasutsläpp med 20–50 % till 2050 jämfört med referensscenariot (*begränsad evidens, låg överensstämmelse*). (Figur SPM.8, övre bilden) [8.2, 8.3, 8.4, 8.5, 8.6, 8.7, 8.8, 8.9, 12.4, 12.5]

Strategier för att minska koldioxidintensiteten i bränslen och takten för denna minskning hindras av utmaningar med energilagring och den relativt låga energidensiteten hos koldioxidsnåla drivmedel (troligt). Integrerade och sektoriella studier är i stort samstämmiga om att det på kort sikt finns möjligheter att ställa om till bränslen med låga koldioxidutsläpp, och att dessa möjligheter kommer att bli större på sikt. Andelen metanbaserade bränslen ökar redan inom vägtransporter och sjöfart. Elektricitet från koldioxidsnåla källor innebär på kort sikt möjligheter för elektrifierad järnväg och på kort till medellång sikt möjligheter för elektrifierade bussar, lätta fordon och tvåhjulringar. Vätgasbränsle från koldioxidsnåla källor utgör alternativ på längre sikt. Kommerciellt tillgängliga flytande och gasformiga bränslen ger redan nu sidovinsters tillsammans med utsläppsminskningar som kan göras större genom teknikutveckling. Minskade transportutsläpp av partiklar (även sot), troposfäriskt ozon och aerosolbildande ämnen (inklusive NO_x) kan innebära sidovinsters för hälsa och utsläppsminskningar på kort sikt (*medelstor evidens, medelstor överensstämmelse*). [8.2, 8.3, 11.13, figur TS.20, höger bild]

Kostnadseffektiviteten hos olika åtgärder för koldioxidminskning inom transportsektorn varierar stort mellan fordonstyp och transportsätt (mycket troligt). Totalkostnaderna för utsläpp av koldioxid som kan undvikas kan vara mycket låga eller negativa på kort sikt för många beteendeorikade åtgärder och effektivitetsförbättringar för lätta och tunga vägfordon samt fartyg. För vissa eldrivna fordon, flygplan och möjligen höghastighetståg, skulle åtgärdskostnaderna 2030 uppgå till över 100 USD/tCO₂ (*begränsad evidens, medelstor överensstämmelse*). [8.6, 8.8, 8.9, figur TS.21, TS.22]

Regionala skillnader påverkar valet av åtgärder för utsläppsminskningar inom transportsektorn (mycket troligt). Institutionella, juridiska, ekonomiska och kulturella hinder försvårar införandet av koldioxidsnål teknik och beteendeförändringar. Etablerad infrastruktur kan begränsa omställningsalternativen och leda till att man i större utsträckning måste lita till avancerad fordonsteknik. Det finns redan tydliga tecken på en minskad efterfrågan på lätta fordon i vissa OECD-länder. För alla ekonomier, i synnerhet sådana där den urbana tillväxten är stor, kan investeringar i kollektivtrafik och koldioxidsnål infrastruktur förhindra en inlåsning mot koldioxidintensiva strukturer. Att prioritera infrastruktur för fotgängare och integrera icke-motoriserade tjänster och kollektivtrafik, kan skapa ekonomiska och sociala sidovinster i alla regioner (*medelstor evidens, medelstor överensstämmelse*). [8.4, 8.8, 8.9, 14.3, tabell 8.3]

Strategier för utsläppsminskningar, på alla administrativa nivåer, som kan kopplas samman med icke-klimatpolitiska åtgärder kan bidra till att bryta kopplingen mellan transportrelaterade växthusgasutsläpp och ekonomisk tillväxt i alla regioner (troligt). Dessa strategier kan hjälpa till att minska efterfrågan på transporter, skapa incitament för transportföretag att minska koldioxidintensiteten i sina logistiksystem och bidra till överflyttning mellan trafikslag. De kan samtidigt generera sidovinster som förbättrad tillgänglighet och mobilitet, bättre hälsa och säkerhet, större energisäkerhet, och tids- och kostnadsbesparingar (*medelstor evidens, hög överensstämmelse*). [8.7, 8.10]

Byggnader

Byggnadssektorn²⁴ stod 2010 för cirka 32 % av slutenergianvändningen och för utsläpp av 8,8 GtCO₂ inklusive direkta och indirekta utsläpp. Energibehovet beräknas ungefär fördubblas och koldioxidutsläppen öka med 50–150 % vid mitten av århundradet i referensscenarierna (medelstor evidens, medelstor överensstämmelse). Denna ökade energiefterfrågan är en följd av förbättrat välbefinnande, livsstilsförändringar, tillgång till moderna energitjänster och bättre bostäder, samt urbanisering. Det finns stora inlåsningsrisker förknippade med den långa livslängden hos byggnader och tillhörande infrastruktur, och dessa risker är särskilt viktiga i regioner med stor nybyggnation (*robust evidens, hög överensstämmelse*). [9.4, figur SPM.7]

Nya framsteg inom teknik, kunskap och politik skapar möjligheter att stabilisera eller minska den globala byggnadssektorns energianvändning tills mitten av århundradet (robust evidens, hög överensstämmelse). För nya byggnader är det viktigt med byggnormer för mycket låg energianvändning, och stora framsteg har gjorts på det här området sedan AR4. Renoveringar är en viktig del av åtgärdsstrategin i länder med befintliga byggnadsbestånd, och man har kunnat minska energiåtgången för värme/kyla med 50–90 % i enskilda byggnader. Stora prestandaförbättringar och sänkta kostnader på senare tid gör det ekonomiskt attraktivt med lågenergibyggande och renoveringar, ibland även till negativa nettokostnader. [9.3]

²⁴ Byggnadssektorn omfattar bostadssektor och kommersiell sektor, offentlig sektor och tjänstesektor. Anläggningsutsläpp räknas till industrisektorn.

Livsstil, kultur och beteenden påverkar i hög grad energianvändningen i byggnader (*begränsad evidens, hög överensstämmelse*). Man har kunnat se en tre- till femfaldig skillnad i energianvändningen för liknande nivåer på energitjänsterna i byggnader. För utvecklade länder indikerar scenarierna att livsstil och beteendeförändringar skulle kunna minska energifterfrågan upp till 20 % på kort sikt och upp till 50 % runt 2050. I utvecklingsländer skulle integrering av delar av traditionell livsstil i byggnadspraxis och arkitektur kunna skapa förutsättningar för att tillhandahålla höga nivåer av energitjänster med mycket lägre energiåtgång än i referensscenariot. [9.3]

De flesta åtgärder för utsläppsminskningar som rör byggnader ger flera betydande sidovinster, utöver kostnadsbesparingar (*robust evidens, hög överensstämmelse*). Det gäller bland annat förbättringar av energisäkerhet, hälsa (till exempel genom renare vedspisar), miljömässiga vinster, arbetsproduktivitet, minskad energifattigdom och positiva sysselsättningseffekter. Studier där sidovinsterna omräknats i pengar visar ofta på att dessa är större än värdet på energibesparingen och möjligen även klimatnyttan (*medelstor evidens, medelstor överensstämmelse*). [9.6, 9.7, 3.6.3]

Starka hinder i form av felaktiga incitamentstrukturer (exempelvis mellan hyresgäster och byggherrar), fragmenterade marknader och bristande tillgång till information och finansiering, försvårar marknadens möjligheter att tillhandahålla kostnadseffektiva alternativ. Sådana hinder kan övervinnas genom olika styrmedel i alla stadier av byggnaders och apparaters livscyklar (*robust evidens, hög överensstämmelse*). [9.8, 9.10, 16, ruta 3.10]

Utvecklingen av paket med styrmedel för energieffektivitet samt genomförandet av dessa, har gått framåt betydligt sedan AR4. Väl utformade och implementerade byggnormer och standarder för apparater har varit bland de mest miljö- och kostnadseffektiva instrumenten för att uppnå utsläppsminskningar (*robust evidens, hög överensstämmelse*). I vissa utvecklade länder har sådana åtgärder bidragit till att den totala energifterfrågan för byggnader stabiliserats eller minskats. Om dessa normer kan stärkas ytterligare, spridas till fler områden och utökas till att omfatta fler typer av byggnader och apparater, kommer detta att vara en nyckelfaktor i arbetet med att nå ambitiösa klimatmål. [9.10, 2.6.5.3]

Industri

Industrisektorn stod 2010 för cirka 28 % av slutenergianvändningen, och utsläpp av 13 GtCO₂ inklusive direkta och indirekta utsläpp samt processutsläpp. Utsläppen beräknas öka med 50–150 % till 2050 i referensscenerierna som bedöms i AR5, såvida inte taktens i energieffektiviseringar ökar avsevärt (*medelstor evidens, medelstor överensstämmelse*). Utsläpp från industrin stod för drygt 30 % av de globala växthusgasutsläppen 2010 och är för närvarande större än utsläppen från byggnadssektorn och transportsektorn. (Figur SPM.2, SPM.7) [10.3]

Energiintensiteten i industrisektorn skulle direkt kunna minskas med cirka 25 % jämfört med nuvarande nivå om man på bred front uppgraderar och sprider användningen av bästa tillgängliga teknik, särskilt till länder där denna inte används liksom till icke-energiintensiva branscher (*hög överensstämmelse, robust evidens*). Energiintensiteten skulle kunna minska ytterligare med cirka 20 % genom innovation (*begränsad evidens, medelstor överensstämmelse*). Hinder för implementering av energieffektivisering handlar till stor del om initiala investeringskostnader och brist på information. Informationsprogram är den gängse metoden för att främja energieffektivisering, följt av ekonomiska styrmedel, regelverk och frivilliga insatser. [10.7, 10.9, 10.11]

Minskade växthusgasutsläpp och effektivare materialanvändning, återvinning och återanvändning av material och produkter, samt en allmänt minskad efterfrågan på produkter (exempelvis genom att produkter delas mellan olika användare) och tjänster, skulle utöver energieffektivisering, bidra till att sänka växthusgasutsläppen från industrisektorn under referensscenariet Många utsläppsminskande alternativ är kostnadseffektiva, lönsamma och förknippade med flera sidovinster (bättre miljöhänsyn, hälsofördelar etc.). I det långa loppet skulle en omställning till koldioxidsnål el, nya industriprocesser, radikal produktinnovation (exempelvis alternativ till cement) eller CCS (exempelvis för att minska processrelaterade utsläpp) kunna bidra till betydande minskningar av växthusgasutsläppen. Bristen på policy och erfarenheter när det gäller effektivisering av material- och produktbaserade tjänster hindrar utvecklingen. [10.4, 10.7, 10.8, 10.11]

Koldioxidutsläpp dominerar växthusgasutsläppen från industrin, men det finns också stora möjligheter att minska utsläppen av andra gaser Metan, dikväveoxid och fluorerade växthusgasar från industrin stod för utsläpp motsvarande 0,9 koldioxidekvivalenter 2010. Möjligheter till utsläppsminskningar handlar framför allt om minskade fluorkolväteutsläpp genom processoptimering och återvinning, återanvändning och substitution av köldmedier, även om det finns hinder för detta. [Tabell 10.2, 10.7]

Systemförändringar och samarbete mellan företag och sektorer kan minska konsumtionen av energi och material, och därmed även växthusgasutsläppen. Den här tillämpningen av branschöverskridande tekniker (till exempel effektivare motorer) och åtgärder (till exempel minskade luft- eller ångläckor) i både stora energiintensiva industrier och på små och medelstora företag kan förbättra processprestanda och anläggningseffektivitet på ett kostnadseffektivt sätt. Samarbeten mellan företag (till exempel i industriparke) och sektorer skulle kunna handla om gemensam infrastruktur, informationsdelning och utnyttjande av överskottsvärme. [10.4, 10.5]

Viktiga möjligheter för utsläppsminskning inom avfallshanteringen är avfallsminskning, följt av återanvändning, återvinning och energiåtervinning Utsläppen från hanteringen av avfall och avloppsvatten uppgick 2010 till 1,5 GtCO₂-ekvivalenter. Eftersom det fortfarande är en liten andel material som återvinns (globalt återvinns exempelvis cirka 20 % av hushållsavfallet), kan tekniker för att hantera och utvinna energi ur avfall som minskar efterfrågan av fossila bränslen minska de direkta utsläppen från avfallshantering betydligt. [10.4, 10.14]

SMP 4.2.4 Jordbruk, skogsbruk och annan markanvändning (AFOLU)

AFOLU-sektorn står för ungefär en fjärdedel (~10–12 GtCO₂ ekv/år) av antropogena nettoutsläpp av växthusgasar, i huvudsak från avskogning, markutsläpp från jordbruk och gödselhantering samt boskap De senaste uppskattningarna indikerar en nedgång i AFOLU-koldioxidflödena, till stor del på grund av minskande avskogning och ökad skogplantering. Det råder dock större osäkerhet kring de historiska nettovärdena för AFOLU-utsläpp än för andra sektorer, och det finns ytterligare osäkerheter i projicerade referensvärden för AFOLU-utsläppen. Ändå projiceras en minskning av de framtida årliga koldioxidutsläppen från AFOLU, där nettoutsläppen 2050 potentiellt kan bli mindre än hälften av 2010 års nivåer. AFOLU-sektorerna skulle också kunna bli en nettokoldioxidsänka före slutet av detta århundrade (*medelstor evidens, hög överensstämmelse*). (Figur SPM. 7) [6.3.1.4, 11.2, figur 6.5]

AFOLU spelar en central roll för livsmedelssäkerhet och hållbar utveckling. De mest kostnadseffektiva alternativen för utsläppsminskning inom skogsbruket är skogsplantering, hållbar skogsförvaltning och minskad avskogning. Den relativa betydelsen av dessa alternativ varierar stort mellan regionerna. Inom jordbruket är de mest kostnadseffektiva alternativen för utsläppsminskningar förvaltning av åkermark och betesmark, samt restaurering av organogena jordar (*medelstor evidens, hög överensstämmelse*). Den ekonomiska utsläppsminskningspotentialen med åtgärder på utbudssidan uppskattas till 7,2–11 GtCO₂ekv/år²⁵ 2030 för utsläppsminskning åtgärder som överensstämmer med koldioxidpriser²⁶ upp till 100 USD/tCO₂ekv, varav ungefär en tredjedel kan uppnås vid <20 USD/tCO₂ekv (*medelstor evidens, medelstor överensstämmelse*). Det finns potentiella hinder för implementering av utsläppsminskande åtgärder [11.7, 11.8]. Åtgärder på efterfrågesidan, som förändringar av matvanor och mindre matsvinn, kan innebära betydelsefulla men osäkra möjligheter att minska växthusgasutsläppen från livsmedelsproduktionen (*medelstor evidens, medelstor överensstämmelse*). Uppskattningarna varierar grovt mellan 0,76 och 8,6 GtCO₂ekv/år vid 2050 (*begränsad evidens, medelstor överensstämmelse*). [11.4, 11.6, figur 11.14]

Strategier för styrning av jordbruksmetoder samt förvaltning och bevarande av skog är effektivare när både utsläppsminskningar och anpassningsåtgärder kombineras. Vissa alternativ inom AFOLU-sektorn (exempelvis mark- och skogskolsänkor) kan vara sårbara för klimatförändringar (*medelstor evidens, hög överensstämmelse*). När aktiviteter som minskar utsläpp på grund av avskogning och utarmade skogar implementeras på ett hållbart sätt (REDD+²⁷ är ett exempel på en hållbar åtgärd), utgör de kostnadseffektiva åtgärder som dämpar effekterna av klimatförändringarna, med potentiella ekonomiska, sociala, miljömässiga och anpassningsrelaterade sidovinst (exempelvis genom bevarande av biologisk mångfald och vattenresurser samt minskad jorderosion) (*begränsad evidens, medelstor överensstämmelse*). [11.3.2, 11.10]

Bioenergi kan spela en viktig roll för att uppnå utsläppsminskningar, men det finns vissa problem att ta hänsyn till, exempelvis hållbarheten för processer och bioenergisystemens effektivitet (*robust evidens, medelstor överensstämmelse*) [11.4.4, ruta 11.5, 11.13.6, 11.13.7]. Hinder för storskalig användning av bioenergi inkluderar potentiella markutsläpp av växthusgaser, livsmedelssäkerhet, vattenresurser, bevarande av biologisk mångfald och försörjningsmöjligheter. Den vetenskapliga debatten kring konkurrerande markanvändning vid vissa utvecklingsvägar för bioenergi pågår fortfarande (*robust evidens, hög överensstämmelse*). [11.4.4, 11.13] Det finns en lång rad olika bioenergitekniker som ger utrymme för flera olika utvecklingsvägar med alternativa tekniska lösningar. Vetenskapliga belägg tyder på att alternativ med låga livscykelutsläpp (exempelvis sockerbeter, miskantusgräs, snabbväxande träarter och hållbar användning av biomassa-rester), varav några redan är tillgängliga, kan minska växthusgasutsläppen. Resultaten är platsspecifika och är avhängiga av effektivt integrerade ”biomassa-till-biomassa-system” samt hållbar förvaltning och styrning av markanvändning. I vissa regioner kan vissa bioenergialternativ, som förbättrade spisar och småskalig produktion av biogas och biokraft, minska växthusgasutsläppen samt förbättra försörjningsmöjligheter och hälsa (*medelstor evidens, medelstor överensstämmelse*). [11.13]

²⁵ Fullständigt intervall för alla studier: 0,49–11 GtCO₂ekv/år

²⁶ I många modeller som används för att bedöma de ekonomiska kostnaderna för utsläppsminskningar används koldioxidpriser som en måttstock för nivån på ansträngningarna i strategier för utsläppsminskningar (se ordlistan i WGIII AR5)

²⁷ Se ordlistan i WGIII AR5.

SMP4.2.5 Bosättningsmönster, infrastruktur och fysisk planering

Urbaniseringen är en global trend och är förknippad med ökad inkomst. Högre inkomster är i sin tur kopplade till ökad energianvändning och större växthusgasutsläpp (*medelstor evidens, hög överensstämmelse*). 2011 levde över 52 % av jordens befolkning i städer. 2006 stod städerna för 67–76 % av energianvändningen och 71–76 % av de energirelaterade koldioxidutsläppen. 2050 förväntas andelen människor som bor i städer ha ökat till 5,6–7,1 miljarder, eller 64–69 % av världens befolkning. Städer i icke Annex I-länder har i allmänhet högre energianvändning jämfört med nationella genomsnitt, medan städer i Annex I-länder i allmänhet förbrukar mindre energi per capita än nationella genomsnitt (*medelstor evidens, medelstor överensstämmelse*). [12.2, 12.3]

Under de kommande tjugo åren finns en möjlighet att genomföra åtgärder för utsläppsminskningar i städer eftersom en stor del av världens urbana områden kommer att utvecklas under denna period (*begränsad evidens, hög överensstämmelse*). Med beaktande av trenderna med minskande befolkningstäthet och fortsatt ekonomisk tillväxt och befolkningsökning, förväntas städernas utbredning öka med 56–310 % mellan 2000 och 2030. [12.2, 12.3, 12.4, 12.8]

Alternativen för utsläppsminskning i urbana områden varierar med hur urbaniseringen utvecklas och förväntas bli som mest effektiva när olika styrmedel kombineras (*robust evidens, hög överensstämmelse*). Infrastruktur och städernas utformning är starkt sammankopplade och skapar inlåsningar avseende markanvändning, transportval, boende och beteenden. Effektiva strategier för utsläppsminskning skapas av kombinationer av styrmedel och planering som förstärker varandra, exempelvis samlokalisering av bostadsområden och arbetsplatser, vilket leder till en diversifierad och integrerad markanvändning, samt ökad tillgänglighet och investeringar i kollektivtrafik och andra åtgärder för att hantera transportefterfrågan. [8.4, 12.3, 12.4, 12.5, 12.6]

De största möjligheterna till utsläppsminskningar när det gäller människors boende finns i områden där urbaniseringen sker snabbt, där etablerade stadsplaner och infrastrukturer saknas och där de förvaltningsmässiga, tekniska, ekonomiska och institutionella resurserna är begränsade (*robust evidens, hög överensstämmelse*). Urbaniseringen förväntas framför allt ske i små till medelstora städer i utvecklingsländer. Möjligheten att använda fysisk planering för att minska utsläppen beror i hög grad på varje stads ekonomiska kapacitet och förmåga att styra utvecklingen. [12.6, 12.7]

Tusentals städer genomför handlingsplaner för klimatet, men deras samlade effekt på urbana utsläpp är osäker (*robust evidens, hög överensstämmelse*). Det har gjorts få systematiska utvärderingar av handlingsplaner och av i vilken utsträckning utsläppsmål uppnås eller utsläpp minskar. Nuvarande handlingsplaner fokuserar i hög utsträckning på energieffektivisering. Ett fåtal handlingsplaner inkluderar strategier för planering av markanvändning och sektorsövergripande åtgärder för att minska stadsutbredningen och främja kollektivtrafikanpassad utveckling²⁸. [12.6, 12.7, 12.9]

Framgångsrik implementering av åtgärder för minskade utsläpp i städer kan generera sidovinst (*robust evidens, hög överensstämmelse*). Städer runt om i världen fortsätter att tampas med utmaningar som handlar om att säkerställa tillgången på energi, begränsa föroreningarna av vatten och luft. Att bibehålla konkurrenskraft samt skapa möjligheter till sysselsättning är andra utmaningar.

Genomförandet av utsläppsminskande åtgärder i städer är ofta beroende av möjligheten att kunna koppla klimatåtgärder till lokala sidovinst (*robust evidens, hög överensstämmelse*). [12.5, 12.6, 12.7, 12.8]

²⁸ Se ordlistan i WGIII AR5.

SPM.5 Strategier och institutioner för utsläppsminskningar

SPM.5.1 Strategier inom sektorer och nationer

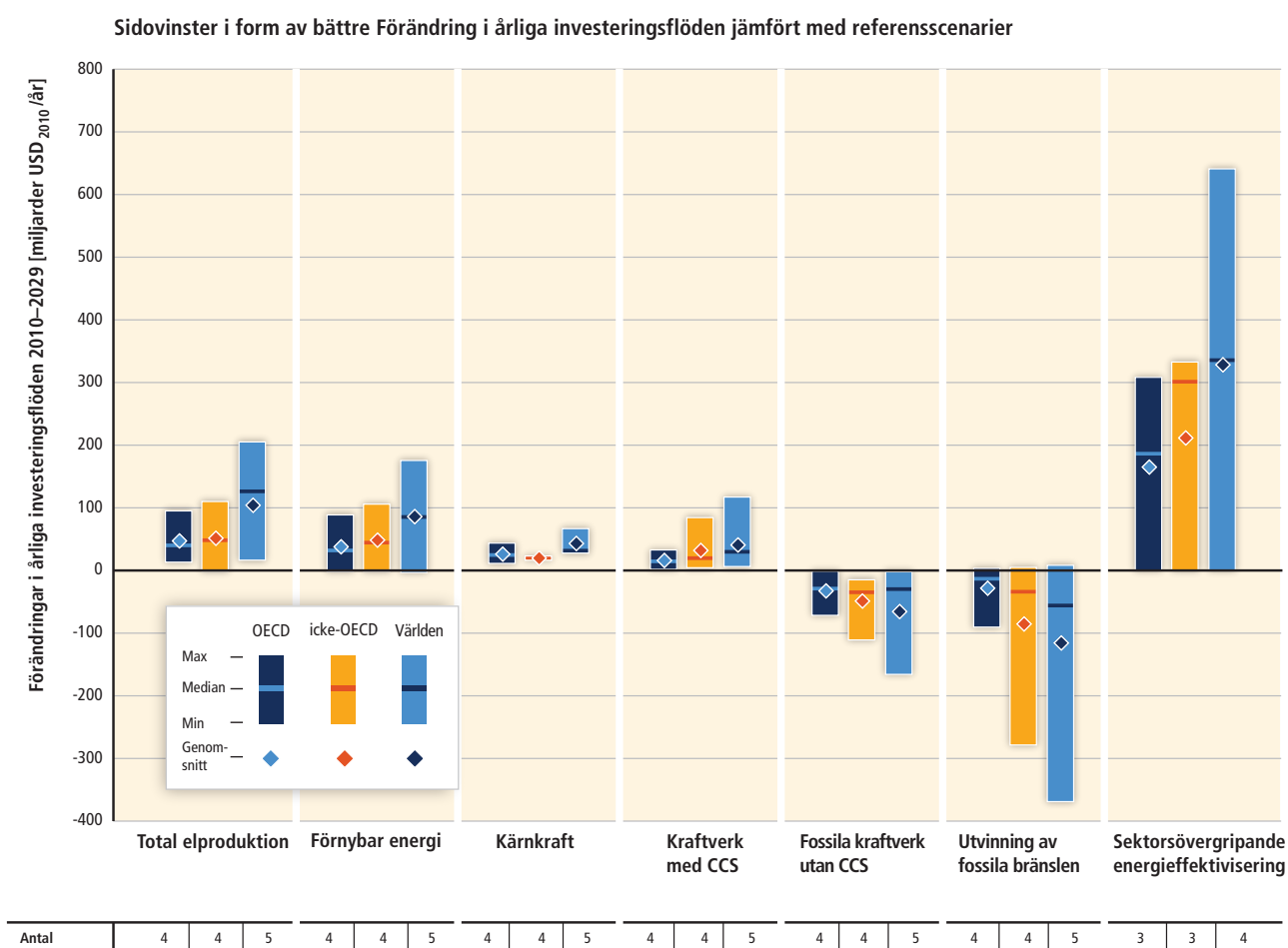
För att uppnå betydande utsläppsminskningar krävs stora förändringar av investeringsmönster. Utsläppsminskningsscenarioer där åtgärder stabiliserar koncentrationerna i atmosfären (utan över-skridande) till 430–530 ppm koldioxidekvivalenter år 2100 leder till betydande förändringar i årliga investeringsflöden under perioden 2010–2029 jämfört med referensscenarierna (figur SPM.9). Under de kommande två årtiondena (2010 till 2029) beräknas de årliga investeringarna i konventionell fossilbaserad elproduktion minska med ungefär 30 (2–166) miljarder USD (median: -20 % jämfört med 2010), medan de årliga investeringarna i koldioxidsnål elproduktion (förnybar energi, kärnkraft och elproduktion med CCS) beräknas öka med cirka 147 (31–360) miljarder USD (median: +100 % jämfört med 2010) (*begränsad evidens, medelstor överensstämmelse*). Som jämförelse uppgår de globala totala årliga investeringarna i energisystemet för närvarande till cirka 1 200 miljarder USD. Dessutom beräknas de årliga investeringarna i energieffektivisering inom transport-, byggnads- och industrisektorn att öka med cirka 336 (1–641) miljarder USD (*begränsad evidens, medelstor överensstämmelse*), ofta genom modernisering av befintlig utrustning. [13.11, 16.2.2]

Det finns ingen vedertagen definition av vad som utgör klimatfinansiering, men det finns uppskattningar av de finansiella flöden som är förknippade med utsläppsminskningar och anpassningsåtgärder. Publicerade bedömningar av alla nuvarande finansiella flöden vars förväntade effekt är att minska nettoutsläppen av växthusgaser och/eller förbättra resiliensen mot klimatförändringar och klimatvariationer visar på 343–385 miljarder USD per år globalt (*troligt*) [ruta TS.14]. Det mesta läggs på utsläppsminskningar. Av detta uppskattas den totala offentliga klimatfinansieringen som riktas till utvecklingsländer uppgå till mellan 35 och 49 miljarder USD per år för 2011 och 2012 (*troligt*). Uppskattningar av internationell privat klimatfinansiering till utvecklingsländer sträcker sig från 10 till 72 miljarder USD per år, inklusive utländska direktinvesteringar som riskkapital och lån, i omfattningen 10 till 37 miljarder USD per år under perioden 2008–2011 (*troligt*). [16.2.2]

Det har skett en betydande ökning av antalet planer och strategier för utsläppsminskning på nationell och subnationell nivå sedan AR4. 2012 var 67 % av de globala växthusgasutsläppen föremål för nationell lagstiftning eller strategier jämfört med 45 % 2007. Det har dock ännu inte skett någon väsentlig avvikelse i de globala utsläppen från föregående trend [figur 1.3c]. Utvecklingen och implementeringen av dessa planer och strategier har ännu inte kommit så långt i många länder, vilket gör det svårt att bedöma deras sammanlagda påverkan på framtida globala utsläpp (*medelstor evidens, hög överensstämmelse*). [14.3.4, 14.3.5, 15.1, 15.2]

Sedan AR4 har mer fokus lagts på insatser som syftar till att integrera flera målsättningar, ge fler sidovinster och minska negativa sidoeffekter (*mycket troligt*). Regeringar refererar ofta explicit till sidovinster när det handlar om planer och strategier för klimat och sektorsövergripande åtgärder. Den vetenskapliga litteraturen har försökt bedöma storleken på sidovinster (se avsnitt SPM.4.1) och vilken politisk genomförbarhet och varaktighet som finns i strategier med stora sidovinster och små negativa sidoeffekter. [4.8, 5.7, 6.6, 13.2, 15.2] Trots den ökande uppmärksamheten inom politiskt beslutsfattande och vetenskaplig litteratur sedan AR4, är det analytiska och empiriska underlaget för att förstå många av de interaktiva effekterna bristfälligt [1.2, 3.6.3, 4.2, 4.8, 5.7, 6.6]

Sektorspecifika strategier har använts i större utsträckning än generella ekonomiska styrmedel (medelstor evidens, hög överensstämmelse). Även om det mesta av ekonomisk teori anger att generella ekonomiska styrmedel är mer kostnadseffektiva än sektorspecifika strategier för det enda syftet att minska utsläppen, har ett växande antal studier sedan AR4 visat att administrativa och politiska hinder kan göra det svårare att utforma och implementera övergripande ekonomiska styrmedel jämfört med sektorspecifika strategier. Sektorspecifika strategier kan vara bättre lämpade att hantera hinder eller marknadsmisslyckanden som är specifika för vissa sektorer och de kan samlas i åtgärds paket som kompletterande policy. [6.3.6.5, 8.10, 9.10, 10.10, 15.2, 15.5, 15.8, 15.9]



Figur SPM.9 | Förändringar i årliga investeringsflöden från genomsnittlig referensscenarionivå under de kommande två årtiondena (2010–2029) för utsläppsminskningsscenarier som stabiliserar koncentrationerna av koldioxidekvivalenter till cirka 430–530 ppm för 2100. Investeringsförändringar baseras på ett begränsat antal modellstudier och modelljämförelser. Total elproduktion (kolumnen längst till vänster) är summan av förnybar energi, kärnkraft, kraftverk med CCS och fossila kraftverk utan CCS. De vertikala staplarna visar intervallet mellan lägsta och högsta uppskattning. Det horisontella strecket anger medianen. Närhet till medianvärdet innebär inte högre sannolikhet på grund av de olika graderna av samstämmighet mellan modellresultaten, det låga antalet studier som finns och olika antaganden i de studier som beaktats. Siffran i den nedersta raden anger det totala antalet studier i litteraturen som legat till grund för bedömningen. Detta understryker att investeringsbehov fortfarande är ett forskningsfält under utveckling som förhållandevis få studier har undersökt närmare. [Figur 16.3]

Regleringar och informationsinsatser används i stor utsträckning och är ofta miljömässigt effektiva (medelstor evidens, medelstor överensstämmelse). Exempel på regleringar är standarder med krav på energieffektivitet. Exempel på informationsåtgärder är märkning av hushållsapparater som kan hjälpa konsumenter att fatta bättre underbyggda beslut. Även om denna typ av styrmedel ofta visar sig leda till positiv samhällsnytta så är den vetenskapliga litteraturen delad när det gäller i vilken utsträckning sådana strategier kan implementeras med negativa privata kostnader för företag och individer. [Ruta 3.10, 15.5.5, 15.5.6] Det råder allmän enighet om att rekyleffekter existerar, varigenom högre energieffektivitet kan leda till lägre energipriser och ökad konsumtion, men det är låg överensstämmelse i litteraturen kring omfattningen av detta [3.9.5, 5.7.2, 14.4.2, 15.5.4].

Sedan AR4 har system med utsläppstak och handel med utsläppsrätter för växthusgaser införts i ett antal länder och regioner. Deras miljöeffekt i det korta perspektivet har varit begränsad eftersom utsläppstak har satts för högt eller inte varit tvingande (begränsad evidens, medelstor överensstämmelse). Detta har berott på faktorer som konjungturnedgångar som minskat efterfrågan på energi, på nya energikällor, samverkan med andra styrmedel liksom osäkerhet kring regelverken. I princip kan ett system med utsläppstak och handel med utsläppsrätter uppnå utsläppsminskningar på ett kostnadseffektivt sätt. Implementeringen är beroende av förhållandena inom respektive land. Även om tidigare program nästan helt byggde på gratis tilldelning av utsläppsrätter så ökar tillämpningen av auktionering. Om utsläppsrätter auktioneras kan intäkterna användas för andra investeringar med stor samhällsnytta och/eller till att minska skatte- och skuldbördor. [14.4.2, 15.5.3]

I vissa länder har skattebaserade styrmedel som specifikt haft till syfte att minska växthusgasutsläpp – parallellt med teknikstöd och andra styrmedel – bidragit till att försvaga kopplingen mellan växthusgasutsläpp och BNP (mycket troligt). I många länder har skatt på bränslen (även om denna inte haft som syfte att minska utsläppen) haft effekter som liknar koldioxidskatter inom vissa sektorer [tabell 15.2]. Efterfrågeminskningen av transportbränsle som följer av en 1-procentig prisökning är 0,6 % till 0,8 % på lång sikt, även om effekten på kort sikt är mycket mindre [15.5.2]. I vissa länder används intäkterna för att sänka andra skatter och/eller transfereringar till låginkomstgrupper. Detta illustrerar den allmänna principen att strategier för utsläppsminskningar som ökar statens intäkter generellt ger lägre sociala kostnader än strategier som inte gör det. Även om man tidigare har antagit att bränsleskatt inom transportsektorn är regressiva, har ett antal studier sedan AR4 visat att de är progressiva, i synnerhet i utvecklingsländer (medelstor evidens, medelstor överensstämmelse). [3.6.3, 14.4.2, 15.5.2]

Minskningen av subventioner för aktiviteter som genererar utsläpp i olika sektorer kan leda till utsläppsminskningar, beroende på den sociala och ekonomiska kontexten (mycket troligt). Även om subventioner kan påverka utsläpp inom många sektorer har en stor del av litteraturen på senare tid fokuserat på subventioner för fossila bränslen. Sedan AR4 har en liten men växande mängd litteratur baserad på ekonomiska modeller beräknat att om subventioner för fossila bränslen helt togs bort i alla länder skulle detta kunna resultera i minskade globala utsläpp i mitten av århundradet (medelstor evidens, medelstor överensstämmelse) [7.12, 13.13, 14.3.2, 15.5.2]. Studierna varierar i metodik, typ och definition av subventioner och tidshorizonten för en utfasning. I synnerhet bedömer studierna vilka effekterna skulle bli om subventioner tas bort för alla fossila bränslen utan att bedöma vilka subventioner som är oekonomiska och ineffektiva, med hänsyn till nationella förhållanden. Även om de politisk-ekonomiska hindren är betydande, har vissa länder reformerat sina skatte- och budgetsystem för att minska bränslesubventionerna. För att minska eventuella negativa effekter för låginkomstgrupper, som ofta lägger en stor del av inkomsten på energitjänster, har många regeringar använt sig av utbetalningar av klumpsummor eller andra mekanismer som riktat in sig på fattiga. [15.5.2]

²⁹ Se ordlistan i WGIII AR5.

Samverkan mellan styrmedel för utsläppsminskning kan ge synergieffekter men behöver inte betyda extra utsläppsminskande effekter (*medelstor evidens, hög överensstämmelse*). En koldioxidskatt kan bidra med extra effekt vid exempelvis subventioner för förnybar energi. Om däremot ett system med utsläppstak och handel med utsläppsrätter har ett bindande tak (tillräckligt strikt för att påverka utsläppsrelaterade beslut) så har andra åtgärder, exempelvis subventioner för förnybar energi, ingen ytterligare effekt när det gäller att minska utsläppen inom den tidsperiod som utsläppstaket gäller (även om kostnader kan påverkas och eventuellt genomförbarheten för striktare framtida målsättningar) (*medelstor evidens, hög överensstämmelse*). I båda fallen kan ytterligare åtgärder behövas för att hantera marknadsmisslyckanden förknippade med innovation och teknikspridning. [15.7]

Vissa utsläppsminskande åtgärder leder till högre priser på vissa energitjänster och skulle kunna hindra samhällen från att ge missgynnade befolkningsgrupper tillgång till moderna energitjänster (*mindre troligt*). Dessa potentiellt negativa sidoeffekter kan undvikas med kompletterande insatser (*troligt*). Ungefär 1,3 miljarder människor världen över saknar tillgång till elektricitet, och ungefär 3 miljarder är beroende av traditionella fasta bränslen för matlagning och värme, vilket leder till negativa effekter på hälsa, ekosystem och utveckling. Att kunna ge människor tillgång till moderna energitjänster är ett viktigt mål i arbetet mot hållbar utveckling. Kostnaderna för att uppnå tillgång för nästan alla till elektricitet och rena bränslen för matlagning och värme beräknas uppgå till mellan 72 och 95 miljarder USD per år fram till 2030, med minimala effekter på växthusgasutsläppen (*begränsad evidens, medelstor överensstämmelse*). En övergång från användning av traditionell biomassa²⁹ och effektivare förbränningen av fasta bränslen minskar de luftförorenande utsläppen av bland annat svaveldioxid (SO₂), kväveoxider (NO_x), kolmonoxid (CO), och sot, vilket ger stora hälsofördelar (*mycket troligt*). [4.3, 6.6, 7.9, 9.3, 9.7, 11.13.6, 16.8]

Teknikstrategier kompletterar andra styrmedel för utsläppsminskningar (*mycket troligt*). Teknikstrategier innefattar teknikutveckling ("push-faktorer", till exempel offentligt finansierad forskning och utveckling) och efterfrågedrivande åtgärder ("pull-faktorer", till exempel offentliga upphandlingar). Sådana strategier kan hantera marknadsmisslyckanden för innovationer och teknikspridning. [3.11, 15.6] Teknikstödjande strategier har i hög grad gynnat innovation och spridning av nya tekniker, men det är ofta svårt att bedöma hur kostnadseffektiva sådana strategier är [2.6.5, 7.12, 9.10]. Inte desto mindre kan programutvärderingar ge empiriska belägg för olika strategiers relativa effektivitet och vara ett stöd i utformningen av strategier. [15.6.5]

I många länder spelar den privata sektorn en central roll i processerna som leder till såväl utsläpp som utsläppsminskningar. I gynnsamma investeringsmiljöer kan den privata sektorn, parallellt med den offentliga sektorn, spela en viktig roll i finansieringen av utsläppsminskningar (*medelstor evidens, hög överensstämmelse*). Den privata sektorns andel av den totala finansieringen av utsläppsminskningar globalt sett, med reservation för begränsade data, uppskattas i genomsnitt utgöra mellan två tredjedelar och tre fjärdedelar (2010–2012) (*begränsad evidens, medelstor överensstämmelse*). I många länder uppmuntrar regeringar och nationella och internationella utvecklingsbanker den privata sektorn till klimatinvesteringar [16.2.1] och tillhandahåller finansiering där investeringar från den privata sektorn är begränsad. Hur gynnsam investeringsmiljön i ett land är beror på effektiviteten hos landets institutioner, regelverk och riktlinjer för den privata sektorn, skyddet av immateriella rättigheter, politisk trovärdighet och andra viktiga faktorer som påverkar om privata företag väljer att investera i nya teknologier och infrastrukturer [16.3]. Tydliga riktade styrmedel, till exempel kreditförsäkringar, avtal för elleveranser och inmatningstariffer, förmånliga finansierings- eller återbetalningsvillkor, utgör incitament för investeringar genom att minska riskerna för privata aktörer [16.4].

SPM.5.2 Internationellt samarbete

FN:s ramkonvention om klimatförändringar (UNFCCC) är det huvudsakliga multilaterala forumet för åtgärder mot klimatförändringar där i stort sett världens alla länder deltar. Andra institutioner organiserade på andra styrande nivåer har resulterat i en diversifiering av det internationella samarbetet kring klimatförändringar. [13.3.1, 13.4.1.4, 13.5]

Befintliga och föreslagna internationella samarbeten kring klimatförändringar varierar när det gäller fokusområden och graden av centralisering och samordning. Sådana samarbeten och graden av och c och graden av centralisering och samordning. Sådana samarbeten omfattar multilaterala överenskommelser, harmoniserade nationella strategier och decentraliserade men samordnade nationella strategier samt regionala och regionalt samordnade strategier. [Figur TS.38, 13.4.1, 13.13.2, 14.4]

Kyoto-protokollet ger lärdomar om hur UNFCCC:s slutgiltiga mål kan uppnås, särskilt när det gäller deltagande, implementering, flexibilitetsmekanismer och miljöeffektivitet (*medelstor evidens, låg överensstämmelse*). [5.3.3, 13.3.4, 13.7.2, 13.13.1.1, 13.13.1.2, 14.3.7.1, tabell TS.9]

UNFCCC:s aktiviteter sedan 2007 har lett till ett växande antal institutioner och andra arrangemang för internationellt samarbete kring klimatförändringar. [13.5.1.1, 13.13.1.3, 16.2.1]

Kopplingar mellan strategier på regionala, nationella och subnationella nivåer ger potentiella fördelar när det gäller både utsläppsminskningar och anpassning (*medelstor evidens, medelstor överensstämmelse*). Sådana kopplingar kan göras mellan nationella strategier, olika styrmedel och inom regionalt samarbete. [13.3.1, 13.5.3, 13.6, 13.7, 13.13.2.3, 14.4, figur 13.4]

Olika regionala initiativ, mellan de nationella och globala nivåerna, håller antingen på att utvecklas eller implementeras, men deras effekt i termer av globala utsläppsminskningar har hittills varit begränsade (*troligt*). Många klimatåtgärder skulle kunna vara effektivare om de implementerades i flera regioner. [13.13, 13.6, 14.4, 14.5]

SMHIs publiceringar

SMHI ger ut sju rapportserier. Tre av dessa, R-serierna är avsedda för internationell publik och skrivs därför oftast på engelska. I de övriga serierna används vanligen svenska.

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

I serien KLIMATOLOGI har tidigare utgivits:

- 1 Lotta Andersson, Julie Wilk, Phil Graham, Michele Warburton, (University KwaZulu Natal (2009)
Local Assessment of Vulnerability to Climate Change Impacts on Water Resources in the Upper Thukela River Basin, South Africa – Recommendations for Adaptation
- 2 Gunn Persson, Markku Rummukainen (2010)
Klimatförändringarnas effekter på svenskt miljömålsarbete
- 3 Jonas Olsson, Joel Dahné, Jonas German, Bo Westergren, Mathias von Scherling, Lena Kjellson, Fredrik Ohls, Alf Olsson (2010)
En studie av framtida flödesbelastning på Stockholms huvudavloppssystem
- 4 Markku Rummukainen, Daniel J. A. Johansson, Christian Azar, Joakim Langner, Ralf Döscher, Henrik Smith (2011)
Uppdatering av den vetenskapliga grunden för klimatarbetet. En översyn av naturvetenskapliga aspekter
- 5 Sten Bergström (2012)
Framtidens havsnivåer i ett hundraårsperspektiv – kunskapssammanställning 2012.
- 6 Jonas Olsson och Kean Foster (2013)
Extrem korttidsnederbörd i klimatprojektioner för Sverige.
- 7 Bidrag från arbetsgrupp 2 (WG 2) till den femte utvärderingen (AR 5) från Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC. (2014)
FNs Klimatpanel – Sammanfattning för Beslutsfattare. Effekter, anpassning och sårbarhet.
- 8 Bidrag från arbetsgrupp 3 (WG 3) till den femte utvärderingen (AR 5) från Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC. (2014)
FNs Klimatpanel – Sammanfattning för Beslutsfattare. Att begränsa klimatförändringen.
- 9 Uppdatering av det klimatvetenskapliga kunskapsläget. SMHI, Naturvårdsverket och Energimyndigheten (2014).

SMHI

SVERIGES METEOROLOGISKA OCH HYDROLOGISKA INSTITUT
601 76 NORRKÖPING
TELEFON 011-495 80 00 FAX 011-495 80 01

ISSN: 1654-2258