

# KLIMAENDRINGER 2015

## *Synteserapport* *Sammendrag for beslutningstakere*



---

## Innhold

### Sammendrag for beslutningstakere

|                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Innledning</i> .....                                                                                          | 4  |
| <b>SPM 1    Observerte endringer og deres årsaker</b> .....                                                      | 4  |
| SPM 1.1    Observerte endringer i klimasystemet .....                                                            | 4  |
| SPM 1.2    Årsaker til klimaendringene .....                                                                     | 6  |
| SPM 1.3    Virkninger av klimaendringene .....                                                                   | 8  |
| SPM 1.4    Ekstremvær og klimahendelser .....                                                                    | 9  |
| <b>SPM 2    Framtidige klimaendringer, risikoer og virkninger</b> .....                                          | 10 |
| SPM 2.1    Viktige drivkrefter for fremtidens klima .....                                                        | 10 |
| SPM 2.2    Forventede endringer i klimasystemet .....                                                            | 12 |
| SPM 2.3    Framtidige risikoer og virkninger forbundet med et klima i endring .....                              | 15 |
| SPM 2.4    Klimaendringer etter 2100, irreversibilitet og plutselig endringer .....                              | 18 |
| <b>SPM 3    Framtidige utviklingsbaner for tilpasning, utslippsreduksjoner og bærekraftig utvikling</b> .....    | 19 |
| SPM 3.1    Grunnlag for beslutningstaking med hensyn til klimaendringer .....                                    | 19 |
| SPM 3.2    Utslippsreduksjoner og tilpasning som reduserer klimarelatert risiko .....                            | 19 |
| SPM 3.3    Særtrekk ved utviklingsbaner for tilpasning .....                                                     | 21 |
| SPM 3.4    Særtrekk ved utviklingsbaner med utslippsreduksjon .....                                              | 22 |
| <b>SPM 4    Tilpasning og utslippsreduksjoner</b> .....                                                          | 28 |
| SPM 4.1    Felles faktorer som tilrettelegger for eller hindrer tiltak for tilpasning og utslippsreduksjon ..... | 28 |
| SPM 4.2    Tiltak for tilpasning .....                                                                           | 28 |
| SPM 4.3    Tiltak for utslippsreduksjon .....                                                                    | 30 |
| SPM 4.4    Politiske tilnærminger for tilpasning og utslippsbegrensning, teknologi og økonomi .....              | 31 |
| SPM 4.5    Kompromisser, synergieffekter og interaksjoner med bærekraftig utvikling .....                        | 33 |

### Omslag:



I - Folgefonna-breen i Norge ligger på et høyfjellsplatå med utsikt over Sørfjorden (60°03' N - 6°20' E). © Yann Arthus-Bertrand / Altitude | [www.yannarthusbertrand.org](http://www.yannarthusbertrand.org) | [www.goodplanet.org](http://www.goodplanet.org)  
II - Planting av mangrove-kimplanter i Funafala, Funafuti korallatoll, øystaten Tuvalu. © David J. Wilson  
III - Kina, Shanghai, sett fra luften. © Ocean/Corbis

### Kildehenvisning til Synteserapporten:

IPCC, 2014: Climate Change 2014: *Synthesis Report, Contribution og Working Groups I, II, III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

---

# KLIMAENDRINGER 2014

## Synteserapport

Redigert av

---

**Hovedforfatterteam**  
Synteserapport  
FNs klimapanel

**Rajendra K. Pachauri**  
Panelets leder  
FNs klimapanel

**Leo Meyer**  
Sekretariatets leder  
FNs klimapanel

### Hovedforfatterteam

R.K. Pachauri (panelets leder); Myles R. Allen (Storbritannia), Vicente Ricardo Barros (Argentina), John Broome (Storbritannia), Wolfgang Cramer (Tyskland/Frankrike), Renate Christ (Østerrike/WMO), John A. Church (Australia), Leon Clarke (USA), Qin Dahe (Kina), Purnamita Dasgupta (India), Navroz K. Dubash (India), Ottmar Edenhofer (Tyskland), Ismail Elgizouli (Sudan), Christopher B. Field (USA), Piers Forster (Storbritannia), Pierre Friedlingstein (Storbritannia/Belgia), Jan Fuglestad (Norge), Luis Gomez-Echeverri (Colombia), Stephane Hallegatte (Frankrike/Verdensbanken), Gabriele Hegerl (Storbritannia/Tyskland), Mark Howden (Australia), Kejun Jiang (Kina), Blanca Jimenez Cisneros (Mexico/UNESCO), Vladimir Kattsov (Russland), Hoesung Lee (Sør-Korea), Katharine J. Mach (USA), Jochem Marotzke (Tyskland), Michael D. Mastrandrea (USA), Leo Meyer (Nederland), Jan Minx (Tyskland), Yacob Mulugetta (Etiopia), Karen O'Brien (Norge), Michael Oppenheimer (USA), Joy J. Pereira (Malaysia), Ramón Pichs-Madruga (Cuba), Gian-Kasper Plattner (Sveits), Hans-Otto Pörtner (Tyskland), Scott B. Power (Australia), Benjamin Preston (USA), N.H. Ravindranath (India), Andy Reisinger (New Zealand), Keywan Riahi (Østerrike), Matilde Rusticucci (Argentina), Robert Scholes (Sør-Afrika), Kristin Seyboth (USA), Youba Sokona (Mali), Robert Stavins (USA), Thomas F. Stocker (Sveits), Petra Tschakert (USA), Detlef van Vuuren (Nederland), Jean-Pascal van Ypersele (Belgia)

---

### Sekretariat for synteserapporten

Leo Meyer, Sander Brinkman, Line van Kesteren, Noemie Leprince-Ringuet, Fijke van Boxmeer

As a UN body the IPCC publishes reports only in the six official UN languages. This translation of Summary for Policy-Makers of the Synthesis Report is therefore not an official translation by the IPCC. It has been provided by the Norwegian Environment Agency with the aim of reflecting in the most accurate way the language used in the original text.

FNs Klimapanelers rapporter publiseres offisielt kun på de seks FN språkene. Denne norske oversettelsen av Sammendraget for Beslutningstakere for Synteserapporten er derfor ikke en offisiell oversettelse fra FNs klimapanel. Den har blitt utført på oppdrag fra, og kvalitetssikret, av Miljødirektoratet, med den hensikt å reflektere språket brukt i originalteksten på en mest mulig nøyaktig måte.

### Innledning

Denne synteserapporten er basert på rapportene fra FN klimapanelens tre arbeidsgrupper samt relevante spesialrapporter. Synteserapporten gir en sammenstilling av klimaendringenes årsaker, virkninger, tilpasningstiltak og utslippsreduserende tiltak, og utgjør den siste delen av den femte hovedrapporten fra FNs klimapanel (AR5).

Dette sammendraget følger samme oppbygning som den lengre rapporten, som tar for seg følgende temaer: Observerte endringer og deres årsaker; framtidige klimaendringer, risiko og virkninger; framtidige utviklingsbaner for tilpasning, utslippsreduksjon og bærekraftig utvikling.

I synteserapporten formidles hovedfunnenes grad av sikkerhet på samme måte som i arbeidsgruppens rapporter og spesialrapporter. De er basert på forfatterteamenes evalueringer av den underliggende vitenskapelige forståelsen og uttrykkes med en kvalitativ grad av sikkerhet (fra *svært lav* til *svært høy*) og, når mulig, med en kvantifisert sannsynlighetsgrad (fra *usedvanlig usannsynlig* til *nærmest sikkert*)<sup>1</sup>. Der det er passende, blir funnene også formulert som fakta, uten gradering av sikkerhet.

Denne rapporten inneholder informasjon relevant for artikkel 2 i FNs klimakonvensjon (UNFCCC).

### SPM 1. Observerte endringer og deres årsaker

**Det hersker ingen tvil om at mennesker påvirker klimasystemet, og aldri før har menneskeskapte klimagassutslipp vært større enn nå. Nylige klimaendringer har hatt omfattende virkninger på menneskeskapte og naturlige systemer. {1}**

#### SPM 1.1 Observerte endringer i klimasystemet

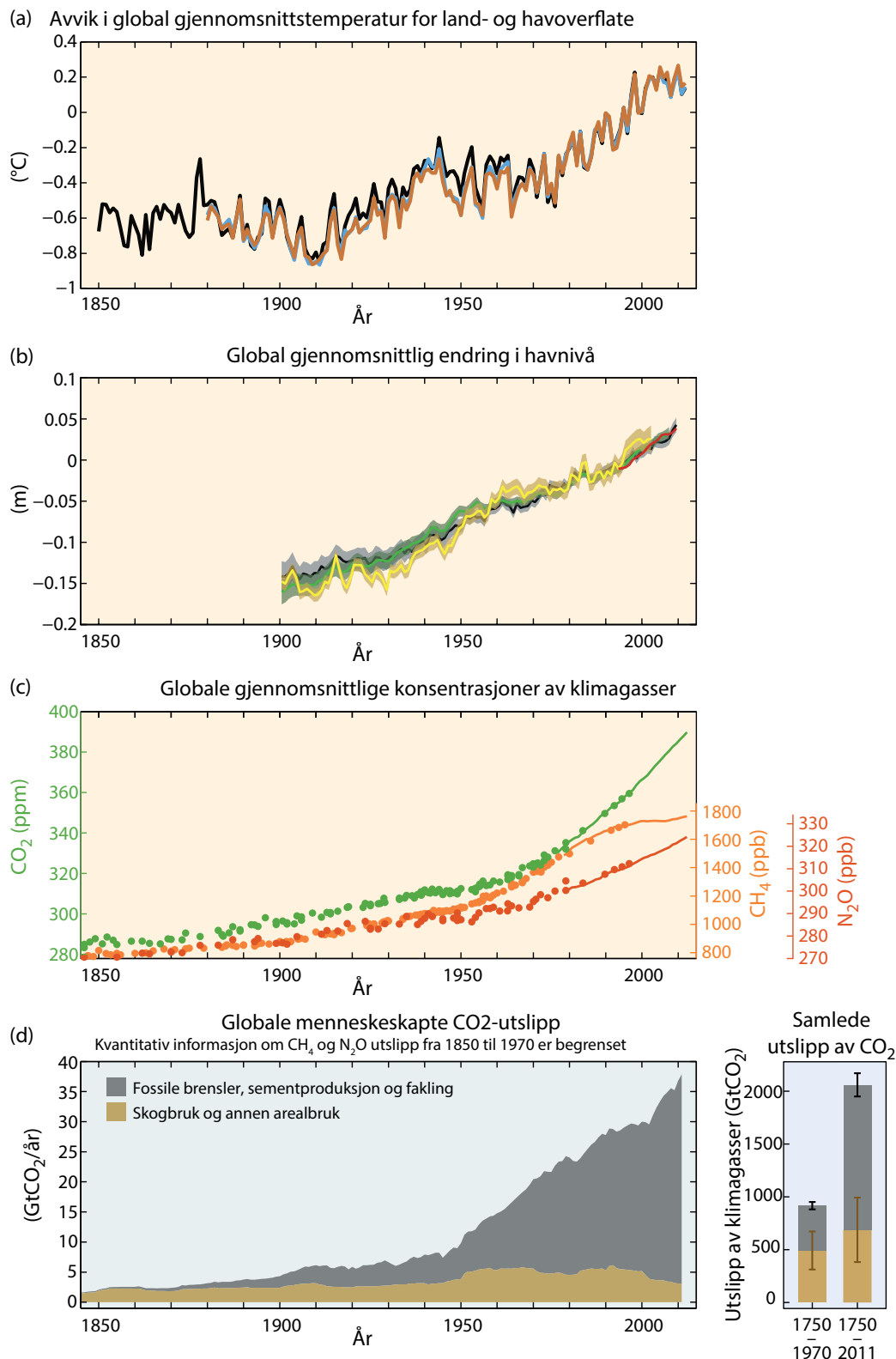
**Oppvarmingen av klimasystemet er uomtvistelig, og siden 1950-tallet har mange av de observerte endringene vært større enn i noe tidligere tiår og årtusen. Atmosfæren og havet er blitt varmere, det har blitt mindre snø og is og havnivået har steget. {1.1}**

I hvert av de tre siste tiårene har gjennomsnittstemperaturen på jordas overflate vært høyere enn i det foregående tiår og høyere enn i noe tiår siden 1850. Det er *sannsynlig* at 1983–2012 var den varmeste 30-årsperioden de siste 1400 årene på den nordlige halvkulen hvor en slik evaluering har vært mulig å gjennomføre (*middels sikkerhet*). De gjennomsnittlige globale dataene kombinert for jord- og havoverflatetemperatur, beregnet som en lineær trend, viser en oppvarming på 0,85 [0,65 til 1,06] °C<sup>2</sup> for perioden 1880–2012 hvor det finnes flere uavhengig produserte datasett. (Figur SPM.1a). {1.1.1, Figur 1.1}

I tillegg til vedvarende oppvarming over flere tiår, viser globale gjennomsnittlige overflatetemperaturer betydelige variasjon fra år til år og fra tiår til tiår (se Figur SPM.1). På grunn av disse naturlige variasjonene er trender basert på korte tidsserier svært følsomme for start- og sluttdatoer og gjenspeiler generelt ikke langsiktige klimatrender. For eksempel har temperaturstigningen de siste 15 årene (1998–2012: 0,05 [–0,05 til +0,15] °C per tiår), som begynner med en sterk El Niño episode, vært mindre enn gjennomsnittet siden 1951 (1951–2012: 0,12 [0,08 til 0,14] °C per tiår). {1.1.1, Boks 1.1}

<sup>1</sup> Hvert funn er basert på en vurdering av vitenskapelig belegg og faglig enighet. I mange tilfeller er utsagnene gitt en bestemt faglig sikkerhet basert på en kombinasjon av vitenskapelig belegg og faglig enighet. Betegnelsene som brukes for vitenskapelig belegg er: begrenset, middels eller robust. For faglig enighet brukes: lav, middels eller høy. Grad av faglig sikkerhet uttrykkes med fem verdier: svært lav, lav, middels, høy og svært høy, og skrives i kursiv, f.eks. *middels faglig sikkerhet*. Følgende betegnelser er brukt for å vise vurdering av sannsynlighetsgrad av et utfall eller resultat: nærmest sikkert 99–100 %, sannsynlighet, svært sannsynlig 90–100 %, sannsynlig 66–100 %, omtrent like sannsynlig som usannsynlig 33–66 %, usannsynlig 0–33 %, svært usannsynlig 0–10 %, usedvanlig usannsynlig 0–1 %. Tilleggsbegrep: (ekstremt sannsynlig: 95–100 %, mer sannsynlig enn usannsynlig >50–100 %, mer usannsynlig enn sannsynlig 0–<50 % og ekstremt usannsynlig 0–5 %) kan også brukes når det passer. Vurdert sannsynlighetsnivå er skrevet i kursiv, f.eks. *svært sannsynlig* (mer informasjon om dette finnes i retningslinjer for usikkerhet, 2010, IPCC).

<sup>2</sup> Intervallene i hakeparenteser eller etter "±" forventes å ha en 90 % sannsynlighet for å dekke den anslåtte verdien, med mindre annet oppgis.



**Figur SPM.1 | Det komplekse forholdet mellom observasjonene (panel a, b, c, gul bakgrunn) og utslippene (panel d, lyseblå bakgrunn) behandles i avsnitt 1.2 og tema 1.** Observasjoner og andre indikatorer på endringer i det globale klimasystemet. Observasjoner: **(a)** Avvik i årlig global gjennomsnittstemperatur for land- og havoverflaten målt mot gjennomsnittet i perioden 1886 til 2005. Fargene angir de ulike datasettene. **(b)** Årlig global gjennomsnittlig endring i havnivået målt mot gjennomsnittet i perioden 1886 til 2005 i datasettet med de lengste tidsseriene. Fargene angir de ulike datasettene. Alle datasett er justert til samme verdi i 1993, det første året med høydemålingsdata fra satellitt (røde). Der usikkerheter er vurdert, vises dette ved hjelp av farget skyggelegging. **(c)** Atmosfæriske konsentrasjoner av klimagassene karbondioksid (CO<sub>2</sub>, grønne), metan (CH<sub>4</sub>, oransje) og dinitrogenoksid (N<sub>2</sub>O, røde) bestemt gjennom iskjernemålinger (prikker) og direkte atmosfæriske målinger (streker). Indikatore: **(d)** Globale menneskeskapte CO<sub>2</sub>-utslipp fra skogbruk og annen arealbruk samt fra forbrenning av fossile brenslers, sementproduksjon og fukling. De samlede utslipp av CO<sub>2</sub> fra disse kildene vises som stolper med angivelse av usikkerhetsintervall på høyre side. Den globale påvirkningen av de akkumulerte utslippene av CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O vises i panel c). Utslippsdata for klimagasser i perioden 1970 til 2010 vises i figur SPM.2. {Figur 1.1, 1.3, 1.5}



Den økte energimengden lagret i klimasystemet har hovedsakelig gått til oppvarming av havet, og dette bidraget utgjør mer enn 90 % av energien som ble akkumulert mellom 1971 og 2010 (*høy sikkerhet*). Kun omkring 1 % av energien har blitt lagret i atmosfæren. Globalt er oppvarmingen av havet størst nær overflaten, og de øverste 75 m ble varmet opp 0,11 [0,09 til 0,13] °C per tiår i perioden 1971–2010. Det er *nærmest sikkert* at det øvre havlaget (0–700 m) ble varmere fra 1971 til 2010, og det er *sannsynlig* at det også ble varmere siden 1870-tallet og frem til 1971. {1.1.2, Figur 1.2}

Landområdene på tempererte breddegrader på den nordlige halvkulen har i gjennomsnitt hatt økt nedbør siden 1901 (*middels sikkerhet* før 1951 og *høy sikkerhet* etter 1951). For landområder på andre breddegrader har de gjennomsnittlige langsiktige trendene *lav sikkerhet*, enten de er økende eller minkende. Observerte endringer av saltinnholdet i havets overflate gir også indirekte bevis på at den globale vannsyklusen har endret seg (*middels sikkerhet*). Det er svært sannsynlig at havvannet i regioner med høyt saltinnhold der fordamping dominerer, har blitt saltere, mens havvannet i regioner med lavt saltinnhold der nedbør dominerer, har blitt mindre salt siden 1950-tallet. {1.1.1, 1.1.2}

Siden begynnelsen av den industrielle tidsalder har opptaket av CO<sub>2</sub> i havet ført til en forsuring av havet. Havets overflate-pH har sunket med 0,1 (*høy sikkerhet*) siden begynnelsen av den industrielle tidsalderen (*høy sikkerhet*), noe som tilsvarer 26 % økning i surhet, målt i konsentrasjonen av hydrogenioner. {1.1.2}

I perioden 1992 til 2011 har isdekket på Grønland og i Antarktis mistet masse (*høy sikkerhet*), og det er *sannsynlig* at det har skjedd raskere mellom 2002 og 2011. Isbreene har fortsatt å minke over nesten hele verden (*høy sikkerhet*). Utbredelsen av snødekket om våren på den nordlige halvkulen har fortsatt å minke (*høy sikkerhet*). Det er *høy sikkerhet* for at temperaturen i landmasser med permafrost har økt i de fleste regioner siden tidlig på 1980-tallet som følge av økt overflatetemperatur og redusert snødekke. {1.1.3}

Den årlige gjennomsnittlige havisutbredelsen i Arktis sank i perioden 1979–2012 med et tempo som *svært sannsynlig* lå i intervallet mellom 3,5 og 4,1 % per tiår. Havisutbredelsen i Arktis har minket for alle årstider, og alle påfølgende tiår etter 1979, med den raskeste reduksjonen i tiårig gjennomsnittlig utbredelse i sommerhalvåret (*høy sikkerhet*). Den årlige gjennomsnittlige havisutbredelsen i Antarktisk økte i perioden 1979–2012 med et tempo som *svært sannsynlig* lå i intervallet mellom 1,2 og 1,8 % per tiår. Det er imidlertid *høy sikkerhet* for at det er store regionale forskjeller i Antarktis, med økende utbredelse i noen regioner og minkende i andre. {3.1.1, Figur 1.1}

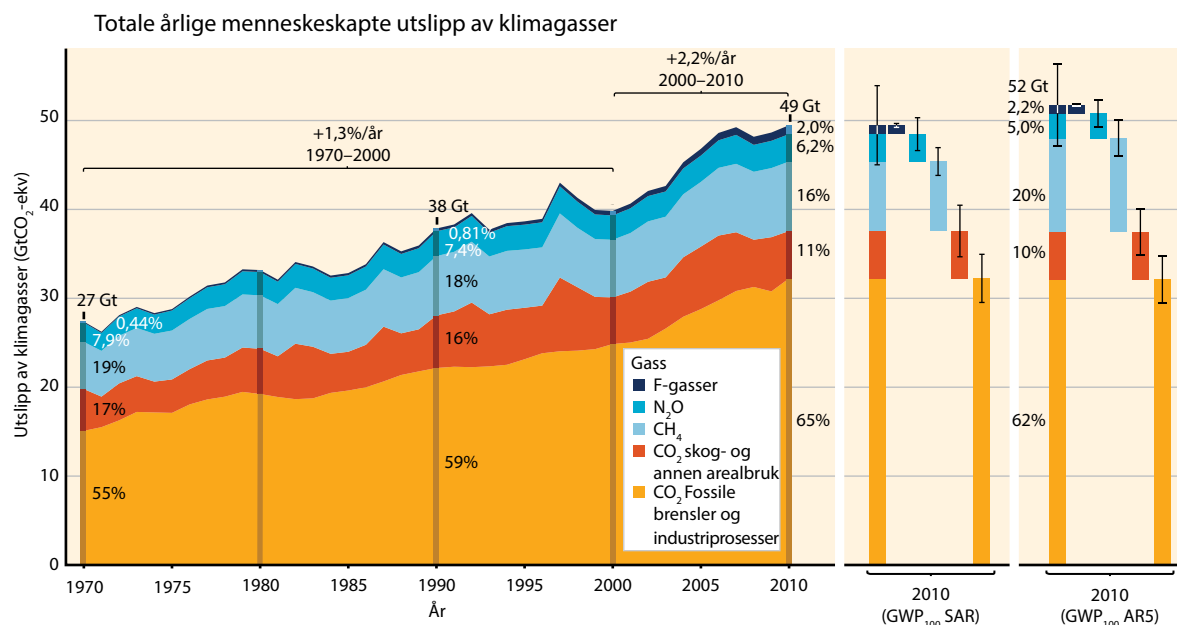
I perioden 1901–2010 steg det gjennomsnittlige havnivået med 0,19 [0,17 til 0,21] m (se Figur SPM.1.b). Tempoet på stigningen i havnivået siden midten av det 19. århundret har vært større enn det gjennomsnittlige tempoet de to foregående årtusenene (*høy sikkerhet*). {4.1.1, Figur 1.1}

### SPM 1.2 Årsaker til klimaendringene

**De menneskeskapte utslippene av klimagasser har økt siden førindustriell tid, hovedsakelig på grunn av økonomisk vekst og befolkningsvekst, og utslippene er nå høyere enn noensinne. Dette har ført til atmosfæriske konsentrasjoner av karbondioksid, metan og dinitrogenoksid som er høyere enn de har vært de siste 800 000 årene. Deres effekt, sammen med effekten av andre menneskeskapte pådriv, ses i alle deler av klimasystemet, og det er *ekstremt sannsynlig* at de er den viktigste årsaken til den observerte oppvarmingen siden midten av det 20. århundret. {1.2, 1.3.1}.**

Menneskeskapte utslipp av klimagasser siden førindustriell tid har ført til store økninger i konsentrasjonen av CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O i atmosfæren (se Figur SPM.1c). Mellom 1750 og 2011 var de samlede menneskeskapte CO<sub>2</sub>-utslippene til atmosfæren 2040 ± 310 GtCO<sub>2</sub>. Omkring 40 % av disse utslippene har forblitt i atmosfæren (880 ± 35 GtCO<sub>2</sub>), resten er fjernet fra atmosfæren og tatt opp i økosystemer på land (i planter og jord) og i havet. Havet har absorbert omkring 30 % av de menneskeskapte CO<sub>2</sub>-utslippene, noe som har resultert i at havet har blitt surere. Omtrent halvparten av de menneskeskapte CO<sub>2</sub>-utslippene mellom 1750 og 2011 har skjedd i løpet av de siste 40 årene (*høy sikkerhet*) (se Figur SPM.1d). {1.2.1, 1.2.2}

De samlede menneskeskapte utslippene av klimagasser har fortsatt å øke fra 1970 til 2010, med større absolutte økninger mellom 2000 og 2010 til tross for stadig flere tiltak og virkemidler for å begrense dem.



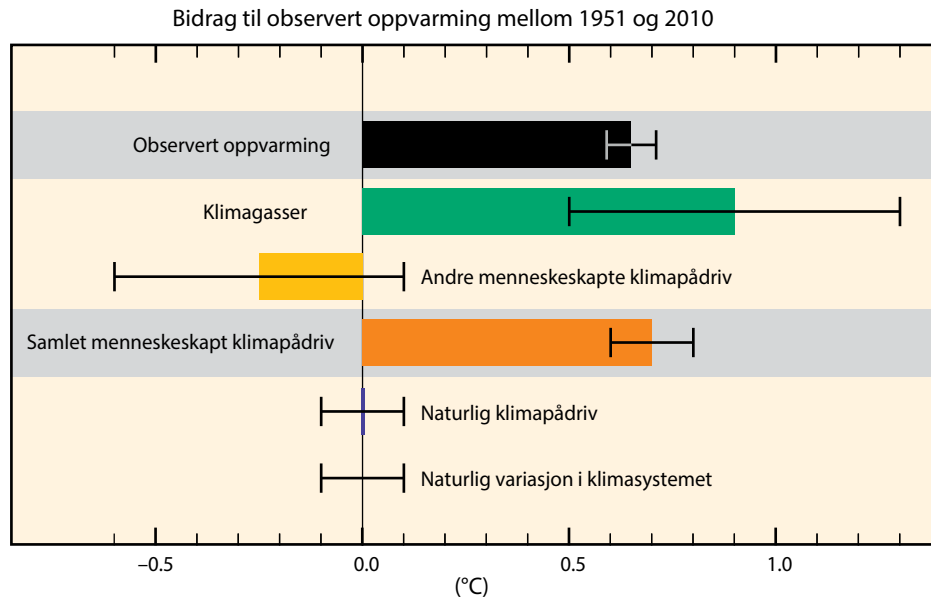
**Figur SPM.2** | Samlede årlige menneskeskapte utslipp av klimagasser (gigatonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år, GtCO<sub>2</sub>-ekv/år) for perioden 1970–2010 etter gass: CO<sub>2</sub> fra forbrenning av fossile brenslere og industrielle prosesser; CO<sub>2</sub> fra skogbruk og annen arealbruk (FOLU); metan (CH<sub>4</sub>); dinitrogenoksid (N<sub>2</sub>O); fluorholdige gasser omfattet av Kyoto-protokollen (F-gasser). Til høyre vises utslipp i 2010, med CO<sub>2</sub>-ekvivalent utslippsvekt basert på verdier fra både FNs klimapanelers andre (SAR) og femte (AR5) hovedrapport. Med mindre annet står angitt, omfatter CO<sub>2</sub>-ekvivalent utslipp i denne rapporten gasser dekket av Kyoto-protokollen (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O samt F-gasser), beregnet med verdier for 100-års globalt oppvarmingspotensial (GWP<sub>100</sub>) fra andre hovedrapport. Bruk av de mest oppdaterte verdiene for 100-års globalt oppvarmingspotensial fra femte hovedrapport (stolpene helt til høyre) ville gitt høyere samlede årlige klimagassutslipp (52 GtCO<sub>2</sub>-ekv/år) pga. økt bidrag fra metan, men det gir ingen betydelig endring i den langsiktige trenden. {Figur 1.6, Boks 3.2}

I 2010 var de menneskeskapte utslippene av klimagasser  $49 \pm 4,5$  GtCO<sub>2</sub>-ekvivalenter/år.<sup>3</sup> Utslippene av CO<sub>2</sub> fra forbrenning av fossile brenslere og industrielle prosesser bidro med omkring 78 % av økningen i de samlede utslippene av klimagasser fra 1970 til 2010, med en tilsvarende prosentandel for økningen i perioden fra 2000 til 2010 (*høy sikkerhet*) (se Figur SPM.2). Globalt var det økonomisk vekst og befolkningsvekst som var de viktigste driverne av økningen i CO<sub>2</sub>-utslipp fra forbrenning av fossile brenslere. Befolkningsvekstens bidrag mellom 2000 og 2010 var tilnærmet lik de tre foregående tiårene, mens den økonomiske vekstens bidrag steg kraftig. Økt bruk av kull har reversert den mangeårige trenden med gradvis avkarbonisering av (dvs. å redusere karbonintensiteten) verdens energiforsyning (*høy sikkerhet*). {1.2.2}

Bevisene for menneskelig påvirkning av klimaet har økt siden den fjerde hovedrapporten. Det er *ekstremt sannsynlig* at mer enn halvparten av den observerte økningen i global gjennomsnittlig overflatetemperatur fra 1951 til 2010 er forårsaket av en kombinasjon av menneskeskapte økninger i klimagasskonsentrasjonene og andre menneskeskapte klimapådriv. Det beste anslaget for det menneskeskapte bidraget til oppvarmingen er konsistent med den observerte oppvarmingen i denne perioden (se Figur SPM.3). På alle kontinenter unntatt Antarktis er det *sannsynlig* at menneskeskapt klimapådriv har bidratt betydelig til økningene i overflatetemperatur siden midten av det 20. århundret<sup>4</sup>. Det er *sannsynlig* at menneskelig aktivitet har påvirket den globale vannsyklusen siden 1960 og bidratt til at isbreene har trukket seg tilbake siden 1960-tallet og til økt overflatesmelting av isdekket på Grønland siden 1993. Det er *svært sannsynlig* at menneskeskapt påvirkning har bidratt til tap av havis i Arktis siden 1979 og gitt et betydelig bidrag til økningene i varmeinnhold i de øvre havlagene (0–700 m) globalt og til den globale gjennomsnittlige stigningen av havnivået som er observert siden 1970-årene. {1.3, Figur 1.10}

<sup>3</sup> Med mindre annet står oppgitt kvantifiseres klimagassutslipp som CO<sub>2</sub>-ekvivalente utslipp (Gt CO<sub>2</sub>-ekv) ved hjelp av vektning basert på et 100-års globalt oppvarmingspotensial, med verdier fra FNs klimapanelers andre hovedrapport. {Boks 3.2}

<sup>4</sup> For Antarktis fører stor usikkerhet i observasjonene til lav sikkerhet for at menneskeskapte klimapådriv har bidratt til den gjennomsnittlige oppvarmingen som er observert ved tilgjengelige stasjoner.



**Figur SPM.3** | De sannsynlige intervallene (linjer) og deres midtpunkter (fargede stolper) for bidrag til observert oppvarming (svart) mellom 1951 og 2010, fra klimagasser (grønn), andre menneskeskapte klimapådriv (inkludert avkjølingseffekten av aerosoler og virkningen av arealbruksendringer) (gul), totalt menneskeskapt klimapådriv (orange), naturlig pådriv (blå) og naturlig intern klimavariasjon (dvs. klimavariasjoner som oppstår spontant i klimasystemet selv ved fravær av pådriv). Den observerte endringen i overflatetemperatur vises i svart, med et 5–95 % usikkerhetsintervall som skyldes usikkerhet i observasjonene. Kvantifisering av de ulike oppvarmingsbidrag (farger) og deres usikkerhetsintervaller er basert på observasjoner kombinert med klimamodellsimuleringer for å kunne anslå hvor mye de enkelte eksterne klimapådriv bidrar til den observerte oppvarmingen. Bidraget fra summen av de menneskeskapte klimapådriv kan anslås med mindre usikkerhet enn bidragene fra klimagasser og de andre menneskeskapte pådriv hver for seg. Grunnen er at disse to bidrag delvis utligner hverandre og resulterer i et kombinert signal som i større grad enn de enkelte bidrag hver for seg kan verifiseres gjennom sammenligning med den observerte oppvarmingen.

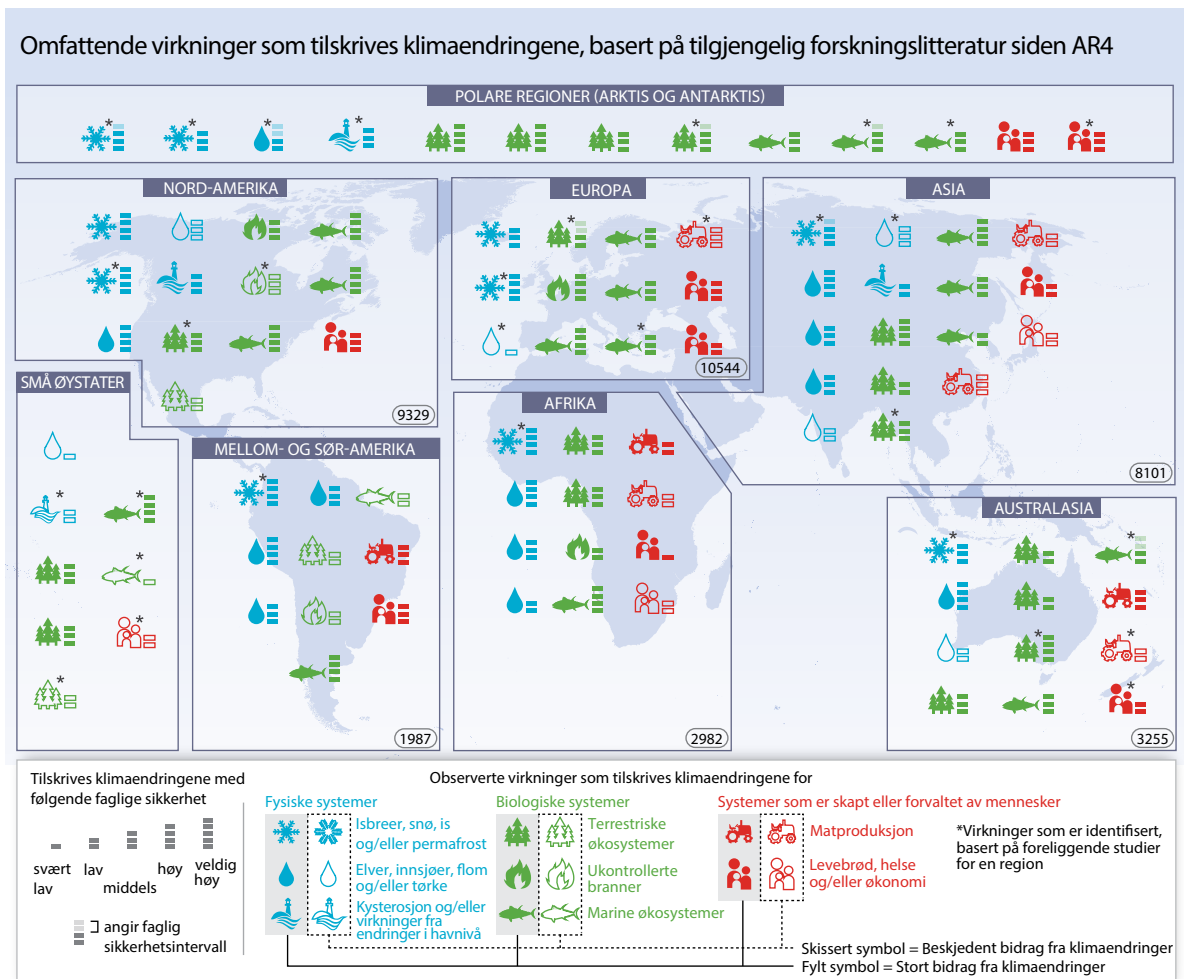
{Figur 1.9}

### SPM 1.3 Virkninger av klimaendringene

**De siste tiårene har endringer i klimaet påvirket naturlige og menneskeskapte systemer på alle kontinenter og i alle hav. Virkningene skyldes observert klimaendring, uavhengig av årsak, og indikerer hvor følsomme naturlige og menneskeskapte systemer er for endringer i klimaet. {1.3.2}**

Bevisene for observerte virkninger av klimaendringer er mest robuste og omfattende for naturlige systemer. I mange regioner endres hydrologiske systemer av endringer i nedbør eller smeltende snø og is, og dette påvirker vannressursenes kvantitet og kvalitet (*middels sikkerhet*). Mange arter som lever på land, i ferskvann og i saltvann har endret geografisk utbredelse, sesongavhengig adferd, migrasjonsmønster, bestandsstørrelse og artsinteraksjoner som en reaksjon på de pågående klimaendringene (*høy sikkerhet*). Visse virkninger på menneskeskapte systemer er også blitt tilskrevet klimaendringene, med et større eller mindre bidrag fra klimaendringene som kan skilles fra andre påvirkninger (se Figur SPM.4). Gjennomgang av mange studier som dekker et bredt spekter av regioner og avlinger, viser at negative virkninger av klimaendringene på avlingsstørrelse opptrer oftere enn positive effekter (*høy sikkerhet*). Enkelte virkninger havforsuring har på marine organismer er blitt tilskrevet menneskeskapt aktivitet (*middels sikkerhet*). {1.3.2}





**Figur SPM.4** | Basert på tilgjengelig forskningslitteratur siden AR4 er det betydelig flere virkninger de senere tiårene som nå tilskrives klimaendringene. Slik tilskrivning krever at det foreligger forskningsbasert dokumentasjon på rollen klimaendringer spiller. Fravær på kartet ovenfor av ytterligere virkninger som knyttes til klimaendringene, innebærer ikke at slike virkninger ikke har forekommet. Publikasjoner som støtter virkninger som kan tilskrives klimaendringene, gjenspeiler en voksende kunnskapsbase. Det er imidlertid fremdeles begrenset med publikasjoner for mange regioner, systemer og prosesser, noe som klart viser manglene i data og studier. Symboler angir kategorier av tilskrevne virkninger, klimaendringenes relative bidrag (stort eller lite) til den observerte virkningen samt grad av faglig sikkerhet. Hvert symbol henviser til en eller flere oppføringer i Arbeidsgruppe II (WGII) Tabell SPM.A1, der virkninger på regional skala grupperes. Tall i ovaler angir det samlede antall regionale publikasjoner om klimaendringer fra 2001 til 2010, basert på Scopus, en bibliografisk database over publikasjoner på engelsk, hvor de enkelte land er nevnt i tittel, sammendrag eller nøkkelord (per juli 2011). Disse tallene gir en generell oversikt over tilgjengelig litteratur om klimaendringene, for hver region, men de angir ikke antall publikasjoner som støtter tilskrivningen av virkninger til klimaendringer i hver region. Utvelgelse av publikasjoner for vurdering av bidrag har skjedd i henhold til IPCCs kriterier for vitenskapelige bevis, som er definert i WGII Kapittel 18. Studier av polarområdene og småøyer er gruppert sammen med nærliggende kontinenter. Publikasjoner som er inkludert i bidragsanalysene, er hentet fra et bredere utvalg av litteratur som er vurdert i WGII AR5. Se WGII Tabell SPM.A1 for beskrivelser av tilskrevne virkninger. {Figur 1.11}

## SPM 1.4 Ekstremvær og klimahendelser

Det er observert endringer i mange ekstreme vær- og klimahendelser siden omtrent 1950. Noen av disse endringene er blitt tilskrevet menneskelig innflytelse, deriblant en reduksjon i ekstremt lave temperaturer, en økning i ekstremt høye temperaturer, en økning i ekstremt høye havnivå og en økning i antall hendelser med intens nedbør i en rekke regioner. {1.4}

Det er *svært sannsynlig* at antallet kalde dager og netter har sunket, og at antall varme dager og netter har økt globalt. Det er *sannsynlig* at hyppigheten av hetebølger har økt i store deler av Europa, Asia og Australia. Det er *svært sannsynlig* at menneskelig innflytelse har bidratt til de observerte globale

endringene i hyppighet og intensitet av høye og lave temperaturekstremer gjennom døgnet siden midten av det 20. århundret. Det er *sannsynlig* at menneskelig innflytelse har mer enn doblet sannsynligheten for hetebølger visse steder. Det er *middels grad av sikkerhet* for at den observerte oppvarmingen har økt antall varmerelaterte dødsfall blant mennesker og redusert antall kulderelaterte dødsfall blant mennesker i noen regioner. {1.4}

Det er *sannsynlig* at det er flere landregioner der antallet tilfeller av intens nedbør har økt, enn det er regioner der tilfeller av intens nedbør har sunket. Nye funn som viser økende trender med intens nedbør og avrenning i noen nedbørsfelt antyder større risiko for flom på regional skala (*middels sikkerhet*). Det er *sannsynlig* at ekstreme havnivåer (for eksempel ved stormflo) har økt siden 1970, og er hovedsakelig et resultat av et økende gjennomsnittlig havnivå. {1.4}

Virkningene av nylige klimarelaterte ekstremhendelser som hetebølger, tørke, flom, orkan og ukontrollerte branner i skog og mark, har vist at noen økosystemer og mange menneskeskapte systemer er svært utsatte og sårbare for nåværende klimavariabilitet (*svært høy sikkerhet*). {1.4}

## SPM 2. Framtidige klimaendringer, risikoer og virkninger

**Fortsatt høye utslipp av klimagasser vil føre til ytterligere oppvarming og langvarige endringer i alle deler av klimasystemet. Dette gir økt sannsynlighet for alvorlige, gjennomgripende og irreversible virkninger på mennesker og økosystemer. For å begrense klimaendringene kreves det vesentlige og vedvarende reduksjoner i klimagassutslippene som, sammen med tilpasning, kan begrense klimarelatert risiko. {2}**

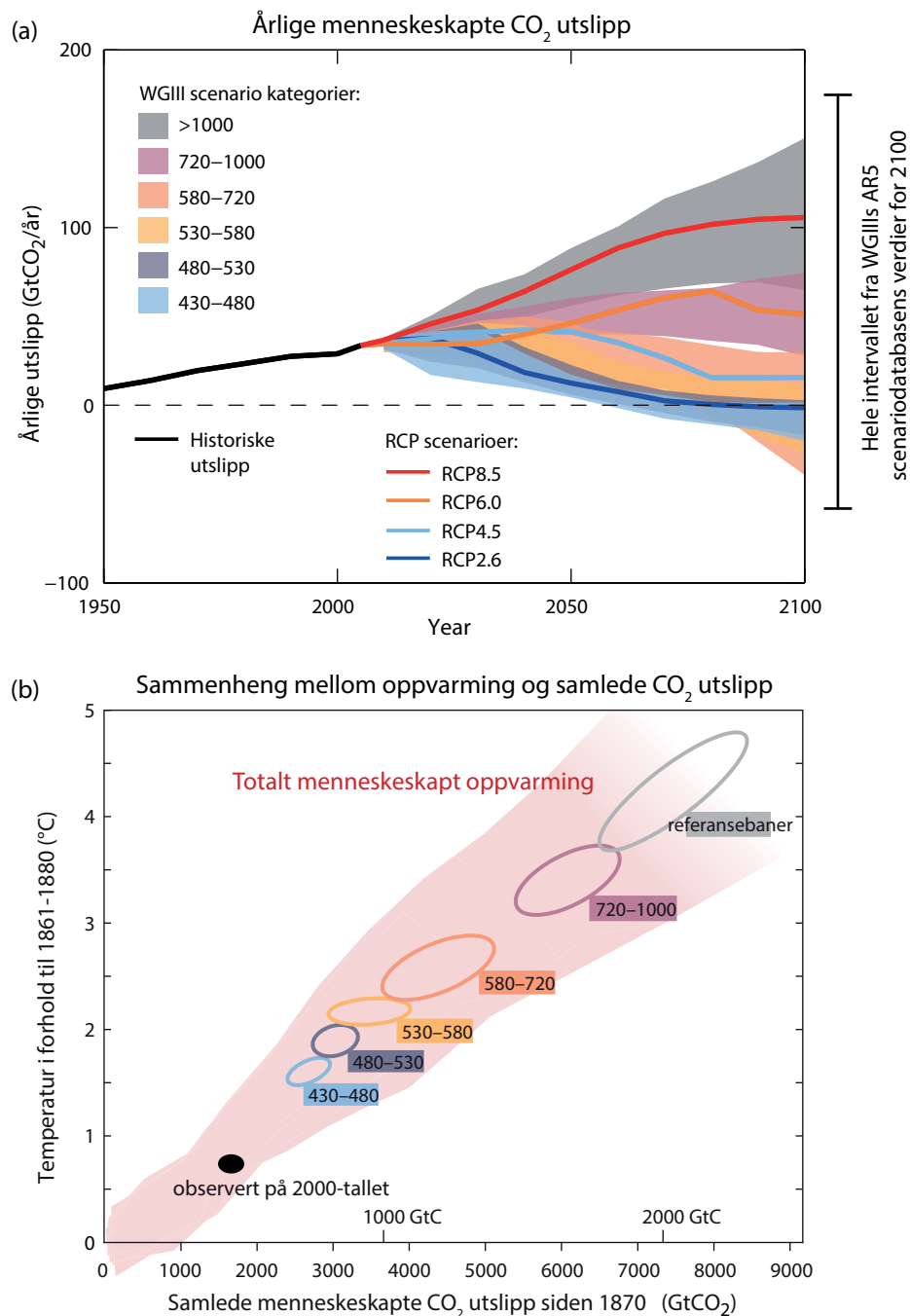
### SPM 2.1 Viktige drivkrefter for fremtidens klima

**Samlet utslipp av CO<sub>2</sub> vil i stor grad være avgjørende for økningen av den globale gjennomsnittlige overflatetemperaturen mot slutten av det 21. århundret og videre. Framskrivninger av klimagassutslipp varierer svært mye, avhengig av både sosioøkonomisk utvikling og klimapolitikk. {2.1}**

Menneskeskapte klimagassutslipp er hovedsakelig drevet av faktorer som befolkningsstørrelse, økonomisk aktivitet, livsstil, energiforbruk, arealbruk, teknologi og klimapolitikk. De nye utviklingsbanene – "Representative Concentration Pathways (RCPs)" – som brukes for å lage framskrivninger basert på disse faktorene, beskriver fire utslippsbaner for klimagassutslipp og atmosfæriske konsentrasjoner, luftforurensning og arealbruk for det 21. århundret. De fire utviklingsbanene inkluderer en lavutslippsbane med omfattende tiltak (utviklingsbane RCP2.6), to baner med middels til høye utslipp (utviklingsbane RCP4.5 og RCP6.0) og en høyutslippsbane (utviklingsbane RCP8.5). Scenarier uten ytterligere tiltak for utslippsreduksjon ("referansebane-scenarier") ligger et sted mellom utviklingsbanene RCP6.0 og RCP8.5. Utviklingsbane RCP2.6 tilsvarer et scenario som mest *sannsynlig* vil holde den globale oppvarmingen lavere enn 2 °C over førindustrielt temperaturnivå (Figur SPM.5.a). De nye utviklingsbanene samstemmer med det brede spekteret av scenarier i litteraturen gjennomgått av Arbeidsgruppe III<sup>5</sup> (WGIII). {2.1, Boks 2.2, 4.3}

Mangfoldige bevis fra ulike tilnærminger indikerer at det er en sterk, konsistent, nesten lineær sammenheng mellom de samlede CO<sub>2</sub>-utslipp og framskrevne globale temperaturendringer fram til år 2100, både i de nye utviklingsbanene og det bredere settet med tiltaksscenarioer som er analysert i WGIII (Figur SPM.5.b).

<sup>5</sup> Omkring 300 referansebane-scenarier og 900 scenarier med utslippsreduksjon er kategorisert etter atmosfærisk konsentrasjon av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter innen 2100. CO<sub>2</sub>-ekvivalenter omfatter pådriv fra alle klimagasser (inkludert halogenerede gasser og troposfærisk ozon), aerosoler og albedoendringer.



**Figur SPM.5 | (a)** Utslipp av CO<sub>2</sub> alene i de representative utviklingsbanene (linjer) og de tilknyttede scenariokategoriene benyttet i WGIII (fargede områder viser intervallet 5–95 %). WGIII's scenariokategorier oppsummerer det brede spekteret av utslippsscenarioer som er publisert i forskningslitteraturen, og er definert på grunnlag av CO<sub>2</sub>-ekvivalente konsentrasjonsnivåer (i ppm) i 2100. Tidsseriene for andre klimagass-utslipp vises i Boks 2.2, Figur 1. **(b)** Økning i global gjennomsnittlig overflatetemperatur idet globale CO<sub>2</sub>-utslipp når en gitt verdi for netto kumulativ total, tegnet inn som en funksjon av totalen, fra flere bevis og tilnærminger. Den rosa-fargede fanen viser spredningen i verdier av tidligere og framtidige temperaturer beregnet med et hierarki av klima-karbonsyklusmodeller drevet av historiske utslipp og utslippene i de fire utviklingsbanene fram til 2100. Fargen blekner i takt med et synkende antall tilgjengelige modeller. Ellipsen viser menneskeskapt oppvarming i 2100 ved ulike samlede CO<sub>2</sub>-utslipp fra 1870 til 2100, ifølge en enkel klimamodell (median klimarespons) iht. scenariokategoriene benyttet i WGIII. Ellipsenes utstrekning med hensyn til temperatur skyldes virkningen på de ulike scenarioene fra andre klimadrivere enn CO<sub>2</sub>. Den fylte svarte ellipsen viser observerte utslipp fram til 2005 og observerte temperaturer i tiåret 2000–2009 med tilhørende usikkerheter. {Boks 2.2, Figur 1, Figur 2.3}

Ethvert oppvarmingsnivå er knyttet til et bestemt interval av akkumulerte CO<sub>2</sub>-utslipp<sup>6</sup>, og derfor vil for eksempel høye utslipp i de første tiårene tilsi lavere utslipp senere. {2.2.5, Tabell 2.2}

Multimodellresultater viser at for å holde den samlede menneskeskapte oppvarmingen under 2 °C sammenlignet med perioden 1861–1880 med en sannsynlighet >66 %<sup>7</sup>, må de samlede CO<sub>2</sub>-utslippene fra alle menneskeskapte kilder siden 1870 forbli under 2900 GtCO<sub>2</sub> (med et intervall på 2550–3150 GtCO<sub>2</sub>, avhengig av utslippene av andre klimadrivere enn CO<sub>2</sub>). I 2011 var det allerede sluppet ut 1900 GtCO<sub>2</sub><sup>8</sup>. For utfyllende kontekst se Tabell 2.2. {2.2.5}

### SPM 2.2 Forventede endringer i klimasystemet

**Det er beregnet at overflatetemperaturen vil stige i det 21. århundret for alle vurderte utslippsscenarioer. Det er svært sannsynlig at det vil forekomme hyppigere og mer langvarige hetebølger, og at ekstreme nedbørshendelser vil bli mer intense og forekomme oftere i mange regioner. Havet vil fortsatt oppvarmes og forsures, og det gjennomsnittlige globale havnivået vil fortsette å stige. {2.2}**

*De forventede endringene beskrevet i avsnitt SPM 2.2 er gitt som gjennomsnittsverdier for perioden 2081–2100 og er i forhold til 1986–2005, med mindre annet er oppgitt.*

Fremtidens klima vil bestemmes av den uunngåelige oppvarmingen fra de menneskeskapte utslipp som allerede har funnet sted, samt menneskeskapte utslipp i fremtiden og naturlige klimavariasjoner. Endringen i den globale gjennomsnittlige overflatetemperaturen for perioden 2016–2035 i forhold til 1986–2005 er ganske lik for de fire utviklingsbanene, og det er sannsynlig at endringen vil ligge i intervallet 0,3–0,7 °C (*middels sikkerhet*). Denne vurderingen forutsetter at det ikke forekommer store vulkanutbrudd eller endringer i utslipp fra naturlige kilder (f.eks. av CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O) eller uventede endringer i total solinnstråling. Innen midten av det 21. århundret vil omfanget av de beregnede klimaendringene påvirkes betydelig av valgt utslippsscenario. {2.2.1, Tabell 2.1}

Det er sannsynlig at endringer i global overflatetemperatur mot slutten av det 21. århundret i forhold til 1850–1900, vil overskride 1,5 °C for utviklingsbanene RCP4.5, 6.0 og 8.5 (*høy sikkerhet*). Det er sannsynlig at oppvarmingen vil overskride 2 °C for utviklingsbane RCP6.0 og RCP8.5 (*høy sikkerhet*), mer sannsynlig enn usannsynlig at den vil overskride 2 °C for utviklingsbane RCP4.5 (*middels sikkerhet*), men usannsynlig at den vil overskride 2 °C for utviklingsbane RCP2.6 (*middels sikkerhet*). {2.2.1}

Det er sannsynlig at økningen i gjennomsnittlig global overflatetemperatur mot slutten av det 21. århundret (2081–2100) i forhold til 1986–2005 vil være 0,3–1,7 °C for utviklingsbane RCP2.6, 1,1–2,6 °C for utviklingsbane RCP4.5, 1,4–3,1 °C for utviklingsbane RCP6.0 og 2,6–4,8 °C for utviklingsbane RCP8.5. Den arktiske regionen vil fortsatt bli varmet opp raskere enn det globale gjennomsnittet (Figur SPM.6.a og Figur SPM.7.a). {2.2.1, Figur 2.1, Figur 2.2, Tabell 2.1}

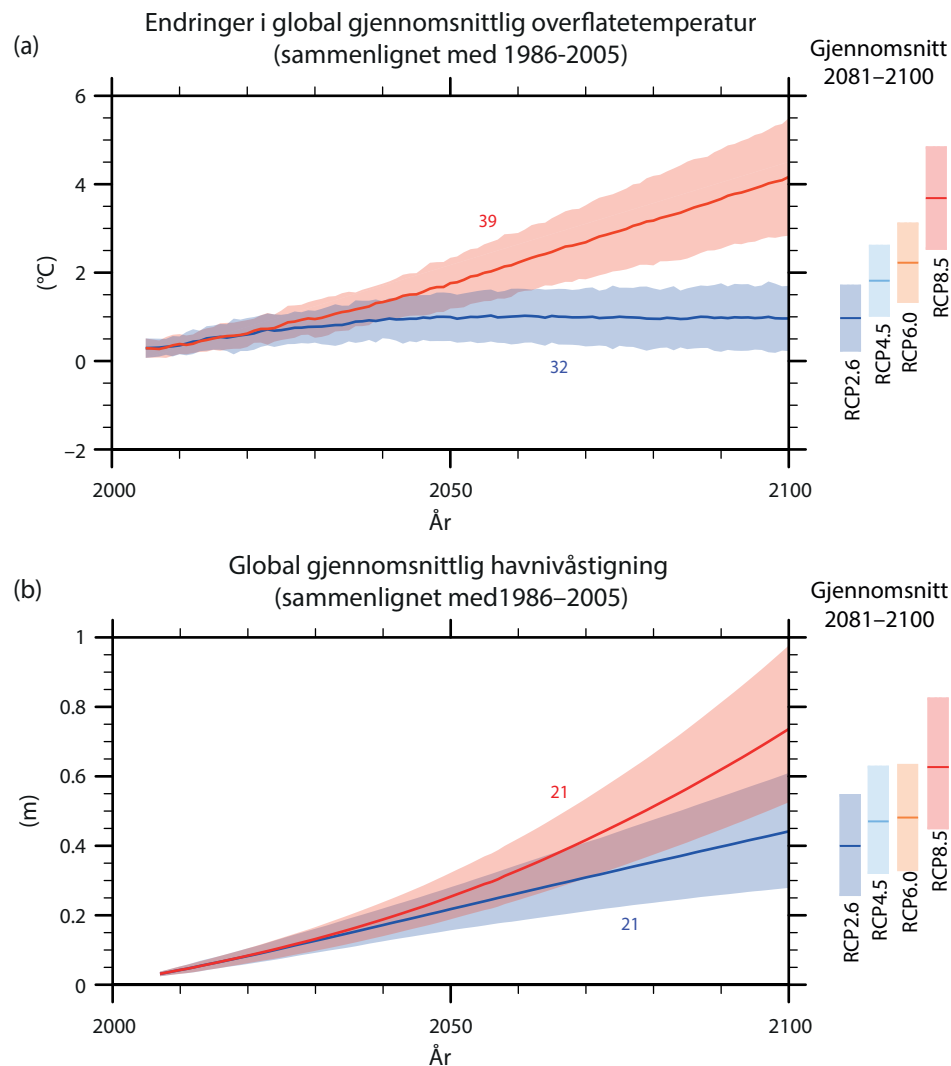
Det er nærmest sikkert at det vil bli flere varme og færre kalde temperaturekstremer for de fleste landområder, over både døgn- og sesongbaserte tidshorisonter, ettersom den globale gjennomsnittstemperaturen øker. Det er svært sannsynlig at hetebølger vil forekomme oftere og vare lengre. Det vil fortsatt forekomme tilfeller av ekstremt lave vintertemperaturer. {2.2.1}

<sup>6</sup> Kvantifisering av dette intervallet av CO<sub>2</sub>-utslipp forutsetter at andre klimadrivere enn CO<sub>2</sub> tas med i beregningen.

<sup>7</sup> De tilsvarende tallene for begrensning av oppvarming til 2 °C med en sannsynlighet >50 % og >33 % er henholdsvis 3000 GtCO<sub>2</sub> (med et intervall på 2900–3200 GtCO<sub>2</sub>) og 3300 GtCO<sub>2</sub> (med et intervall på 2950–3800 GtCO<sub>2</sub>). Høyere eller lavere temperaturgrenser ville tilsi henholdsvis høyere eller lavere kumulative utslipp.

<sup>8</sup> Dette svarer til omtrent to tredjedeler av 2900 GtCO<sub>2</sub> som ville begrense oppvarmingen til under 2 °C med en sannsynlighet på >66 %; til omtrent 63 % av den totale mengden på 3000 GtCO<sub>2</sub> som ville begrense oppvarmingen til under 2 °C med en sannsynlighet på >50 % og til omtrent 58 % av den totale mengden på 3300 GtCO<sub>2</sub> som ville begrense oppvarmingen til under 2 °C med en sannsynlighet på >33 %.

<sup>9</sup> Perioden 1986–2005 var omtrent 0,61 [0,55 til 0,67] °C varmere enn 1850–1900. {2.2.1}

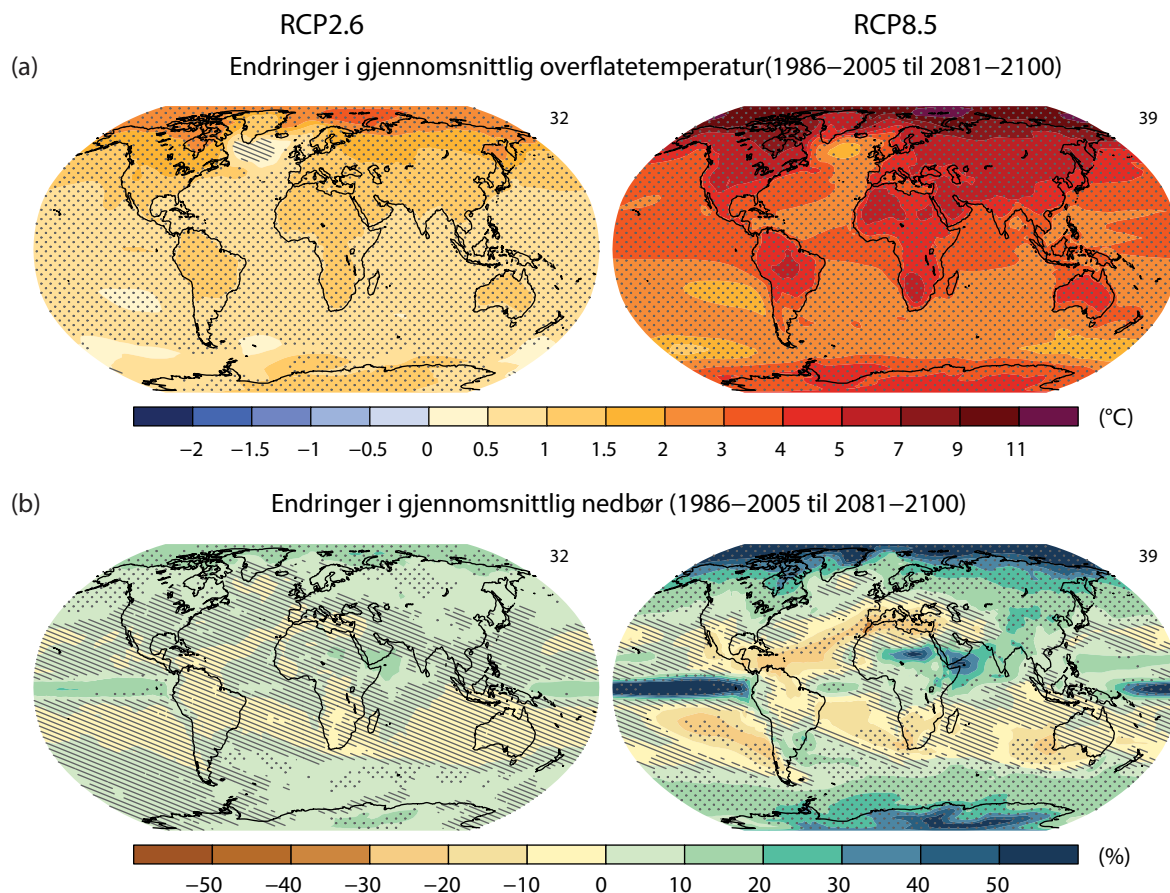


**Figur SPM.6** | Endringer i global gjennomsnittlig overflatetemperatur **(a)** og global gjennomsnittlig stigning i havnivå<sup>10</sup> **(b)** fra 2006 til 2100 beregnet ved hjelp av multimodellsimuleringer. Alle endringer er i forhold til 1986–2005. Tidsserier med framskrivninger og grad av usikkerhet (skyggelagt) er vist for scenarioene i utviklingsbane RCP2.6 (blå) og utviklingsbane RCP8.5 (rød). Gjennomsnittet og tilknyttede usikkerheter for 2081–2100 vises for alle utviklingsbanescenarier, som fargede, vertikale stolper til høyre for hvert panel. Hvor mange CMIP5-modeller (Coupled Model Intercomparison Project Phase 5) som er brukt for å beregne multimodellgjennomsnittet, står angitt. {2.2, Figur 2.1}

Endringer i nedbør vil ikke være like over alt. I utviklingsbane RCP8.5 er det *sannsynlig* at høye breddegrader og Stillehavet ved ekvator vil oppleve en økning i årlig gjennomsnittlig nedbør. Det er *sannsynlig* at mange tørre regioner i tempererte og subtropiske soner vil få en nedgang i gjennomsnittlig nedbør, mens det er *sannsynlig* at mange våte regioner i den tempererte sonen vil få økt gjennomsnittlig nedbør i utviklingsbane RCP8.5 (se figur SPM.7.b). Det er *svært sannsynlig* at ekstreme nedbørshendelser i størsteparten av landområdene i den tempererte sonen og i våte tropiske regioner vil bli kraftigere og inntreffe oftere. {2.2.2, Figur 2.2}

Verdenshavet vil bli stadig varmere i det 21. århundret. Den sterkeste oppvarmingen av havet er beregnet for overflaten i tropiske regioner og subtropiske regioner på den nordlige halvkulen (se figur SPM.7.a). {2.2.3, Figur 2.2}

<sup>10</sup> Basert på dagens forståelse (fra observasjoner, fysisk forståelse og modeller), er det bare en kollaps av havbaserte sektorer av det antarktiske isdekket som, hvis den finner sted, vil kunne forårsake at det globale gjennomsnittlige havnivået stiger betydelig mer enn det sannsynlige intervallet i det 21. århundret. Det er *middels sikkerhet* for at et slikt tilleggsbidrag ikke vil overstige flere desimetters havnivåstigning i det 21. århundret.



**Figur SPM.7** | Endring i gjennomsnittlig overflatetemperatur **(a)** og endring i gjennomsnittlig nedbør **(b)** basert på multimodellgjennomsnittet for framskrivinger for perioden 2081–2100 i forhold til 1986–2005, for utviklingsbane RCP2.6 (venstre) og utviklingsbane RCP8.5 (høyre). Antall modeller som er brukt for å beregne multimodellgjennomsnittet, står øverst i høyre hjørne av hvert panel. Punktering (dvs. prikker) viser regioner der den framskrevne endringen er stor sammenlignet med naturlig intern variasjon og der minst 90 % av modellene er samstemte når det gjelder retningen til endringen. Skravering (dvs. diagonale streker) viser regioner der den framskrevne endringen er mindre enn ett standardavvik for naturlig intern variasjon. {2.2, Figur 2.2}

Jordsystemmodeller beregner en global økning i havforsuring i alle utviklingsbanene innen utgangen av det 21. århundret, med en svak forbedring etter midten av århundret for utviklingsbane RCP2.6. Reduksjonen i pH ved havoverflaten ligger i intervallet 0,06 til 0,07 (15–17 % økning i surhet) for utviklingsbane RCP2.6, 0,14 til 0,15 (38–41 %) for utviklingsbane RCP4.5, 0,20 til 0,21 (58–62 %) for utviklingsbane RCP6.0 og 0,30 til 0,32 (100–109 %) for utviklingsbane RCP8.5. {2.2.4, Figur 2.1}

Reduksjoner i utbredelse av havis i Arktis er beregnet for alle utviklingsbaner og for alle årstider. Det er *sannsynlig* at havområdene i Arktis blir nesten isfrie<sup>11</sup> under sommerens havisminimum i september før midten av århundret i utviklingsbane RCP8.5<sup>12</sup> (*middels sikkerhet*). {2.2.3, Figur 2.1}

Det er *nærmest sikkert* at utbredelsen av permafrost nær overflaten på høye nordlige breddegrader vil bli redusert etter hvert som den globale gjennomsnittlige overflatetemperaturen stiger. Området med permafrost nær overflaten (de øverste 3,5 m) er beregnet til å bli redusert med 37 % (multimodellgjennomsnittet for utviklingsbane RCP2.6) og 81 % (multimodellgjennomsnittet for utviklingsbane RCP8.5) (*middels sikkerhet*). {2.2.3}

<sup>11</sup> Når omfanget av havis er mindre enn 1 million km<sup>2</sup> i minst fem år etter hverandre.

<sup>12</sup> Basert på en vurdering av et utvalg av modeller som best framstiller den klimatologiske gjennomsnittstilstanden og trenden fra 1979 til 2012 for arktisk havisutbredelse.



Det globale isbrevolumet, isbreer i utkanten av Antarktis og isdekkene på Grønland og i Antarktis er ikke inkludert, er beregnet til å bli redusert med 15–55 % for utviklingsbane RCP2.6 og 35–85 % for utviklingsbane RCP8.5 (*middels sikkerhet*). {2.2.3}

Siden den fjerde hovedrapporten har man fått en betydelig bedre forståelse av og evne til å beregne endringer i fremtidig havnivå. Det er *svært sannsynlig* at det globale gjennomsnittlige havnivået vil fortsette å stige i det 21. århundret i et raskere tempo enn mellom 1971 og 2010. For perioden 2081–2100 sammenlignet med 1986–2005, er det *sannsynlig* at stigningen vil ligge i intervallet 0,26 til 0,55 m for utviklingsbane RCP2.6 og 0,45 til 0,82 m for utviklingsbane RCP8.5 (*middels sikkerhet*)<sup>10</sup> (Figur SPM.6.b). Stigningen i havnivået vil ikke være lik i alle regioner. Mot slutten av det 21. århundret er det *svært sannsynlig* at havnivået vil stige i mer enn 95 % av havområdet. For omtrent 70 % av verdens kystlinjer er det beregnet en endring i havnivå innenfor  $\pm 20$  % av det globale gjennomsnittet. {2.2.3}

### SPM 2.3 Framtidige risikoer og virkninger forbundet med et klima i endring

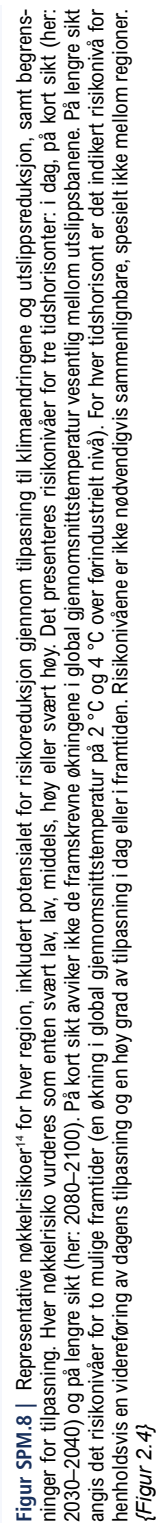
**Klimaendringene vil forsterke eksisterende risikoer og skape nye risikoer for naturlige og menneskeskapte systemer. Risikoene er ikke like store for alle, men generelt større for vanskeligstilte mennesker og lokalsamfunn, uavhengig av det enkelte lands utviklingsnivå.** {2.3}

Risikoen for klimarelaterte virkninger er et resultat av kombinasjonen av klimarelaterte farer (inkludert farlige hendelser og trender) og menneskeskapte og naturlige systemers sårbarhet og utsatthet, inkludert systemenes tilpasningsevne. En økning i tempo og omfang av oppvarming og andre endringer i klimasystemet, sammen med havforsuring, øker risikoen for alvorlige, gjennomgripende og, i noen tilfeller, irreversible skadelige virkninger. Enkelte risikoer er spesielt aktuelle for enkeltregioner (se Figur SPM.8), mens andre er globale. Samlet risiko for skadelige virkninger av framtidige klimaendringer kan reduseres ved å redusere klimaendringenes tempo og omfang, inkludert havforsuring. Nøyaktig hvor store klimaendringer som skal til for å utløse plutselige og irreversible endringer, er fremdeles usikkert, men risikoen forbundet med å overskride slike terskler øker med økende temperatur (*middels sikkerhet*). Ved risikovurderinger er det viktig å vurdere et bredest mulig utvalg av virkninger, inkludert resultater med lav sannsynlighet, men store konsekvenser. {1.5, 2.3, 2.4, 3.3, Introduksjonsboks 1, Boks 2.3, Boks 2.4}

I løpet av det 21. århundret og videre står en stor andel av arter i fare for å bli utryddet på grunn av klimaendringene, spesielt siden klimaendringene virker sammen med andre stressfaktorer (*høy sikkerhet*). De fleste plantearter kan ikke på naturlig måte endre geografisk utbredelse raskt nok til å holde tritt med nåværende tempo og det høyere forventede tempoet i klimaendringene i de fleste landskapstyper. De fleste små pattedyr og ferskvannsbløtdyr vil ikke klare tempoet som forventes for utviklingsbane RCP 4.5 og høyere, i flate landskapstyper i dette århundret (*høy sikkerhet*). Framtidig risiko er antatt å være høy, ettersom funn fra jordas fortid viser at naturlige, globale klimaendringer som var langsommere enn de nåværende menneskeskapte klimaendringene, har medført vesentlige økosystemforandringer og artsutryddelse i løpet av de siste millioner av år (*høy sikkerhet*). Marine organismer vil stilles overfor gradvis lavere oksygeninnivå og havforsuring i et høyt tempo og omfang (*høy sikkerhet*) og de tilhørende risikoer vil forverres av økende ekstreme havtemperaturer (*middels sikkerhet*). Korallrev og polare økosystemer er svært sårbare. Kystsystemer og lavtliggende områder trues av stigende havnivå, og dette vil fortsette i hundrevis av år selv om den globale gjennomsnittstemperaturen stabiliseres (*høy sikkerhet*). {2.3, 2.4, Figur 2.5}

Klimaendringene er forventet å svekke matsikkerheten (Figur SPM.9). Ved de forventede klimaendringene fra midten av det 21. århundret og framover vil global omfordeling av marine arter og redusert naturmangfold i havet utfordre opprettholdelse av produktiviteten i fiskeriene og andre økosystemtjenester. I tropiske og tempererte regioner vil klimaendringene uten tilpasning ha en negativ virkning på produksjonen av hvete, ris og mais ved lokale temperaturøkninger på 2 °C eller mer over nivåene i slutten av det 20. århundret, selv om det kan gi positive virkninger i enkelte områder (*middels sikkerhet*). Globale temperaturøkninger på ~4 °C eller mer<sup>13</sup> over nivåene i slutten av det 20. århundret, kombinert med økt matetterspørsel, vil

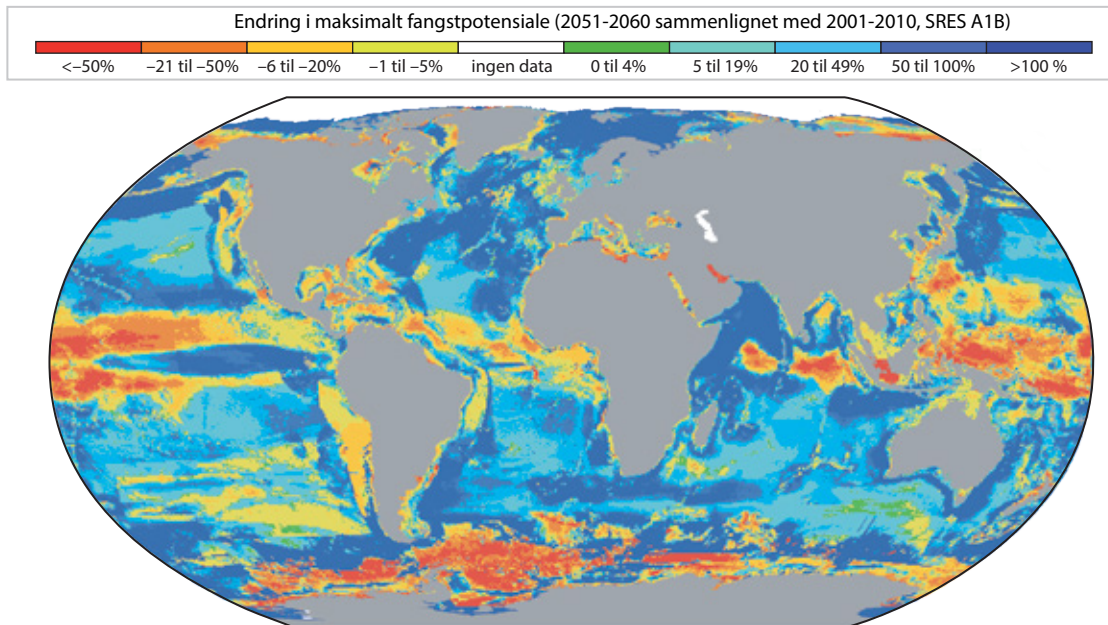
<sup>13</sup> Fastsettelse av nøkkelrisikoer er basert på ekspertvurderinger med bruk av følgende kriterier: stort omfang, høy sannsynlighet for, eller irreversibilitet av virkninger; tidspunkt for virkninger; økt risiko som følge av vedvarende sårbarhet eller utsatthet; eller begrenset mulighet til å redusere risiko ved hjelp av tilpasning eller utslippsreduksjon.



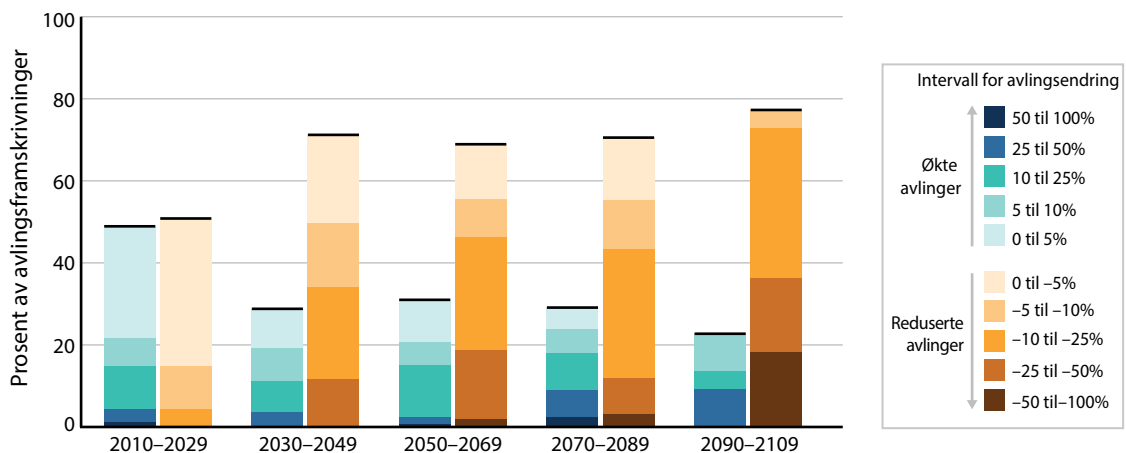
<sup>14</sup> Fastsettelse av nøkkelrisikoer er basert på ekspertvurderinger med bruk av følgende kriterier: stort omfang, høy sannsynlighet for, eller irreversibilitet av virkninger; tidspunkt for virkninger; økt risiko som følge av vedvarende sårbarhet eller utsatthet; eller begrenset mulighet til å redusere risiko ved hjelp av tilpasning eller utslippsreduksjon.

# Klimaendringer medfører risiko for matproduksjon

(a)



(b)



**Figure SPM.9 | (A)** Framskrevet global omfordeling av maksimalt fangstpotensial av ~1000 kommersielle fiskearter og virvelløse dyr. Framskrivningene sammenligner tiårsgjennomsnittene 2001–2010 og 2051–2060 ved hjelp av havforhold basert på en enkelt klimamodell og et scenario med moderat til stor oppvarming, uten en analyse av potensielle virkninger av overfiske eller havforsuring. **(B)** Sammendrag av framskrevne endringer i avlinger (hovedsakelig hvete, mais, ris og soya), forårsaket av klimaendringer i det 21. århundret. Dataene for hver tids-horisont utgjør til sammen 100 %, med antydning av prosentandelen av framskrivninger som viser økninger henholdsvis reduksjoner i avling. Figuren viser framskrivninger (basert på 1090 datapunkter) for ulike utslippsscenarioer, for tropiske og tempererte regioner og for tilfeller med og uten tilpasning. Endringer i avlinger er uttrykt i forhold til nivået for slutten av det 20. århundret. {Figur 2.6.a, Figur 2.7}

medføre høy risiko for matsikkerheten globalt (*høy sikkerhet*). De forventede klimaendringene vil redusere fornybare overflatevann- og grunnvannressurser i de fleste tørre subtropiske regioner (*robust vitenskapelig belegg, høy faglig enighet*), noe som vil gi økt konkurranse om vannressursene mellom sektorer (*begrenset vitenskapelig belegg, middels faglig enighet*). {2.3.1, 2.3.2}

Gjennom det 21. århundret forventes det at klimaendringer vil føre til en økning i dårlig helse i mange regioner, spesielt i utviklingsland med lave inntektsnivåer, sammenlignet med en referansebane uten klimaendringer (*høy sikkerhet*). Innen 2100 forventes det, hvis utviklingsbane RCP8.5 følges, at det for noen områder og i noen årstider på grunn av kombinasjon av høy temperatur og høy luftfuktighet, vil bli vanskelig å utføre vanlige aktiviteter som å dyrke mat og arbeide utendørs (*høy sikkerhet*). {2.3.2}

I urbane områder vil klimaendringene medføre økt risiko for mennesker, verdier, økonomier og økosystemer, fra blant annet varme, stormer og ekstrem nedbør, oversvømmelser i innlandet og langs kysten, jordskred,

luftforurensning, tørke, vannmangel, stigning i havnivå og stormflo (*svært høy sikkerhet*). Disse risikoene er større for mennesker som mangler helt nødvendig infrastruktur og tjenestetilbud, eller som lever i utsatte områder. {2.3.2}

I jordbruksdistriktene forventes det store virkninger på tilgjengeligheten og forsyningen av vann, matsikkerhet, infrastruktur og jordbruksinntekter, inkludert forskyvninger i hvor i verden ulike mat- og andre vekster produseres (*høy sikkerhet*). {2.3.2}

De samlede økonomiske tapene øker med stigende temperaturer (*begrenset vitenskapelig belegg, høy faglig enighet*), men det er per i dag vanskelig å anslå de globale økonomiske virkningene av klimaendringene. Framskrivninger viser at virkningene av klimaendringene vil dempe økonomisk vekst, gjøre det vanskeligere å redusere fattigdom, gi en ytterligere svekkelse av matsikkerheten og opprettholde eksisterende, og skape nye fattigdomsfeller, sistnevnte spesielt i urbane områder og i områder som kan bli sultrammede (*middels sikkerhet*). Internasjonale faktorer som handel og forhold mellom nasjoner, er også av betydning for å forstå risikoene ved klimaendringer i en regional skala. {2.3.2}

Klimaendringer forventes å gi økt befolkningsforflytning (*middels vitenskapelig belegg, høy faglig enighet*). Befolkninger som ikke har ressurser til bevisst og organisert flytting er mer utsatt for ekstreme værhendelser, spesielt i utviklingsland med lavt inntektsnivå. Klimaendringer kan indirekte øke risikoen for voldelige konflikter gjennom å forsterke godt dokumenterte drivkrefter for slike konflikter, for eksempel fattigdom og raske økonomiske endringer (*middels sikkerhet*). {2.3.2}

### SPM 2.4 Klimaendringer etter 2100, irreversibilitet og plutselig endringer

**Mange aspekter ved klimaendringene med tilhørende virkninger vil fortsette å gjøre seg gjeldende i hundrevis av år, selv om menneskeskapte klimagassutslipp stanses. Risiko for plutselige eller irreversible endringer øker med omfanget av oppvarmingen. {2.4}**

Oppvarmingen vil fortsette også etter 2100 for alle utviklingsbaner unntatt RCP2.6. Overflatetemperaturer vil forbli omtrent uendret på høye nivåer i hundrevis av år etter at menneskeskapte nettoutslipp av CO<sub>2</sub> har opphørt fullstendig. En stor andel av menneskeskapte klimaendringer forårsaket av CO<sub>2</sub>-utslipp, er irreversible på en hundreårig til tusenårig tidsskala, med mindre det skjer en stor netto fjerning av CO<sub>2</sub> fra atmosfæren over lengre tid. {2.4, Figur 2.8}

Stabilisering av gjennomsnittlig global overflatetemperatur innebærer ikke stabilisering for alle aspekter av klimasystemet. Skifte av biomer, jordkarbon, isdekker, havtemperaturer med tilhørende stigning i havnivå har alle innebygde langsiktige tidsskalaer, noe som betyr at klimaendringer vil vare i hundrevis til tusenvis av år etter at den globale overflatetemperaturen er stabilisert. {2.1, 2.4}

Det er *høy sikkerhet* for at havforsuringen vil øke i hundrevis av år hvis CO<sub>2</sub>-utslippene fortsetter, og dette vil påvirke marine økosystemer kraftig. {2.4}

Det er *nærmest sikkert* at stigningen i gjennomsnittlig globalt havnivå vil fortsette i mange hundre år etter 2100. Hvor stor stigningen blir, avhenger av fremtidige utslipp. Temperaturterskelen for tap av isdekket på Grønland i løpet av ett årtusen eller mer, med tilhørende havnivåstigning på opptil 7 meter, er høyere enn ca. 1 °C (*lav sikkerhet*) men lavere enn ca. 4 °C (*middels sikkerhet*) over førindustrielt nivå. Plutselige og irreversible istap fra isdekket i Antarktisk er mulig, men per i dag har man ikke tilstrekkelig vitenskapelige bevis og innsikt til å kunne foreta en kvantitativ vurdering. {2.4}

Omfanget av og tempoet til klimaendringer i scenarioer med middels til høye utslipp innebærer økt risiko for plutselig og irreversibel endring i regionalt omfang for sammensetning, struktur og funksjon til marine, terrestriske og ferskvanns økosystemer, inkludert våtmark (*middels sikkerhet*). Ved fortsatt stigning i globale temperaturer er en reduksjon i permafrostens utbredelse *nærmest sikkert*. {2.4}



### SPM 3. Framtidige utviklingsbaner for tilpasning, utslippsreduksjon og bærekraftig utvikling

Tilpasning og reduksjon av utslipp er komplementære strategier for reduksjon og håndtering av risikoene ved klimaendringer. Betydelige utslippsreduksjoner over de neste tiårene kan redusere klimarisikoene i det 21. århundret og videre, øke mulighetene for effektiv tilpasning, redusere kostnadene og utfordringene ved utslippsreduksjoner på lengre sikt og bidra til klimarobuste utviklingsbaner for bærekraftig utvikling. {3.2, 3.3, 3.4}

#### SPM 3.1 Grunnlag for beslutningstaking med hensyn til klimaendringer

Effektiv beslutningstaking for å begrense klimaendringene og deres virkninger kan baseres på et vidt spekter av analytiske tilnærminger for vurdering av forventede risikoer og fordeler som tar i betraktning innflytelsen forvaltning kan ha, etiske aspekter, rettferdighet, verddivurderinger, økonomiske evalueringer og ulike oppfatninger av og handlinger for å begrense risiko og usikkerhet. {3.1}

Bærekraftig utvikling og rettferdighet gir et grunnlag for å kunne evaluere klimapolitikk. Det er nødvendig å begrense virkningene av klimaendringer for å oppnå bærekraftig utvikling og rettferdighet, herunder fattigdomsbekjempelse. Det er store forskjeller mellom de enkelte lands tidligere og framtidige bidrag til akkumuleringen av klimagasser i atmosfæren. Ulike land står også overfor ulike utfordringer og situasjoner, og har forskjellig evne til å gjennomføre tiltak for utslippsreduksjon og tilpasning. Utslippsreduksjon og tilpasning reiser spørsmål om likhet og rettferdighet. Mange av dem som er mest sårbare for klimaendringene, har bidratt og bidrar lite til klimagassutslippene. Om utslippskutt utsettes, vil dette flytte byrden fra dagens til kommende generasjoner. Utilstrekkelige tilpasningstiltak for å møte kommende virkninger undergraver allerede grunnlaget for en bærekraftig utvikling. Vidtfavnende strategier med hensyn til klimaendringene som er i tråd med bærekraftig utvikling tar hensyn til positive og negative tilleggseffekter samt risikoer, som tiltak både for tilpasning og utslippsreduksjon kan medføre. {3.1, 3.5, Boks 3.4}

Utformingen av klimapolitikk påvirkes av hvordan enkeltpersoner og organisasjoner oppfatter risiko og usikkerhet og tar dette med i sine betraktninger. Verdsettelsesmetoder fra økonomiske, sosiale og etiske analyser kan benyttes for å bistå i beslutningsprosessen. Slike metoder kan ta i betraktning et bredt spekter av mulige virkninger, deriblant resultater med lav sannsynlighet og store konsekvenser. De kan imidlertid ikke brukes for å identifisere én enkelt, optimal balanse mellom utslippsreduksjon, tilpasning og resterende klimaeffekter. {3.1}

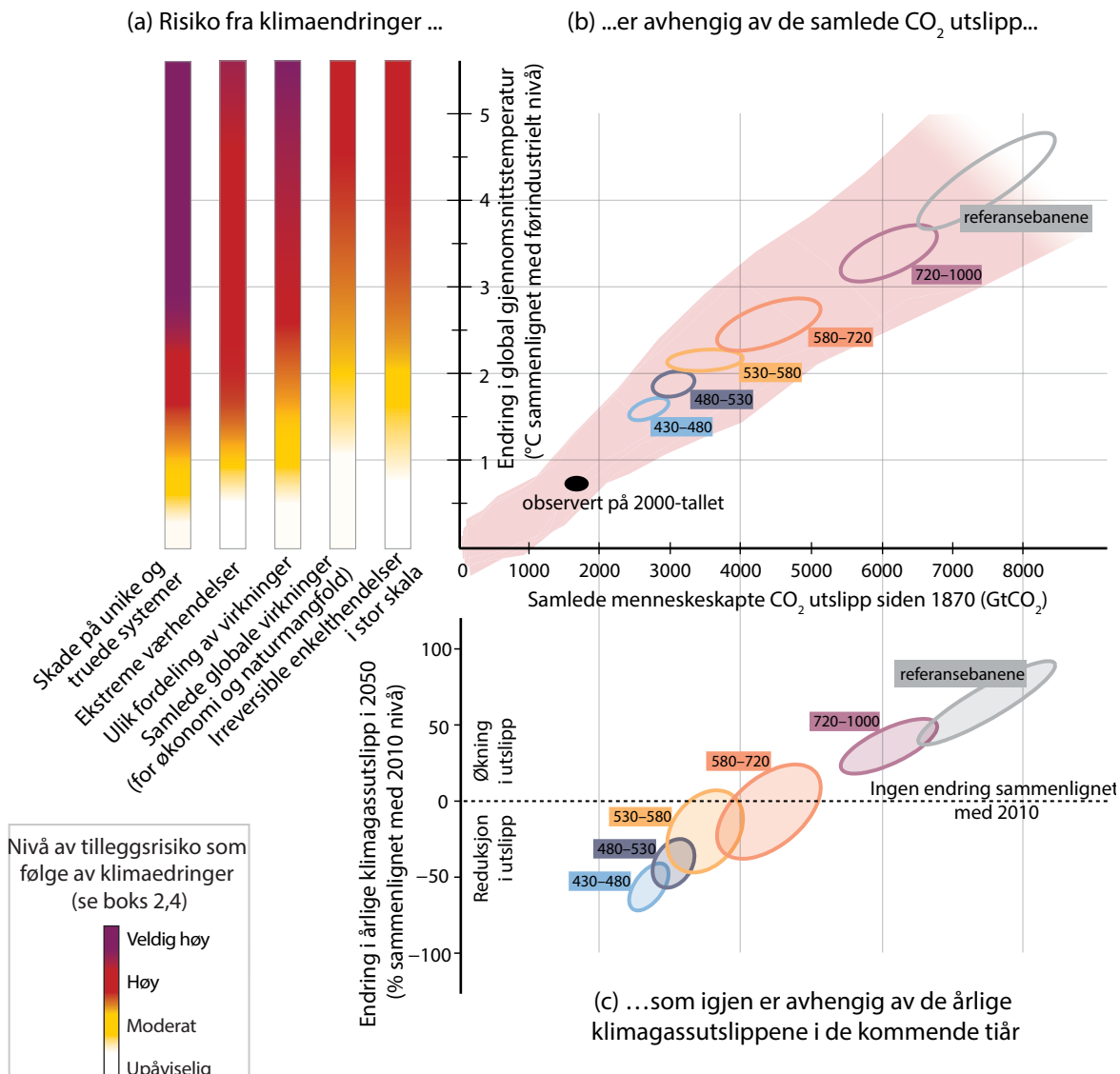
Klimaendringer er et problem som krever kollektiv handling på globalt nivå, siden de fleste klimagasser akkumuleres over tid og fordeles globalt i atmosfæren, og utslipp fra én aktør (f.eks. enkeltindivid, samfunn, selskap, land) påvirker andre aktører. En effektiv begrensning kan ikke oppnås hvis enkeltaktører kun fremmer sine egne interesser, uten å ta hensyn til andres. Det er derfor nødvendig med felles handling, blant annet internasjonalt samarbeid, for å oppnå en effektiv reduksjon av klimagassutslipp og håndtere andre klimaendringsutfordringer. Man kan oppnå mer effektive tilpasninger ved å iverksette komplementære tiltak på tvers av nivåer, inkludert internasjonalt samarbeid. Det er belegg for å tro at resultater som anses som rettferdige, kan føre til et mer effektivt samarbeid. {3.1}

#### SPM 3.2 Utslippsreduksjoner og tilpasning som reduserer klimarelatert risiko

Uten ytterligere tiltak for utslippsreduksjon, utover de som er iverksatt idag vil oppvarmingen ved utgangen av det 21. århundret, selv med tilpasning, gi høy til svært høy risiko for alvorlige, omfattende og irreversible virkninger globalt (høy sikkerhet). Tiltak for utslippsreduksjon medfører noen positive tilleggseffekter og risikoer fra negative tilleggseffekter, men disse risikoer har ikke samme potensial for alvorlige, omfattende og irreversible virkninger som klimaendringene i seg selv innebærer. Dermed øker gevinsten ved snarlige tiltak for utslippsreduksjon. {3.2, 3.4}

Utslippsreduksjon og tilpasning er komplementære strategier for å redusere risikoen for klimaendringsevirkninger over forskjellige tidsskalaer (*høy sikkerhet*). Utslippsreduksjoner på kort sikt og videre gjennom århundret kan i vesentlig grad redusere virkningene av klimaendringene mot slutten av det 21. århundret og videre. Tilpasningsgevinster kan realiseres allerede ved å håndtere nåværende risikoer og i fremtiden ved å håndtere kommende risikoer. {3.2, 4.5}

Fem årsaker til bekymring – "Reasons For Concern" (RFCs) – gir en samlet oversikt over klimarelaterte risikoer og viser hva oppvarming innebærer samt tilpasningsgrenser for mennesker, økonomier og økosystemer, uavhengig av sektorer og regioner. De fem årsakene for bekymring omfatter: (1) Unike og truede systemer, (2) Ekstreme værhendelser, (3) Fordeling av virkninger, (4) Samlede globale virkninger og (5) Enkelthendelser i stor skala. I denne rapporten gir disse informasjon som har relevans for artikkel 2 i FNs klimakonvensjon (UNFCCC). {Boks 2.4}



**Figur SPM.10** | Forholdet mellom risikoer fra klimaendringer, temperaturendringer, kumulative CO<sub>2</sub>-utslipp og endringer i årlige klimagassutslipp innen 2050. Å begrense risiko for de fem årsakene til bekymring (panel A) innebærer en grense for kumulative utslipp av CO<sub>2</sub> (panel B), noe som vil begrense årlige klimagassutslipp de neste tiårene (panel C). (A) gjengir de fem årsakene til bekymring {Boks 2.4}. (B) knytter temperaturendringer til kumulative CO<sub>2</sub>-utslipp (i GtCO<sub>2</sub>) fra 1870. De er basert på CMIP5-simuleringer (rosa fane) og på en enkel klimamodell (median klimarespons i 2100), for referansebanene og fem kategorier for scenarier med utslippsreduksjon (seks ellipser). Se detaljert informasjon i figur SPM.5. (C) viser forholdet mellom de kumulative CO<sub>2</sub>-utslippene (i GtCO<sub>2</sub>) til scenariokategoriene med tilhørende endring i årlige klimagassutslipp innen 2050, uttrykt i prosentvis endring (i prosent GtCO<sub>2</sub>-ekvivalent per år) i forhold til 2010. Ellipsene samstemmer med de samme scenariokategoriene som i panel B, og er konstruert med en lignende metode (se mer informasjon i figur SPM.5). {Figur 3.1}



Uten ytterligere tiltak for utslippsreduksjon utover de som er satt i verk i dag, og selv med tilpasning, vil oppvarmingen innen utgangen av det 21. århundret medføre høy til svært høy risiko for alvorlige, omfattende og irreversible globale effekter (*høy sikkerhet*) (se figur SPM.10). I de fleste scenarier uten ytterligere tiltak for utslippsreduksjon (de med atmosfæriske konsentrasjoner >1000 ppm CO<sub>2</sub>-eq i 2100) er det *mer sannsynlig enn usannsynlig* at oppvarmingen vil overstige 4 °C over førindustrielt nivå innen 2100. Risikoene ved temperaturstigninger på 4 °C eller mer omfatter betydelig utryddelse av arter, truet global og regional matsikkerhet, begrensninger på vanlige menneskelige aktiviteter og begrenset potensial for tilpasning i noen tilfeller (*høy sikkerhet*). Visse risikoer forbundet med klimaendringer, for eksempel risikoen for skade på unike og truede systemer og risiko forbundet med ekstreme værhendelser, er moderate til høye ved en temperaturøkning på 1 til 2 grader over førindustrielt nivå. {2.3, Figur 2.5, 3.2, 3.4, Boks 2.4, Tabell SPM.1}

Betydelige kutt i klimagassutslippene de neste tiårene kan redusere klimarelatert risiko betydelig ved å begrense oppvarmingen i andre halvdel av det 21. århundret og videre. De samlede utslipp av CO<sub>2</sub> er i stor grad bestemmende for den globale gjennomsnittlige overflateoppvarmingen i siste delen av det 21. århundret og videre. En begrensning av risiko for alle årsakene til bekymring innebærer en grense for de samlede utslipp av CO<sub>2</sub>. En slik grense forutsetter at de globale nettutslippene av CO<sub>2</sub> til slutt reduseres til null men vil også begrense årlige utslipp de kommende tiårene (se figur SPM.10) (*høy sikkerhet*). Noen risikoer fra klimaendringer er imidlertid uunngåelige, selv med utslippsreduksjon og tilpasning. {2.2.5, 3.2, 3.4}

Tiltak for utslippsreduksjon innebærer en viss grad av positive og negative tilleggseffekter, men de negative tilleggseffektene medfører ikke samme risiko for alvorlige, omfattende og irreversible endringer som klimaendringene i seg selv innebærer. Treghet i det økonomiske systemet og klimasystemet samt faren for at klimaendringer skal ha irreversible virkninger, øker gevinstene ved snarlig innføring av ytterligere tiltak for utslippsreduksjon (*høy sikkerhet*). Forsinkelser eller begrensninger mht. valg av, bruk av og tilgang til teknologier øker de langsiktige kostnadene forbundet med å holde klimaendringsrisikoene på et gitt nivå (Tabell SPM.2). {3.2, 3.4}

### SPM 3.3 Særtrekk ved utviklingsbaner for tilpasning

**Tilpasning kan redusere risiko fra virkninger av klimaendringer, men har sine begrensninger, spesielt ved større omfang og tempo i klimaendringene. Ved å ha et langtidsperspektiv på bærekraftig utvikling, øker sannsynligheten for at mer umiddelbare tilpasningstiltak også vil øke valgmulighetene og forbedre beredskapen i fremtiden. {3.3}**

Tilpasning kan bidra til å forbedre menneskers levekår, sikre verdier og opprettholde økosystemers produksjon av varer, funksjoner og tjenester, nå og i fremtiden. Tilpasningstiltak må skreddersys for sted og kontekst (*høy sikkerhet*). Å redusere sårbarhet og utsatthet for eksisterende klimavariasjoner er et første skritt i tilpasningen til framtidige klimaendringer (*høy sikkerhet*). Å gjøre tilpasning til en integrert del av planleggingsarbeidet, inkludert politikkutforming og beslutningsprosesser kan gi synergieffekter med utvikling og katastroferisikoreduksjon. Det er avgjørende å bygge opp evnen til tilpasning for å oppnå effektiv utvelgelse og gjennomføring av tilpasningsalternativer (*robust vitenskapelig belegg, høy faglig enighet*). {3.3}

Tilpasningsplanlegging og -gjennomføring kan styrkes ved komplementære tiltak på ulike nivåer, fra enkeltindivider til myndigheter (*høy sikkerhet*). Nasjonale myndigheter kan koordinere tilpasningstiltakene til kommunale- og fylkesmyndigheter, for eksempel ved å beskytte sårbare grupper, støtte økonomisk diversifisering, bistå med informasjon, politikk og juridiske rammeverk samt økonomisk støtte (*robust vitenskapelig belegg, høy faglig enighet*). Lokale myndigheter og privat sektor anses stadig mer som avgjørende for framgang i tilpasningsarbeidet på grunn av rollen de spiller i oppskaleringen av tilpasning i lokalsamfunn, husholdninger og sivilsamfunnet samt i håndtering av risikoinformasjon og finansiering (*middels vitenskapelig belegg, høy faglig enighet*). {3.3}

Tilpasningsplanlegging og -gjennomføring på alle forvaltningsnivåer er avhengig av samfunnets verdier, mål og risikooppfatning (*høy sikkerhet*). Det kan være gunstig for beslutningsprosessen å ta hensyn til forskjeller i interesser, omstendigheter, sosiokulturelle kontekster og forventninger. Lokale, tradisjonelle og

urbefolkningenes kunnskapssystemer og praksiser, inkludert urbefolkningers helhetlige syn på samfunn og miljø, er en viktig ressurs i tilpasningen til klimaendringer, men har ikke vært benyttet på en konsistent måte i eksisterende tilpasningstiltak. Ved å integrere slike former for kunnskap i eksisterende praksis, øker man tilpasningstiltakenes effektivitet. {3.3}

Begrensende faktorer kan virke sammen og dermed hindre planlegging og gjennomføring av tilpasning (*høy sikkerhet*). Vanlige hindringer for gjennomføring skyldes begrensede økonomiske og menneskelige ressurser, begrenset integrering eller koordinering i forvaltningen, usikkerheter om framtidige virkninger, ulike oppfatninger av risiko; verdikonflikter, fravær av ledere og støttespillere i nøkkelposisjoner i tilpasningsarbeidet samt manglende verktøy for overvåking av tilpasningens effektivitet. En annen hindring er utilstrekkelig forskning, overvåking og observasjon samt utilstrekkelig finansiering for å opprettholde dette. {3.3}

Ved klimaendringer i høyere tempo og større omfang øker sannsynligheten for at tilpasningsgrensene overskrides (*høy sikkerhet*). Grenser for tilpasning oppstår fra samspillet mellom klimaendringer og biofysiske og/eller samfunnsøkonomiske begrensninger. Videre kan dårlig planlegging eller gjennomføring som legger for mye vekt på kortsiktige resultater, eller som ikke tilskrekkelig forutser mulige konsekvenser, føre til dårlig tilpasning og dermed øke målgruppens framtidige sårbarhet eller utsatthet eller sårbarheten til andre grupper, steder eller sektorer (*middels vitenskapelig belegg, høy faglig enighet*). Undervurdering av hvor komplisert tilpasning som sosial prosess er, kan skape urealistiske forventninger om hva man kan oppnå med tilpasning. {3.3}

Det eksisterer betydelige positive tilleggseffekter, synergieffekter og kompromisser mellom utslippsreduksjon og tilpasning og mellom ulike tilpasningstiltak; interaksjon forekommer både innenfor og mellom regioner (*svært høy sikkerhet*). Å øke innsatsen for utslippsreduksjon og tilpasning fører til mer komplekse interaksjoner, spesielt i skjæringspunktene mellom vann, energi, arealbruk og naturmangfold, men ennå finnes det kun begrenset med verktøy for å forstå og håndtere disse interaksjonene. Eksempler på tiltak med positive tilleggseffekter er (i) økt energieffektivitet og renere energikilder som bidrar til reduserte utslipp av helseskadelige luftforurensninger med klimaeffekt; (ii) grønnere byer og resirkulering av vann som gir redusert energi- og vannforbruk i urbane områder; (iii) bærekraftig jordbruk og skogbruk samt (iv) beskyttelse av økosystemer for karbonlagring og andre økosystemtjenester. {3.3}

Omfattende omstillinger (transformasjoner) i økonomiske, samfunnsmessige, teknologiske og politiske beslutninger og tiltak kan forbedre tilpasningen og fremme bærekraftig utvikling (*høy sikkerhet*). På nasjonalt nivå anses omstilling å ha størst effekt når den gjenspeiler landets egne visjoner og tilnærminger for hvordan man skal oppnå bærekraftig utvikling basert på landets forutsetninger og prioriteringer. Å begrense tilpasningstiltak til kun å omfatte mindre endringer i eksisterende systemer og strukturer uten å vurdere større omstillinger kan øke kostnader og tap og gjøre at muligheter går tapt. Planlegging og gjennomføring av omfattende omstilling kan reflektere styrkede, endrede eller samstemte paradigmer og kan medføre nye og større krav til organisering av forvaltningsstrukturer for å samstemme ulike mål og visjoner for framtiden og ivareta mulige utfordringer med hensyn til rettferdighet og etikk. Utviklingsbaner for tilpasning forbedres gjennom iterativ læring, rådgivende prosesser og innovasjon. {3.3}

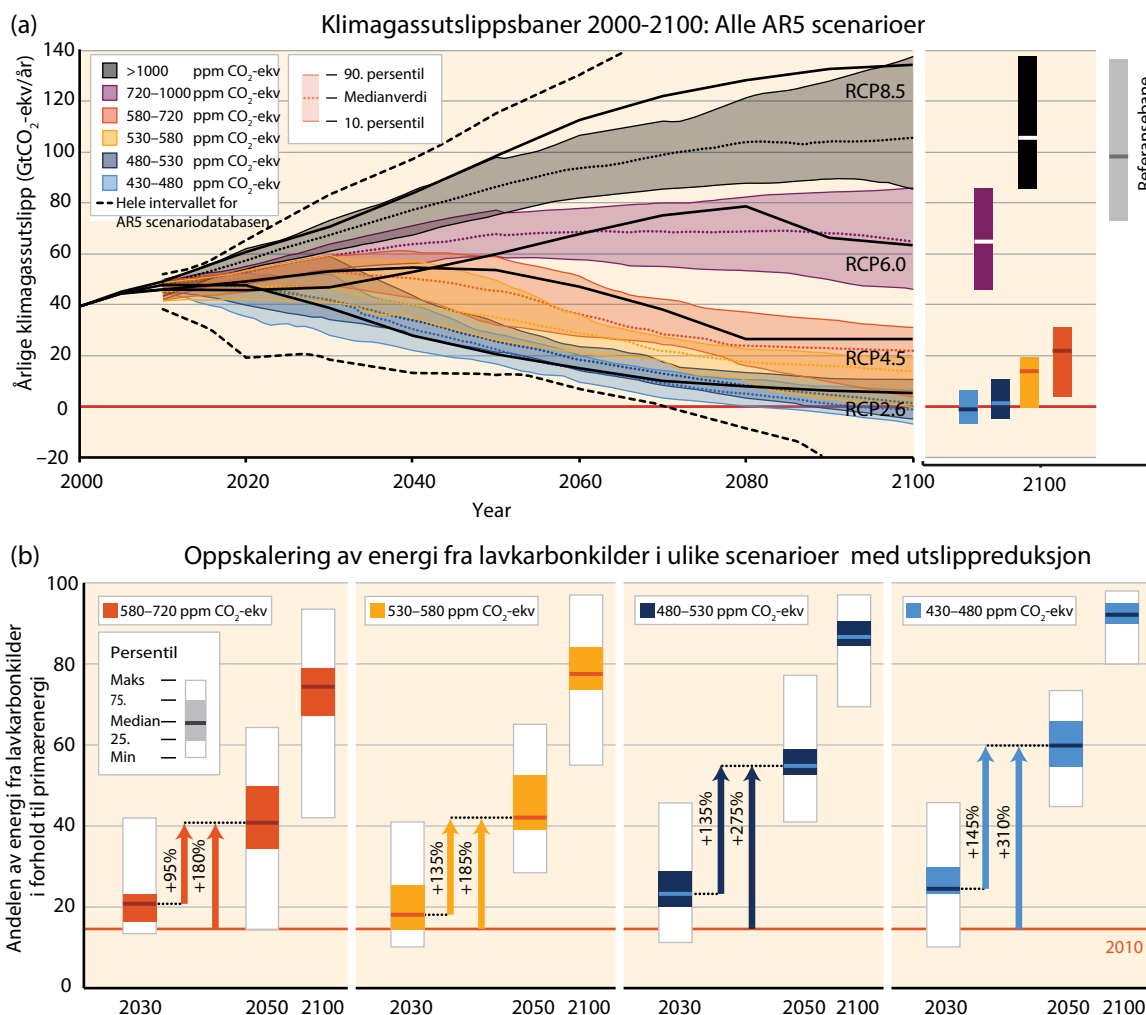
### SPM 3.4 Særtrekk ved utviklingsbaner med utslippsreduksjon

Det er flere scenarioer med utslippsreduksjon hvor det er *sannsynlig* at den globale oppvarmingen holdes under 2 °C i forhold til førindustrielt nivå. Disse utviklingsbanene krever betydelige utslippsreduksjoner over de neste tiårene, og nær nullutslipp av CO<sub>2</sub> og andre langtlivede klimagasser innen utgangen av århundret. Å gjennomføre slike reduksjoner byr på store teknologiske, økonomiske, sosiale og institusjonelle utfordringer, som øker med eventuelle forsinkelser i utslippsreduksjonene og dersom nøkkelteknologier ikke er tilgjengelige. Å begrense oppvarmingen til lavere eller høyere nivåer byr på lignende utfordringer, men på ulike tidsskalaer. {3.4}

Uten ytterligere tiltak for å redusere klimagassutslippene utover dagens tiltak, forventes det at veksten i globale utslipp vil fortsette på grunn av veksten i verdens befolkning og økonomiske aktiviteter. Økningene i gjennomsnittlig global overflatetemperatur i 2100 for referansebane-scenarioer – scenarioer uten ytterligere

utslippsreduksjoner – ligger mellom 3,7 og 4,8 °C (medianverdier) over gjennomsnittet for 1850–1900. Økningene ligger mellom 2,5 °C og 7,8 °C når usikkerheten i klimasystemet tas med i beregningen (5–95 persentil intervall). (*høy sikkerhet*) {3.4}

Det er *sannsynlig* at utslippsscenarioer som medfører en klimagasskonsentrasjon i 2100 på omkring 450 ppm CO<sub>2</sub>-ekv eller lavere vil holde oppvarmingen i det 21. århundret under 2 °C sammenlignet med førindustrielt nivå.<sup>15</sup> Disse scenarioene forutsetter en reduksjon i globale menneskeskapte klimagassutslipp på 40 % til 70 % innen 2050 i forhold til 2010-nivået<sup>16</sup>, og netto utslipp nær null eller under null i 2100. Det er *mer sannsynlig enn usannsynlig* at scenarioer med utslippsreduksjon hvor konsentrasjonsnivået havner på omkring 500 ppm CO<sub>2</sub>-ekv i 2100 vil føre til en temperaturendring på mindre enn 2 °C, med mindre de midlertidig overskrider konsentrasjonsnivåer på omkring 530 ppm CO<sub>2</sub>-ekv før 2100. Skjer det, er det *omtrent like sannsynlig som usannsynlig* at målet kan nås. I disse 500 ppm CO<sub>2</sub>-ekv scenarioene ligger de globale utslippsnivåene i 2050 mellom 25 % og



**Figur SPM.11** | Globale klimagassutslipp (GtCO<sub>2</sub>-ekv/år) i referansebane- og utslippsreduksjonsscenarioer for ulike langsiktige konsentrasjonsnivåer (øverste panel) og tilhørende oppskaleringsbehov for energi fra lavkarbonkilder (% av primærenergi) for 2030, 2050 og 2100 målt i forhold til 2010-nivået i utslippsreduksjonsscenarioer (nederste panel). {Figur 3.2}

<sup>15</sup> Til sammenligning er CO<sub>2</sub>-ekv konsentrasjonen i 2111 anslått til 430 ppm (usikkerhetsintervall 340–520 ppm).

<sup>16</sup> Dette intervallet er ulikt intervallet for en tilsvarende konsentrasjonskategori i AR4 (50–85 % lavere enn i 2000 for CO<sub>2</sub> alene). Årsaken til denne forskjellen er blant annet at denne rapporten har vurdert et betydelig større antall scenarioer enn det som er tilfelle i AR4 og inkluderer alle klimagasser. I tillegg omfatter en stor andel av de nye scenarioene karbondioksidsfjerningsteknologier (CDR-teknologier). Andre faktorer er bruken av 2100-konsentrasjonsnivåer i stedet for stabiliseringsnivåer og et skifte i referanseår fra 2000 til 2010.

**Tabell SPM.1 |** Viktigste kjennetegn ved scenarioene samlet og vurdert for WGIII AR5.  
Scenarioenes 10. og 90. persentil vises for alle parametre.<sup>a</sup> {Tabell 3.1}

| CO <sub>2</sub> -ekv konsentrasjon i 2100 (CO <sub>2</sub> -ekv) <sup>f</sup><br><br>Kategorigruppe (konsentrasjonsintervall) | Underkategorier                                                                                                               | Utviklingsbanenes relative posisjon <sup>d</sup> | Endring i CO <sub>2</sub> -ekv utslipp sammenlignet med 2010-nivå (i %) <sup>c</sup> |              | Sannsynlighet for å bli liggende under et bestemt temperaturnivå i det 21. århundret (i forhold til 1850–1900) <sup>e</sup> |                                             |                                |                                |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------|
|                                                                                                                               |                                                                                                                               |                                                  | 2050                                                                                 | 2100         | 1,5 °C                                                                                                                      | 2 °C                                        | 3 °C                           | 4 °C                           |            |
| < 430                                                                                                                         | Det finnes kun et begrenset antall enkeltmodellstudier som tar for seg nivåer under 430 ppm CO <sub>2</sub> -ekv <sup>j</sup> |                                                  |                                                                                      |              |                                                                                                                             |                                             |                                |                                |            |
| 450 (430–480)                                                                                                                 | Hele intervallet <sup>a, g</sup>                                                                                              | Utviklingsbane RCP2.6                            | -72 til -41                                                                          | -118 til -78 | Mer usannsynlig enn sannsynlig                                                                                              | Sannsynlig                                  | Sannsynlig                     | Sannsynlig                     |            |
| 500 (480–530)                                                                                                                 | Ingen overskridelse av 530 ppm CO <sub>2</sub> -ekv                                                                           |                                                  | -57 til -42                                                                          | -107 til -73 | Usannsynlig                                                                                                                 | Mer sannsynlig enn usannsynlig              |                                |                                | Sannsynlig |
|                                                                                                                               | Overskridelse av 530 ppm CO <sub>2</sub> -ekv                                                                                 |                                                  | -55 til -25                                                                          | -114 til -90 |                                                                                                                             | Omtrent like sannsynlig som usannsynlig     |                                |                                |            |
| 550 (530–580)                                                                                                                 | Ingen overskridelse av 580 ppm CO <sub>2</sub> -ekv                                                                           |                                                  | -47 til -19                                                                          | -81 til -59  |                                                                                                                             | Mer usannsynlig enn sannsynlig <sup>i</sup> |                                |                                |            |
|                                                                                                                               | Overskridelse av 580 ppm CO <sub>2</sub> -ekv                                                                                 |                                                  | -16 til 7                                                                            | -183 til -86 |                                                                                                                             |                                             |                                |                                |            |
| (580–650)                                                                                                                     | Hele intervallet                                                                                                              |                                                  | -38 til 24                                                                           | -134 til -50 | Usannsynlig                                                                                                                 | Mer sannsynlig enn usannsynlig              | Sannsynlig                     |                                |            |
| (650–720)                                                                                                                     | Hele intervallet                                                                                                              | Utviklingsbane RCP4.5                            | -11 til 17                                                                           | -54 til -21  |                                                                                                                             |                                             |                                |                                |            |
| (720–1000) <sup>b</sup>                                                                                                       | Hele intervallet                                                                                                              | Utviklingsbane RCP6.0                            | 18 til 54                                                                            | -7 til 72    | Usannsynlig <sup>h</sup>                                                                                                    | Mer usannsynlig enn sannsynlig              | Mer usannsynlig enn sannsynlig |                                |            |
| >1000 <sup>b</sup>                                                                                                            | Hele intervallet                                                                                                              | Utviklingsbane RCP8.5                            | 52 til 95                                                                            | 74 til 178   |                                                                                                                             | Usannsynlig <sup>h</sup>                    |                                | Mer usannsynlig enn sannsynlig |            |

<sup>a</sup> "Hele intervallet" for 430–480 ppm CO<sub>2</sub>-eq konsentrasjonsscenarioene samstemmer med intervallet til 10.–90.-persentilen for underkategorien til disse scenarioene vist i tabell 6.3 i WGIII rapporten.

<sup>b</sup> Referansebane-scenarier faller innunder kategoriene >1000 og 720–1000 ppm CO<sub>2</sub>-ekv. Sistnevnte kategori omfatter også scenarier med utslippsreduksjon. I referansebane-scenariene i sistnevnte kategori nås i 2100 en temperaturendring på 2,5–5,8 °C over gjennomsnittet for 1850–1900. Sett sammen med referansebane-scenariene i kategorien >1000 ppm CO<sub>2</sub>-ekv medfører dette et totalt temperaturintervall i 2100 på 2,5–7,8 °C (intervallet er basert på median klimarespons: 3,7–4,8 °C) for begge konsentrasjonskategoriene.

<sup>c</sup> De globale 2010-utslippene ligger 31 % over 1990-utslippene (stemmer med anslagene for historiske klimagassutslipp presentert i denne rapporten). CO<sub>2</sub>-eq-utslipp inkluderer kurven av Kyoto-gasser (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O samt F-gasser).

<sup>d</sup> Denne vurderingen omfatter et stort antall scenarier fra publisert forskningslitteratur og er dermed ikke begrenset til utviklingsbanene (RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, og RCP8.5). MAGICC-modellen er anvendt på en probabilistisk måte for å evaluere CO<sub>2</sub>-ekv konsentrasjonen og klimavirkningene til disse scenarioene. En sammenligning av resultatene fra MAGICC-modellen og modellene benyttet i Arbeidsgruppe I (WGI), står i WGI-avsnittene 12.4.1.2, 12.4.8 og 6.3.2.6.

<sup>e</sup> Vurderingen i denne tabellen er basert på sannsynlighetene som er beregnet for hele utvalget av scenarier i WGIII ved hjelp av MAGICC-modellen og WGI vurderingen av usikkerheten i temperaturframskrivningene som ikke omfattes av klimamodeller. Utsagnene er derfor i samsvar med utsagnene i WGI, som er basert på CMIP5-kjøringene av utviklingsbanene og vurderte usikkerheter. Det betyr at utsagnene om sannsynlighet gjenspeiler ulike bevis og tilnærminger fra begge arbeidsgruppene. Denne WGI-metoden ble også brukt for scenarier med middels konsentrasjonsnivåer, hvor ingen CMIP5-kjøring er tilgjengelige. Sannsynlighetsuttalelsene er kun indikative (WGIII 6.3) og benytter stort sett begrepene som ble brukt ved temperaturframskrivninger i WGIs sammendrag for beslutningstakere: *sannsynlig* 66–100 %, *mer sannsynlig enn usannsynlig* >50–100 %, *omtrent like sannsynlig som usannsynlig* 33–66 % og *usannsynlig* 0–33 %. I tillegg brukes begrepet *mer usannsynlig enn sannsynlig* 0–<50 %.

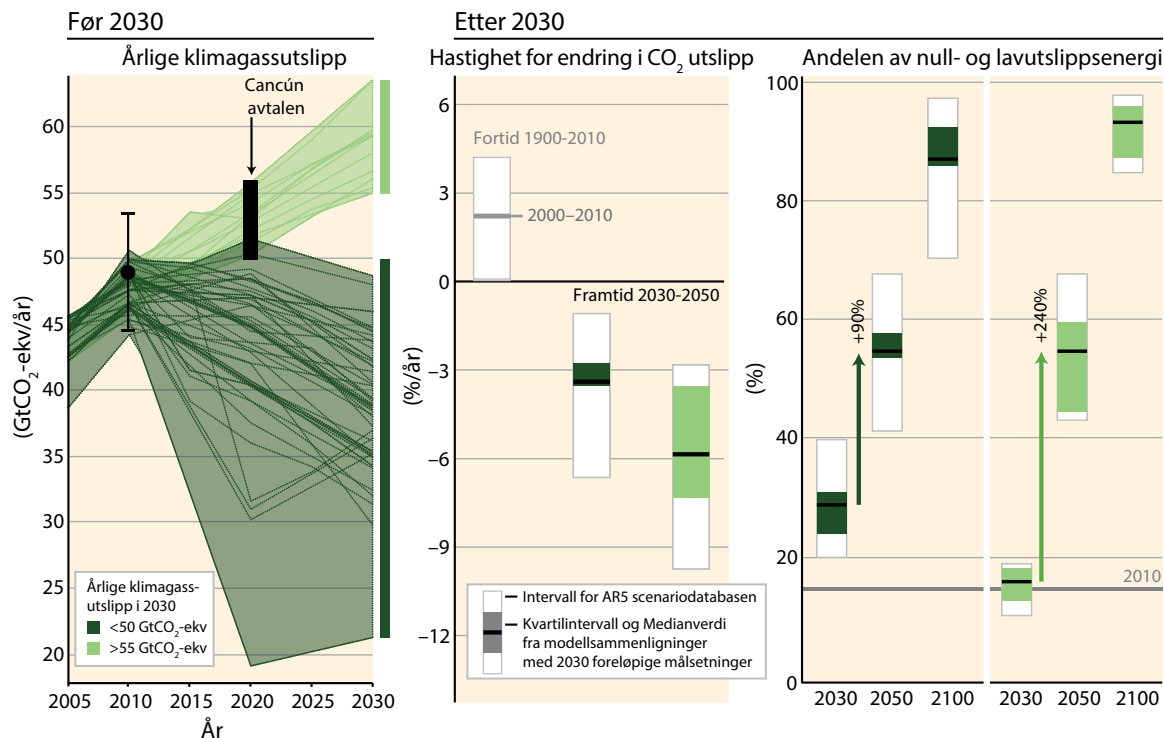
<sup>f</sup> CO<sub>2</sub>-ekv konsentrasjonen (se ordliste) beregnes på grunnlag av totalt pådriv fra en enkel karbonsyklus/klima-modell, MAGICC. CO<sub>2</sub>-ekv konsentrasjonen i 2111 er anslått til 430 ppm (usikkerhetsintervall 340–520 ppm). Dette er basert på vurderingen av samlet menneskeskapt strålingspådriv for 2011 i forhold til 1750 i WGI, dvs. 2.3 W/m<sup>2</sup>, usikkerhetsintervall 1.1–3.3 W/m<sup>2</sup>.

<sup>g</sup> De aller fleste scenarioene i denne kategorien overskrider midlertidig kategorigrensen på 480 ppm CO<sub>2</sub>-ekv konsentrasjon.

<sup>h</sup> For scenarioene i denne kategorien finnes det ingen CMIP5-kjøring eller MAGICC-modellrealisering der temperaturen holder seg under disse nivåene. Likevel brukes begrepet *usannsynlig* for å gjenspeile usikkerheter som kanskje ikke gjenspeiles i dagens klimamodeller.

<sup>i</sup> Scenarier i kategorien 580–650 ppm CO<sub>2</sub>-eq omfatter både scenarier med midlertidig overskridelse av konsentrasjonsnivået i hele intervallet og scenarier med midlertidig overskridelse av konsentrasjonsnivået i den øvre enden av kategorien (f.eks. utviklingsbane 4.5). Generelt er det for sistnevnte type scenarier vurdert som *mer usannsynlig enn sannsynlig* å holde seg under togradersmålet, mens det er *usannsynlig* at førstnevnte type holder seg under dette temperaturnivået.

<sup>j</sup> I disse scenarioene ligger de globale CO<sub>2</sub>-ekv utslippene i 2050 mellom 70–95 % under 2010-utslippene, og de ligger mellom 110–120 % under 2010-utslippene i 2100.



**Figur SPM.12** | Betydningen ulike klimagassutslippsnivåer i 2030 vil ha for tempoet i CO<sub>2</sub>-utslippsreduksjonene og oppskaleringen i bruk av lavkarbonenergi i utslippsreduksjonsscenarier som det er *omtrent like sannsynlig som usannsynlig* at skal holde oppvarmingen i det 21. århundret under 2 °C i forhold til førindustrielt nivå (klimagassnivåer i 2100 på 430–530 ppm CO<sub>2</sub>-ekv). Scenariene er gruppert i henhold til ulike utslippsnivåer i 2030 (fargelagt med ulike nyanser av grønt). Venstre panel viser utviklingsbanene for klimagassutslippene (GtCO<sub>2</sub>-ekv/år) som fører til disse 2030-nivåene. Den svarte prikken gir historiske klimagassutslippsnivåer med tilhørende usikkerhet i 2010, som vist i figur SPM.2. Den svarte stolpen viser det anslåtte usikkerhetsintervallet for klimagassutslipp ved oppfyllelse av Cancún-avtalen. Midtpanelet viser gjennomsnittlig, årlig tempo i utslippsreduksjoner for CO<sub>2</sub> for perioden 2030–2050. Det sammenligner median og kvartilintervall mellom scenarier fra nye modellsammenligninger hvor uttrykte foreløpige målsetninger for 2030 er inkludert med intervallet fra scenariene i scenariodatabasen til WGIII AR5. I tillegg vises årlig endringstempo for historiske utslipp (over en periode på 20 år) og gjennomsnittlig årlig CO<sub>2</sub>-utslippsendring fra 2000 til 2010. Pilene i høyre panel viser størrelsesordenen på oppskalering av bruk av null- og lavutslippsenergi fra 2030 til 2050, avhengig av ulike klimagassutslippsnivåer i 2030. Energiforsyning basert på null- og lavutslippsenergi omfatter fornybar energi, kjernekraft og fossil energi med karbondioksidsfangst og -lagring (CCS) eller bioenergi med CCS (Bio-CCS). [Merk: Kun scenarier der alle de underliggende modellenes begrensningsteknologier er anvendt (standard teknologiantakelse), vises. Scenarier med store netto negative globale utslipp (>20 GtCO<sub>2</sub>-eq/år), scenarier med eksogene karbonprisantakelser samt scenarier med 2010-utslipp som ligger betydelig utenfor det historiske intervallet, er utelatt.] {Figur 3.4}

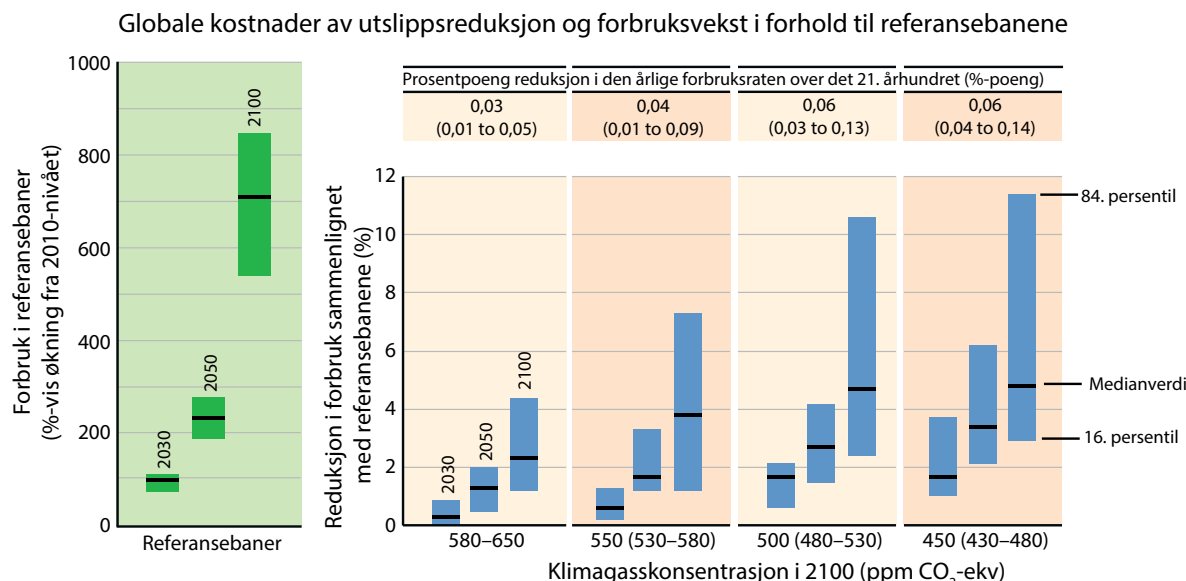
55 % lavere enn 2010-nivået. Scenarier med høyere utslipp i 2050 kjennetegnes av større avhengighet av teknologier for karbonfjerning (CDR-teknologier) etter midten av århundret (og omvendt). Scenarier hvor det er *sannsynlig* at oppvarmingen begrenses til 3 °C sammenlignet med førindustrielt nivå, reduserer utslipp saktere enn baner som begrenser oppvarmingen til 2 °C. Det finnes et begrenset antall studier med scenarier som *mer sannsynlig enn usannsynlig* vil begrense oppvarmingen til 1,5 °C innen 2100. Disse scenariene kjennetegnes av konsentrasjoner under 430 ppm CO<sub>2</sub>-ekv innen 2100 og en utslippsreduksjon innen 2050 på mellom 70 % og 95 % under 2010-nivået. Se Tabell SPM.1 for en utfyllende oversikt over egenskapene til de forskjellige utslippsscenariene, med tilhørende klimagasskonsentrasjoner og sannsynlighet for at oppvarmingen holdes innenfor bestemte temperaturintervall. {Figur SPM.11, 3.4, Tabell SPM.1}

Utslippsreduksjonsscenarier som når ca. 450 ppm CO<sub>2</sub>-ekv i 2100 (tilsvarer at det er *sannsynlig* at oppvarmingen kan holdes under 2 °C i forhold til førindustrielt nivå), innebærer som regel midlertidige overskridelser<sup>17</sup> av atmosfæriske konsentrasjoner. Det samme gjelder mange scenarier som når mellom ca. 500 ppm CO<sub>2</sub>-ekv og ca. 550 ppm CO<sub>2</sub>-ekv i 2100 (se tabell SPM.1). Avhengig av overskridelsesgrad forutsetter overskridelsesscenarier vanligvis tilgang til og omfattende bruk av bioenergi med karbondioksidsfangst og -lagring (Bio-CCS) samt skogplanting i andre halvdel av århundret. Tilgjengeligheten og omfanget av disse og andre teknologier og metoder for karbondioksidsfjerning (CDR) er usikre, og CDR-teknologier er, i varierende grad, forbundet med utfordringer og risiko.<sup>18</sup> CDR er også vanlig i mange

<sup>17</sup> I scenarier med konsentrasjonsoverskridelser når konsentrasjonene en topp i løpet av århundret, for deretter å synke.

<sup>18</sup> På global skala har CDR-metodenes potensial biogeokjemiske og teknologiske begrensninger. Det finnes ikke tilstrekkelig med kunnskap for å kvantifisere i hvor stor grad CDR kan utligne CO<sub>2</sub>-utslipp på en hundreårig tidsskala. CDR-metoder kan innebære tilleggseffekter og langsiktige konsekvenser på en global skala.





**Figur SPM.13** | Globale kostnader av utslippsreduksjon i kostnadseffektive scenarier for ulike atmosfæriske konsentrasjoner i 2100. Kostnadseffektive scenarier forutsetter umiddelbar utslippsreduksjon i alle land og én felles global karbonpris og ingen teknologibegrensninger utover modellenes standard teknologiantakelser. Reduksjoner i forbruk vises i forhold til en referansebane uten klimapolitiske tiltak (venstre panel). Tabellen øverst viser prosentvis reduksjon i annualisert forbruksvekst i forhold til forbruksveksten i referansebanen på 1,6–3 % per år (hvis f.eks. reduksjonen er på 0,06 prosentpoeng per år pga. utslippsreduksjonstiltak, og referansebane-veksten er 2,0 % per år, så blir veksthastighet med utslippstiltak 1,94 % per år). Kostnadsanslagene i denne tabellen tar ikke hensyn til fordelene ved reduserte klimaendringer eller positive og negative tilleggseffekter av utslippstiltak. De høyeste anslagene i disse kostnadsintervallene stammer fra modeller som er relativt lite fleksible, med hensyn til oppnåelse av de gjennomgripende utslippsreduksjonene som er nødvendige på lang sikt for å oppnå disse målene, og/eller omfatter antakelser om markedsufullkommenheter som medfører høyere kostnader. {Figur 3.3}

scenarier uten overskridelser, for å kompensere for resterende utslipp fra sektorer hvor utslippsreduksjon er dyrere (*høy sikkerhet*). {3.4, Boks 3.3}

Å redusere utslipp av andre stoffer enn CO<sub>2</sub> kan være et viktig element i strategier for utslippsreduksjon. Dagens utslipp av klimagass og andre klimapådrivere påvirker klimaendringenes tempo og omfang de neste tiårene, selv om oppvarming på lang sikt hovedsakelig drives av CO<sub>2</sub>-utslipp. Utslipp av andre stoffer enn CO<sub>2</sub> uttrykkes ofte i form av "CO<sub>2</sub>-ekvivalente utslipp", men valg av målestokk for å beregne disse utslippene og hva det har å si for når og hvor mye de ulike klimapådrivene bør reduseres, avhenger av anvendelse, politisk kontekst/sammenheng og verdurverdinger. {3.4, Boks 3.2}

Hvis ytterligere tiltak for utslippsreduksjon ikke iverksettes før 2030, blir det vesentlig mer utfordrende å skulle begrense oppvarmingen i 21. århundret til mindre enn 2 °C over førindustrielt nivå. En slik utsettelse vil kreve et betydelig høyere tempo i utslippsreduksjonene fra 2030 til 2050; en mye raskere oppskalering av lavkarbonteknologi i denne perioden og større langsiktig avhengighet av CDR-teknologi, og innebærer også større, både kortsiktige og langsiktige innvirkninger på økonomien. Anslåtte globale utslippsnivåer i 2020 basert på Cancún-avtalens løfter, er ikke i tråd med kostnadseffektive begrensingsbaner som det er *omtrent like sannsynlig som usannsynlig* at vil holde oppvarmingen under 2 °C i forhold til førindustrielt nivå, men de utelukker ikke muligheten for å oppfylle dette målet (*høy sikkerhet*) (se figur SPM.12, tabell SPM.2). {3.4}

Anslag for de samlede økonomiske kostnadene ved utslippsreduksjon varierer mye, avhengig av metodikk og forutsetninger, men øker med utslippsreduksjonens stringens. Scenarier hvor alle verdens land begynner å redusere utslippene umiddelbart, hvor det er én felles global karbonpris og hvor alle nøkkelteknologier er tilgjengelige, har blitt brukt som en kostnadseffektiv standard for beregning av makroøkonomiske kostnader for utslippsreduksjon (se Figur SPM.13). Med disse forutsetninger vil utslippsreduksjonsscenarier som det er *sannsynlig* at vil begrense oppvarmingen i det 21. århundret til 2 °C over førindustrielt nivå, medføre tap i globalt forbruk. Ikke medregnet fordeler ved reduserte klimaendringer samt positive og negative tilleggseffekter av reduksjon av utslipp vil dette tapet være på 1-4 % (medianverdi: 1,7 %) i 2030 og 2-6 % (medianverdi: 3,4 %) i 2050 og 3-11 % (medianverdi: 4,8 %) i 2100. Til sammenligning vokser det globale forbruket i referansebane-scenarier med fra 300 til mer enn 900 % gjennom århundret (se Figur SPM.13). Disse tallene tilsvarer en annualisert reduksjon i forbruksveksten på 0,04 til 0,14 (median: 0,06) prosentpoeng gjennom århundret i forhold til annualisert forbruksvekst i referansebanen, som ligger mellom 1,6 % og 3 % per år (*høy sikkerhet*). {3.4}

**Tabell SPM.2 |** Økning i de globale kostnadene for utslippsreduksjon ved enten begrensninger på anvendelse av visse teknologier eller forsinket gjennomføring av utslippsreduksjon<sup>a</sup>, sammenlignet med kostnadseffektive scenarier.<sup>b</sup> Kostnadsøkningen er gitt ved medianverdier og for 16. til 84. persentil intervallet (i parentes)<sup>c</sup> av scenarioene. I tillegg angis i de fargelagte symbolene antall scenarier i hver scenariokategori. Symbolfargen angir andel av modellene der målkonsentrasjonen ble nådd i en systematisk modellensammenligning. {Tabell 3.2}

<sup>a</sup> Scenarier med forsinket utslippsreduksjon er forbundet med klimagassutslipp på over 55 GtCO<sub>2</sub>-ekv i 2030, og økningen i kostnader

| konsentrasjoner<br>i 2100 (ppm<br>CO <sub>2</sub> -eq) | Økninger i kostnader av<br>utslippsreduksjoner i scenarier med<br>begrenset tilgang på teknologier <sup>d</sup>                       |                               |                       |                        | Økninger i kostnader av<br>utslippsreduksjoner på grunn<br>av utsettelse av ytterligere<br>utslippsreduksjoner fram til<br>2030 |                                       |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
|                                                        | [% økning i totale diskonterte <sup>e</sup><br>utslippsreduksjonskostnader (2015–2100) i forhold til<br>standard teknologiantakelser] |                               |                       |                        | [% økning i<br>utslippsreduksjonskostnader i forhold til<br>umiddelbar utslippsreduksjon]                                       |                                       |
|                                                        | ingen<br>CCS                                                                                                                          | utfasing<br>av<br>kjernekraft | begrenset<br>sol/vind | begrenset<br>bioenergi | kostnader<br>mellomlang<br>sikt<br>(2030–2050)                                                                                  | kostnader lang<br>sikt<br>(2050–2100) |
| 450 (430–480)                                          | 138 %<br>(29–297 %)                                                                                                                   | 7 %<br>(4–18 %)               | 6 %<br>(2–29 %)       | 64 %<br>(44–78 %)      | 44 %<br>(2–78 %)                                                                                                                | 37 %<br>(16–82 %)                     |
| 500 (480–530)                                          | ikke<br>tilgjengelig                                                                                                                  | ikke<br>tilgjengelig          | ikke<br>tilgjengelig  | ikke<br>tilgjengelig   |                                                                                                                                 |                                       |
| 550 (530–580)                                          | 39 %<br>(18–78 %)                                                                                                                     | 13 %<br>(2–23 %)              | 8 %<br>(5–15 %)       | 18 %<br>(4–66 %)       | 15 %<br>(3–32 %)                                                                                                                | 16 %<br>(5–24 %)                      |
| 580–650                                                | ikke<br>tilgjengelig                                                                                                                  | ikke<br>tilgjengelig          | ikke<br>tilgjengelig  | ikke<br>tilgjengelig   |                                                                                                                                 |                                       |

**Symboloversikt – andelen av modeller der målkonsentrasjon blir nådd (tallet angir antall vellykkede modeller).**

■ : konsentrasjonsnivå nådd i alle modeller

■ : konsentrasjonsnivå nådd i 50–80 % av modellene

■ : konsentrasjonsnivå nådd i 80–100 % av modellene

■ : konsentrasjonsnivå nådd i under 50 % av modellene

ved forsinket utslippsreduksjon er uttrykt i forhold til kostnadseffektive scenarier med utslippsreduksjoner for det samme langsiktige konsentrasjonsnivået.

<sup>b</sup> Kostnadseffektive scenarier forutsetter umiddelbar innføring av ytterligere tiltak for utslippsreduksjon i alle land og én felles global karbonpris. De legger ingen teknologiske begrensninger utover de som ligger i modellenes standard teknologiforutsetninger.

<sup>c</sup> Intervallet bestemmes av hovedscenariene innenfor scenariosettets 16. til 84. persentil. Kun scenarier med tidshorisont fram til 2100 er inkludert. Enkelte modeller som er med i kostnadsintervallene for konsentrasjonsnivåer over 530 ppm CO<sub>2</sub>-ekv i 2100, kunne ikke produsere tilsvarende scenarier for konsentrasjonsnivåer under 530 ppm CO<sub>2</sub>-eq i 2100 ved forutsetninger om begrenset teknologitilgang og/eller forsinket gjennomføring av ytterligere utslippsreduksjoner utover referansebanenes.

<sup>d</sup> Ingen CCS: CCS er ikke tatt med i disse scenarioene. Utfasing av kjernekraft: Ingen flere kjernekraftanlegg utover de som er under bygging, og bruk av eksisterende anlegg ut levetiden. Begrenset sol/vind: maksimalt 20 % av global elektrisitet kommer fra sol- og vindkraft i hvert enkeltår i scenarioene. Begrenset bioenergi: maksimalt 100 EJ/år fra moderne bioenergi globalt (moderne bioenergi brukt til oppvarming, kraft og kombinasjoner, samt industri var på omkring 18 EJ/år i 2008).

<sup>e</sup> Prosentvis økning i netto nåverdi av forbruksreduksjon, i prosent av forbruk fra referansebanene (for scenarier fra generelle likevektsmodeller) og reduksjonskostnader i prosent av baseline Brutto Nasjonal Produkt (BNP) (for scenarier fra partielle likevektsmodeller) for perioden 2015–2100, diskontert med 5 % per år.

Ved fravær av, eller begrenset tilgang til, teknologier for utslippsreduksjon (f.eks. bioenergi, CCS og kombinasjonen (Bio-CCS), kjernekraft, vind-/solkraft), kan kostnadene til utslippsreduksjon øke betydelig avhengig av hvilken teknologi det gjelder. Om ytterligere utslippsreduksjoner utsettes, øker kostnadene på middels til lang sikt. Om iverksettelsen av slike utslippsreduksjoner forsinkes betydelig, vil det i mange modeller ikke være sannsynlig at oppvarming i det 21. århundret kan begrenses til mindre enn 2 °C over førindustrielt nivå. I mange modeller vil ikke sannsynlig oppvarming kunne holdes under 2 °C hvis bruk av bioenergi, CCS og kombinasjonen (Bio-CCS) begrenses (høy sikkerhet) (Tabell SPM.2). {3.4}

Utslippsreduksjonsscenarier som når omkring 450 eller 500 ppm CO<sub>2</sub>-ekv innen 2100, viser lavere kostnader for å nå luftkvalitets- og energisikkerhetsmål. Dette gir betydelige positive tilleggseffekter for menneskers helse, påvirkning av økosystemer, ressursbruk og energisikkerhet. {4.4.2.2}

En klimapolitikk for utslippsreduksjon kan redusere verdien av fossile ressurser og inntektene for eksportører av fossile brenslers, men forskjeller mellom regioner og brenslers eksisterer (*høy sikkerhet*). I de fleste utslippsreduksjonsscenarioer blir inntekter for store eksportører av kull og olje redusert (*høy sikkerhet*). Tilgjengelighet og bruk av CCS vil kunne redusere de negative virkningene for verdien av fossile ressurser (*middels sikkerhet*). {4.4.2.2}

SRM (Solar Radiation Management) omfatter storskalametoder som er ment å redusere mengden solenergi som absorberes i klimasystemet. SRM er ikke testet ut og er ikke med i noen av scenarioene for utslippsbegrensning. Hvis SRM skulle tas i bruk, ville det medføre mange usikkerhetsmomenter, negative tilleggseffekter, risikoer og mangler. Løsningen har dessuten spesielle etiske og forvaltningsmessige problemstillinger. SRM ville ikke redusere havforsuringen. Ved opphør er det *høy sikkerhet* for at overflatetemperaturer ville stige svært raskt og virke inn på økosystemer som er følsomme for raske endringer. {Boks 3.3}

### SPM 4. Tilpasning og utslippsreduksjon

**Mange tiltak for tilpasning og utslippsreduksjon kan bidra til å takle klimaendringene, men ingen enkelttiltak er nok i seg selv. Effektiv gjennomføring forutsetter politiske tiltak og samarbeid på alle nivåer, og kan bedres ved å integrere tiltak for tilpasning og utslippsreduksjon i oppnåelse av andre samfunns mål. {4}**

#### SPM 4.1 Felles faktorer som tilrettelegger for eller hindrer tiltak for tilpasning og utslippsreduksjon

**Tiltak for tilpasning og utslippsreduksjon underbygges av felles tilretteleggingsfaktorer. Disse omfatter effektive institusjoner og styresystemer, innovasjon og investeringer i miljøvennlig teknologi og infrastruktur, bærekraftige levebrød samt adferds- og livsstilsvalg. {4.1}**

Treghet i mange deler av det sosioøkonomiske systemet reduserer mulighetene for tilpasning og utslippsreduksjon (*middels vitenskapelig belegg, høy faglig enighet*). Innovasjon og investering i miljøvennlig teknologi og infrastruktur kan redusere klimagassutslipp og øke motstandsdyktighet mot klimaendringer (*svært høy sikkerhet*). {4.1}

Sårbarhet for klimaendringer, klimagassutslipp og mulighet til tilpasning og utslippsreduksjon påvirkes sterkt av levebrød, livsstil, adferd og kultur (*middels vitenskapelig belegg, middels faglig enighet*). I tillegg påvirkes sosial aksept og/eller effektivitet av klimapolitiske tiltak av i hvilken grad tiltakene oppmuntrer til, eller avhenger av stedstilpassede endringer i livsstil eller adferd. {4.1}

For mange regioner og sektorer er økt kapasitet til utslippsreduksjon og tilpasning en del av grunnlaget som er avgjørende for å kunne håndtere klimaendringsrisiko (*høy sikkerhet*). Institusjonelle forbedringer samt bedre koordinering og samarbeid i forvaltningen kan bidra til å fjerne regionale hindringer for utslippsreduksjoner, tilpasning og katastroferisikoreduksjon (*svært høy sikkerhet*). {4.1}

#### SPM 4.2 Tiltak for tilpasning

**Det finnes tilpasningstiltak i alle sektorer, men hvilken kontekst de gjennomføres i samt deres potensial for reduksjon av klimarisiko varierer mellom ulike sektorer og regioner. Enkelte tilpasningstiltak gir betydelige positive tilleggseffekter, synergieffekter og kompromisser. Utfordringene for mange tilpasningsalternativer vil øke med omfanget av klimaendringene. {4.2}**

**Tabell SPM.3 | Tilnærminger til å håndtere klimaendringsrisiko gjennom tilpasning.** Disse tilnærmingene bør heller betraktes som overlappende enn enkeltstående, og de gjennomføres ofte samtidig med hverandre. Eksempelene står i tilfeldig rekkefølge og kan gjelde for mer enn én kategori. {Tabell 4.2}

| Overlappende tilnærminger                                                                                                                                                                                                                                                         | Kategori                         | Eksempler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Reduksjon av sårbarhet og utsatthet</b></p> <p>gjennom utvikling, planlegging &amp; gjennomføring av blant annet «low regret measures»</p> <p><b>Tilpasning</b></p> <p>både mindre endringer av eksisterende systemer og større omstillinger</p> <p><b>Omstillinger</b></p> | Sosial utvikling                 | Bedre tilgang til utdanning, ernæring, helsetjenester, energi, trygge bosteder & strukturer for bosetting & sosialomsorg, mindre kjønnsdiskriminering & andre former for marginalisering.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Fattigdoms-bekjempelse           | Bedre tilgang til & råderett over lokale ressurser; landrettigheter; reduksjon av katastroferisiko; sosiale sikkerhetsnett & sosial beskyttelse; forsikringsordninger.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Sikkerhet for levebrød           | Diversifisering av inntekt, verdier & levebrød; bedring av infrastruktur; tilgang til fora for teknologi & beslutningsprosesser; bedre evne til å ta avgjørelser; endringer av praksis for jorddyrking, husdyrhold & akvakultur; tillit til sosiale nettverk.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Håndtering av katastroferisiko   | Systemer for tidlig varsling; kartlegging av risiko & sårbarhet; diversifisering av vannressurser; bedring av drenering; tilfluktsrom og -steder ved flom & sykkloner; bygningsstandarder & –praksis; håndtering av overvann & kloakk; forbedring av transport & infrastruktur veier.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Forvaltning av økosystemer       | Opprettholdelse av våtmarker & grøntområder i byer; Skogplanting i kystområder; forvaltning av nedbørsfelt & vannmagasiner; reduksjon av andre stressfaktorer på økosystemer & fragmentering av leveområder; opprettholdelse av genetisk mangfold; styring av forstyrrelser som branner, flom & oversvømmelser; fellesskapsbasert forvaltning av naturressurser.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Areal- og arealbruks-planlegging | Skaffe til veie tilfredsstillende bolig, infrastruktur & tjenester; håndtere utvikling i flomutsatte eller andre høyrisikoområder; planlegging & utbedringsprogrammer i byer & tettsteder; arealbrukslover; servitutter; verneområder.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Strukturelle/ fysiske            | <p><b>Bygnings- &amp; infrastruktur løsninger:</b> havdemninger, kystbeskyttelsesstrukturer; flomvoller; vannlager; forbedret drenering; tilfluktssteder ved flom &amp; sykkloner; bygningsforskrifter &amp; praksis; håndtering av overvann &amp; avløpsvann; forbedring av transport &amp; infrastruktur veier; flytende boliger; tilpasninger i kraftstasjoner &amp; ledningsnett.</p> <p><b>Teknologiske løsninger:</b> Nye plante- &amp; dyreslag; Urbefolkningers, tradisjonell &amp; lokal kunnskap, teknologi &amp; metoder; effektiv jordbruksvanning; vannsparende teknologier; avsalting; bevaringsjordbruk; anlegg for matlagring &amp; konservering; kartlegging &amp; overvåking av risiko &amp; sårbarhet; systemer for tidlig varsling; isolasjon i bygninger; mekanisk &amp; passiv kjøling; teknologiutvikling, -overføring &amp; spredning.</p> <p><b>Økosystem baserte løsninger:</b> økologisk restaurering; jordvern; etablering &amp; re-etablering av skog; vern &amp; planting av mangroveskog; grønn infrastruktur (for eksempel skyggetrær, grønne tak); begrensning av overfiske samforvaltning av fiskeriene; assistanse til flytting &amp; spredning av bestemte arter; økologiske korridorer; frøbanker, genbanker &amp; andre ex situ bevaringsformer; fellesskapsbasert forvaltning av naturressurser.</p> <p><b>Tjenester:</b> sosiale sikkerhetsnettverk &amp; sosial beskyttelse; matbanker &amp; fordeling av matoverskudd; kommunale tjenester, blant annet vann &amp; avløpsvann; vaksineringsprogrammer; grunnleggende offentlige helsetjenester; bedre medisinsk nødhjelp.</p> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Institusjonelle                  | <p><b>Økonomiske beslutninger &amp; løsninger:</b> økonomiske insentiver; forsikring; katastrofe obligasjoner; betaling for økosystemtjenester; prissetting av vann for å oppmuntre til universell forsyning &amp; forsiktig bruk; mikrofinans; nødhjelpsfond; pengeoverføringer; offentlig-private partnerskap.</p> <p><b>Lover &amp; reguleringer:</b> arealbrukslover; bygningsforskrifter &amp; praksis; servitutter; reguleringer av &amp; avtaler for bruk av vann; lover for å redusere katastroferisiko; lover for å oppmuntre til å skaffe forsikringer; avklaring av eiendomsrett &amp; landrettigheter; verneområder; fiskekvoter; patentdeling &amp; teknologioverføring.</p> <p><b>Politikkutforming &amp; programmer på nasjonalt nivå &amp; myndighetsnivå:</b> nasjonale &amp; regionale tilpasningsplaner; tilpasningsplaner på fylkes- &amp; lokalt nivå; økonomisk diversifisering; utbedringsprogrammer i byer &amp; tettsteder; kommunale vannforvaltningsprogrammer; planlegging av katastrofeberedskap; integrert vannressursforvaltning; integrert kystzoneforvaltning; økosystembasert forvaltning; fellesskapsbasert tilpasning.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Sosiale                          | <p><b>Utdannelsesbaserte muligheter:</b> økning av bevissthet &amp; integrering i utdannelsen; kjønnslikestilling i utdannelsen; etterutdanning; deling av urbefolkningers &amp; tradisjonell &amp; lokal kunnskap; forskning på tiltaksdeltakelse &amp; sosial læring; kunnskapsdeling &amp; læringsplattformer.</p> <p><b>Muligheter gjennom informasjon:</b> kartlegging av risiko &amp; sårbarhet; systemer for tidlig varsling &amp; reaksjon; systematisk overvåking &amp; fjernmåling; klimatjenester; anvendelse av urbefolkningers klimaobservasjoner; deltakelse i scenarioutvikling; integrert vurdering.</p> <p><b>Muligheter gjennom adferdsendring:</b> forberedelse i husholdningene &amp; planlegging av evakuering; flytting; vern av jord &amp; vann; holde overvannsystemer åpne; diversifisering av levebrød; endret praksis for jorddyrking, husdyrhold &amp; akvakultur; tillit til sosiale nettverk.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Endringsområder                  | <p><b>Praktisk:</b> sosial &amp; teknisk innovasjon, adferdsendringer, eller institusjonelle &amp; forvaltningsmessige endringer som fører til vesentlige endringer av resultatene.</p> <p><b>Politisk:</b> politiske, sosiale, kulturelle &amp; økologiske handlinger som er i samsvar med redusert sårbarhet &amp; risiko &amp; støtte til tilpasning, utslippsreduksjon &amp; bærekraftig utvikling.</p> <p><b>Personlig:</b> Individuelle &amp; kollektive antakelser, tro, verdisyn &amp; verdensanskuelser som påvirker respons på klimaendringene</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

Erfaringene med tilpasningstiltak er økende på tvers av regioner, både i offentlig og privat sektor og i ulike samfunnsgrupper. Det er økende anerkjennelse av verdien av sosiale (inkludert lokale og tradisjonelle/urbefolkningenes), institusjonelle og økosystembaserte tiltak og av omfanget av hindringene for tilpasning. Tilpasning blir mer integrert i enkelte planleggingsprosesser, mens gjennomføring er mer begrenset (*høy sikkerhet*). {1.7, 4.2, 4.4.2.1}

Behovet for tilpasning og tilknyttede utfordringer forventes å øke med omfanget av klimaendringene (*svært høy sikkerhet*). Det finnes muligheter for tilpasning i alle sektorer og regioner, mens deres potensial og tilnærming metode er avhengig av tiltakenes kontekst for sårbarhetsreduksjon, katastroferisikohåndtering eller proaktiv tilpasningsplanlegging (se Tabell SPM.3). Effektive strategier og tiltak tar hensyn til potensialet for positive tilleggseffekter og muligheter innenfor mer vidtfavnende strategiske mål og utviklingsplaner. {4.2}

### SPM 4.3 Tiltak for utslippsreduksjon

**Det finnes tiltak for utslippsreduksjon i alle store sektorer. Utslippsreduksjon kan gjøres mer kostnadseffektiv ved å bruke en integrert tilnærming som kombinerer tiltak for å redusere energiforbruket og klimagassintensiteten i sluttbrussektorer, avkarbonisere energiforsyningen, redusere nettutslippene og styrke/øke karbonsluk i arealbaserte sektorer. {4.3}**

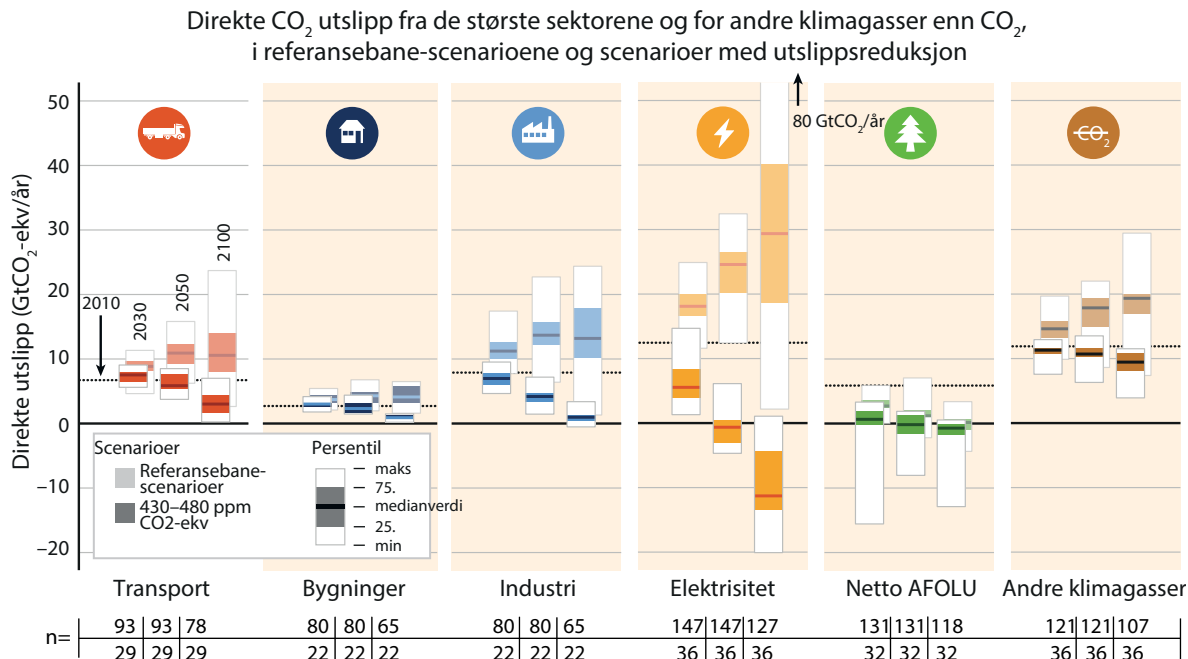
Hensiktsmessig utformede systemiske og sektorovergrepene strategier for utslippsreduksjon gir en mer kostnadseffektiv utslippsreduksjon enn et fokus på enkeltstående teknologier og sektorer, hvor tiltak i én sektor påvirker behovet for utslippsreduksjon i andre (*middels sikkerhet*). Tiltak for utslippsreduksjon samvirker med andre samfunns mål og dette skaper et potensial for positive og negative tilleggseffekter. Håndtert på riktig måte kan samvirkende interesser styrke grunnlaget for å iverksette klimatiltak. {4.3}

Utslippsintervaller referansebane-scenarier og utslippsreduksjonsscenarioer som holder klimagasskonsentrasjonene på lave nivåer (omkring 450 ppm CO<sub>2</sub>-ekv, og som *sannsynligvis* vil begrense oppvarmingen til 2 °C over førindustrielt nivå), er vist for forskjellige sektorer og gasser i figur SPM.14. Nøkkeltiltak for slike utslippsreduksjonsmål omfatter avkarbonisering av (dvs. å redusere karbonintensiteten til) elektrisitetsproduksjonen (*middels vitenskapelig belegg, høy faglig enighet*) samt effektivitetsforbedringer og adferdsendringer, slik at energietterspørselen reduseres sammenlignet med referansebane-scenarier, uten at det går utover utvikling (*robust vitenskapelig belegg, høy faglig enighet*). I scenarier der konsentrasjoner på 450 ppm CO<sub>2</sub>-ekv nås innen 2100, vil globale CO<sub>2</sub>-utslipp fra energiforsyningssektoren synke i løpet av det neste tiåret og de har reduksjoner på 90 % eller mer under 2010-nivået mellom 2040 og 2070. I de fleste lavkonsentrasjons-stabiliseringsscenarioer (ca. 450 til ca. 500 ppm CO<sub>2</sub>-eq, som minst *like sannsynlig som usannsynlig* vil begrense oppvarmingen til 2 °C over førindustrielt nivå), vil andelen lavkarbon-elektrisitetsforsyning (dvs. fornybar energi, kjernekraft og CCS, inkludert Bio-CCS) øke til over 80 % fra dagens andel på omkring 30 % innen 2050, og elektrisitetsproduksjon basert på fossile brenslers uten CCS er nesten fullstendig utfaset innen 2100. {4.3}

Snarlige reduksjoner i energietterspørselen er et viktig element i kostnadseffektive begrensingsstrategier, gir større fleksibilitet i hvordan reduksjonen av energiforsyningssektorens karbonintensitet kan oppnås, beskytter mot tilhørende risiko på forsyningssiden, hindrer å bli låst inn i karbonintensive infrastrukturer og medfører viktige positive tilleggseffekter. De mest kostnadseffektive utslippsreduksjonstiltakene i skogbruket er skogplanting, bærekraftig skogbruk og redusert avskoging, med store variasjoner i deres relativ betydning for de ulike regionene. Innen jordbruk inkluderer de mest kostnadseffektive tiltakene bedre drift av dyrket jord og beitemark samt restaurering av organisk jordsmonn (*middels vitenskapelig belegg, høy faglig enighet*). {4.3, figur 4.1 og 4.2, tabell 4.3}



Adferd, livsstil og kultur har mye å si for energiforbruk og utslipp forbundet med det, med et stort potensial for utslippsreduksjon i bestemte sektorer, spesielt når teknologiske og strukturelle endringer gjennomføres samtidig (*middels vitenskapelig belegg, middels faglig enighet*). Ved å endre forbruksmønstre, ta i bruk energibesparende tiltak, endre kosthold og redusere tap og kasting av mat kan utslippene reduseres betydelig. {4.1, 4.3}



**Figure SPM.14** | Utslipp av CO<sub>2</sub> etter sektor og av andre klimagasser enn CO<sub>2</sub> (Kyoto-gasser) samlet for alle sektorer i referansebane-scenarioer (stolper med bleket farge) og scenarioer med utslippsreduksjon (stolper med klar farge), som når konsentrasjoner på ca. 450 (430–480) ppm CO<sub>2</sub>-ekv i 2100 (og som det er *sannsynlig* at vil begrense oppvarmingen til 2 °C over førindustrielt nivå). Utslippsreduksjon i sluttbrukssektorene fører også til indirekte utslippsreduksjoner oppstrøms i energiforsyningssektoren. Direkte utslipp fra sluttbrukssektorene omfatter altså ikke forsyningssidens utslippsreduksjonspotensial som følge av f.eks. redusert elektrisitetsetterterspørsel. Tallene under grafene viser til antall scenarioer som er inkludert i intervallet (øverste rad: referansebane-scenarioer; nederste rad: utslippsreduksjonsscenarioer), som varierer avhengig av sektor og tid på grunn av forskjell i oppløsning mellom sektorene og tidshorisont for modellene. Utslippsintervaller for begrensningsscenarioer inkluderer alle begrensningstiltak; mange modeller gir ikke en konsentrasjon på 450 ppm CO<sub>2</sub>-ekv innen 2100 ved fravær av CCS. Negative utslipp i energisektoren skyldes bruk av Bio-CCS. "Netto" AFOLU-utslipp omfatter etablering og gjenopprettelse av skog samt avskogingsaktiviteter. {4.3, Figur 4.1}

## SPM 4.4 Politiske tilnærminger for tilpasning og utslippsbegrensning, teknologi og økonomi

**Effektiv tilpasning og utslippsreduksjon forutsetter politikkutforming og tiltak på flere nivåer – internasjonalt, regionalt, nasjonalt og lokalt. Politiske strategier som omfatter alle nivåer, og som direkte fremmer tilpasning og utslippsreduksjon, kan gjøres mer effektive og kompletteres med tiltak som støtter utvikling, spredning og overføring av teknologi, samt finansiering av tiltak som svar på klimaendringer. {4.4}**

Internasjonalt samarbeid er avgjørende for en effektiv reduksjon av utslippene, selv om utslippsreduserende tiltak også kan gi positive tilleggseffekter lokalt. Tilpasning er primært rettet mot resultater på lokalt til nasjonalt nivå, men effektiviteten kan økes gjennom koordinering på ulike forvaltningsnivåer, blant annet ved internasjonalt samarbeid. {3.1, 4.4.1}

- FNs klimakonvensjon (UNFCCC) er det viktigste multinasjonale forum for arbeidet med klimaendringer, med deltagelse fra nesten alle land. Andre institusjoner som er organisert på ulike forvaltningsnivåer, har resultert i en diversifisering av internasjonalt samarbeid om klimaendringer. {4.4.1}
- Kyoto-protokollen har gitt erfaringer med hvordan man kan oppnå hovedmålet i FNs klimakonvensjon, spesielt med deltagelse, gjennomføring, de fleksible mekanismene og miljømessig effektivitet (*middels vitenskapelig belegg, lav faglig enighet*). {4.4.1}
- Sammenkobling av klimapolitiske tiltak på regionalt, nasjonalt og subnasjonalt nivå kan gi fordeler for gjennomføring av utslippsreduksjon (*middels vitenskapelig belegg, middels faglig enighet*). Potensielle gevinster omfatter lavere kostnader, mindre utslippslekkasje og økt markedslikviditet. {4.4.1}
- Historisk sett har internasjonalt samarbeid om tilpasningsplanlegging og -gjennomføring, fått mindre oppmerksomhet enn tiltak for utslippsreduksjon, men er økende og har bidratt til utforming av strategier, planer og tiltak for tilpasning på nasjonalt, sub-nasjonalt og lokalt nivå (*høy sikkerhet*). {4.4.1}

Det har vært en betydelig økning i antall nasjonale og lokale planer og strategier, både for tilpasning og utslippsreduksjon siden AR4, med økt oppmerksomhet på klimapolitikk som integrerer flere mål, øker positive tilleggseffekter og reduserer negative sideeffekter (*høy sikkerhet*). {4.4.2.1, 4.4.2.2}

- Nasjonale myndigheter spiller en nøkkelrolle i tilpasningsplanlegging og -gjennomføring (*robust vitenskapelig belegg, høy faglig enighet*) ved at de koordinerer tiltak og bidrar med støtte og rammeverk. Selv om lokale myndigheter og privat sektor har ulike funksjoner, som også varierer fra region til region, oppfattes de stadig mer som avgjørende for framgang i tilpasningsarbeidet. Dette skyldes rollen de har i oppskaleringen av tilpasningstiltak i lokalsamfunn, husholdninger og det sivile samfunnet samt i håndteringen av risikoinformasjon og finansiering (*middels vitenskapelig belegg, høy faglig enighet*). {4.4.2.1}
- De institusjonelle sidene ved organisering av tilpasningen, inkludert integrering av tilpasning i planleggings- og beslutningsprosesser, spiller en nøkkelrolle når man skal gå fra planlegging til gjennomføring av tilpasningstiltak (*robust vitenskapelig belegg, høy faglig enighet*). Eksempler på institusjonelle tilnærminger til tilpasning med deltagelse av flere aktører inkluderer økonomiske alternativer (f.eks. forsikring og privat-offentlig partnerskap), lover og forskrifter (f.eks. regulering av arealbruk) samt politikkutforming og programmer på nasjonalt nivå og myndighetsnivå (f.eks. økonomisk diversifisering). {4.2, 4.4.2.1, Tabell SPM.3}
- Utgangspunktet kan mekanismer som setter en karbonpris, som for eksempel kvotehandelsystemer og karbonavgifter, gi kostnadseffektive utslippsreduksjoner. Slike mekanismer er imidlertid gjennomført med varierende hell, til dels på grunn av nasjonale forhold og delvis på grunn av virkemiddelutforming. De kortsiktige effektene av kvotehandelsystemer har vært begrenset på grunn av for høye kvotetak eller tak som har vist seg å ikke være begrensende (*begrenset vitenskapelig belegg, middels faglig enighet*). I enkelte land har avgiftsbaserte virkemidler spesielt innrettet på reduksjon av klimagassutslippene – sammen med teknologi og andre virkemidler – bidratt til å svekke koblingen mellom klimagassutslipp og BNP (*høy sikkerhet*). I mange land har dessuten drivstoffavgifter gitt lignende effekter som sektorbaserte karbonavgifter (selv om slike avgifter ikke nødvendigvis har vært innført for å begrense utslipp). {4.4.2.2}
- Regulerings- og informasjonstiltak benyttes i stor utstrekning og er ofte miljømessig effektive (*middels vitenskapelig belegg, middels faglig enighet*). Energieffektivitetsstandarder er eksempler på reguleringstiltak, mens eksempler på informasjonstiltak er merking som gjør det lettere for forbrukere å velge miljøvennlig. {4.4.2.2}
- Sektorspesifikke virkemidler for utslippsreduksjon har vært benyttet i større grad enn virkemidler som omfatter hele økonomien tiltak (*middels vitenskapelig belegg, høy faglig enighet*). Sektorspesifikke virkemidler kan være mer egnet for å fjerne sektorspesifikke hindringer eller markedssvikt, og kan samles i utfyllende virkemiddelpakker. Selv om virkemidler som omfatter hele økonomien teoretisk sett er mer kostnadseffektive, kan administrative og politiske hindringer gjøre det vanskeligere å gjennomføre disse. Interaksjon mellom virkemidler kan i noen tilfelle gi synergi med økt utslippsreduksjon, mens i andre tilfeller vil ikke slik interaksjon gi noen større total utslippsreduksjon enn det virkemidlene gir i seg selv. {4.4.2.2}

- Økonomiske virkemidler i form av subsidier kan tas i bruk på tvers av sektorer og har mange forskjellige former, for eksempel skattelette eller skattefritak, tilskudd, lån og kredittlinjer. En økning i antall og type virkemidler for fornybar energi (RE), inkludert subsidier – motivert av mange faktorer – har økt veksten i utbredelsen av RE-teknologier i de senere år. Samtidig kan en reduksjon i subsidier til aktiviteter med utslipp av klimagasser i forskjellige sektorer føre til utslippsreduksjoner, avhengig av sosial og økonomisk kontekst (*høy sikkerhet*). {4.4.2.2}

Positive og negative tilleggseffekter av tiltak for utslippsreduksjon kan påvirke oppnåelsen av andre mål, for eksempel mål tilknyttet menneskers helse, matsikkerhet, naturmangfold, lokal miljøkvalitet, energitilgang, levebrød og en rettferdig bærekraftig utvikling. Potensialet for positive tilleggseffekter av tiltak rettet mot energiforbruk i sluttbrukssektoren, oppveier potensialet for negative tilleggseffekter, men det er informasjon som tyder på at dette kanskje ikke gjelder alle energiforsynings- og AFOLU-tiltak. Noen utslippsreduserende tiltak øker prisen på enkelte energitjenester og kan hindre tilgangen til moderne energitjenester til befolkningsgrupper som mangler slike tjenester (*lav sikkerhet*). Slike potensielle negative tilleggseffekter på energitilgang kan unngås ved å ta i bruk komplementære virkemidler som skattelette eller andre økonomiske omfordelingsmekanismer (*middels sikkerhet*). Hvorvidt det oppstår negative tilleggseffekter, og i hvilken grad, vil være tilfelle- og stedsspesifikt og avhenge av lokale forhold samt skala, omfang og tempo av gjennomføringen. Mange positive og negative tilleggseffekter har ikke blitt godt kvantifisert. {4.3, 4.4.2.2, Boks 3.4}

Teknologistategier (utvikling, spredning og overføring) kompletterer andre virkemidler for utslippsreduksjon på alle nivåer, fra internasjonalt til lokalt. Også mange tilpasningsstrategier avhenger helt av teknologispredning og -overføring samt ledelse (*høy sikkerhet*). Det finnes strategier for å overkomme markedsmangler innen Forskning og Utvikling (R&D), men effektiv teknologibruk kan også avhenge av evnen til å ta i bruk teknologier som er egnet for lokale forhold. {4.4.3}

Betydelige utslippsreduksjoner forutsetter store endringer i innretning av investeringene (*høy sikkerhet*). Framskrivninger viser at begrensningsscenarioer som stabiliserer konsentrasjoner (uten overskridelse) i intervallet 430–530 ppm CO<sub>2</sub>-ekv innen 2100<sup>19</sup>, innebærer en økning i årlige investeringer i lavkarbon-energiforsyning for nøkkelsektorer (transport, industri og byggebransje) på flere hundre milliarder dollar innen 2030. Med tilrettelegging av rammebetingelser kan privat sektor, sammen med offentlig sektor, spille viktige roller i finansieringen av utslippsreduksjon og tilpasning (*middels vitenskapelig belegg, høy faglig enighet*). {4.4.4}

Både i industriland og utviklingsland har finansieringen av tilpasningstiltak gått saktere enn finansieringen av tiltak for utslippsreduksjon. Begrenset informasjon tyder på at det er et gap mellom globale tilpasningsbehov og midlene som er tilgjengelige for tilpasning (*middels sikkerhet*). Det er behov for en bedre kartlegging av globale tilpasningskostnader, -midler og -investeringer. Potensielle synergieffekter mellom internasjonal finansiering av katastroferisikohåndtering og tilpasning er ennå ikke fullt ut avklart (*høy sikkerhet*). {4.4.4}

### SPM 4.5 Kompromisser, synergieffekter og interaksjoner med bærekraftig utvikling

**Klimaendringene er en trussel mot bærekraftig utvikling. Likevel finnes det mange muligheter for å knytte utslippsreduksjon, tilpasning og oppfyllelse av andre samfunns mål gjennom integrert respons (*høy sikkerhet*). En vellykket gjennomføring forutsetter relevante verktøy, egnede styresett og bedre responsevne (*middels sikkerhet*). {3.5, 4.5}**

<sup>19</sup> Dette intervallet består av scenarioer som når 430–480 ppm CO<sub>2</sub>-ekv innen 2100 (og som det er sannsynlig at vil begrense oppvarmingen til 2 °C over førindustrielt nivå), og scenarioer som når 480–530 ppm CO<sub>2</sub>-ekv innen 2100 (uten overskridelse: som det er mer sannsynlig enn usannsynlig at vil begrense oppvarmingen til 2 °C over førindustrielt nivå).

Klimaendringer forsterker andre trusler mot sosiale og naturlige systemer og belaster spesielt fattige mennesker ekstra (*høy sikkerhet*). For å samstemme klimapolitikk og bærekraftig utvikling må det rettes oppmerksomhet mot både tilpasning og utslippsreduksjon (*høy sikkerhet*). En forsinkelse i global utslippsreduksjon kan gi færre klimarobuste utviklingsbaner og tilpasningalternativer i framtiden. Muligheten for å dra nytte av synergieffekter mellom tilpasning og utslippsreduksjon kan bli mindre over tid, spesielt ved overskridelse av grensene for tilpasning. Økende innsats på utslippsreduksjon og tilpasning vil gi mer komplekse interaksjoner, blant annet mellom menneskelig helse, vann, energi, arealbruk og naturmangfold (*middels vitenskapelig belegg, høy faglig enighet*). {3.1, 3.5, 4.5}

Det er mulig å iverksette strategier og tiltak i dag, som vil bidra til klimarobuste utviklingsbaner for bærekraftig utvikling og samtidig styrker levebrød, sosial og økonomisk velferd og en effektiv miljøforvaltning. I noen tilfeller kan økonomisk diversifisering være et viktig element i slike strategier. Effektiviteten av integrerte tiltak kan forsterkes ved hjelp av relevante verktøy, hensiktsmessige styresett og tilstrekkelig institusjonell og menneskelig kapasitet (*middels sikkerhet*). Integrerte tiltak er spesielt relevante for energiplanlegging og gjennomføring, interaksjon mellom vann, mat, energi og biologisk karbonfangst samt byplanlegging, som gir mange muligheter for å øke motstandsdyktighet, redusere utslipp og skape en mer bærekraftig utvikling (*middels sikkerhet*). {3.5, 4.4, 4.5}





**F**Ns klimapanel (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) er den ledende internasjonale organisasjonen for vurdering av klimaendringer. IPCC ble etablert av FNs miljøprogram (UNEP) og Verdens meteorologiorganisasjon (WMO) for å gi en autoritativ og internasjonal vurdering av klimavitenskap, basert på den nyeste vitenskapelige, tekniske og sosioøkonomiske kunnskapen fra hele verden. IPCCs hovedrapporter om årsaker, virkninger og mulige responsstrategier er det mest omfattende og oppdaterte rapportene på området, og er en standard referanse for myndigheter, akademika og næringsliv over hele verden. Synteserapporten er den fjerde delen av klimapanelets femte hovedrapport, og sammenstiller kunnskap fra de tre foregående delrapportene.

Mer enn 800 internasjonale eksperter har bidratt til gjennomgangen og vurderingene i den femte hovedrapporten, Klimaendringer 2013/2014 (Climate Change 2013/2014). De tre delrapportene fra arbeidsgruppe 1, 2 og 3 er tilgjengelige fra Cambridge University Press:

*Climate Change 2013 – The Physical Science Basis*

Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC  
(ISBN 9781107661820 paperback; ISBN 9781107057999 hardback)

*Climate Change 2014 – Impacts, Adaptation, and Vulnerability*

Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the IPCC  
(Part A: ISBN 9781107641655 paperback; ISBN 9781107058071 hardback)  
(Part B: ISBN 9781107683860 paperback; ISBN 9781107058163 hardback)

*Climate Change 2014 – Mitigation of Climate Change*

Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the IPCC  
(ISBN 9781107654815 paperback; ISBN 9781107058217 hardback)

*Synteserapporten (Climate Change 2014 – Synthesis Report)* er basert på vurderingene gjort av arbeidsgruppene 1, 2 og 3 og skrevet av et dedikert team (Core Writing Team) av forfattere. Rapporten gir en helhetlig og integrert gjennomgang og vurdering av klimaendringer og adresserer følgende tema:

- Observerte endringer og deres årsaker
- Framtidige klimaendringer, risiko og virkninger
- Framtidige utviklingsbaner for tilpasning, utslippsreduksjoner og bærekraftig utvikling
- Tilpasning og utslippsreduksjoner