

Landenes reduktionsmålsætninger og klimaeffekten

Katrine Krogh Andersen

Danmarks Klimacenter, Danmarks Meteorologiske Institut

kka@dmi.dk

I optakten til COP15 udmeldte en lang række lande målsætninger for reduktion af drivhusgasudledninger frem mod 2020. Disse udmeldinger blev efterfølgende registreret i appendices til Copenhagen Accord, og er således med til at give et grundlag for de videre forhandlinger. I Copenhagen Accord anerkender landene, at den globale opvarmning bør begrænses til maksimalt 2 grader. De nuværende indmeldinger er dog ikke tilstrækkelige til at kunne opfylde dette mål, men vil snarere være i tråd med mindst 3 graders opvarmning frem mod slutningen af det 21. århundrede. For at sikre overholdelse af 2- gradersmålet vil det derfor være nødvendigt, at udledningen af drivhusgasser reduceres ud over de nuværende målsætninger frem mod 2020.

Ambitionsniveauet for en ny klimaaftale

Det overordnede ambitionsniveau for en ny klimaaftale for tiden efter 2012 var et af de store udeståender helt op til COP15. Klimakonventionens artikel 2 siger, at drivhusgasniveauet skal stabiliseres på et niveau, så farlige menneskeskabte klimaeffekter undgås («The ultimate objective of this Convention ... is to achieve ... stabilization of greenhouse gas concentrations in the atmosphere at a level that would prevent dangerous anthropogenic interference with the climate system»), men en konkret udmøntning af dette er svær at opnå enighed om.

Landene i EU har længe arbejdet for en målsætning om, at den globale opvarmning skal begrænses til 2 grader over det før-industrielle niveau, og i opløbet til COP15 vandt denne målsætning større og større tilslutning, om ikke andet så som principiel målsætning. Opvarmningen siden industrialiseringen er i dag på næsten 0,8 grader og en begrænsning af opvarmningen til 2 grader, vil kræve markante omstillinger og reduktioner af drivhusgasudledningerne, dels på den meget korte bane, dels i de næste mange år, og på sigt for næsten alle lande. En række ulande anført af AOSIS, sammenslutningen af små østater, taler i stigende grad for, at opvarmningen skal begrænses til 1,5 grader over det før-industrielle niveau. Denne målsætning tager udgangspunkt i landenes sårbarhed over for klimaforandringer, og vandt tilslutning blandt mange udviklingslande frem mod COP15. I Copenhagen Accord anerkendes, at den globale opvarmning bør begrænses til maksimalt 2 grader over det før-industrielle niveau, og at de globale udledninger skal reduceres markant for at opnå dette (UNFCCC, 2010). 138 lande havde frem til august 2010 associeret sig med Copenhagen Accord og selvom Accorden ikke er den bindende klimaaftale, man havde håbet at kunne opnå i København er det således den første internationale aftale med så bred tilslutning, som anerkender 2-

gradersmålet. Ifølge Accorden skal gennemførelsen vurderes senest i 2015, også med henblik på en eventuel 1,5 graders målsætning.

Optakten til COP15

COP15 som blev afholdt i København i december 2009, var den hidtil seneste i rækken af ministerkonferencer under FN's klimakonvention, UNFCCC. COP15 var den 15. Partskonference under UNFCCC og samtidig også den femte partskonference for Kyoto Protokollens medlemmer (CMP5). I de internationale klimaforhandlinger har man i de seneste år arbejdet hen imod en »post-2012 aftale«. Kyoto Protokollen, som blev vedtaget i december 1997, trådte i kraft i 2005, og den første forpligtelsesperiode løber fra 2008 til 2012, hvorefter der ikke indtil videre er aftalt nogen forpligtende udmøntning af FN's klimakonvention fra 1992.

I 2007 udkom FN's klimapanel, IPCC, med sin fjerde hovedrapport også kaldet AR4. De tre delrapporter fra de tre arbejdsgrupper under IPCC udkom i løbet af januar til maj 2007, og i november måned udkom den samlede synteserapport. Overordnet set bekræftede disse rapporter den forståelse af klimaforandringerne, som også var blevet givet i de tidligere rapporter, men derudover gav de et stærkere billede af de allerede observerede klimaforandringer og en styrket vurdering af, at størstedelen af den observerede opvarmning siden midten af det tyvende århundrede, meget sandsynligt skyldes den menneskeskabte udledning af drivhusgasser. FN's klimapanel er et videnskabeligt panel, som netop er nedsat med det formål at give sin vurdering af risici og potentielle effekter af klimaforandringer, samt muligheder for tilpasning (»adaptation«) og modvirkning (»mitigation«) af disse. Vurderingerne baseres på naturvidenskabelig, teknisk og socioøkonomisk information.

I december 2007 ved COP13 vedtog landene

under UNFCCC en køreplan for de videre forhandlinger frem mod en ny klimaaftale. Dette arbejde skulle forløbe i to spor. Det ene spor, under Kyoto Protokollen, omfatter kun protokollens medlemmer, og handler dels om fornyede reduktionsmål for de industrialiserede lande under en anden forpligtelsesperiode for protokollen, og dels om mulige ændringer og tilføjelser til protokollen. Det er dog ikke alle lande, som er parter til klimakonventionen, der også har ratificeret Kyoto Protokollen, og USA er her den mest kendte og vigtigste undtagelse. De industrialiserede lande er under Kyoto Protokollen forpligtet til absolutte reduktionsmål, hvorimod udviklingslandene ikke har forpligtelser under Kyoto Protokollen. Opdelingen mellem landene her går tilbage til Klimakonventionen fra 1992, og gruppen af Annex 1 lande under klimakonventionen er de industrialiserede lande, som var medlemmer af OECD i 1992 samt lande med overgangsøkonomier fra den tidligere østblok. Den skarpe opdeling i Anneks 1 og non-Anneks 1 lande er i visse tilfælde ikke længere tidssvarende i dag. Mexico, Korea, Chile og Israel er som eksempler i mellemtiden blevet medlemmer af OECD.

Det andet spor under de fortsatte klimaforhandlinger foregår udelukkende i regi af klimakonventionen. Her deltager alle parter bag konventionen, og forhandlingerne foregår på baggrund af konventionen og ikke med udgangspunkt i Kyoto Protokollen. Forhandlingerne er således langt mere omfattende. Ved COP13 på Bali i 2007 blev vedtaget en »Bali Action Plan« (BAP), som en plan for de videre forhandlinger i dette spor. Heraf fremgik, at forhandlingerne skulle afsluttes ved COP15 i 2009, og at der skulle forhandles inden for fire områder samt en overordnet fælles vision, »Shared Vision«, for det langsigtede samarbejde. BAP specificerer, at denne fælles vision blandt andet skal omhandle et langsigtet mål for reduktion af de globale drivhusgasudledninger, og i løbet af forhand-

lingerne har mange parter ønsket at udbygge visionen til at angive et overordnet ambitionsniveau for en ny klimaftale, ikke blot hvad angår en begrænsning af opvarmningen og et langsigtet reduktionsmål, men også på andre områder.

De fire øvrige temaer som blev defineret for forhandlingerne var:

- Reduktion af drivhusgasudledningerne på en række områder, specielt:
 - reduktionsmål for de industrialiserede lande
 - tiltag der reducerer udledningerne fra ulandene
 - tiltag til reduktion af udledninger fra skovrydning og skovnedbrydning i ulandene, samt skovopretning
- styrket klimatilpasning
- styrket udvikling og transfer af teknologier som understøtter reduktion af drivhusgasudledningerne og klimatilpasning
- styrket finansiering og investeringer til understøttelse af modvirkning og klimatilpasning

For så vidt angår reduktionsmålsætningerne, er der i BAP specificeret nogle væsentlige forskelle mellem landene. Således skal reduktionsmål eller tiltag til reduktion af udledningerne behandles for alle industrialiserede lande, således at forpligtelserne er sammenlignelige under hensyntagen til landenes nationale omstændigheder. For ulandenes vedkommende taler BAP om nationalt passende modvirkningstiltag («Nationally Appropriate Mitigation Actions», NAMA's) under hensyntagen til bæredygtig udvikling og understøttet finansielt, teknologisk og gennem kapacitetsopbygning. For de forskellige tiltag skal ligeledes gælde forskellige krav vedrørende målbarhed, rapportering og verifikation (MRV).

2- gradersmålet

På baggrund af bekymringen for fremtidige

klimaændringer, og i særdeleshed hastigheden af forventelige ændringer, fastslog EU's miljøministre i 1996, at den globale opvarmning burde begrænses til maksimalt 2 grader over det før-industrielle niveau. På dette tidspunkt var vurderingen, at en sådan begrænsning ville svare til, at koncentrationen af CO₂ i atmosfæren skulle holdes under 550 ppm. Senere forskning har dog vist, at en begrænsning af den globale opvarmning til højst 2 grader over det før-industrielle niveau nærmere svarer til at det totale drivhusgasniveau i atmosfæren skal stabiliseres på 450 ppm CO₂ ækv. Forståelsen af den nøjagtige sammenhæng mellem drivhuskoncentrationen i atmosfæren og den globale middeltemperatur udvikler sig dog fortsat.

Målet om begrænsning af den globale opvarmning til maksimalt 2 grader over det før-industrielle niveau blev bekræftet af EU's regeringsledere i 2003, 2005, og igen i marts 2007. I 2007 blev målsætningen ligeledes underbygget med en målsætning om, at EU skulle reducere drivhusgasudledningerne i 2020 med 30 pct. i forhold til 1990 som led i en global klimaaftale, hvor andre industrialiserede lande forpligter sig til sammenlignelige emissionsreduktioner, og økonomisk mere udviklede udviklingslande forpligter sig til at yde et passende bidrag i overensstemmelse med deres ansvar og respektive kapaciteter. Ligeledes blev fastslået, at EU, indtil indgåelsen af en samlet klimaaftale for tiden efter 2012 og uafhængigt af positionen i de internationale forhandlinger, skulle påtage sig en fast ensidig forpligtelse til en reduktion af drivhusgasemissionerne på mindst 20 pct. frem til 2020 i forhold til 1990.

EU var således blandt de første parter i UNFCCC, som meddelte et ambitionsniveau for kommende emissionsreduktioner for perioden efter 2012. Ovenfor beskrevne konklusioner fra det Europæiske Råd blev vedtaget efter offentliggørelsen af den første delrapport af IPCC's fjerde hovedrapport i januar

2007. I maj 2007 blev delrapporten fra IPCC's Arbejdsgruppe 3 udgivet, og i baggrundsrapporten fra Arbejdsgruppe 3 optræder en »Box 13.7« (IPCC, 2007b), som skulle vise sig at få stor betydning i de internationale klimaforhandlinger. Her angives på baggrund af forskellige offentliggjorte studier en vurdering af de nødvendige emissionsreduktioner for de industrialiserede lande frem mod henholdsvis 2020 og 2050, såfremt koncentrationen af drivhusgasser i atmosfæren skal stabiliseres på forskellige niveauer. For en stabilisering på 450 ppm CO₂ ækv, svarende til 2 graders målet, er dette en reduktion på 25-40 pct. frem mod 2020 og 80-95 pct. frem mod 2050 for gruppen af industrialiserede lande. For udviklingslandene er i denne boks blot angivet, at lande i en række regioner skal afvige substantielt fra deres »baseline«, mens det frem mod 2050 er udviklingslande i alle regioner, der skal afvige substantielt. Forfatterne til denne tabel offentliggjorde i 2008 (den Elzen og Höhne, 2008) en opdateret vurdering af publicerede studier, som viste, at afvigelsen for gruppen af ulande som helhed i 2020 kunne kvantificeres til 15-30 pct. under den ellers forventelige udvikling (15-30 pct under »business as usual«, BAU).

I 2009 frem mod COP15 foregik en række minister- og statsledermøder med klima på dagsordenen. Den overordnede langsigtede målsætning var et emne på en del af disse møder, og af formandens sammendrag fra G8 miljøministermødet i L'Aquila i april 2009 fremgår, at »nogle af ministrene fremhævede vigtigheden af at begrænse den globale opvarmning til maksimalt 2 grader under det før-industrielle niveau« (*oversat af forfatter*). I deklARATIONEN efter det første statsledermøde under det af USA initierede »Major Economies Forum« i juli 2009 anerkendtes, at den globale temperaturstigning ud fra et videnskabeligt synspunkt bør begrænses til under 2 grader. Dette var første gang, at denne gruppe af statsledere anerkendte dette mål, og senere er det så blevet anerkendt af de lan-

de som associerede sig med Copenhagen Accord.

De globale drivhusgasudledninger

De globale drivhusgasudledninger er steget med 70 pct. i perioden fra 1970 til 2004 (IPCC, 2007b). Stigningen er i første del af perioden specielt sket i de industrialiserede lande, men efter omkring 2000 er udledningen fra mange udviklingslande, særligt Kina, steget markant (f.eks. Global Carbon Budget 2008).

De industrialiserede lande er under klimakonventionen forpligtet til regelmæssigt at opgøre og rapportere deres drivhusgasudledninger til UNFCCC, og der findes derfor officielle tal for disse udledninger, som også er opdelt på en lang række sektorer og forskellige drivhusgasser. Den samme rapporteringsforpligtelse gælder ikke for udviklingslandene, og i de fleste tilfælde stammer de seneste officielle opgørelser fra perioden 1990-95, og er dermed for længst forældede. De globale udledninger anslås således i høj grad ud fra forbruget af fossile brændstoffer, som opgjort af for eksempel BP og det Internationale Energiagentur IEA, kombineret med skøn over bidraget fra afskovning og andre faktorer. Tal for de totale drivhusgasudledninger på tværs af alle sektorer og drivhusgasser er derfor også fortsat behæftet med en væsentligt større usikkerhed end tal for CO₂ udledningen fra fossile brændstoffer.

Udledningen af CO₂ har været stadigt stigende. Ifølge Global Carbon Budget (2008) var stigningsraten på ca 1 pct. om året i 1990'erne, mens den for perioden 2000-2008 var på 3,4 pct. om året. Den kraftige stigning siden årtusindeskiftet kan i høj grad føres tilbage til den økonomiske vækst i Kina og Indien. Således overhalede Kina i 2006 USA som verdens største CO₂ udleder, og i 2008 overhalede Indien Rusland som verdens tredjestørste CO₂ udleder. Den finansielle krise har dog betydet, at de globale udledninger for første

gang siden 1992 ikke steg i 2009 (Olivier og Peters, 2010). Det er især OECD landene og Rusland, der har haft et kraftigt fald i udledningerne, mens udledningerne fra Kina og Indien fortsat har været stigende. Det Europæiske Miljøagentur ansløgte således også i september 2010, at EU's drivhusgasudledninger var faldet med 6,9% i 2009 i forhold til 2008. Der er forskellige forventninger til, hvor hurtigt de globale udledninger igen vil stige, når økonomien rettes op efter krisen, og dette vil i høj grad også være afhængigt af iværksatte klimatiltag.

Af IPCC's vurderinger i AR4, fremgik på baggrund af de indtil da offentliggjorte scenarier, at såfremt den globale opvarmning skulle begrænses til 2-2,4 grader, skulle de globale udledninger toppe i 2000-2015 og i 2050 ligge 50-85 pct. under niveauet for 2000. Sidenhen er der dog kommet større opmærksomhed på, at ikke blot udledningsstien er relevant for den endelige grad af opvarmning i det 21. århundrede, men i høj grad også de totale akkumulerede CO₂ udledninger, grundet CO₂'s lange levetid i atmosfæren (Meinshausen et al, 2009). Den globale middeltemperatur ligger i dag knap 0,8 grader over det før-industrielle niveau, og såfremt opvarmningen skal begrænses til maksimalt 2 grader, fremhæves ofte, at de globale udledninger vil skulle halveres frem mod midten af århundredet i forhold til 1990 (feks Meinshausen, 2009), og derefter aftage markant. I visse scenarier arbejdes ligefrem med negative globale udledninger i slutningen af århundredet for, at opvarmningen kan begrænses til det ønskede niveau. Dette vil dog kræve udbredt anvendelse af specielt teknologier, som dels kan opfange og opbevare CO₂ fra store udledningskilder (Carbon Capture and Storage, CCS), og dels kan udvinde CO₂ fra atmosfæren, og herefter opbevare dette. Dette er endnu ikke operationelt, men tænkes specielt gennemført ved at opfange CO₂ fra afbrænding af biomasse. For at opnå den ønskede effekt på de globale udlednin-

ger, vil det dog være nødvendigt, at der er meget stor sikkerhed i opbevaringen af CO₂, ligesom der vil være en række andre udfordringer, f.eks i forhold til udledningen af andre drivhusgasser.

Fordeling af de nødvendige reduktioner

I henhold til Kyoto Protokollen forpligtede gruppen af Annex 1 lande de industrialiserede lande under klimakonventionen sig til i den første forpligtelsesperiode (2008-2012) at reducere deres udledninger med 5 pct. i forhold til 1990, og denne reduktion blev i forhandlingerne fordelt på de forskellige lande. Da USA som bekendt ikke ratificerede protokollen, blev de totale reduktioner mindre end oprindeligt planlagt. I dag er landene i meget varierende grad på vej til at opfylde målene for Kyoto Protokollen.

Det er de globale drivhusgasudledninger, som har betydning for fremtidige klimaforandringer, og hvordan de nødvendige reduktioner bør fordele sig mellem de industrialiserede lande og ulandene, eller internt mellem de industrialiserede lande, er derfor en politisk beslutning. Når det gælder fordelingen mellem de industrialiserede lande og udviklingslandene har mange forskellige principper været på tale, så som en fordeling baseret på det historiske ansvar for udledningerne, eller en stræben mod at alle mennesker på kloden feks i 2050 har ret til lige stor udledning. Der har også været foreslået sammensatte indikatorer, som f. eks. Greenhouse Development Rights, som tager højde for landenes udviklingsgrad, økonomi og historiske ansvar. Udover fordelingsprincipper, som nævnt ovenfor, medtager de fleste analyser omkostningerne ved reduktioner og muligheden for et carbonmarked, således, at de industrialiserede lande kan betale for at en del af deres reduktioner sker ved mere omkostningseffektive tiltag i ulande. En del af ulandenes egne reduktionstiltag vil derudover skulle understøttes finansielt og teknologisk af de industrialiserede lande.

Sammenlignelighed af de industrialiserede landes reduktionsforpligtelser

Ifølge Bali Action Plan skal de industrialiserede landes reduktionsforpligtelser være sammenlignelige. Dette handler om, at byrden skal fordeles jævnt på landene, og nogle af de kriterier, som oftest fremføres i denne sammenhæng, er baseret på landenes energi-effektivitet, potentiale for reduktioner, omkostninger ved reduktioner, allerede gennemførte reduktioner mv. For de industrialiserede landes vedkommende ser man i forhandlingerne på absolutte målsætninger, dvs en procentvis reduktion af et lands totale udledninger i forhold til et basisår.

Det er dog langt fra oplagt, endsige objektivt, at sammenligne de forskellige landes målsætninger, da udviklingen siden 1990 i de forskellige lande har været meget forskellig, og landenes indsats derfor vil blive vurderet meget forskelligt efter forskellige kriterier. Basisåret har ligeledes en stor betydning for, hvor ambitiøst et lands målsætning fremstår. Lande, som allerede har gjort en indsats og reduceret deres udledninger, vil naturligvis holde på, at disse reduktioner skal indgå i en opgørelse, mens andre kan have en stor interesse i, at udgangspunktet sættes langt senere. Et oplagt eksempel er her, at EU, hvis udledninger er reduceret siden 1990, ønsker at bruge 1990 som basisår. USA derimod har givet en målsætning om, i 2020 at reducere udledningerne med 17 pct. i forhold til niveauet i 2005. Når dette omregnes til et basisår i 1990, svarer det dog blot til 3 pct. reduktion, og fremstår dermed som meget lidt i forhold til mange andre landes reduktioner i samme periode. Ikke desto mindre vil målsætningen kræve en vis indsats og en markant årlig reduktion i det kommende årti, da udgangspunktet for landets udledninger i dag er højt. Det har da fortsat heller ikke været muligt at få vedtaget denne målsætning ved lovgivning i USA.

Formuleringen om sammenlignelighed mel-

lem landenes reduktionsmålsætninger vil formodentlig aldrig blive udmøntet i en egentlig formulering om, hvordan disse skal sammenlignes, men det er dog et vejledende princip, og der er gennemført en række studier af sammenligneligheden mellem de industrialiserede landes målsætninger, som er indmeldt til Copenhagen Accord, eller allerede var offentliggjort inden COP15 (Feks Project Catalyst, 2009 og McKibbin 2010). Selvom der er stor forskel på, hvordan forskellige målsætninger vurderes under forskellige kriterier, giver en nogenlunde balanceret anvendelse af flere kriterier dog et rimeligt indtryk af, hvordan de nuværende indmeldinger fordeler sig. For de lande, som har indmeldt betingede mere ambitiøse målsætninger, vil overgangen til disse naturligvis også have indflydelse på sammenligneligheden. Overordnet set fremkommer et billede af, at lande som Japan og Norge under alle omstændigheder har indmeldt ambitiøse målsætninger, mens niveauet for mange andre lande vil være afhængigt af, om landene går til deres højeste målsætninger. I forbindelse med COP15 er lavet en del analyser af landenes reduktionsmålsætninger, og forskellige sammenstillinger af målene er tilgængelige på internettet (feks UNEP 2010, Climate Action Tracker 2010, Climate Interactive).

Ulandenes reduktionstiltag

Da klimakonventionen blev vedtaget i 1992, kom størstedelen af drivhusgasudledningerne fra gruppen af industrialiserede lande. Dette gjaldt dels i et historisk perspektiv, idet de industrialiserede lande havde stået for hovedparten af de menneskeskabte udledninger siden industrialiseringen, dels gjaldt det også de aktuelle årlige udledninger. Efter 2000 er udledninger fra specielt Kina og Indien dog steget betragteligt, og ifølge Global Carbon Project (2008) har CO₂ udledningerne fra afbrænding af fossile brændstoffer fra gruppen af ulande siden 2007 været højere end udledningerne fra gruppen af industrialiserede lande.

En væsentlig udfordring i klimaforhandlingerne er således, at en begrænsning af opvarmningen kun virkelig kan opnås, hvis også gruppen af ulande bidrager til reduktion af drivhusgasudledningerne. De er dog ikke forpligtet til dette, hverken under klimakonventionen eller Kyoto Protokollen, om end konventionen omtaler det »fælles, men differentierede ansvar«. På den anden side er der også industrialiserede lande, som enten ikke har ratificeret Kyoto Protokollen, eller ikke er på vej til at opfylde deres reduktionsforpligtelser.

Ifølge Bali Action Plan skulle en del af forhandlingerne frem mod COP15 handle om ulandenes nationalt passende modvirkningstiltag (NAMA'er) set i sammenhæng med bæredygtig udvikling og understøttet og muliggjort gennem teknologi, finansiering og kapacitetsopbygning på en måde, så det kan måles, rapporteres og verificeres (MRV).

Frem mod COP15 nåede landene til en vis grad af fælles forståelse for, hvordan et NAMA system ville kunne se ud, således at det også tager højde for forskellige typer NAMA's, som på forskellig vis og i forskellig grad vil være understøttet af de industrialiserede lande. Kravene til graden af MRV for de forskellige mulige NAMA's er fortsat et uafklaret spørgsmål i forhandlingerne, om end Copenhagen Accord gav et bud på dette.

I lighed med langt størstedelen af de industrialiserede lande annoncerede også en række store ulande i løbet af månederne op til COP15, hvilke modvirkningstiltag de ville kunne foretage frem mod 2020. En del af disse tiltag vil være afhængige af international støtte, og nogle vil foretages uafhængigt af støtte udefra. Ulandenes modvirkningstiltag er ikke angivet som absolutte målsætninger, men i form af politikker og relative målsætninger eller ved en afvigelse fra den ellers forventelige udvikling (BAU).

En del lande så som Mexico, Korea, Brasilien, Sydafrika, Indonesien og Singapore har alle angivet deres reduktionstiltag udtrykt direkte som en afvigelse fra BAU. På nær Singapore ligger målsætningerne for de nævnte lande på 25-35 pct. under landenes respektive BAU, men en del af tiltagene er betingede af international støtte.

Kina og Indien har angivet målsætninger for relative ændringer i landenes karbonintensitet, dvs. forholdet mellem udledningen af drivhusgasser og den økonomiske aktivitet. Dette gør det meget usikkert at bedømme den klimamæssige effekt af tiltagene, da den er fuldstændigt afhængig af det anvendte scenarie for den økonomiske vækst. På den anden side er dette dog også målsætninger, som ikke vil blive en begrænsning i forhold til disse landes fremtidige økonomiske udvikling. Når disse målsætninger forsøges omregnet til procentvis afvigelse for BAU, får det dog stor betydning om nogle af de indmeldte tiltag allerede indgår i scenarier for den fremtidige udvikling og dermed BAU. En del analyser medregner således allerede en væsentlig forbedring af karbonintensitet i BAU scenarier for Kina.

Maldiverne og Costa Rica har givet de hidtil mest ambitiøse indmeldinger til Copenhagen, idet landene vil blive klima-/carbonneutrale omkring 2020. Mange andre udviklingslande har ligeledes indmeldt forskellige tiltag og politikker til Copenhagen Accord. Disse mulige tiltag bliver på denne måde synliggjort, men det kan i mange tilfælde være vanskeligt at vurdere klimateffekten.

Den samlede effekt af nuværende indmeldinger

I løbet af 2009, da mange lande løbende frem mod COP15 udmeldte deres mulige ambitionsniveau for reduktionstiltag frem mod 2020, var der en del analysegrupper, som analyserede og vurderede disse tiltag. I nogle tilfælde var fokus på det overordnede re-

duktionsniveau, dels for de industrialiserede lande og udviklingslandene, og dels for de globale udledninger i 2020. I andre tilfælde blev der også givet en vurdering af specielt de enkelte industrialiserede landes reduktions-tiltag og sammenligneligheden mellem disse.

I Copenhagen Accord, som den blev forhandlet i slutningen af COP15, indgik to tomme tabeller i appendices, og det blev besluttet, at landene indtil 31. januar 2010 kunne dels associere sig med Accorden, og dels registrere reduktionsmålsætninger og modvirkningstiltag. Klimakonventionens sekretariat har løbende modtaget landenes indmeldinger vedrørende Copenhagen Accord, og disse ligger tilgængelige på sekretariatets hjemmeside. I realiteten er mange indmeldinger kommet løbende også efter den oprindelige skæringsdato, og pr. august 2010 havde 138 lande ud af klimakonventionens 190 lande associeret sig med Copenhagen Accord. Heraf har omkring 40 industrialiserede lande og 40 udviklingslande ligeledes udfyldt tabellerne i appendiks.

Stort set alle indmeldinger til Copenhagen Accord er i overensstemmelse med de indmeldinger, landene allerede inden COP15 havde givet om det fremtidige ambitionsniveau, og de lande, som i lighed med EU, havde meddelt to forskellige ambitionsniveauer afhængigt af indgåelsen af en bindende global klimaaftale, har ligeledes indmeldt to ambitionsniveauer i appendices til Copenhagen Accord. Dermed er reduktionsudmeldingerne for den lange række af lande, som udmeldte disse i optakten til COP15, nu registreret i appendices til Accorden, men ambitionsniveauet er ikke anderledes end inden COP15.

Landenes reduktionsindmeldinger til Copenhagen Accord er blevet evalueret i en række studier og publikationer (feks Climateinteractive, 2010, den Elzen et al, 2010, McKibbin et al, 2010, Rogelj et al, 2010, UNEP, 2010),

ligesom EU kommissionen har givet sin vurdering af indmeldingerne fra specielt de største udledere (EC, 2010). Da de fleste indmeldinger ligger meget tæt op ad de indmeldinger, som mange statsledere gav i opløbet til COP15, ligger analyserne tæt op ad de analyser, som blev offentliggjort op til og under de afsluttende forhandlinger og f.eks. www.climateactiontracker.org og <http://www.unep.org/climatepledgesgiver> en løbende status for indmeldingerne til Copenhagen Accord og vurdering af reduktionsmålene samt deres samlede klimaeffekt. Climate Action Tracker giver også en vurdering af tilstrækkeligheden af landenes meldinger i forhold til 2- gradersmålsætningen, baseret på nogle af de offentliggjorte analyser af dette.

Analyserne viser generelt, at med de indmeldte målsætninger og tiltag må de globale udledninger i 2020 forventes at ligge på omkring 48 Gt CO₂ ækv for de mest ambitiøse, men betingede indmeldinger. For de mindre ambitiøse indmeldinger forventes udledningerne i 2020 at komme til at ligge på omkring 49-54 Gt CO₂ ækv. Spændet i analyserne dækker dog også over, at forskellige forfattere har lavet forskellige antagelser. For ilandene bidrager særligt den fremtidige mulige anvendelse af de overskydende tildelte udledningsenheder fra tidligere østbloklande og betydningen af de industrialiserede landes medregningsregler for optag og udledninger fra skove og jorde (LULUCF) i opgørelserne til usikkerheden. For udviklingslandenes vedkommende ligger markante usikkerheder i vurderingen af de fremtidige udledningsniveauer og omsætningen af de indmeldte reduktionstiltag til reelle drivhusgasudledninger for 2020. Opgørelserne har vist, at de nuværende indmeldinger fra de industrialiserede lande summer op til omtrent 12-18 pct. under 1990 niveauet i 2020, afhængigt af om de mere eller mindre ambitiøse indmeldinger benyttes.

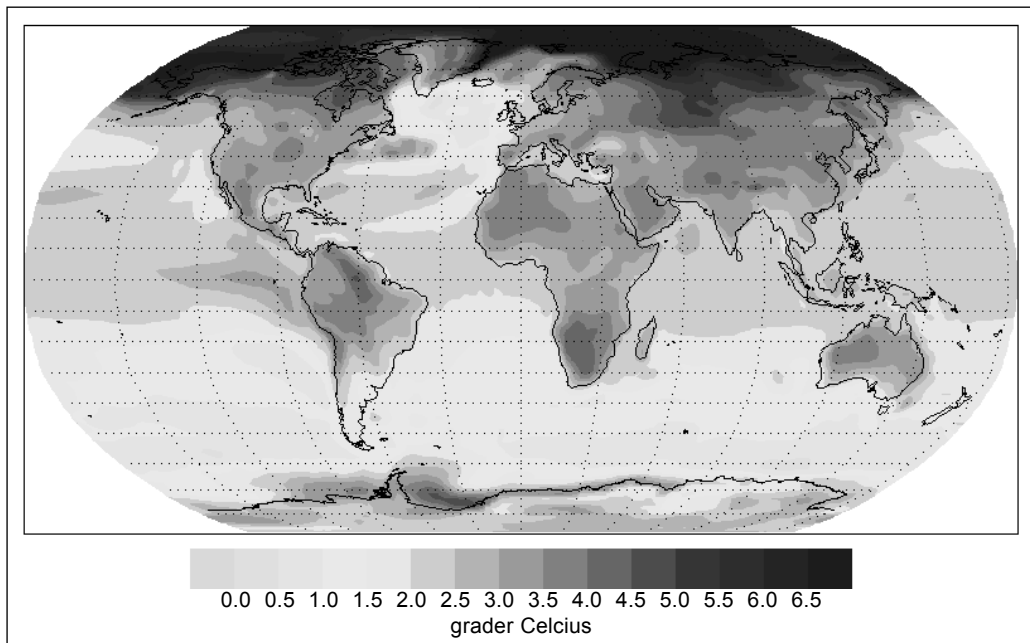
Sammenhæng med 2 graders målet

Opvarmningen i løbet af det 21. århundrede bestemmes ikke blot af udledningsniveauet i 2020, men i høj grad af de totale akkumulerede udledninger (Meinshausen et al, 2009) og dermed udledningsforløbet igennem århundredet. De globale udledninger anslås at skulle aftage 50 pct. i forhold til 1990-niveauet frem mod 2050, hvis den globale opvarmning skal begrænses til højst 2 grader. Niveauet for de globale udledninger i 2020 vil således i høj grad have indflydelse på de nødvendige efterfølgende reduktioner, hvis målet skal overholdes. De globale udledninger fra fossile brændsler er, ifølge Global Carbon Project, steget med 1-3,5 pct. om året siden 1990 og den Elzen et al (2009) viste på baggrund af publicerede studier, at de mest ambitiøse scenarier giver reduktionsrater på omkring 2,8 pct. per år for fremtidige reduktioner, og kun ganske få scenarier havde reduktionsrater på mere end 3 pct. pr år hen-

over længere perioder. Et rimeligt niveau for de globale udledninger i 2020 vurderes således i en række undersøgelser at være 44 Gt CO₂ ækv med en usikkerhed på omkring 2 Gt CO₂ ækv.

Dette betyder, at selv med de på nuværende tidspunkt mest ambitiøse reduktionsudmeldinger vil udledningerne fortsat ligge omkring 4 Gt CO₂ ækv over målet i 2020, og der er således behov for at ambitionsniveauet øges frem mod 2020, hvis 2-gradersmålsætningen skal kunne overholdes med rimelig sikkerhed. Rogelj et al (2010), Climate Interactive, Climate Action Tracker og andre har vurderet, at de nuværende reduktionsudmeldinger snarere vil føre til over 3 graders opvarmning. Vurderingen af opvarmningen i det 21. århundrede er dog i høj grad også afhængig af drivhusgasudledninger og reduktionsrater efter 2020 og de globale udledninger frem mod 2050, da disse vil være med til at

Figur 1. Overfladeopvarmning 2100 i forhold til perioden 1980-1999



bestemme det samlede carbonbudget for udledningerne i det 21. århundrede. Her har kun få lande udmeldte reelle reduktionsmål og der er ikke nogen global målsætning for 2050 i Copenhagen Accord.

Opvarmningen i det 21. århundrede

På baggrund af de nuværende reduktionsindmeldinger fra landene har en række analyser som ovenfor beskrevet vist, at de globale udledninger på nuværende tidspunkt må forventes at føre til en opvarmning på godt 3 grader inden 2100. Dette forløb er ikke ulig IPCC's A1B scenarie, beskrevet i detalje i en IPCC rapport fra 2001 (IPCC, 2001), og senest gennemgående analyseret i IPCC's fjerde hovedrapport (IPCC, 2007a og IPCC, 2007b). I det følgende beskrives nogle af de overordnede konsekvenser for dette scenarie.

Figur 1. Ændringen i årlig middeltemperatur i løbet af det 21. århundrede i forhold til 1980-1999 for IPCC's A1B scenarie, som vurderes at give en stigning i global middeltemperatur på 1,7-4,4 °C over det før-industrielle niveau frem mod 2100 (figur: Tina Christensen).

Det ses tydeligt, at opvarmningen er størst over land og specielt ved høje nordlige breddegrader. Den mest markante opvarmning sker i Arktis, hvor især vintertemperaturerne stiger mere end dobbelt så meget som det globale middel. Videre sker de største temperaturstigninger generelt over de tørre dele af kontinenterne. Hertil kommer store dele af Centralasien og Sydamerika, hvor det nuværende klima er forholdsvis fugtigt.

Ved en større eller mindre opvarmning end illustreret ovenfor skalerer de geografiske mønstre for temperaturstigningerne overordnet set med den globale temperaturstigning, hvilket i det store og hele også er i tråd med de allerede observerede geografiske variationer i temperaturudviklingen.

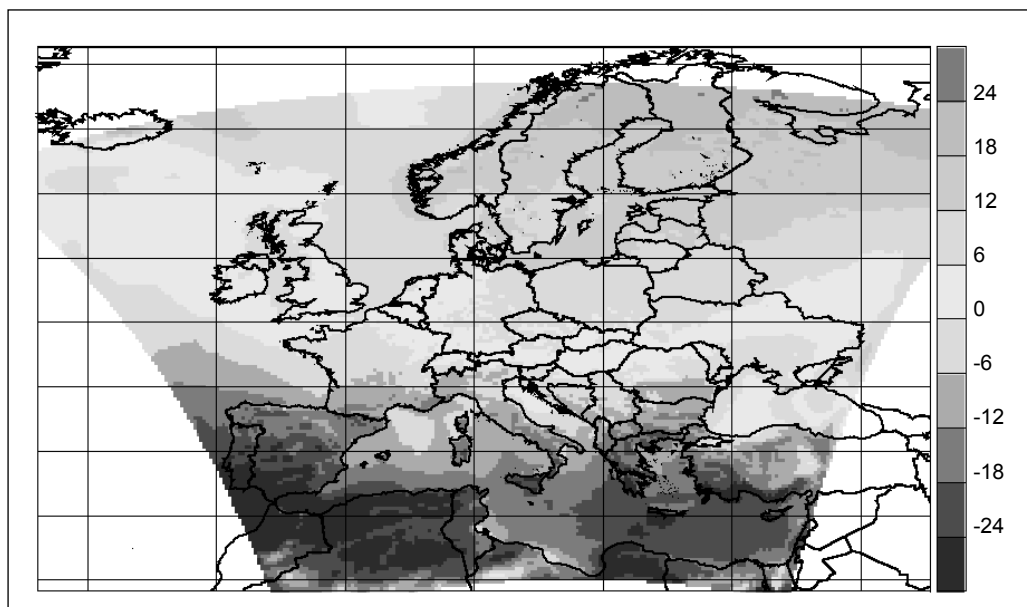
At opvarmningen er forstærket i det arktiske område ses allerede i dag ved en stadig kraftigere afsmeltning fra mange arktiske gletsjere, og ved at isdækket i det Arktiske Ocean i de seneste år er aftaget kraftigt, og langt kraftigere end forudsagt af klimamodellerne. Således var årets minimale isdække i september 2007 rekordlille, og selvom udbredelsen af isdækket efterfølgende har været lidt større, er det totale havisvolumen i det arktiske ocean aftagende. En stadig større del af isen består af tynd etårig is, som er væsentligt mere sårbar over for opvarmning, end tykkere flerårig is (Arctic Report Card, 2009).

Figur 2. Den gennemsnitlige relative nedbørsændring i slutningen af det 21. århundrede i forhold 1961-1990 for Europa baseret på simuleringer fra det europæiske ENSEMBLES projekt (figur: Ole Bøssing Christensen).

Figuren fokuserer på Europa, og man kan se en overordnet tendens til forøgelse af nedbøren mod nord, hvorimod den sydligste del, som til dels allerede i dag er tørkeramt, vil få markant mindre nedbør. Nedbørsændringerne er ikke jævnt fordelt henover året. Således er det om vinteren kun den sydligste del lige omkring Middelhavet, der kan forvente mindsket nedbør, hvorimod resten af Europa forventes at opleve øget vinternedbør. Om sommeren forventes til gengæld kun øget sommernedbør i det nordligste Europa, hvorimod den resterende del i varierende grad vil få mere tørt klima om sommeren.

Globalt set må også forventes markante nedbørsændringer. For Afrika vil de største ændringer bestå i reduceret nedbør i Middelhavsområdet og ligeledes en reduktion i det sydlige Afrika, mens Østafrika får øget nedbør. I Asien forventes især om sommeren øget nedbør mod nord og øst, men reduceret nedbør i central Asien. I Nordamerika forventes øget nedbør mod nord om vinteren, men reduktion mod sydvest. For Syd- og

Figur 2. Annual precipitation relative change (%)



Centralamerika forventes en reduktion i Centralamerika, men øget nedbør i det sydlige Sydamerika. I det centrale Sydamerika er udviklingen usikker, men det nordøstlige Brasilien vil nok opleve en nedbørsreduktion koblet med øget nedbør mod nordvest. Den naturlige variabilitet i nedbørsmængderne fra år til år er dog stor.

Det er ikke blot de gennemsnitlige temperaturer og nedbørsmængder, som vil forandre sig i et varmere klima, der forventes også en stigende hyppighed af forskellige ekstreme vejrbegebenheder, så som hedeølger og kraftige regnskyl.

En anden markant konsekvens af global opvarmning er det stigende havniveau. Her giver IPCC's fjerde hovedrapport en stigning på 21 til 48 cm i løbet af det 21. århundrede for A1B scenariet. Denne vurdering er dog baseret på globale modeller, som ikke medtager ændringer i randgletsjere på især Grøn-

land og Vestantarktis, og flere nyere vurderinger giver da også en vandstandsstigning på 1-1,5 m. Dette er et område, hvor der fortsat er stor usikkerhed, og der er iværksat mange initiativer for dels at måle gletsjerflydning og afsmeltning, og dels at indarbejde gletsjernes afsmeltning i klimamodellerne. Det er således forhåbningen, at de modelbaserede forudsigelser for den fremtidige vandstandsstigning vil kunne forbedres markant i løbet af nogle år. Omkring halvdelen af den hidtil observerede vandstandsstigning skyldes havets varmeudvidelse, og i løbet af nogle århundreder vil alene varmeudvidelsen bidrage til vandstandsstigningen med 0,6-1,9 m for omkring 3 graders opvarmning (IPCC, 2007a).

Det er dog ikke blot den forventede temperaturændring, som vil være en udfordring ved den globale opvarmning. På grund af den kraftige drivhusgaspåvirkning forventes opvarmningen at komme til at gå meget stærkt i forhold til naturlige klimaændringer. Således

vil en opvarmning på 3 grader på 2-300 år være markant hurtigere, end selv den opvarmning på 4-7 grader globalt henover ca 5000 år, som kloden har oplevet i afslutningen af de sidste istider. Overordnet set vil en global opvarmning på 3 grader frem mod slutningen af det 21. århundrede have store klimamæssige påvirkninger, som vil være ujævnt fordelt over kloden, ligesom forskellige regioner udviser meget forskellig sårbarhed over for klimaændringer. De ekstreme vejrbegebenheder har fået stor fokus i sensommeren 2010, hvor Pakistan har oplevet enorme regnskyl og oversvømmelser samtidig med en udstrakt hedebølge i Rusland, som var medvirkende til kæmpe skovbrande. I Danmark gav kraftige regnskyl i august 2010 en forsmag på begebenheder, som må forventes at optræde væsentligt hyppigere i et varmere klima.

Referencer

- Arctic Report Card (2009), Arctic Report Card: Update for 2009, www.arctic.noaa.gov/reportcard/
- Climate Action Tracker (2010) www.climateactiontracker.org
- Climate interactive 2010, *Climate Scoreboard*, climateinteractive.org
- EC (2010), *Analysis of options to move beyond 20% greenhouse gas emission reductions and assessing the risk of carbon leakage*, communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions. Commission staff working document, Part II. [COM (2010) 265 final]
- Den Elzen, M. og Höhne, N. (2008), *Reductions of greenhouse gas emissions in Annex I and non-Annex I countries for meeting concentration stabilization targets*, Climatic Change DOI 10.1007/s10584-008-9484-z
- Den Elzen, M., A. Hof, M.A. Mendoza Beltran, M. Roelfsema, B. van Ruijven, J. van Vliet, D.P. van Vuuren, N. Hoehne og S. Moltmann (2010). *Evaluation of the Copenhagen Accord: Chances and risks for the 2C climate goal*. Biltoven, Netherlands, Netherlands Environmental Assessment Agency: 70.
- IPCC (2001), *Special Report on Emission Scenarios*, Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC (2007a), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC (2007b), *Climate Change 2007: Mitigation*, Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- McKibbin, Warwick J, Adele Morris og Peter J. Wilcoxen (2010) *Comparing Climate Commitments: A Model-Based Analysis of the Copenhagen Accord* Discussion Paper 2010-35, Cambridge, Mass.: Harvard Project on International Climate Agreements, June 2010.
- Meinshausen, M., N. Meinshausen, W. Hare, S.C.B. Raper, K. Frieler, R. Knutti, D.J. Frame og M.R. Allen (2009), »Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2°C.« *Nature* 458(7242): 1158.
- Olivier J.G.J., og Peters J.A.H.W. (2010) *No growth in total global CO2 emissions in 2009*, Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL), Bilthoven, The Netherlands.
- Project Catalyst (2010) *Taking stock – the emission levels implied by the pledges to the Copenhagen Accord*, Briefing paper.
- Project Catalyst (2009) *Setting a Benchmark: How Developed Countries Might Equitably Contribute Towards a 450 ppm Pathway*, Briefing paper September 2009.
- Rogelj, J., J. Nabel, C. Chen, W. Hare, K. Markmann, M. Meinshausen, M. Schaeffer, K. Macey og N. Höhne (2010), *Copenhagen Accord pledges are paltry*, *Nature* 464(7292): 1126.
- UNEP (2010) *UNEP Climate Pledges Site*, <http://www.unep.org/climatepledges/>
- UNFCCC (2010), »Copenhagen Accord«, <http://unfccc.int/resource/docs/2009/cop15/eng/11a01.pdf>