

## Representative Concentration Pathways - utviklingsbaner

Publisert 27. september 2013

# Hva er de nye utviklingsbanene?

De nye utviklingsbanene, *Representative Concentration Pathways* (RCP), er den siste generasjonen av scenarier som forsyner klimamodeller med data. Disse nye scenariene består av fire utviklingsbaner for fremtidige konsentrasjoner av klimagasser, og beskriver mulige utviklingstrekk i utslipp og arealbruk.

Scenarier har lenge vært brukt av planleggere og beslutningstakere til å analysere situasjoner der utfallene er usikre. I klimaforskningen brukes utslippsscenarioer til å undersøke hvor mye mennesker bidrar til fremtidige klimaendringer, gitt usikkerhet rundt befolkningsvekst, økonomisk utvikling, og utvikling av nye teknologier. Scenarier for fremtidige sosiale og miljømessige forhold brukes også til å studere hvordan klimaendringer påvirker ulike fremtider, for eksempel en fremtid med flere eller færre fattige.

Scenarier eller utviklingsbaner kan ikke forutse fremtiden, men brukes til å studere konsekvensene av flere *mulige* fremtider under gitte forutsetninger.

En rekke tilnærminger til scenarier har blitt brukt i tidligere rapporter fra FNs klimapanel, fra enkle fremstillinger av årlige økninger i klimagassutslipp til avanserte fremstillinger av utslipp basert på detaljerte sosioøkonomiske og teknologiske forutsetninger.

### To typer modeller

**Klimamodeller** er dataprogrammer som beskriver de viktigste elementene og prosessene i jordens klimasystem, og hvordan disse prosessene påvirker hverandre.

### Integrated Assessment

**Models** er derimot modeller som integrerer kunnskap fra to eller flere områder, for eksempel miljø og økonomi.

År	Navn	Brukt
1990	SA90	Første hovedrapport
1992	IS92	Andre hovedrapport
2000	SRES – Special Report on Emissions and Scenarios	Tredje og fjerde hovedrapport
2009	RCP – Representative Concentration Pathways	Femte hovedrapport

Klimamodeller er dataprogrammer som beskriver de viktigste elementene og prosessene i jordens klimasystem, samt hvordan disse prosessene påvirker hverandre. For å beregne hvordan menneskelig aktivitet påvirker klimaet, legger forskerne ulike faktorer som klimagassutslipp, forurensning, endringer i arealbruk, og endringer i arealdekke inn i modellene. Disse faktorene påvirker jordens

klima. Hvor store klimagassutslipp og hvor omfattende endringer i arealbruk forskerne legger inn i modellene, avhenger av antatte sosiale og økonomiske utviklingstrekk, slik som økonomisk vekst, teknologisk endring, innovasjon, befolkningsvekst og urbanisering.

## Utviklingsbaner – en ny tilnærming

Under forarbeidet til FNs klimapanelers femte hovedrapport utviklet forskerne en ny tilnærming til scenarier.

Én av grunnene til den nye tilnærmingen var det endrede informasjonsbehovet til beslutningstakerne – for eksempel den økte interessen for konkrete tilnærminger og klimatiltak for å oppnå togradersmålet, og den økte interessen for risikostyring som tar med i betraktning både utslippsreduksjoner og klimatilpasning.

En annen grunn til de nye utviklingsbanene er vitenskapelige fremskritt. Viktige forbedringer er blitt gjort i klimamodellene siden den fjerde hovedrapporten til FNs klimapanel kom ut. I takt med at klimamodellene blir mer sofistikerte, øker også behovet for mer detaljert data som mates inn i klimamodellene. Parallelt har modellene som brukes til å lage scenarier («Integrated Assessment Models») blitt bedre slik at vi også har mer detaljert data tilgjengelig.

Den nye tilnærmingen er bygget opp rundt ideen om utviklingsbaner (Representative Concentration Pathways) som angir økningen av klimagasser og forurensning som følge av menneskelig aktivitet, inkludert endringer i arealbruk. Utviklingsbanene gir en kvantitativ beskrivelse av konsentrasjonene av klimagasser i atmosfæren over tid, så vel som strålingspådriv i 2100 (utviklingsbanen RCP 6 oppnår for eksempel en samlet effekt på 6 watt per kvadratmeter i 2100). At utviklingsbanene er representative betyr at hver bane kun viser en av mange mulige scenarier som vil føre til det bestemte strålingspådrivet.

En av de viktigste forskjellene fra den forrige generasjonen av scenarier (SRES) er at de nye utviklingsbanene ikke opererer med en serie av fastlagte antakelser for befolkningsvekst, økonomisk utvikling eller teknologi. I SRES ble utslippene beregnet på bakgrunn av sosioøkonomiske antakelser. Dette låste mulighetene for sosioøkonomisk endring, og gjorde slike studier vanskelige.

En fast bane for utslippskonsentrasjoner tillater alternative sosioøkonomiske fremtidsfortellinger som alle kan lede til det samme nivået av strålingspådriv. Dette gjør det mulig for forskerne å teste ulike kombinasjoner av klimapolitikk, samt sosiale, økonomiske og teknologiske omstendigheter. Eksempelvis kan en større andel fornybar energi kompensere for befolkningsvekst eller økt

### Hva er strålingspådriv?

Strålingspådriv er energi som tas opp av jorden på grunn av økt drivhuseffekt, eller forskjellen mellom hvor mye solvarme som treffer jorden og hvor mye varme jorden sender tilbake til verdensrommet sammenlignet med den førindustrielle perioden.

Det totale strålingspådrivet bestemmes av både det positive pådrivet fra klimagasser, og det negative pådrivet fra aerosoler. Den dominerende faktoren er det positive pådrivet fra CO<sub>2</sub>. Når strålingspådrivet øker, stiger den globale temperaturen. Imidlertid er det nøyaktige forholdet mellom disse faktorene ennå ukjent.

Strålingspådriv måles i watt per kvadratmeter: W/m<sup>2</sup>.

energiforbruk. Isteden for å foreskrive en bestemt økonomisk utvikling og regne ut klimaendringene, kan forskerne nå velge ut en utviklingsbane som er forenlig med togradersmålet, for deretter å vurdere de teknologiske og politiske mulighetene man har for å nå de nødvendige utslippsreduksjonene.

En annen viktig forskjell mellom de nye banene og de gamle scenariene er at RCP-ene deler kloden inn i et rutenett der hver rute måler omtrent 60 kvadratkilometer. De nye utviklingsbanene gir dermed også informasjon om hvor utslipp og arealendringer finner sted. Dette er en viktig forbedring sammenlignet med de gamle scenariene, ettersom effekten av utslippene kan variere ut ifra hvor utslippene faktisk finner sted.

### Hvem utviklet banene og hvordan ble disse valgt?

En gruppe forskere fra hele verden innenfor klima, energi, økonomi og samfunnsvitenskap dannet «Integrated Assessment Modelling Consortium» for å lage utviklingsbanene. Arbeidet er basert på en fagfellevurdert forskningsprosess. Banene kan fritt lastes ned fra internett, sammen med de fagfellevurderte artiklene som forklarer hvordan de ble utviklet.

Hver bane er utviklet av fire ulike modelleringsmiljøer som benytter hver sin modell. Dermed er ikke RCP-ene direkte sammenlignbare med hverandre, ettersom de underliggende økonomiske modellene er strukturert forskjellig og benytter seg av forskjellige parametere.

Ved å fastsette traseen for strålingspådriv og konsentrasjon kunne forskerne begynne med simuleringer og analysere resultatene for den femte hovedrapporten. Parallelt med dette arbeidet utvikler andre forskere et sett med samfunnsøkonomiske scenarier som kan være med på å veilede klimatilpasning og tiltaksanalyser. Dette arbeidet kalles for de sosioøkonomiske banene («Shared Socioeconomic Pathways»), og blir vurdert i den tredje delen av den femte hovedrapporten som vil bli publisert i april 2014.

### Gasser og miljøgifter i utviklingsbanene

#### Klimagasser:

CO<sub>2</sub>, metan, dinitrogenoksid, flere grupper fluorkarboner og svovelheksafluorid. Oppvarmingspotensialet og levetiden til disse gassene varierer, men når oppvarmingspotensialet kombineres omtales de som CO<sub>2</sub>-ekvivalenter.

#### Aerosoler og kjemisk aktive gasser:

Svoveldioksid, sot, organisk karbon, karbonmonoksid, nitrogenoksid, flyktige organiske forbindelser, ammoniakk.

## De fire utviklingsbanene

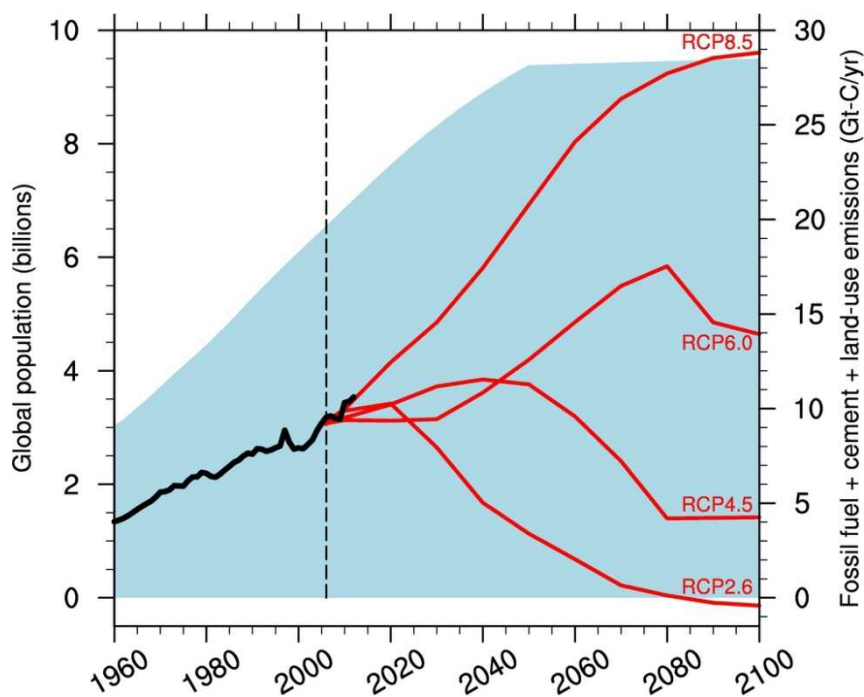
Utviklingsbanene baserer seg på visse sosioøkonomiske forutsetninger. Disse vil bli erstattet av de sosioøkonomiske banene («Shared Socioeconomic Pathways») i april 2014 som gir mer fleksible beskrivelser av mulige fremtider innenfor hver bane.

### RCP 8.5 – høye utslipp

Denne banen er i tråd med en fremtid hvor ingen flere politiske tiltak er satt i gang for å redusere klimagassutslipp. Kalles også for «business as usual» banen. Denne er utviklet ved østerrikske *International Institute for Applied System Analysis*, og karakteriseres av økende klimagassutslipp som fører til høye klimagasskonsentrasjoner over tid. Sammenlignbart SRES scenario: A1 F1

#### Karakteriseres av:

- Tre ganger dagens CO<sub>2</sub>-utslipp innen 2100
- Rask økning i metanutslipp
- Økt bruk av areal til dyrket mark og gressletter, drevet av befolkningsveksten
- Befolkning på 12 milliarder i 2100
- Svakere teknologisk utvikling
- Tung avhengighet av fossilt brennstoff
- Høy energiintensitet
- Ingen implementert klimapolitikk



### RCP 6 – middels utslipp

Denne er utviklet ved *National Institute for Environmental Studies* i Japan. Strålingspådrivet stabiliseres kort tid etter 2100 ved bruk av en rekke teknologier og strategier for å redusere klimagassutslippene. Sammenlignbart SRES scenario: B2

#### Karakteriseres av:

- Tung avhengighet av fossile brensel
- Middels energiintensitet
- Økt dyrket mark, men mindre gressletter
- Stabile metanutslipp
- CO<sub>2</sub>-utslipp når toppen i 2060, 75 prosent over dagens nivå, for så å gå ned til 25 prosent over dagens nivå

## RCP 4.5 – middels utslipp

Denne er utviklet ved *Pacific Northwest National Laboratory* i USA. Strålingspådrivet stabiliseres kort tid etter 2100 gjennom relativt ambisiøse utslippsreduksjoner. Sammenlignbart SRES scenario: B1

### Karakteriseres av:

- Lavere energiintensitet
- Mange skogplantingsprogram
- Avtakende bruk av dyrket mark og gressletter, som følge av økte avlinger og endret kosthold
- Streng klimapolitikk
- Stabile metanutslipp
- CO<sub>2</sub>-utslipp øker litt før de avtar fra 2040 og utover

## RCP 2.6 – lave utslipp

Denne er utviklet ved *PBL Netherlands Environmental Assessment Agency*. Her når strålingspådrivet 3.1 w/m<sup>2</sup> før det faller til 2.6/m<sup>2</sup> i 2100. For å nå dette nivået kreves ambisiøse utslippsreduksjoner over tid. Sammenlignbart SRES scenario: Ingen.

### Karakteriseres av:

- Fallende oljeforbruk
- Lavere energiintensitet
- En verdensbefolkning på ni milliarder i 2100
- Økt bruk av dyrket mark grunnet produksjon av bioenergi
- Mer husdyrhold
- Metanutslipp redusert med 40 prosent
- CO<sub>2</sub>-utslipp på dagens nivå frem til 2020, deretter nedgang og negative i 2100
- CO<sub>2</sub>-konsentrasjonene når toppen rundt 2050, etterfulgt av en moderat nedgang til omtrent 400 ppm i 2100

Takk til: Glen Peters, Richards H. Moss, Jae Edmonds, Kathy Hibbard, Asbjørn Aaheim, Jan Fuglestad, Reto Knutti, Jacqueline Flückiger Knutti, Michael Böttiger, Charlie Wilson, Paddy Coulter, Tiina Ruohonen og Eilif Ursin Reed for innspill, korrigeringer og oversettelse.

Christian Bjørnæs, senior kommunikasjonsrådgiver  
CICERO Senter for klimaforskning  
christian.bjornas@cicero.oslo.no

M 32-2013