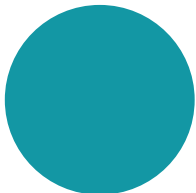


# Vejledning i anvendelse af udledningsscenarier



**Titel:**

Vejledning i anvendelse af udledningsscenerier

Udarbejdet af DMI i samarbejde med MST.

September 2018.

## Vejledning i anvendelse af udledningsscenarioer

Forebyggelse og forberedelse til fremtidens vejr fordrer store, langsigtede og omkostningseffektive investeringer, hvor det er essentielt med et nationalt overblik, så beslutningerne træffes på ensartet grundlag og lokale løsninger hverken over- eller underdimensioneres.

Udviklingen i fremtidens klima på lang sigt er stærkt afhængig af hvordan drivhusgasudledningerne udvikler sig. I IPCC's seneste hovedrapport indgår en række udledningsscenarioer, og især i det lange tidsperspektiv er det vigtigt at holde sig flere scenarier for øje. Det afhænger af den konkrete planlægningshorisont og krav til robusthed, hvilket udledningsscenario det kan anbefales at benytte. Større infrastruktur med lang levetid, eksempelvis kloakker, broer eller højden af soklen på bygninger med en levetid i størrelsesordenen 100 år, skal fra starten designes til en lang tidshorisont. I andre tilfælde kan der derimod bygges efter en kortere tidshorisont, evt. designet så det let kan forstærkes senere, som f.eks. et dige, der dimensioneres med henblik på at kunne forhøjes senere, uden at hele konstruktionen skal bygges om.

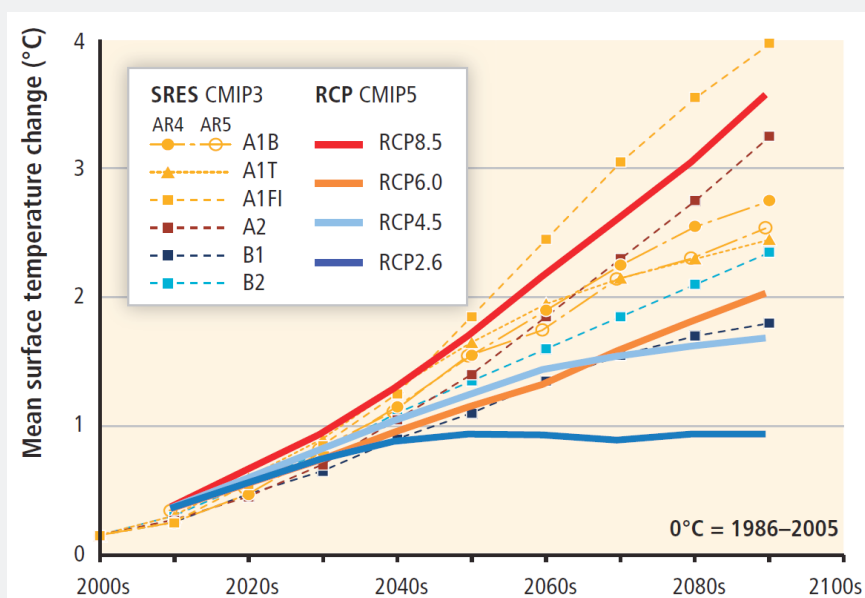
### Faktaboks om udledningsscenarioer

I IPCC's seneste hovedrapport, AR5, fra 2014 indgår nye udledningsscenarioer kaldet Representative Concentration Pathways (RCP), som beskriver atmosfærens sammensætning. De tidligere udledningsscenarioer, SRES, fra IPCC AR4 var baseret på en beskrevet socio-økonomisk udvikling. Udledningsscenarioer er ikke det samme som forudsigelser af hvordan klimaet bliver, men danner grundlaget for sådanne projektioner.

**RCP8.5** er et højt udledningsscenario med stigende udledninger også efter 2100, og kan betegnes som business-as-usual.

**RCP4.5 og RCP6.0** er et udledningsscenarioer hvor de globale udledninger reduceres, og klimapåvirkningen stabiliseres i slutningen af århundredet.

**RCP2.6** er et ambitiøst udledningsscenario, der er designet til at illustrere, hvad der skal til for at begrænse den globale opvarmning til 2 grader. Scenariet fordrer anvendelse af teknologier der kan fjerne CO<sub>2</sub> fra atmosfæren. Tilgængeligheden af sådanne teknologier i stor skala er dog usikker.



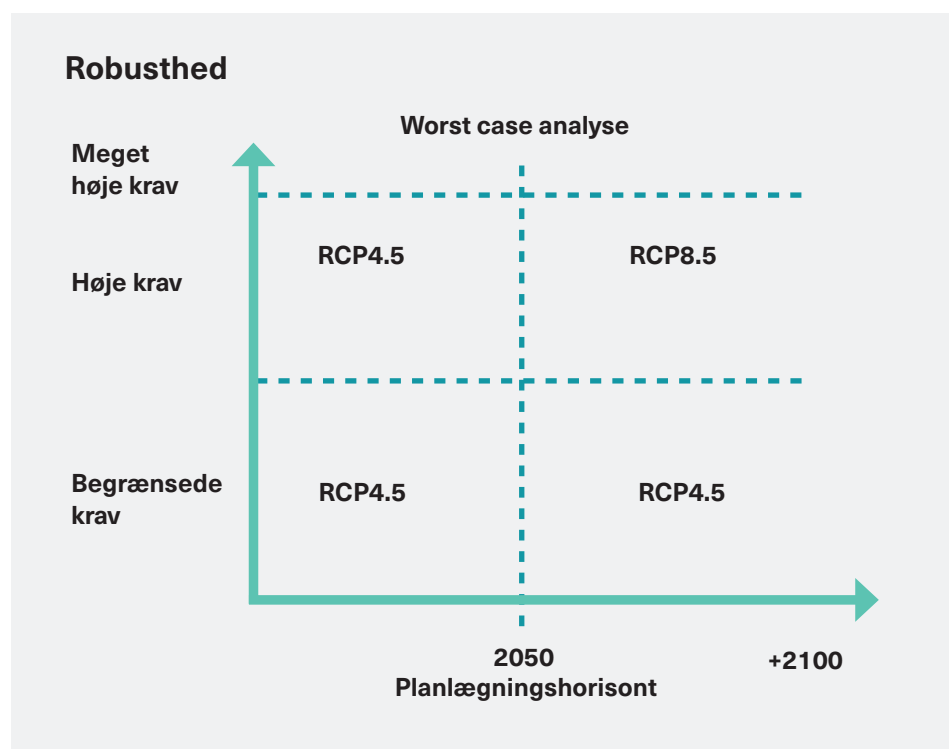
**Figur 1** viser den gennemsnitlige temperaturudvikling i forhold til referenceperioden 1986-2005 i RCP scenarierne fra IPCC AR5 (2014) og SRES scenarierne fra IPCC AR4 (2007).

Kilde IPCC AR5 WGII.

**For planlægning på en tidshorisont frem mod 2050 anbefales RCP4.5.** Det kan også benyttes til planlægning på længere horisonter, hvis der er begrænsede krav til robusthed, eller hvis et anlægsprojekt eksempelvis kan have en iterativ tilgang, hvor det kan være mere omkostnings-effektivt at udbygge/udvide hen ad vejen.

**For planlægning på en tidshorisont ud over 2050 anbefales RCP8.5.** Dette anbefales til planlægning hvor der er meget høje krav til robusthed.

For planlægning og beslutninger, der kræver særlig robusthed, vil worstcase-analyser være essentielle, specielt for havstigninger.



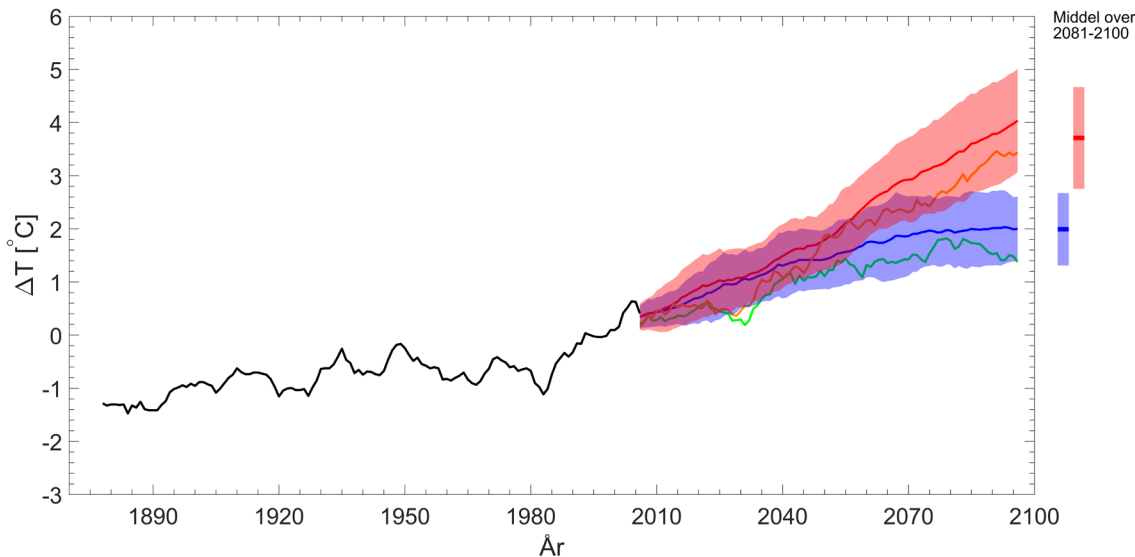
**Figur 2** viser anbefalede scenarier afhængig af planlægningshorisont og krav til robusthed.

## Usikkerhedsvurderinger

Nøjagtigheden i klimafremskrivninger bestemmes især af tre kilder til usikkerhed, som dominerer på forskellige tidsskalaer:

- For **fremskrivninger ca. 10 år** ud i fremtiden domineres usikkerheden af den interne variabilitet, som er de udsving, klimasystemet selv generer uden ydre påvirkning. Et typisk eksempel er El Niño-fænomenet, der dominerer variabiliteten i Stillehavsregionen og omkringliggende landområder. Men også i Atlanterhavsregionen findes der intern variabilitet, der i et årti eller mere kan vende de gradvise klimatrends forbundet med den menneskeskabte opvarmning. I figur 3 ses dette som de årlige udsving på kurverne.
- For **fremskrivninger ca. 10 til 40 år** ud i fremtiden er det model-usikkerheden, der dominerer. Her er klimaforandringerne blevet så store, at den interne variabilitet spiller en mindre rolle, og effekten af de forskellige udledningsscenarioer er endnu ikke for alvor trådt frem. I figur 3 er dette illustreret ved bredden af de farvede faner.
- For **fremskrivninger ud mod slutningen af århundredet** domineres usikkerheden af forskellen mellem udledningsscenarioerne. Vi kender ikke de fremtidige udledninger af drivhusgasser og dermed heller ikke de fremtidige ydre påvirkninger af klimaet. Der er

stadig forskelle mellem modellerne, og der er stadig intern variabilitet, men forskellen mellem udledningsscenarierne er nu blevet så stor, at selv de varmeste modeller i det koldere udledningsscenarie ser kolde ud i forhold til de kolde modeller i det varmeste udledningsscenarie. I figur 3 er dette illustreret ved forskellen mellem den røde og blå kurve, som i starten er meget tæt på hinanden, men i slutningen af århundredet har udviklet sig langt væk fra hinanden.



**Figur 3** viser ændring i årlig middeltemperatur i Danmark i forhold til referenceperioden 1986-2005. Sort kurve: Observationer fra 1874 til 2005. Blå og rød kurve: Modellsimulering for perioden 2005-2100 for henholdsvis RCP4.5-scenariet og RCP8.5-scenariet. De farvede faner angiver vurderede usikkerheder på temperaturstigningerne. For de samme scenarier er med hhv. grøn og orange angivet resultater baseret på en detaljeret koblet klimamodel for Danmark. For alle scenarie-kurverne er der anvendt et glidende 10-års-middel. Til højre ses middeltemperaturstigningerne for de sidste 20 år af simuleringen.

Kilde: Observationsdata: DMI; Modellsimuleringer: CMIP5 og CRES (Centre for Regional Change in the Earth System).  
Grafik: F. Boberg, DMI

## Indhold i klimaatlas

Til brug for kommunernes planlægning udarbejder DMI et klimaatlas med datamateriale for temperatur, nedbør, ekstremnedbør, havniveau og stormflod i det fremtidige danske klima. Klimaatlasset vil dække hele Danmark og give kommunerne et fælles datagrundlag til brug for klimatilpassningsindsatsen. Det sikrer, at der er adgang til ensartet information på tværs af kommunegrænser.

Klimaatlasset vil være klar i 2019. Klimaatlasset udarbejdes og opdateres løbende (til og med 2021 med den nuværende finansiering) på baggrund af DMI's egne data og klimascenarier for dansk område baseret på IPCC's rapporter.

## Baggrund om klimaudviklingen

På et pressemøde i København efter færdiggørelsen af sin femte hovedrapport (AR5) kunne IPCC i 2014 slå fast med endnu større sikkerhed end tidligere, at den globale opvarmning er en realitet, og at menneskelig påvirkning har været den dominerende årsag til den observerede opvarmning siden midten af det 20. århundrede. Siden 1850 og frem til 2010 steg den globale gennemsnitstemperatur med 0,8°C, og de seneste 30 år har på den nordlige halvkugle været den varmeste periode i 1400 år. Klimaforandringerne indebærer væsentlige udfordringer for det

danske og det globale samfund. Den globale opvarmning medfører flere ekstreme vejrbegebenheder som voldsomme hedebølger, tørkeperioder og oversvømmelser.

Det danske klima forandrer sig også. Siden observationerne begyndte i 1874 er det gennemsnitlige skydække over Danmark øget med ca. 5%, og den gennemsnitlige nedbørsmængde er øget med ca. 15% eller 100 mm. Gennemsnitstemperaturen i Danmark er øget med ca. 1,5°C siden slutningen af det 19. århundrede. Havniveauet omkring Danmark øges med ca. 1,5 mm om året i den sydlige del af landet, mens havniveaustigningen i den nordlige del af landet stort set opvejes af landhævning efter sidste istid.

Hvordan og hvor meget det danske klima fremover vil ændre sig er i høj grad afhængig af de fremtidige globale drivhusgasudledninger. FN's Klimakonvention konkluderer, at større reduktionstiltag af drivhusgasser, end dem der beskrives i landenes nuværende klimamål under Parisaftalen, er nødvendige, hvis målet om at holde den globale temperaturstigning under 2°C og begrænse den til 1,5°C skal nås. Derfor følges udviklingen nøje, og der vil fremover blive udarbejdet statusopgørelser hvert femte år under Klimakonventionen. Og ca. hvert syvende år kommer IPCC med en omfattende klimastatusrapport, der står som det vigtigste videnskabelige grundlag for politiske beslutninger på klimaområdet.

## Baggrund

Et af de initiativer, som blev til som en del af det tværministerielle embedsmandsarbejde om klimatilpasning og kystsikring i 2017, var en udmelding af nye nationale klimascenarier baseret på IPCC's femte hovedrapport.

### Udmelding af scenarie i 2010

I juni 2010 udmeldte Klima- og Energiministeren samt Miljøministeren et anbefalet udledningsscenarie til brug for kommunernes arbejde med klimatilpasning. Anbefalingen var at benytte udledningsscenariet SRES A1B frem til 2050. Med baggrund i dette scenarie blev der endvidere udarbejdet en række datasæt med fremskrivninger af klimadata, der sikrede, at de kommunale klimatilpasningsplaner blev udarbejdet på et ensartet landsdækkende grundlag. Data omfattede havvandstand, grundvand, vandløb og nedbør, herunder klimafaktorer til brug for vurdering af oversvømmelsesrisiko i kloakerede områder. Alle 98 kommuner har udarbejdet klimatilpasningsplaner baseret på dette grundlag. Enkelte kommuner, der allerede var i gang med at udarbejde klimatilpasningsplaner, har anvendt SRES A2 samt B2 udledningsscenarierne.

Da der siden er kommet nye scenarier med IPCC's Femte Hovedrapport (2014), og da den tidligere anbefaling kun strakte sig til 2050, er der et behov for en opdatering af den tidligere udmelding.

### Eksempler på udmeldinger fra udlandet

I Norge har Stortinget besluttet, at man for en kort planlægningshorisont kan anvende RCP4.5 og for en længere tidshorisont kan anvende RCP8.5.

Sverige er fortsat i gang med en proces, der skal lede frem til beslutning om anvendelse af klimascenarier. Der er indtil videre udarbejdet en vejledning, og de sydsvenske kommuner har anvendt RCP8.5 i forbindelse med tilpasning til havspejlsstigning.

I foråret 2017 udgav det europæiske Miljøagentur (EEA) en rapport, hvor RCP4.5 og RCP8.5 præsenteres. Der tages ikke stilling til hvilke(t) scenarie(r), der bør tages udgangspunkt i.

Holland, der har tidligere anvendt SRES scenariet A1B, fremskriver nu en række klimavariabler til år 2100 med afsæt i RCP4.5, RCP 6.0 og RCP 8.5.

Storbritannien har gjort noget tilsvarende i 2009, baseret på 3 SRES scenarier fra IPCC AR4.

I Tyskland gives ikke anbefalinger til anvendelse af klimascenarier, men til klimatilpasning anvendes oftest RCP8.5 som "business as usual"-scenarie. RCP4.5 anvendes også.

