



GEUS

*Hydrologidag 2010, 26 oktober, Odense*

*"Hydrologiske effekter af klimaændringer i Danmark"*

# Hydrologiske effekter og usikkerheder – nye udfordringer

Jens Christian Refsgaard

Geological Survey of Denmark and Greenland  
Ministry of Climate and Energy

# Disposition

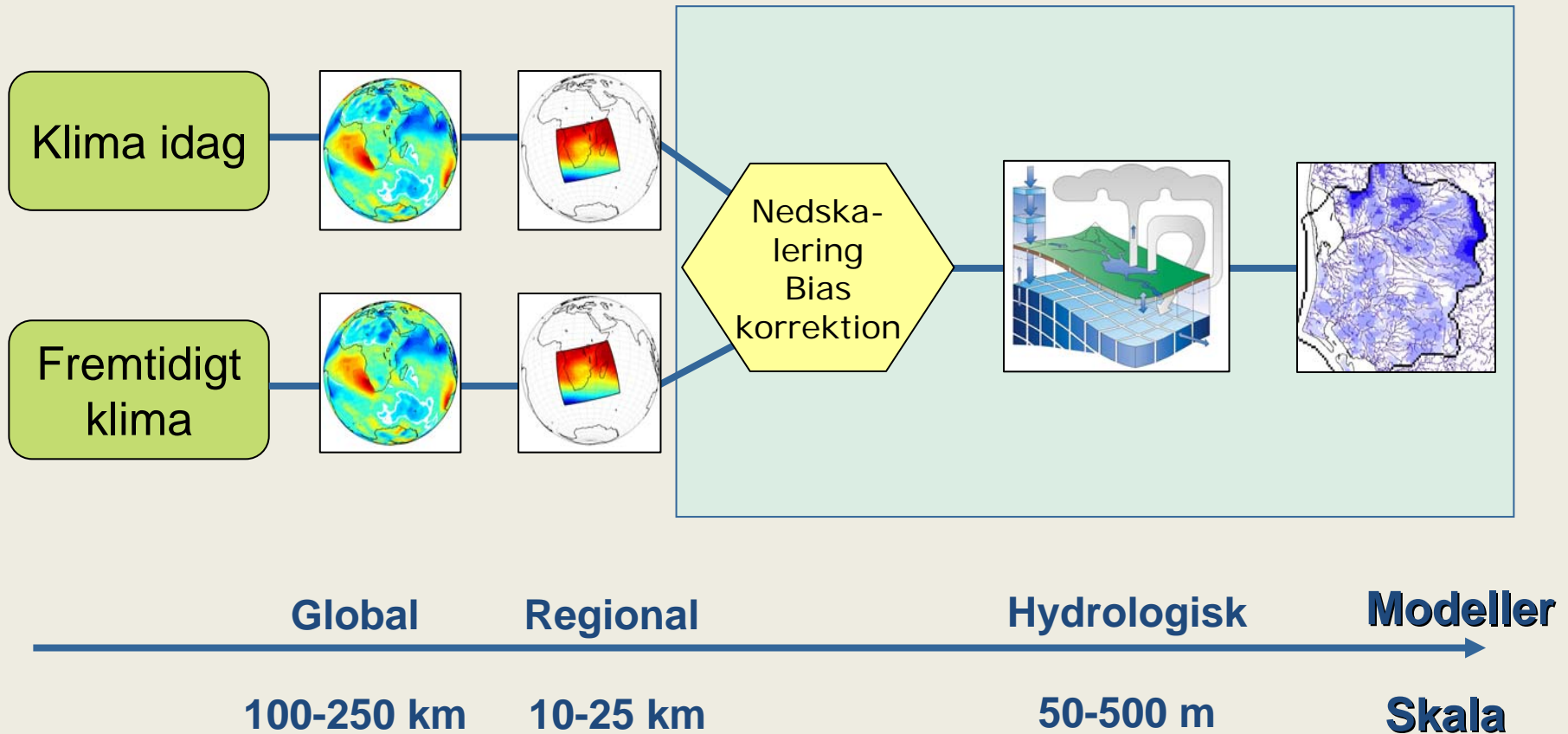
- Oversigt over typer af mulige effekter
- Oversigt over usikkerheder
- Hvad er der i pipelinen af ny forskning på klimaområdet
- Hvordan skal vi forholde os til de store og nye typer af usikkerheder
- Spørgsmål til generel debat

# Eksempler på hydrologiske effekter af klimaændringer

Genstand	Effekt
Tabel fra Vand & Jord, November 2009	
<b>Naturen/det åbne land – vandmængder</b>	
Grundvandsstand	Højere grundvandsstand de fleste steder. Mulighed for lavere grundvandsstand nogle steder.
Vandløb	Højere vandføring og vandstand i vinterhalvåret. Nogle steder mindre vandføring i sommermåneder. Øget oversvømmelser af enge og lavtliggende områder, herunder byer.
Søer	Flere og større søer. Ændrede vandbalancer.
Erosion	Øget jorderosion
Sne og is	Mindre sne, is og frossen jord
Arealanvendelse	Ændrede afgrøder, måske høst to gange årligt for visse afgrøder → øget fordampning
Dræning	Behov for øget dræning, hvis våde områder på dyrkede arealer skal undgås.
Markvanding	Øget behov for markvanding
Terrestriske økosystemer	<h2 style="color: blue; font-size: 2em; margin: 0;">Og mange flere – inklusive nogle vi ikke har tænkt på endnu</h2>
Havvandsstand	
<b>Naturen/det åbne land – næringsstoffer</b>	
Pesticidudvaskning	Ændret udvaskning
Grundvandsbeskyttelse	Ændret sårbarhed over for grundvandsforurening → behov for revurdering af handlingsplaner for grundvandsbeskyttelse
<b>Infrastruktur</b>	
Bygninger	Højere grundvandsstand kan give vand i kældre.
Broer over vandløb	Design skal tilpasses øget vandføring
Veje	Oversvømmelser på grund af forøget nedbørsintensitet og højere grundvandsstand. Højere grundvandsstand påvirker stabiliteten af fundamenter
Vandaflledning i byer	Hyppigere oversvømmelser på grund af forøget nedbørsintensitet, højere grundvandsstand og højere havvandsstand
Diger	De nuværende diger ved havet og langs vandløb er utilstrækkelige

# Beregning af klimaændringers effekt på hydrologi

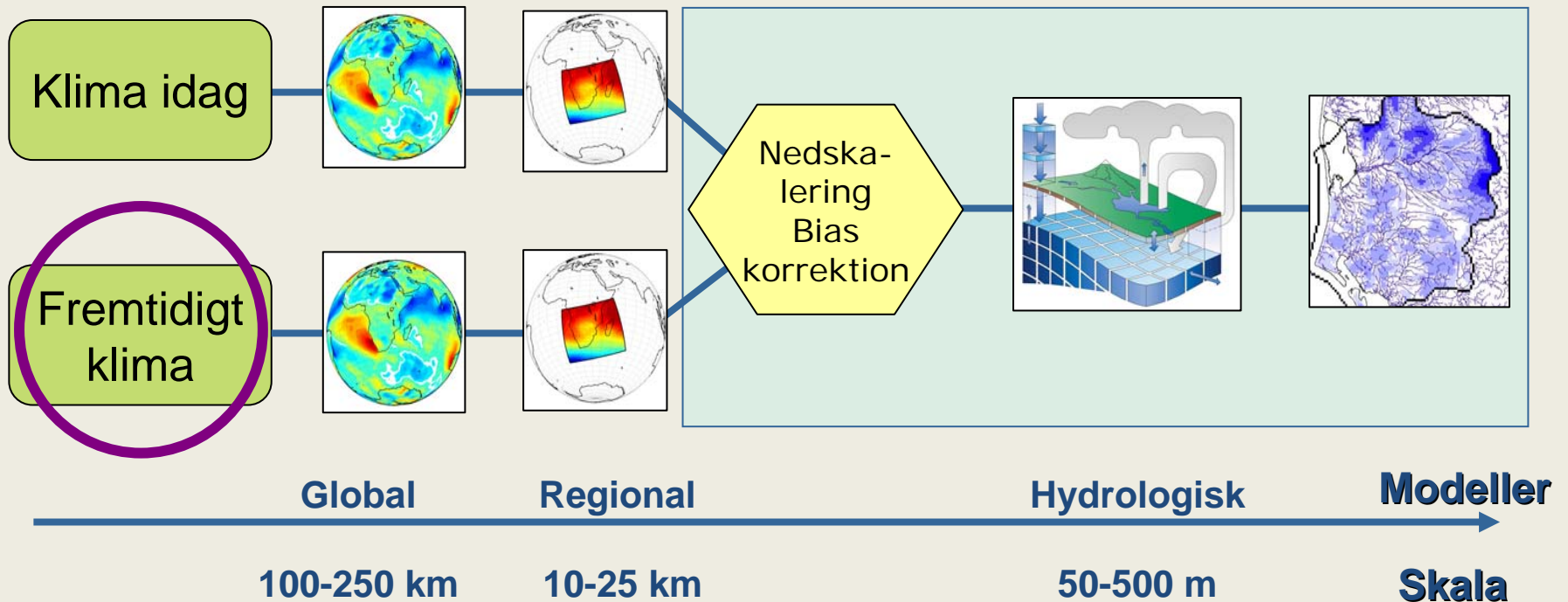
- *elementer, skalaer og usikkerhedskilder*



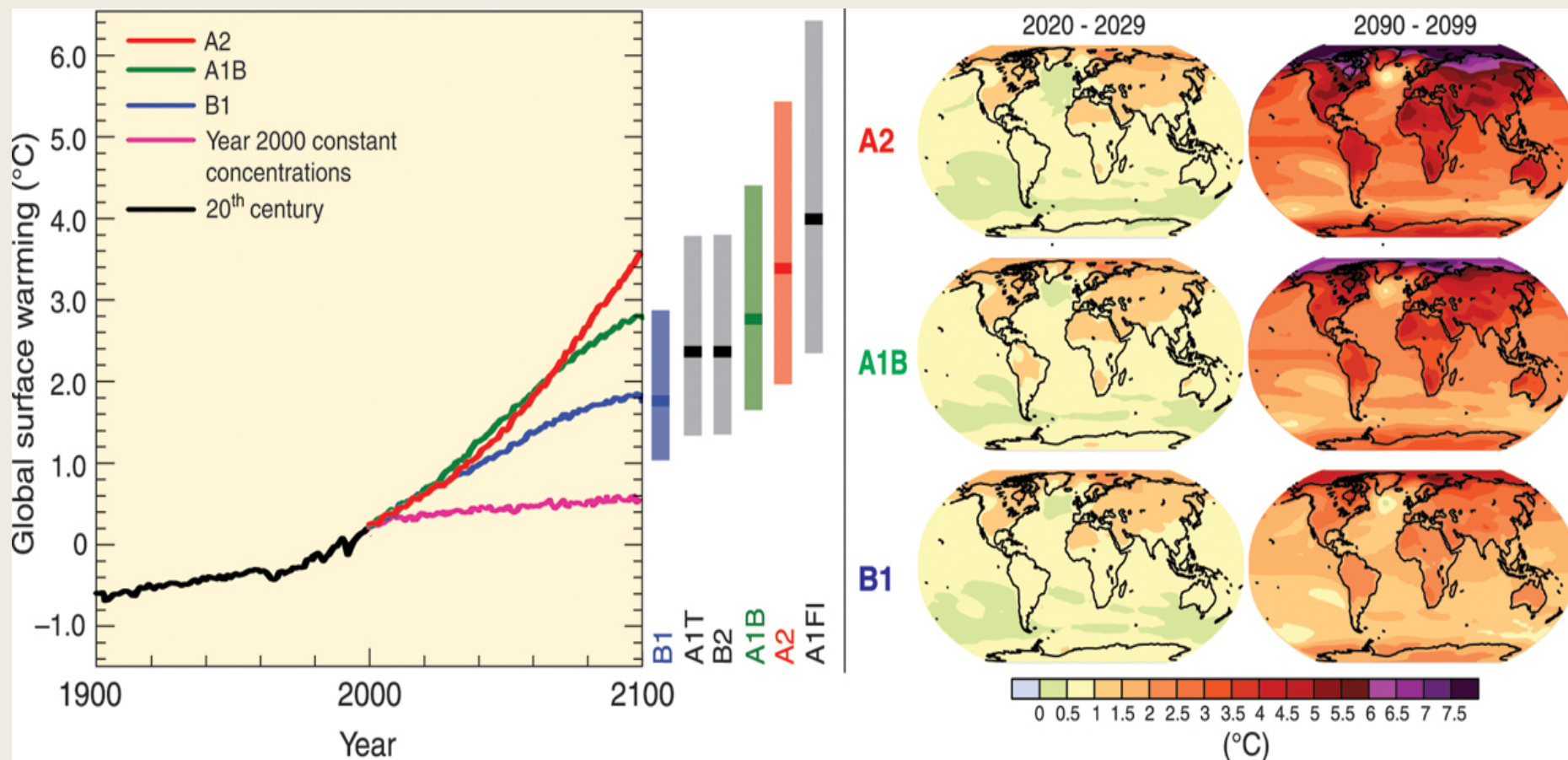
# *Klimaændringers effekt på hydrologi*

## **Usikkerhedskilder**

- Klimascenarier – emissioner af drivhusgasser



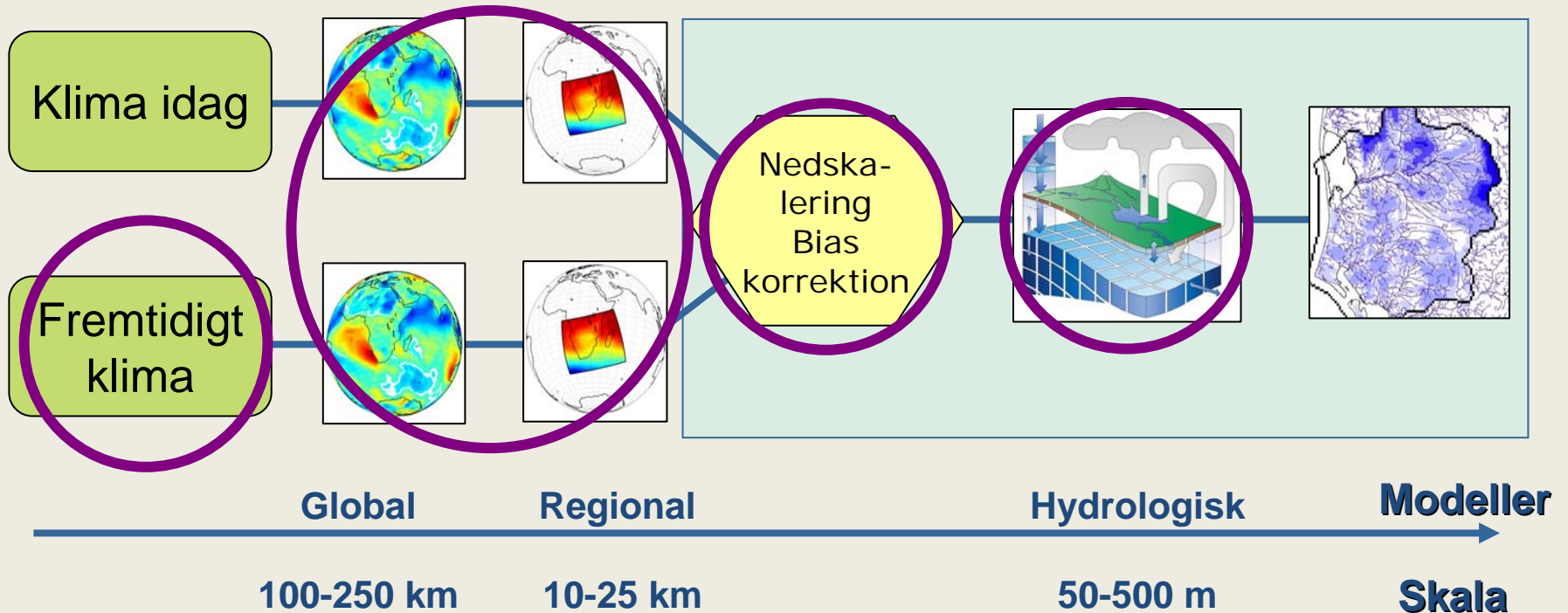
# Scenarier for udledning af drivhusgasser



# Klimaændringers effekt på hydrologi

## Usikkerhedskilder

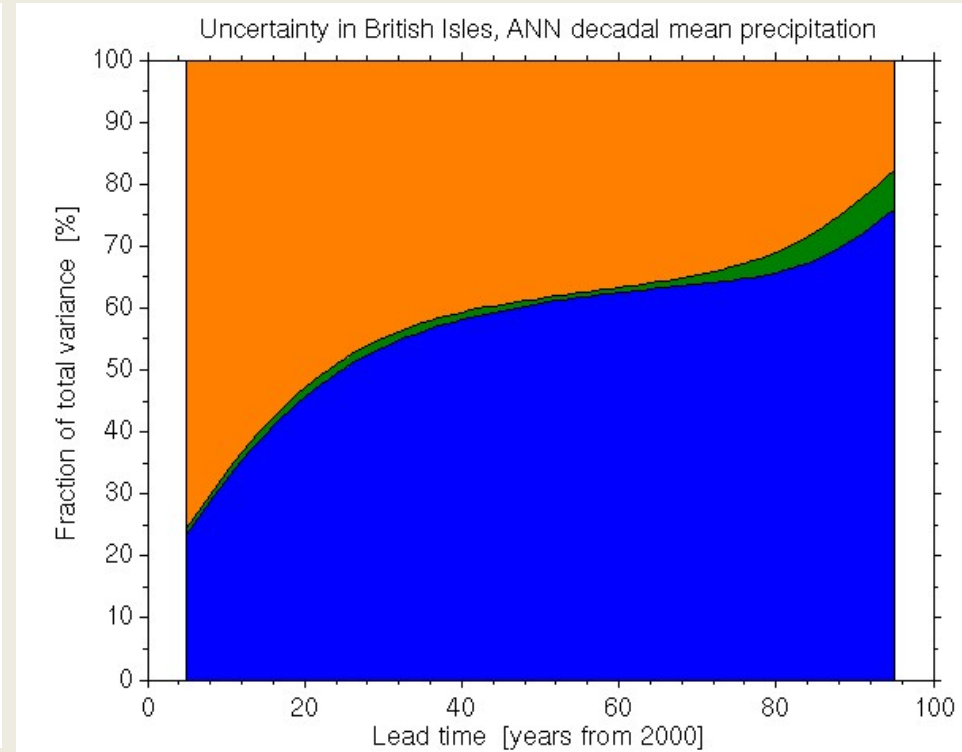
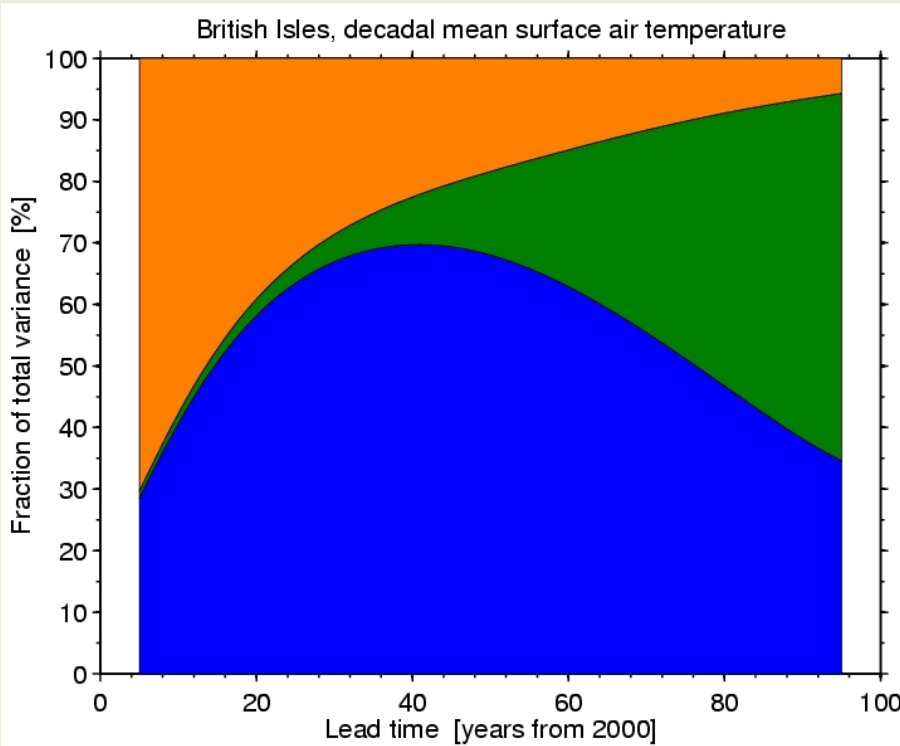
- Klimascenarier – emissioner af drivhusgasser
- Klimamodeller
- Korrektion af output fra klimamodeller
- Hydrologisk model (geologi, procesligninger, parameterverdier, inputdata)
- Naturlig variabilitet af klimasystemer



# Betydningen af forskellige usikkerhedskilder

*(Hawkins and Sutton, 2009 & 2010)*

## Storbritanien - 10 års middel temperatur og nedbør



**Blå: Usikkerhed pga klimamodeller (GCMs)**

**Grøn: Usikkerhed pga klimascenarier/drivhusgasemissioner**

**Orange : Usikkerhed pga intern (naturlig) variabilitet**



# Forskning – sker der noget nyt ?

- KFT database med information om 263 forskningsprojekter (efter 2003)



skningsprojekter indenfor klimaområdet - Microsoft Internet Explorer provided by GEUS

pasning.dk/da-DK/service/Forskning/DetForskesDer1/Database/Sider/Forside.aspx

unktioner Hjælp

ingsprojekter inde...

English Kort Lovstof Publikationer Sitemap Om portalen

Søgning  Søg

Samfundsøkonomi Forskning International Klima Cases Nyheder Nyhedsbrev Kalender

Forside > Forskning > Det forskes der i > Database

Kyst Byggeri Vand Energi Landbrug Skov Fiskeri Plan Sundhed Beredskab Forsikring Natur

**Forskning**

- > Tilpasning
- > Sårbarhed
- > Risikohåndtering
- > Det forskes der i
- > Nyt fra forskningen
- > Viden på vej
- > Aktuelle projekter
- > Database
- > Værktøjer
- > KFT

**Kontakt**

Lillian van der Bijl  
Danmarks Miljøundersøgelser  
Tlf. 89 20 17 48

**Eksterne links**

- > Klimaforskningsdatabasen
- > Registrering af nye projekter
- > Rapport om klimaforskningen i Danmark

**KFT's database over danske forskningsprojekter indenfor klimaområdet**

Koordineringsenheden for forskning i klimatilpasning (KFT) har samlet oplysninger om danske klimaforskningsprojekter i en on-line database, hvor forskellige søgekriterier gør det nemt at udvælge de specifikke forskningsområder man er mest interesseret i.

Omfanget af den samlede danske forskningsindsats på klimaområdet fremgår af en kortlægning af klimaforskningen, som KFT har gennemført sammen med Videnskabsministeriet og Klima- og Energiministeriet. Som en del af kortlægningen fik KFT via en spørgeskemaundersøgelse informationer om 263 danske forskningsprojekter indenfor klima, Klimæffekter og Klimatilpasning. Denne information indgår nu i databasen. Projekterne er påbegyndt i 2003 og frem og nye projekter kan indrettes direkte til databasen.

Databasen kan med de indbyggede søgekriterier fremme det tværfaglige forskningsamarbejde i Danmark indenfor klimaområdet. F.eks. i forbindelse med nye netværksdannelser i forbindelse med nye ansøgninger. Databasen kan også bruges som platform til formidling af ny viden direkte fra forskerne og give et indblik i hvilke problemstillinger indenfor klimaforskning der er mest fokus på.

Databasen er på engelsk og kan derfor også stilles til rådighed for KFTs internationale netværk, hvor danske forskere kan indgå i internationale samarbejder.

Det er vigtigt at databasen hele tiden er opdateret med de nyeste forskningsprojekter indenfor området. KFT opfordrer derfor forskere til at sørge for at indmelde nye projekter (link til højre) og databasen bliver efterfølgende opdateret 2-3 gange årligt.

## Kortlægning af Klimaforskning i Danmark

Forskning: Analyse og Evaluering 2/2009

Udarbejdet af Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling,  
Koordinationsenheden for Forskning i Klimatilpasning og Klima- og Energiministeriet

# Eksempler på større igangværende forskningsprojekter med fokus på klimaændringer og hydrologi

- CRES - Centre for Regional Change in the Earth System <http://cres-centre.dk>
- HYACINTS - Hydrological Modelling for Assessing Climate Change Impacts at different Scales <http://www.hyacints.dk>
- CLIWAT - Adaptive and sustainable water management and protection of society and nature in an extreme climate [www.cliwat.eu](http://www.cliwat.eu)
- BaltCICA - Climate Change: Impacts, Costs and Adaptation in the Baltic Sea Region [www.baltcica.org](http://www.baltcica.org)
- REFRESH - Adaptive Strategies to Mitigate the Impacts of Climate Change on European Freshwater Ecosystems <http://www.refresh.ucl.ac.uk/>
- PRECIOUS - Prediction of climate impacts on pesticide leaching to the aquatic environment
- WATCH – Water and Global Change <http://www.eu-watch.org>
- COMBINE - Comprehensive Modelling of the Earth System for Better Climate Prediction and Projection <http://www.combine-project.eu/>
- MONITECH - Udvikling og test af nye omkostningseffektive måle teknikker og værktøjer til brug for planlægning af vådområder

# Hvordan skal vi forholde os til de store usikkerheder?

## Status

- Klimaændringer giver anledning til meget større og anderledes typer af usikkerheder end vi har været vant til at håndtere
- Klimaændringer → gennemgribende ændringer for vandressourcer, økosystemer og infrastrukturer
- Vi (tror vi) kender de overordnede tendenser mht. effekter – men der er meget stor usikkerhed.
- *Giver det overhovedet mening at inddrage klimaeffekter i planlægningen, når usikkerhederne er så store?*

# Hvordan skal vi forholde os til de store usikkerheder?

*Giver det overhovedet mening at inddrage klimaeffekter i planlægningen, når usikkerhederne er så store?*

## Hvilke handlemuligheder har vi?

- *Handlingslammelse*: Vi er nødt til at vente til vi får bedre viden/mindre usikkerhed
- *Ud over stepperne*: Et officielt klimascenarium med officielle klimamodelberegninger → reviderede normer/standarder for infrastruktur. Implementering sektorvis nu på alle fronter
- *Løbende tilpasning*: Inddrage klimaeffekter i planer der kræver langsigtede investeringer. Pilotprojekter for at undersøge ændret risikovillighed/adfærd i en situation med stor usikkerhed. Nøjes med robuste beslutninger. (*Adaptive management*)

# Elementer i løbende tilpasning – adaptiv management

- *Helhedsvurderinger på tværs af sektorer.* Ændret grundvandsforhold påvirker ikke kun drikkevandsforsyning, men også bl.a. økosystemer, bygninger, veje, oversvømmelser
- *Usikkerhed.* Kommuniker eksisterende viden med tilhørende usikkerhed
- *Løbende* tilpasninger i takt med at usikkerhed reduceres → robuste beslutninger
- *Ændret adfærd.* Problemet kan ikke bare løses ved teknologiske fix – hvor meget vil vi betale for at undgå nye risici, som opstår pga. et fremtidigt usikkert klima
- *Aktiv involvering* af berørte borgere

# Spørgsmål til generel debat

- Hvor er de væsentligste videnshuller mht. klimaeffekter og klimatilpasning?
- Hvordan bliver vi bedre til at informere om usikkerheder på en måde så folk forstår det uden at blive handlingslammede?
- Hvor meget og hvordan inddrager vi interessenter og borgere i klimatilpasningen?
- Hvordan sikrer vi at der træffes fornuftige langsigtede beslutninger om klimatilpasning uden for mange fejlagtige irreversible ("hovsa") beslutninger?
- Hvilke informationer har planlægningsmyndigheder brug for? Hvordan sikres bedst mulig adgang til information for kommuner og borgere?