




G E U S

www.geus.dk

Klimaets udvikling og effekt på det hydrogeologiske system

- med fokus på den våde periode

Torben O. Sonnenborg
Professor, Hydrologisk Afdeling

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland
Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet

Hydrologidag, 27. oktober 2016

Præsentationen lavet med hjælp fra

- Seniorrådgiver Hans Jørgen Henriksen
- Professor Jens Christian Refsgaard
- Post Doc Ida Karlsson

fra Hydrologisk Afdeling, GEUS

Indhold

- Nutidig situation
- Historisk udvikling i klimaet og vandet (målinger)
- Hvad kan vi forvente fremover (modeller)
 - Grundvandsstand
 - Vandløbsafstrømning
- Konklusion

NUTIDEN

"Danmark forsummer"

8 | Indland | Lørdag den 30. januar 2016

Frem med gummistøvlerne – en del af Danmark bliver sat under vand

Klima: Klimænderinger giver ikke kun mere vand i havet – det får også grundvandet til at stige. Det kan nu mærkes.

LARS FROD
lars@geus.dk

Mange danskere kan godt indstille sig på en fremtid med vand i haven, vand i køleren eller vand på marken.

Den tid, hvor man i Danmark skulle spare på vandet, fordi der manglede vand, er for længst forbi. Nu er problemet derimod, at vi er ved at drukne i vand. Alt for meget vand. Fordi det regner mere, og fordi grundvandet står højere og højere.

Det kræver ikke en lang køretur i Danmark for at se hvordan det blanke vand står på mange marker og i mange haver. Og så er det største problem måske i virkeligheden det vand, vi slet ikke kan se: grundvandet.

Vi har i Danmark altid været stolt af vores grundvand, fordi det sikrer os masser af rent og godt drikkevand. Der har været perioder, hvor vi har manglet vand, men det hører efterhånden til sjældenhederne. I stedet har mængden af grundvand i de seneste mange år været stigende.

To meter mere vand
Here steder i Aarhus-området er grundvandet i de seneste 20-30 år steget med omkring to meter, viser nye tal fra Aarhus Vand.

Hos Geus, De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland, bekræfter seniorrådgiver Hans Jørgen Henriksen tendensen. Han vurderer, at grundvandet mange steder i Danmark alene i de seneste fire-fem år er steget med omkring en halv meter.

»Målinger fra en række boringer viser, at grundvandet ligger højt og måske er steget med en halv meter. Og i takt med, at vi – på klimaforandringerne mere nedbør, vil gru det stige. Nogle klimaer viser, at grundvandsstige med fem meter mere nedbør, vil grunde stige med 30 pct.». Derfor vil der være større risiko for oversvømmelser i landet.

Der findes ikke så mange præcise målinger af, hvor meget grundvandet er steget rundt omkring i Danmark. B.l.a. fordi de målinger, der er, ofte stammer fra jordområder,

DANMARKS ÅRSNEDBØR 1874-2015



Dannelse af sumpområder



Foto: Scanpix

Så sker der lidt det samme, som når der bliver for mange biler på motorvejen, så bliver det sværere at få ledt vandet væk,» forklarer Carsten Tilbæk Petersen. Han vurderer, at hvis der kommer 10 pct. mere nedbør, så vil afstrømningen måske stige med 30 pct. »Derfor vil der være større risiko for oversvømmelser i landet.

forklarer Kaj Sand-Jensen. »Når jorden bliver oversvømmet, er det derfor ofte ikke, fordi vandet stiger, men derimod fordi jorden er sunket. Nogle steder har jorden sat sig halvdelen meter. Og her oplever man måske, at efter at man i 60 år har dyrket korn helt ud til vandet,

100 millimeter de seneste 150 år, og forskningen tyder på, at stigningen vil fortsætte.

Fleire undersøgelser har allerede dokumenteret, at grundvandet mange steder allerede er steget med ca. en halv meter de seneste fem-ti år. Samtidig viser nogle klimamodeller over fremtidens klima, at grundvandet kan stige med op til fem meter nogle steder.

Hvem har problemer?
Særligt udsatte er de boligstede, der bor på lavtliggende sive langsomt ned i jorden, til der, søer og vandløb. Men også byboerne har risiko for at få problemer med våde græsplæner, hvis vandet stiger.

04 DIN BOLIG

Boligejere slås med drivvåde græsplæner

Megen nedbør over lang tid har hævet grundvandet under mange grunde, så vandet ikke længere kan løbe væk.

BOLIG
Af Henrik Bantz
BOLIG.DK

VAD: Fleire boligejere oplever, at deres græsplæner står i vand eller mudder på grund af de massive vandmasser, der er faldet fra himlen den senere tid. 2015 blev med 904 millimeter nedbør det næstvædeste år, vi har oplevet i Danmark, siden Danmarks Meteorologiske Institut (DMI) begyndte sine landmålinger i 1874. En af årsagerne til de sumpede græsplæner er tilbage GEUS, De Nationale Geologiske Undersøgelser for Dan-

mark, siden Danmarks Meteorologiske Institut (DMI) begyndte sine landmålinger i 1874. En af årsagerne til de sumpede græsplæner er tilbage GEUS, De Nationale Geologiske Undersøgelser for Dan-

mark, siden Danmarks Meteorologiske Institut (DMI) begyndte sine landmålinger i 1874. En af årsagerne til de sumpede græsplæner er tilbage GEUS, De Nationale Geologiske Undersøgelser for Dan-

mark, siden Danmarks Meteorologiske Institut (DMI) begyndte sine landmålinger i 1874. En af årsagerne til de sumpede græsplæner er tilbage GEUS, De Nationale Geologiske Undersøgelser for Dan-

mark, siden Danmarks Meteorologiske Institut (DMI) begyndte sine landmålinger i 1874. En af årsagerne til de sumpede græsplæner er tilbage GEUS, De Nationale Geologiske Undersøgelser for Dan-



Orte er det en god ide at have to planter, hvor den overskyendte vand bliver løst væk fra ens grund.

en fernedagene uden at kende de forhold, der afgør hvilke løsninger der er bedst. Klimamålinger i forhold til vand afbærer meget af, hvad er det for noget jord, der er tale om. Boligen ligger højt eller lavt, samt hvad der findes af muligheder for at samle sig i en areal, der er forholdsvis tørt.

Bedre håndtering af vandet
Hillerød har kommunedirektøren John Møller Jensens ningsområde, der er gennemført for en større indsats fra 2015-2017, hvor bl.a. kapaciteten for håndtering af regnvand skal øges.

Kommunen noterer sig, at området flere gange har været overbelastet ved kraftige regnskyl, som har resulteret i omfattende oversvømmelser. Høje seniorrådgiver Hans Jørgen Henriksen er Hillerød Kommune formentlig ikke den eneste, der bårler med den type klimafølelsesproblemer og regnvand, der kan komme og bruges til sanitet. Iyder det fra Skandly Måleborene siger generelt, at

du altid gerne må håndtere regnvand på egen grund, uden at du behøver involvere kommunen. Det skal forstås i tilfælde, hvor du pumper vand ud i kloakken. Det er tilfældet nogle steder, men typisk ikke i kommuner uden krav om separat kloakering.

Men der vil blive mere akutte i fremtiden, mener Hans Jørgen Henriksen.

Tjek dit grundvand
Seniorrådgiveren påpeger, at der findes et værktøj, som boligejerne kan bruge til at få nys om, hvordan grundvandsstanden vil udvikle sig de kommende år.

Med det såkaldte grundvandskort kan du få overblik over, hvor meget eller lidt grundvandet vil stige efter forskellige udregningsmodeller, selvom resultaterne skal tages med et gran salt.

»Hvis man kan se, at grundvandet står fem eller ti meter under terræn, gør det jo ikke så meget, at det stiger en meter. Men hvis det kun står en eller to meter under, kan det i et fremtidigt klima få stor betydning. Lige, hvis det er et hus, man overvejer at købe,» forklarer Hans Jørgen Henriksen.



BAGSIDEN

ATS
BAGSIDEN 2. FEB. 2016 KL. 00.01 FOR ABONNENTER

NYT FRA ATS

Danmark er ved at udvikle sig til et stort sumpområde, og ATS har besluttet at gå forrest i kampen mod oversvømmelserne. Derfor vil vi fra i morgen afvande vores vittigheder, inden vi bringer dem, ligesom vi generelt vil tilstræbe en tørrere form for humor. Det skulle gerne betyde, at vittigheder som denne ikke vil forekomme i ATS fremover.

Se [her](#), hvor der er størst risiko for oversvømmelser i landet.

Det vil i mange tilfælde være sæsonpræget, mener Hans Jørgen Henriksen, som er Seniorrådgiver ved De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland, GEOS.

Oversvømmede veje

27 December 2015

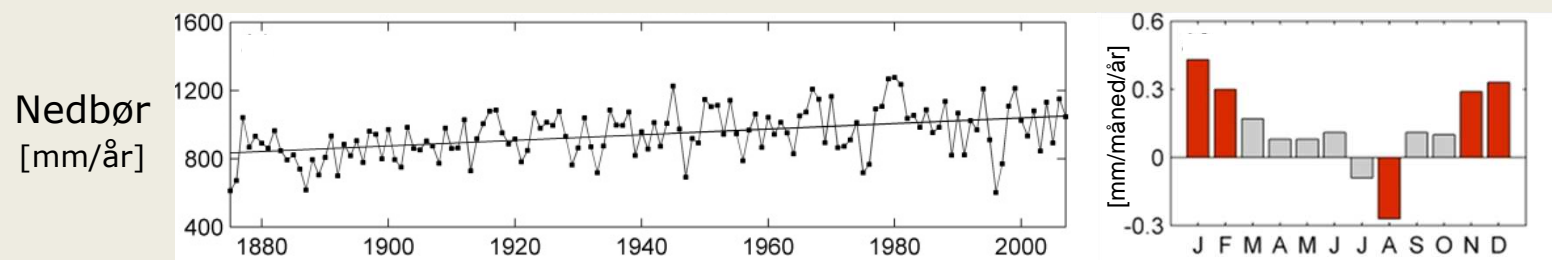
- 18 statsveje
- Mange mindre veje



FORTIDEN

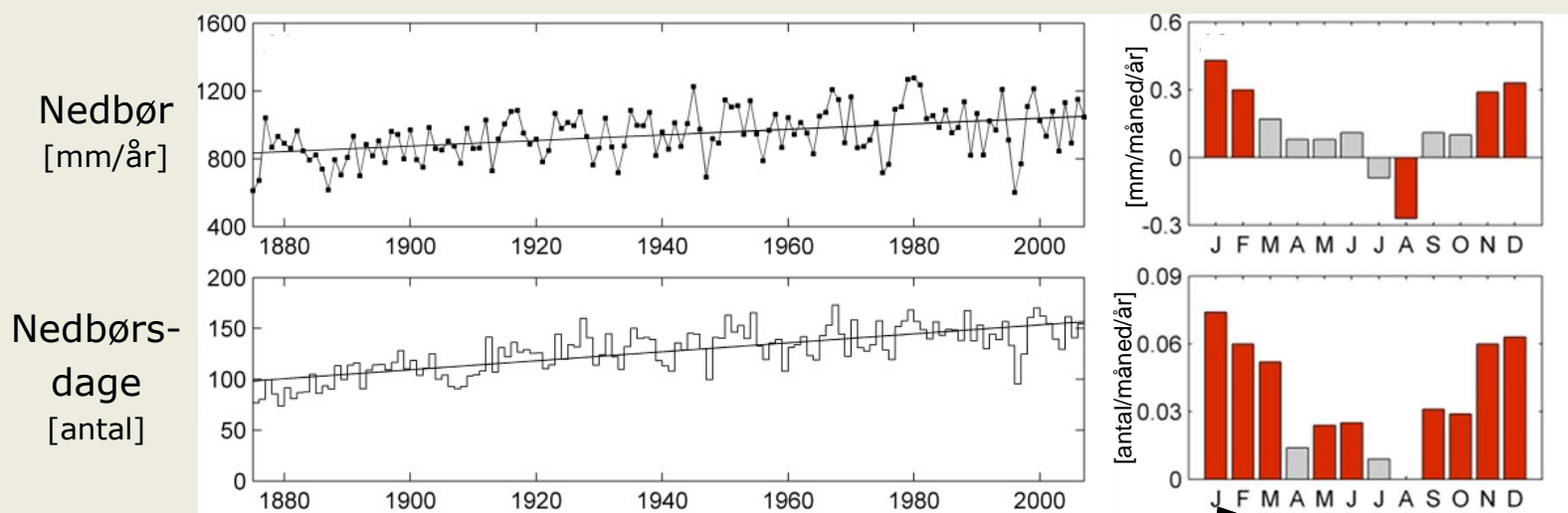
Klimaændringer er her allerede

Nedbørsudvikling i Skjern Å oplandet – 1870-2010



Klimaændringer er her allerede

Nedbørsudvikling i Skjern Å oplandet – 1870-2010



Ændring: $0.07 \times 140 = 9.8$ dage/måned

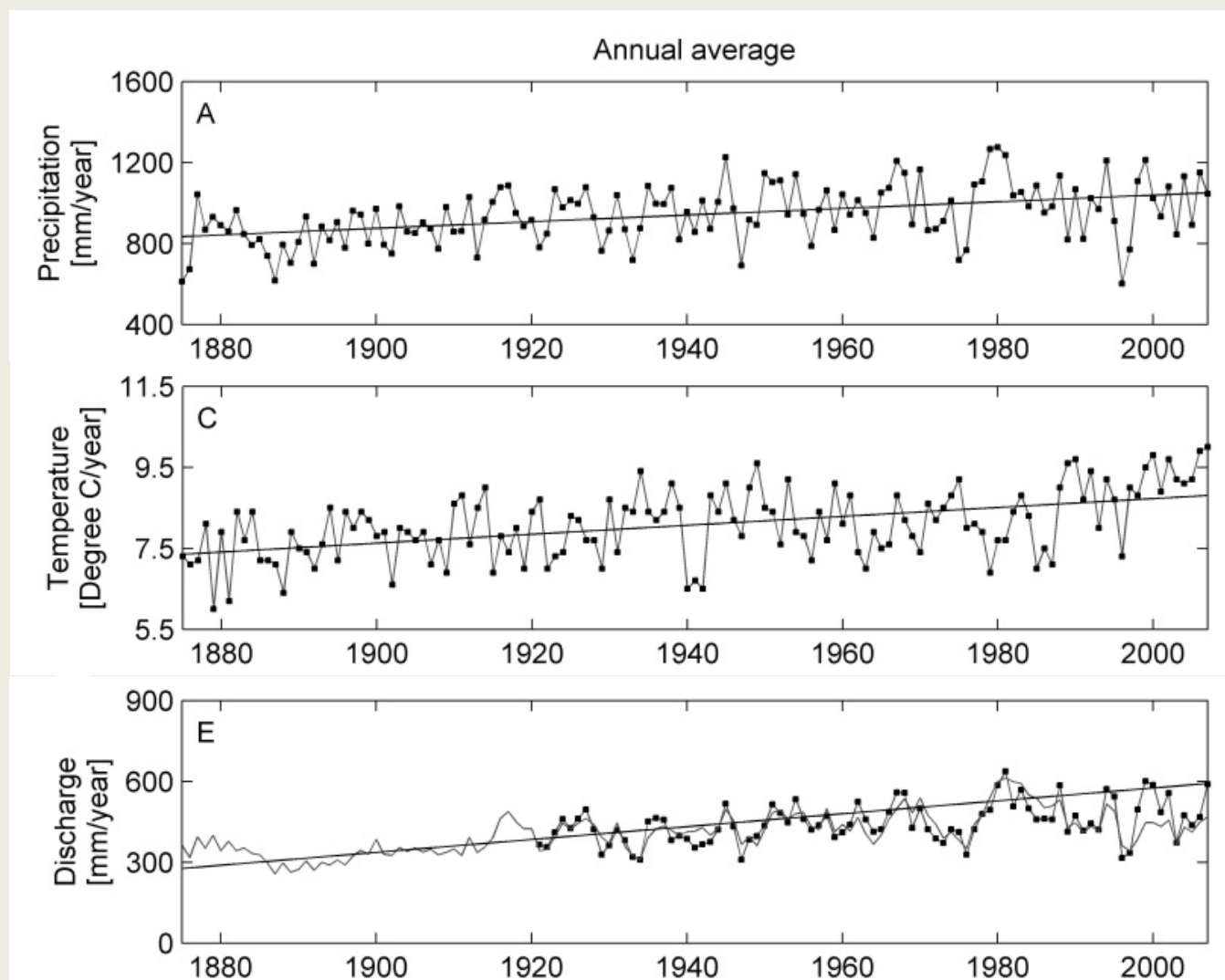
Karlsson et al. (2014)

Klimaændringer er her allerede

Klimaudvikling I Skjern Å oplandet

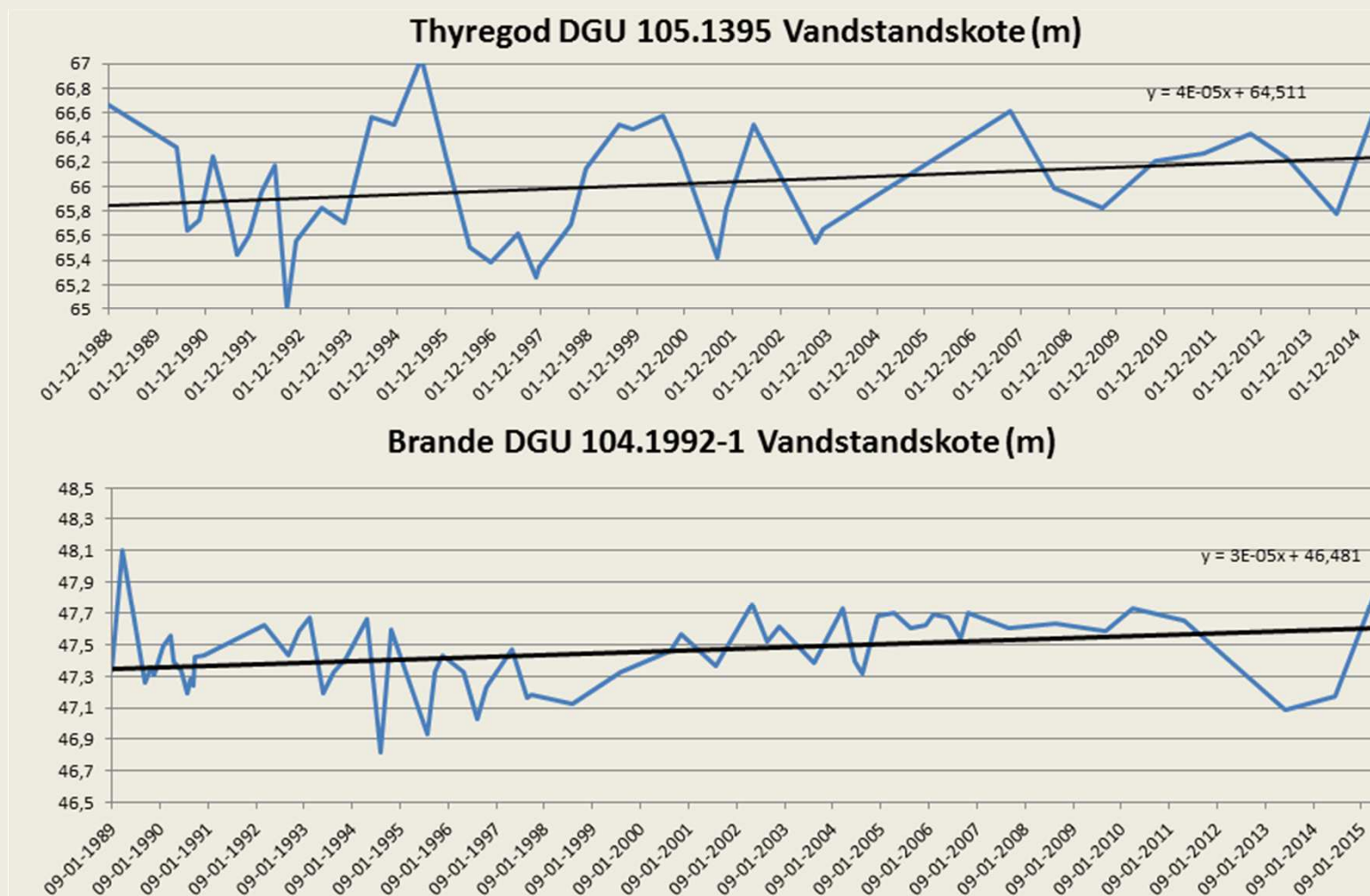
Tilvækst hver 10. år

- Nedbør: 16 mm
- Temperatur: 0.1 °C
- Vandføring: 13 mm



Grundvandsspejl 1988-2015

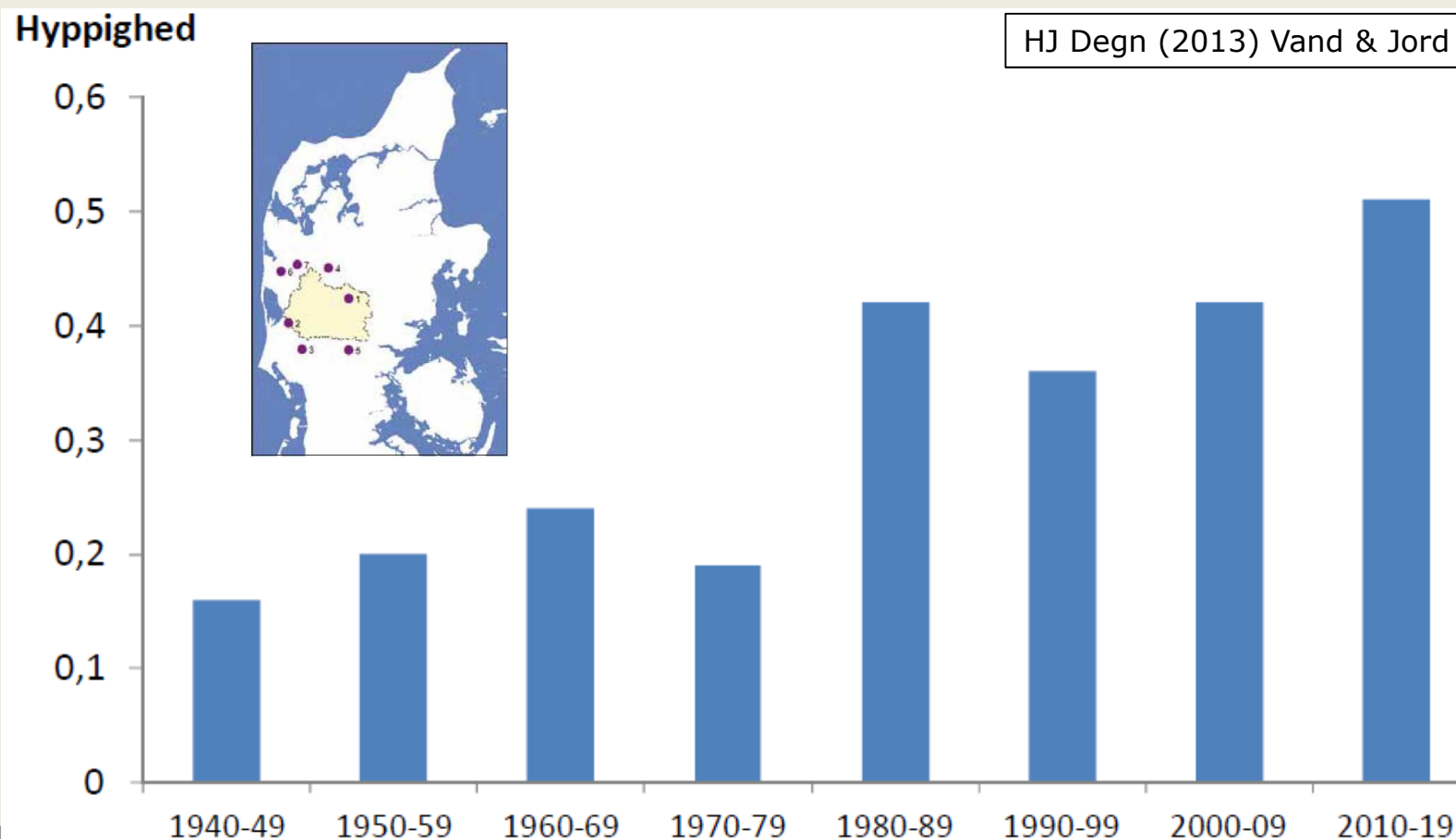
Pejletidsserier GRUMO - Terrænnært grundvand - Skjern Å oplandet



Grundvand

Tidvise søer på heden – mere vand

- Hyppighed af vanddækning i 45 søer (luftfotos)
- Upåvirket af dræning og vanding

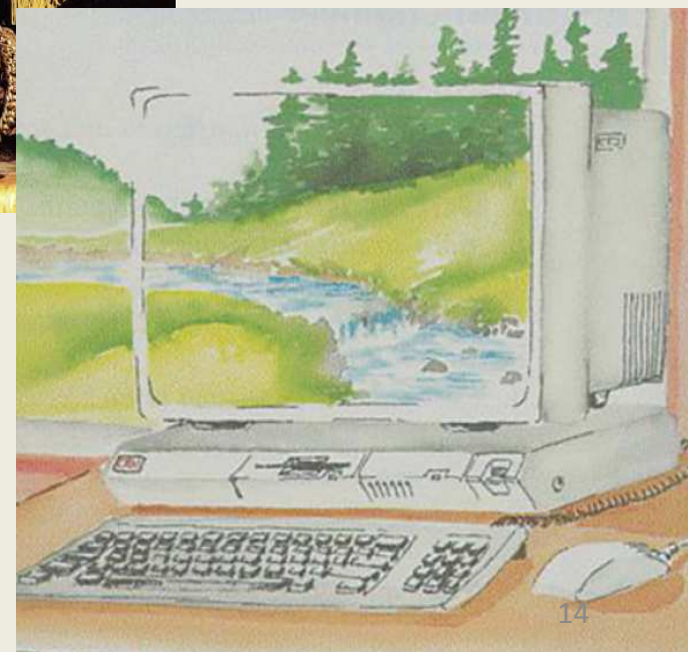


FREMTIDEN

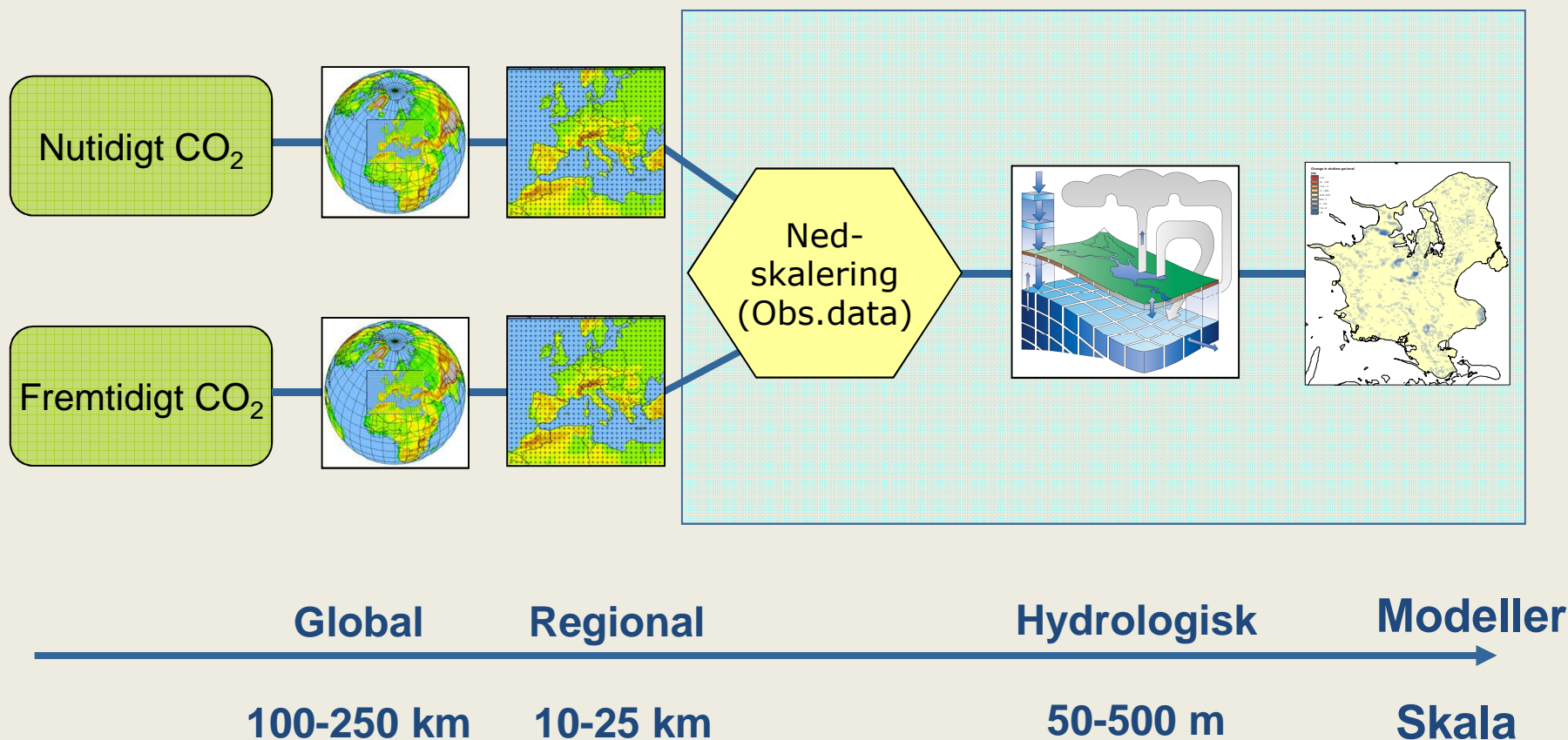
Hvad bringer fremtiden så?

- Og hvordan laver vi vores "gæt"

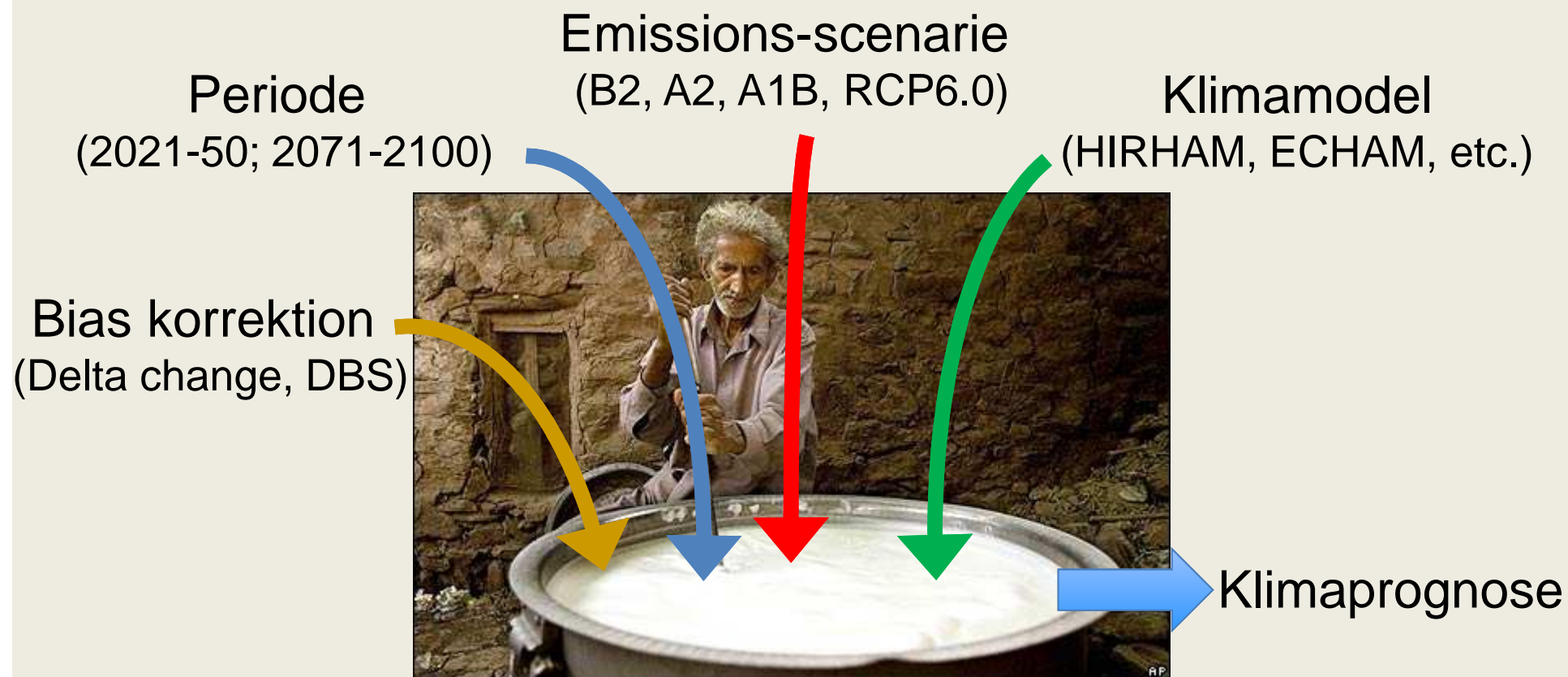
- Ingen data
 - brug modeller
- Alle modeller er simplifikationer af virkeligheden
 - usikkerheder på modelforudsigelser
- Typer af modeller
 - Personlige gæt
 - Computer modeller
 - Klimamodeller
 - Hydrologiske modeller



Beregning af klimaændringers effekt på hydrologi

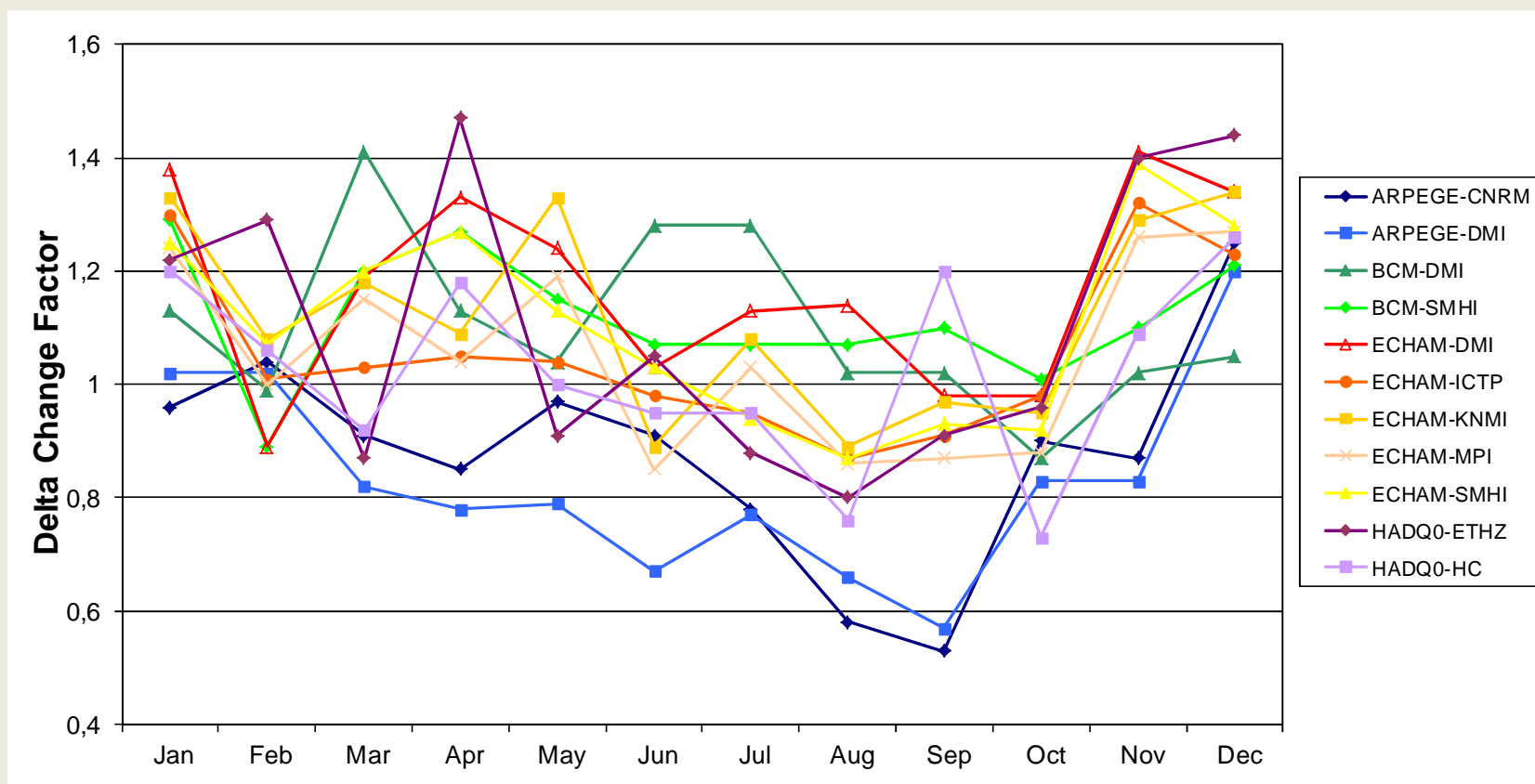


Forudsigelse af klimaet



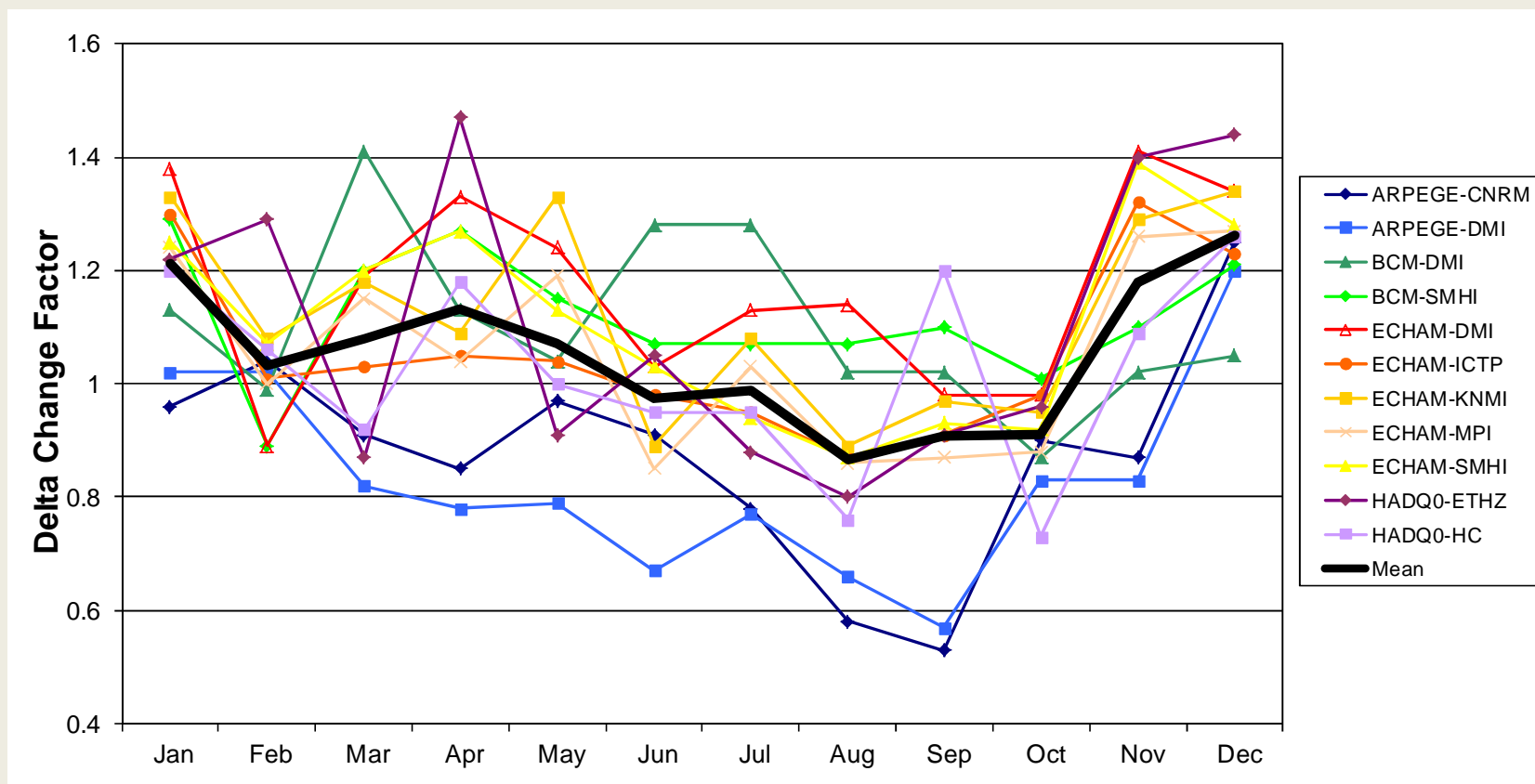
Fremtidig nedbørsudvikling

- Ændring i månedlig nedbør i DK 2071-2100 sammenlignet med 1991-2010



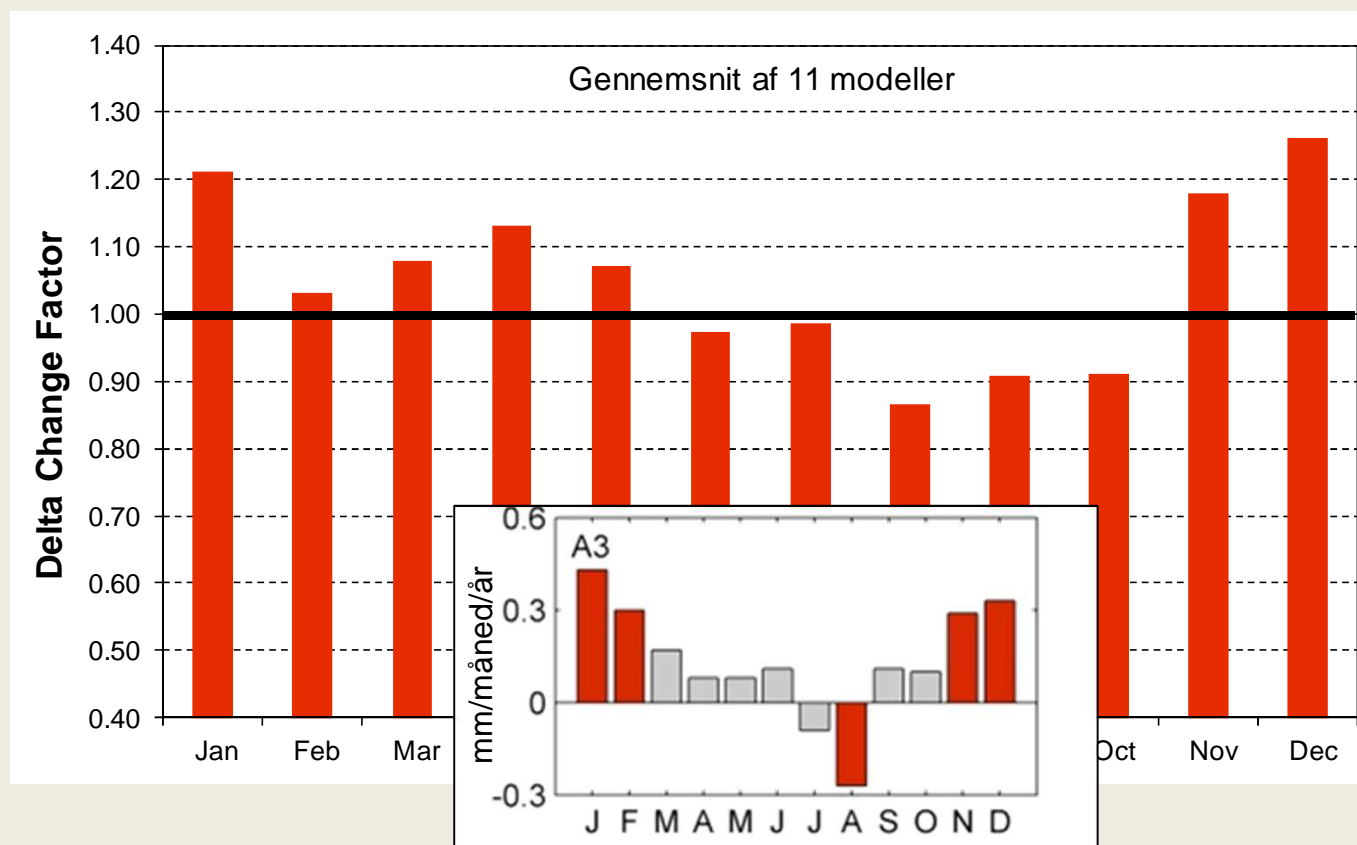
Fremtidig nedbørsudvikling

- Ændring i månedlig nedbør i DK 2071-2100 sammenlignet med 1991-2010



Fremtidig nedbørsudvikling

- Ændring i månedlig nedbør i DK 2071-2100 sammenlignet med 1991-2010



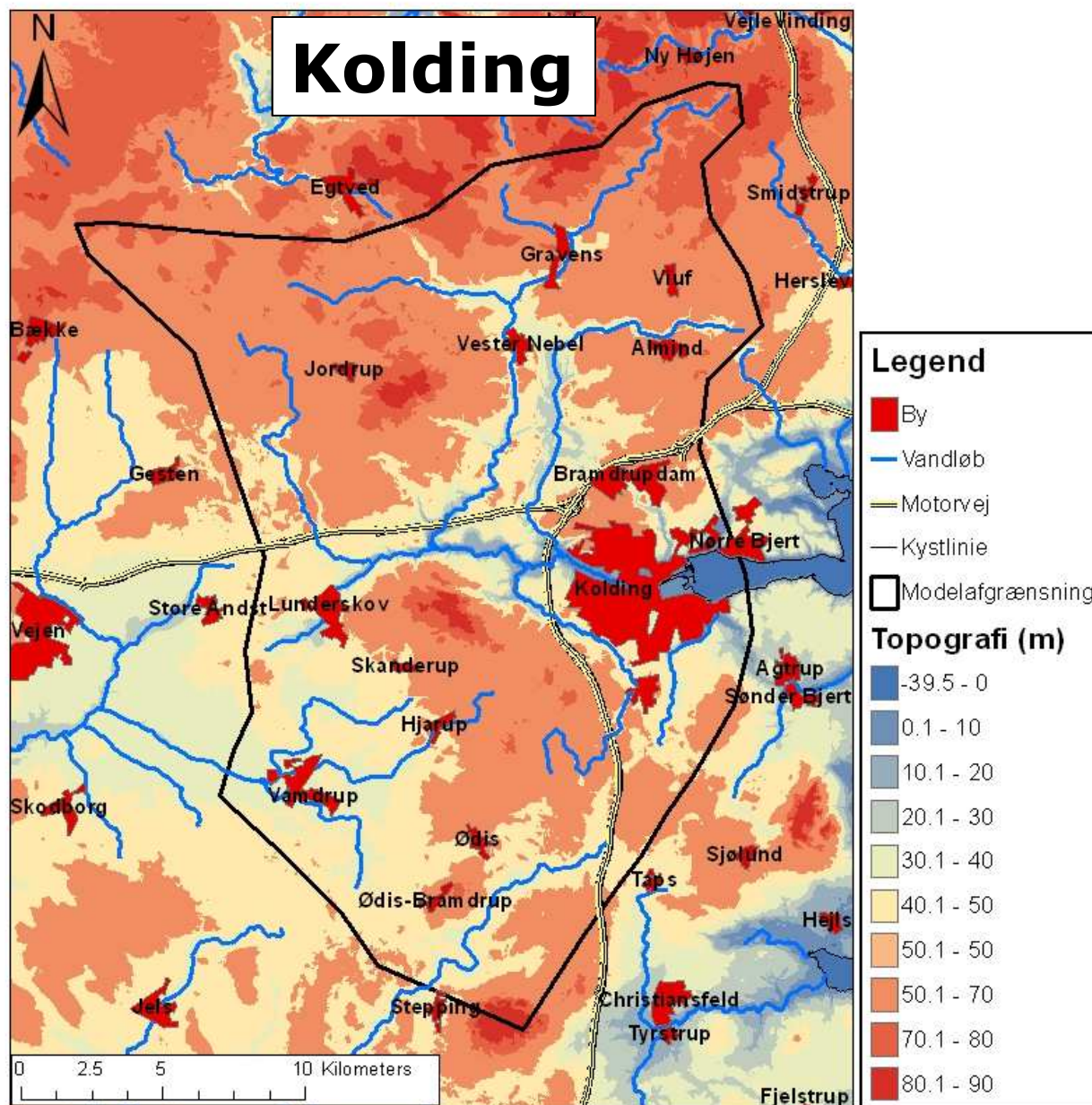
Terrænnært grundvand

Formål

Grundvands-
oversvømmelse

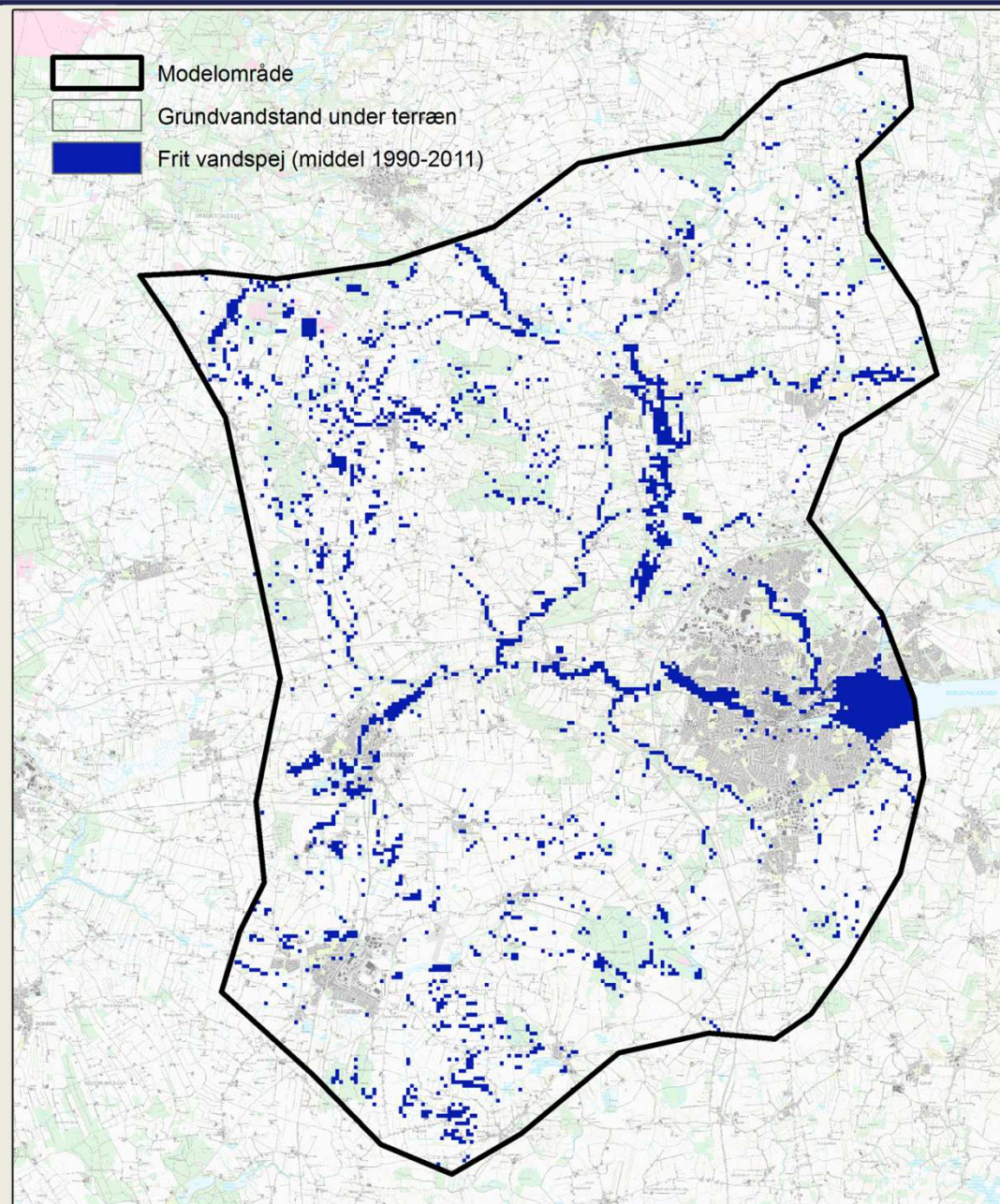
Værktøjer

- 6 klima modeller
- 1 hydrologisk model



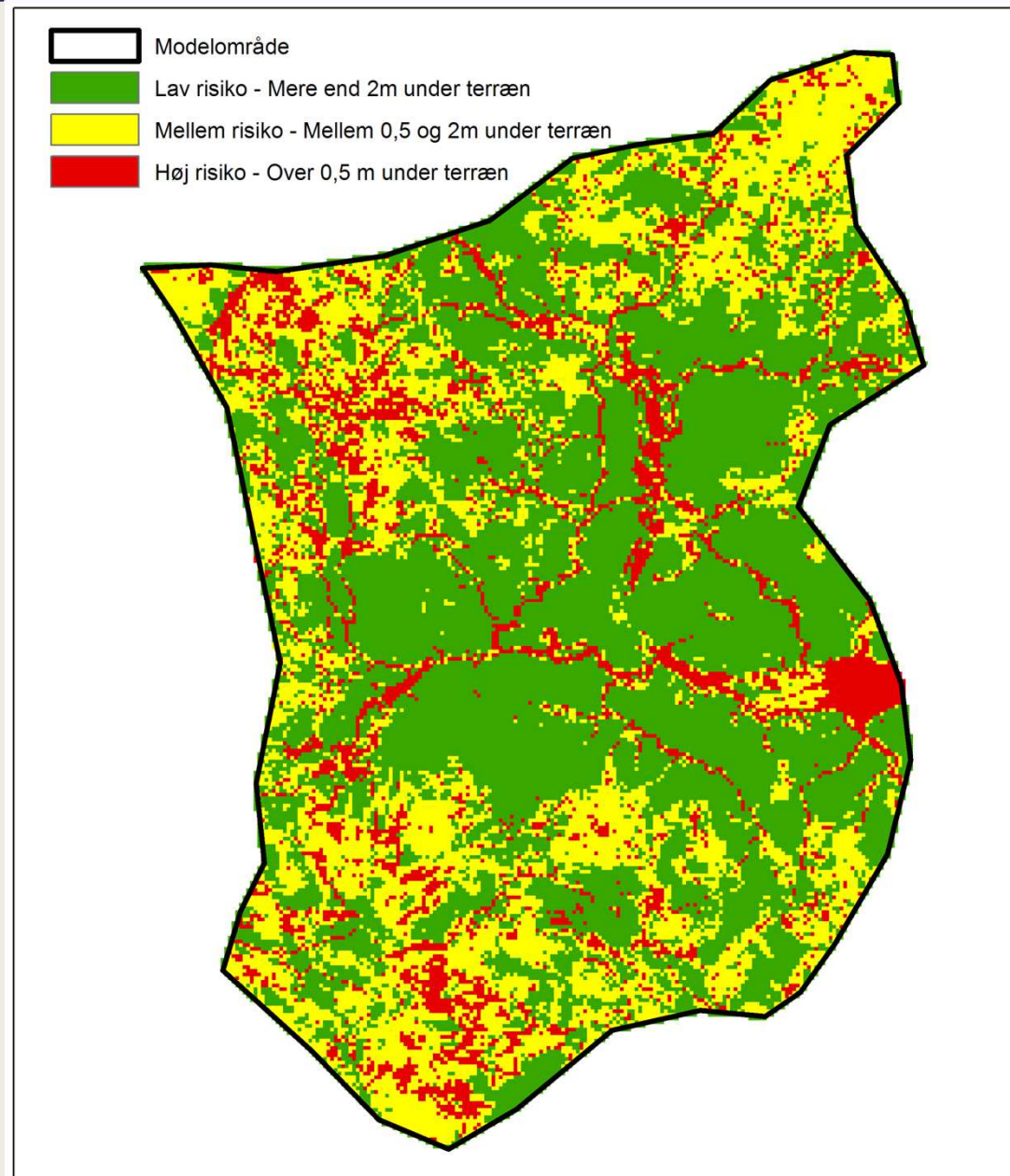
Terrænnært grundvand

- Terrænnær geologi, dræn, vandløb og opløsning
- Nutid
- Sammenligning med 4 cm kort



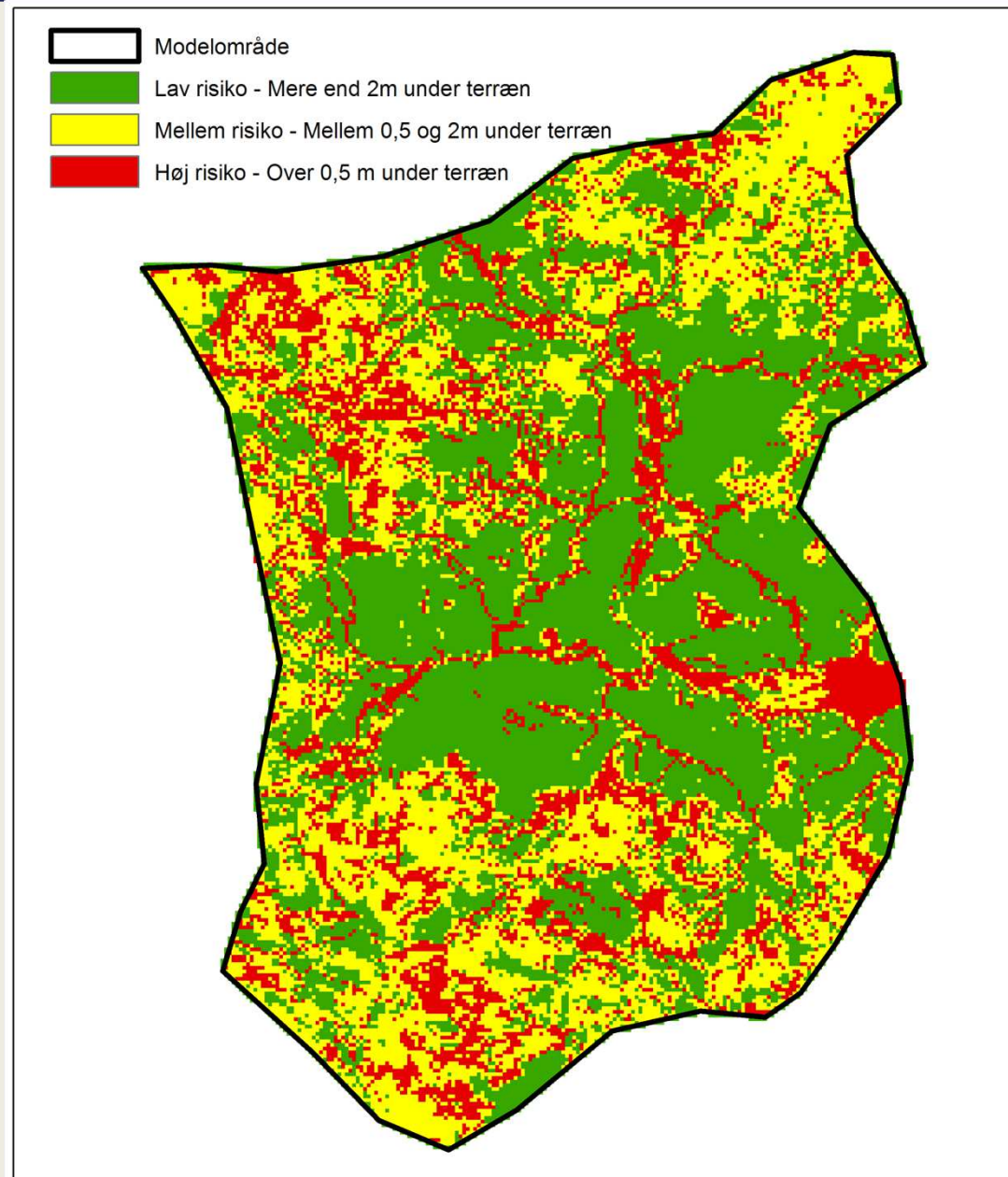
Terrænnært grundvand – dybde til GVS

- Nutid



Terrænnært grundvand – dybde til GVS

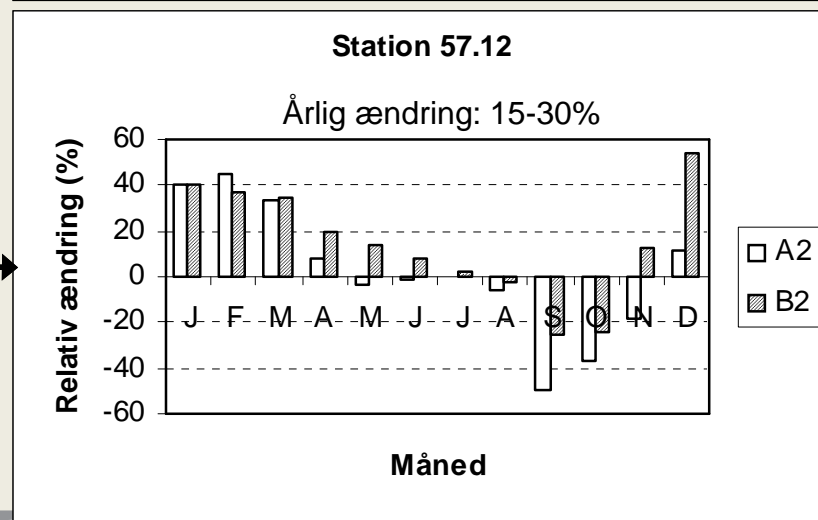
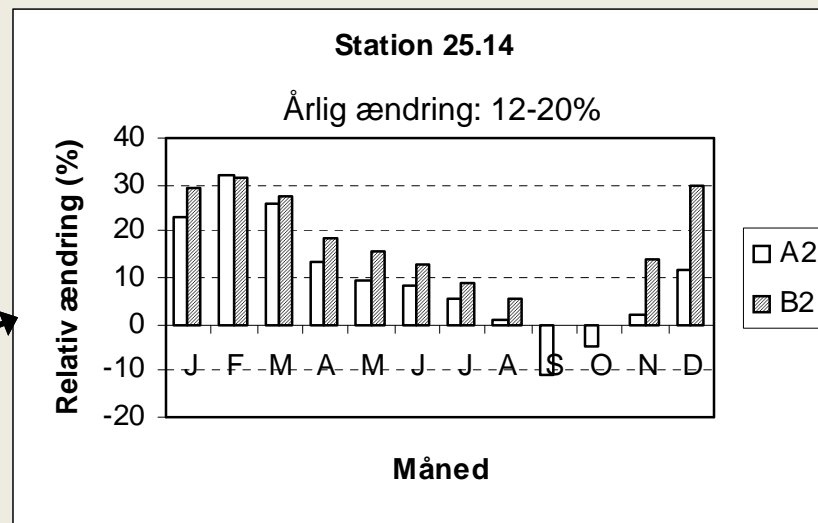
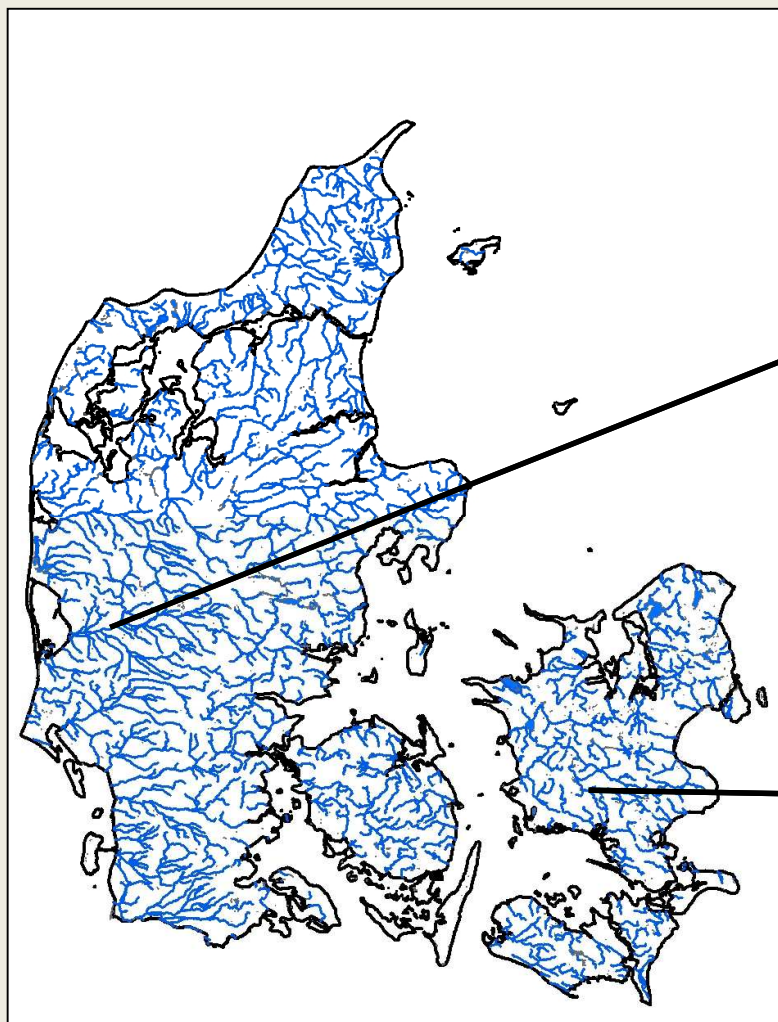
- Fjern fremtid (2071-2100)



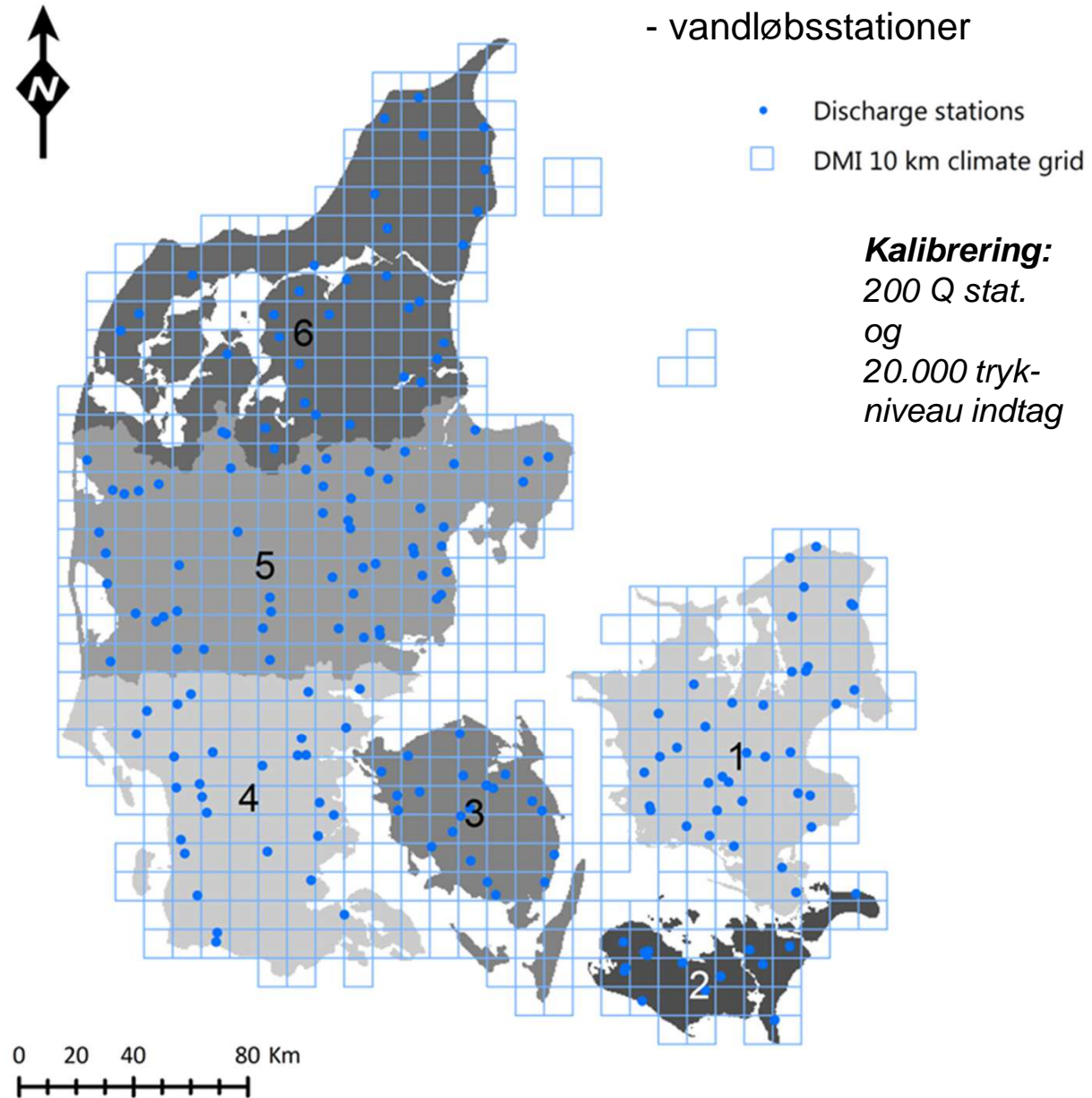
Vandløb

Ændring i månedlig middel afstrømning

- fra 1990-2010 til 2071-2100



DK-modellen:
- vandløbsstationer



Ekstremværdianalyse 2021-2050

Input

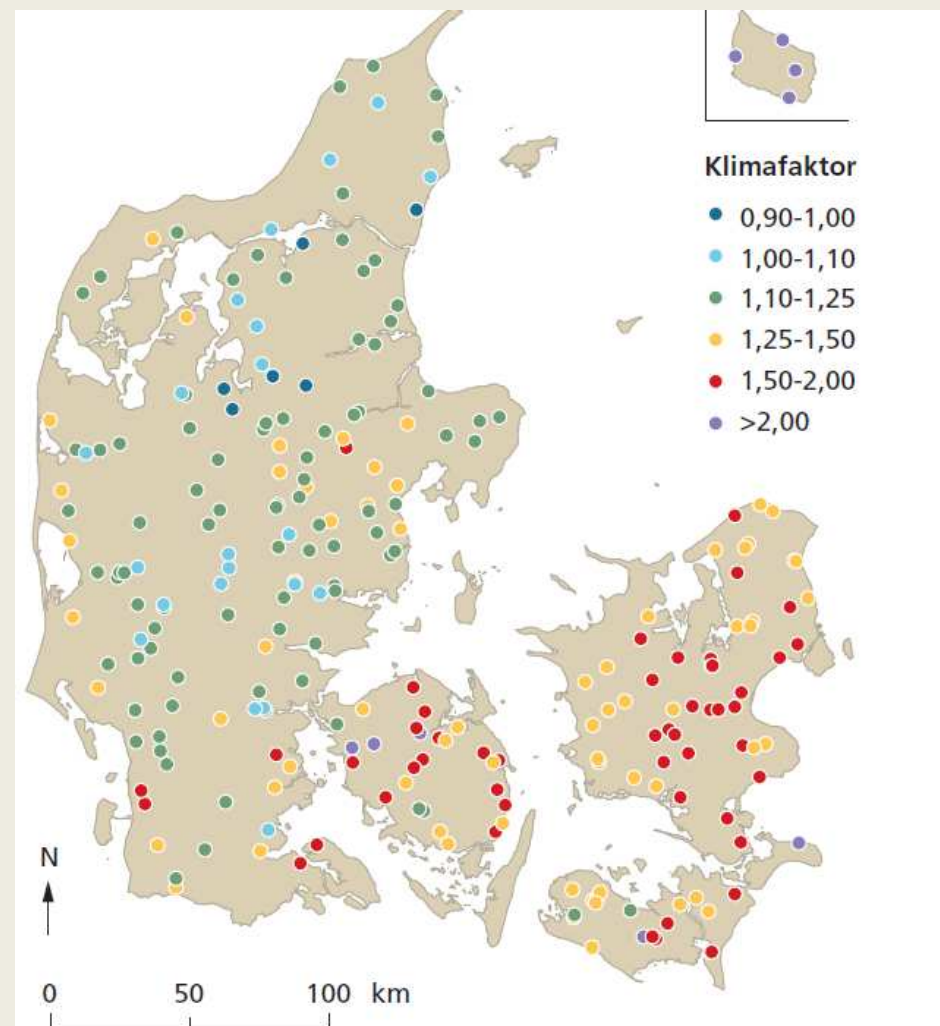
- Emissionsscenarium: A1B
- Klimamodel: 3 – 9 stk
- Ekstremværdianalyse: POT

Resultater

- Klimafaktor: Forhold fremtidig/nutidig max
- Gennemsnit og usikkerhed bestemmes

Max afstrømning i vandløb

Ændring i 100-års hændelse fra 1961-1990 til 2021-2050



Max afstrømning i vandløb

- Klimafaktor for 100 års hændelse opdelt på områder og periode

Klimafaktor 100 årshændelse	Sjælland	Øerne	Fyn	Syddjylland	Midtjylland	Nordjylland	Bornholm
Hele året	1,55	1,54	1,60	1,24	1,19	1,10	2,98

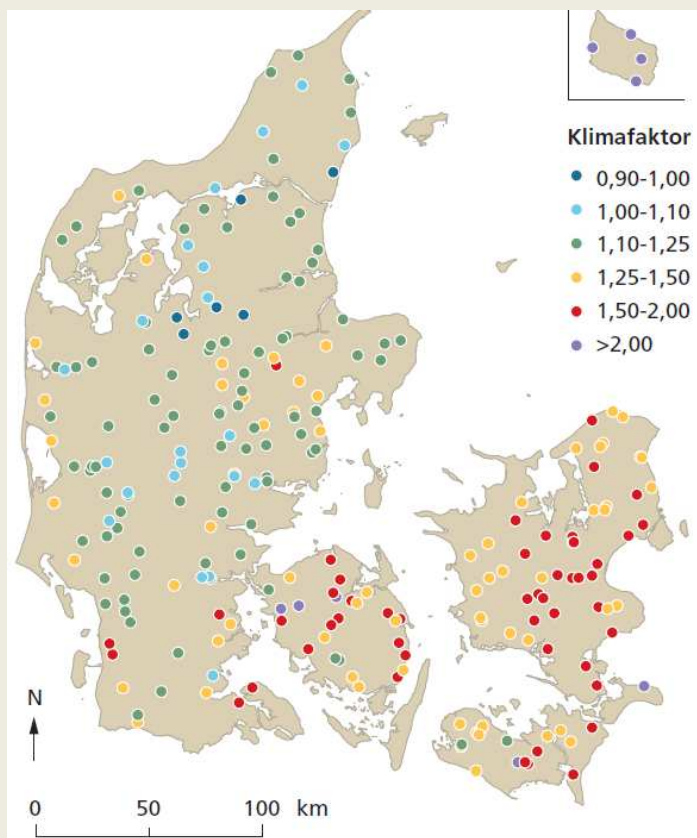
Max afstrømning i vandløb

- Klimafaktor for 100 års hændelse opdelt på områder og periode

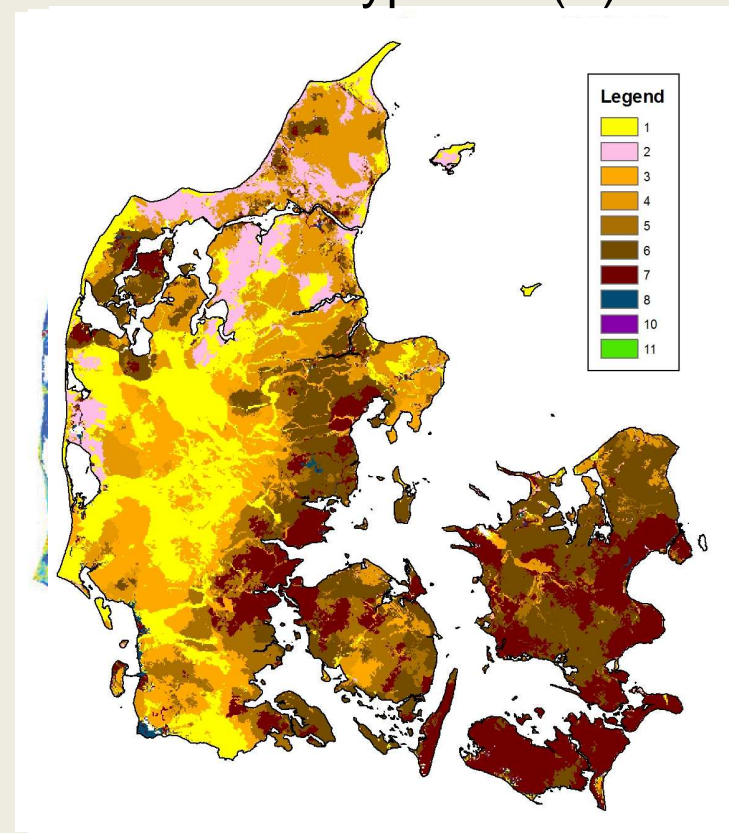
Klimafaktor 100 årshændelse	Sjælland	Øerne	Fyn	Syddjylland	Midtjylland	Nordjylland	Bornholm
Hele året	1,55	1,54	1,60	1,24	1,19	1,10	2,98
1/5 – 1/10	2,07	2,64	1,81	1,48	1,41	1,35	5,30

Afstrømning og grundvand

Klimafaktor



Ændring i grundvandsniveau
Evaluering af grundvandsniveauet (m)



Hvad betyder klimaændringer for vandet i Danmark?

- Vådere om vinteren (forsat)
- Mere ekstremt vejr
- Højere grundvandsstand (også terrænnært)
- Øget middel vinterafstrømning (25-50%)
- Øget ekstrem-afstrømning (10-100%)
- Store regionale og lokale forskelle i ændring af grundvandsstand og ekstreme afstrømningsforhold
- Mere oversvømmelser af lavtliggende områder på land og i byer fra vandløb og grundvand (og havet)

Tak for opmærksomheden!