

Historisk udvikling i klima og vandbalance

Ida Bjørnholt Karlsson, Afdelingen for Hydrologi, GEUS

Susie Mielby, Afdelingen for Grundvandskortlægning, GEUS

Eksempler venligst udlånt af T.O. Sonnenborg, J. C. Refsgaard, H.J. Degn, H.J. Henriksen m.fl.

Hydrologidag 2018

23/10-2018



G E U S

Danmark er blevet vådere?

8 | Inland | Lørdag den 30. januar 2016

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

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

LARS FROM

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

Den tid, hvor man i Danmark skulle spare på vandet, fordi der mangede vand, er for længst forbi. Nu er problemet det modsatte, at vi er ved at drukne i vand.

Men, 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 visse dele af landet, hvor vandet ikke kan sive ned i jorden.

Vi har i Danmark altid været stolte af vores grundvandsforråd, som er et af verdens største. Men det betyder også, at vi har meget vand i jorden, og det betyder, at vi har meget vand i grundvandet.

To meter mere vand

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

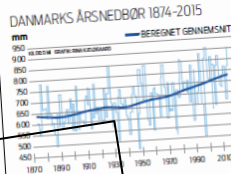
Hos Geus, De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland, vurderer Hans Jørgen Henriksen, der leder den seneste klimaforskningsrapport, at grundvandet i Danmark stiger i gennemsnit med omkring halve meter.

Årsagen er, at grundvandet i Danmark stiger i gennemsnit med omkring halve meter.

Årsagen er, at grundvandet i Danmark stiger i gennemsnit med omkring halve meter.

Årsagen er, at grundvandet i Danmark stiger i gennemsnit med omkring halve meter.

Årsagen er, at grundvandet i Danmark stiger i gennemsnit med omkring halve meter.



45 pct. mere nedbør
Hans Jørgen Degen har sammenlignet nedbøren over Skjern Ås opland for perioden 1870-2010. Her viser forskellen fra Danmarks Meteorologiske Institut, DMI, at nedbøren er steget fra 700 til 1000 mm.

Så sker der lidt det samme, som når der bliver for meget vand i jorden. Det betyder, at grundvandet i Danmark stiger i gennemsnit med omkring halve meter.

Årsagen er, at grundvandet i Danmark stiger i gennemsnit med omkring halve meter.

Årsagen er, at grundvandet i Danmark stiger i gennemsnit med omkring halve meter.

Årsagen er, at grundvandet i Danmark stiger i gennemsnit med omkring halve meter.

Årsagen er, at grundvandet i Danmark stiger i gennemsnit med omkring halve meter.

Årsagen er, at grundvandet i Danmark stiger i gennemsnit med omkring halve meter.

Årsagen er, at grundvandet i Danmark stiger i gennemsnit med omkring halve meter.

Årsagen er, at grundvandet i Danmark stiger i gennemsnit med omkring halve meter.

Årsagen er, at grundvandet i Danmark stiger i gennemsnit med omkring halve meter.

Årsagen er, at grundvandet i Danmark stiger i gennemsnit med omkring halve meter.

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.

100 millimeter de seneste 150 år, og formlingen tyder på, at nedbøren vil fortsætte. Flere undersøgelser tyder på, at grundvandet i Danmark stiger i gennemsnit med omkring halve meter.

Årsagen er, at grundvandet i Danmark stiger i gennemsnit med omkring halve meter.

Årsagen er, at grundvandet i Danmark stiger i gennemsnit med omkring halve meter.

Årsagen er, at grundvandet i Danmark stiger i gennemsnit med omkring halve meter.

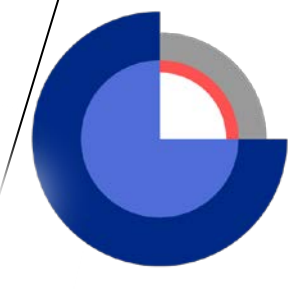


Om et år er det en god idé at have to planer, hvis man overvejer omvandling af vand til vand.

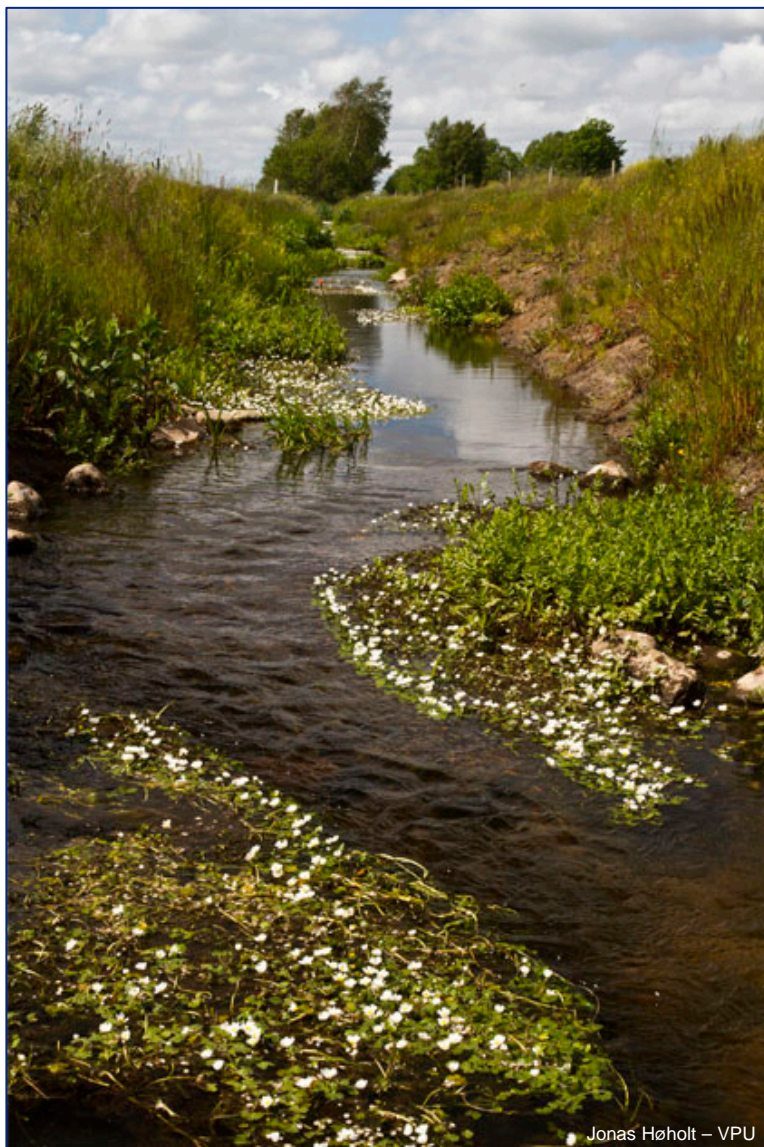
en fjernliggende sø eller et andet reservoir, der kan bruges til at opbevare vandet. Det betyder, at grundvandet i Danmark stiger i gennemsnit med omkring halve meter.

Årsagen er, at grundvandet i Danmark stiger i gennemsnit med omkring halve meter.

Årsagen er, at grundvandet i Danmark stiger i gennemsnit med omkring halve meter.



GEUS

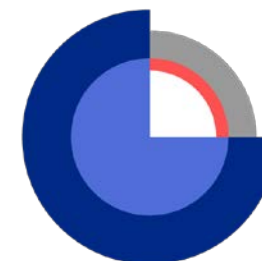


Hvad ved vi?

Hvilke data/metoder er til rådighed til at undersøge fortidens vandbalance?

Hvilke tendenser kan vi se i lange observationsserier?

Er der studier/observationer, der peger på, at der er mere vand i systemet?



GEUS

Historiske klimaobservationer



Charta von Dänemark, Geographisches Institut, Weimar.
Det Kongelige Bibliotek

Nedbør

- Første systematiske landsdækkende nedbørsregistrering begyndte i 1827 (i København begyndte den første måling i 1768)
- Potentielt har ~80 stationer tidserier længere end 100 år

Afstrømning

- Første målinger af afstrømning i Danmark begyndte omkring 1917
- 14 stationer har målt lige siden

Grundvandsstand

- Første vandspejlsregistreringer begyndte i 1950erne
- Der findes i omegnen af 50-100 boringer med lange tidsserier

Andet data mm.

- Historiske optegnelser
- Luftfoto



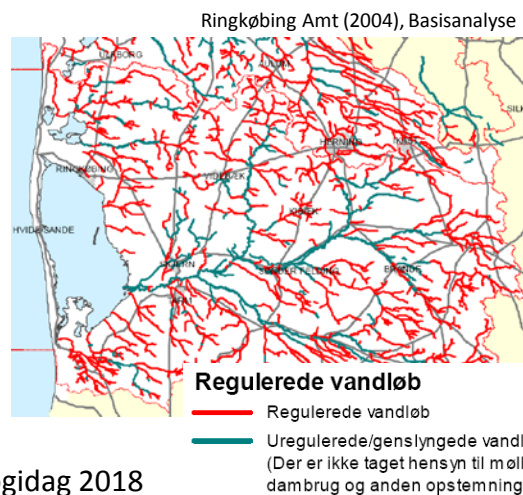
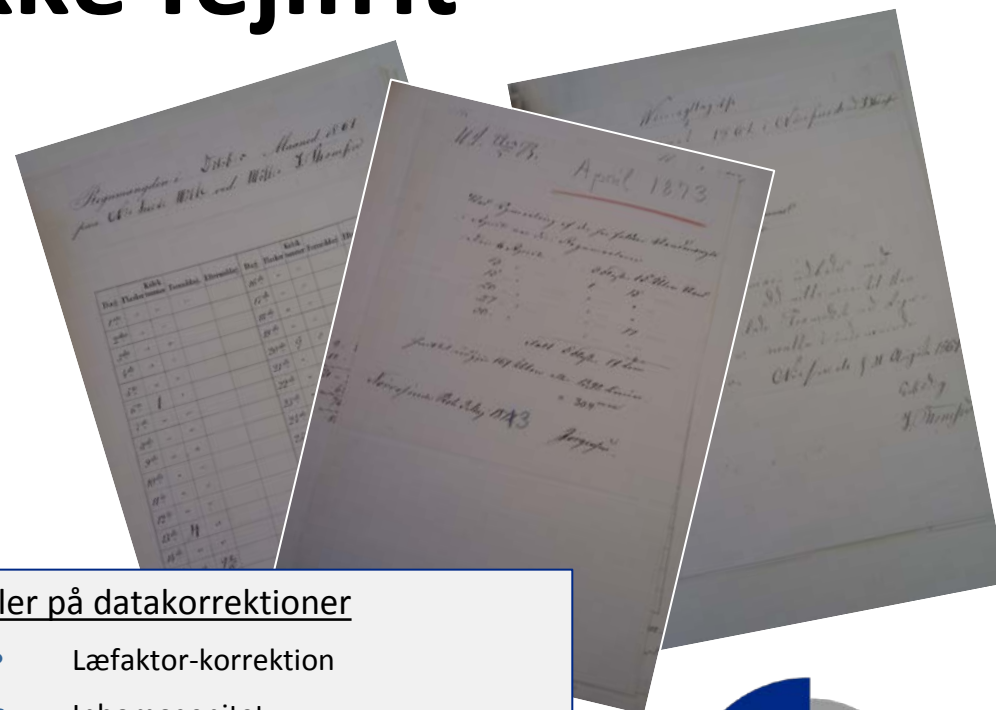
GEUS

Historisk data er ikke fejlfrit



Udfordringer

- Kontinuitet
- Metadata
- Tilgængelighed
 - Kvalitet
- Andre faktorer



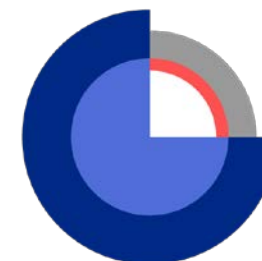
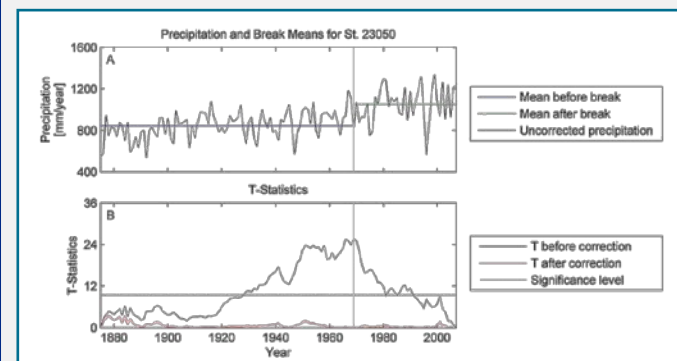
Hydrologidag 2018

Grødeskæring
Dræning
Indvinding
Arealanvendelse
Udretning/regulering
Opstemning
Befæstningsgrad

23/10-2018

Eksempler på datakorrektioner

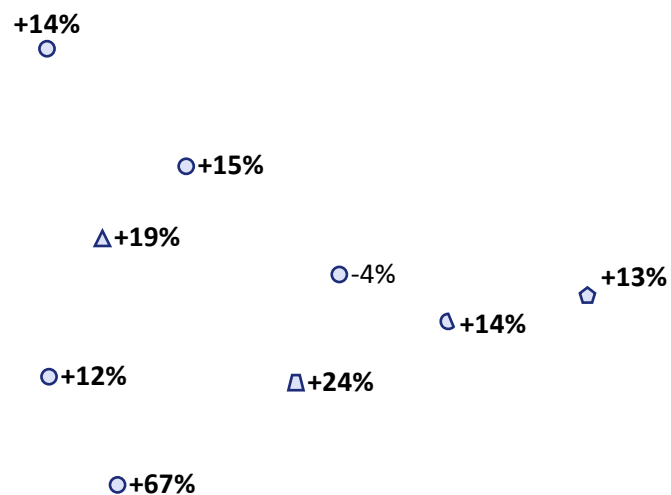
- Læfaktor-korrektion
- Inhomogenitet



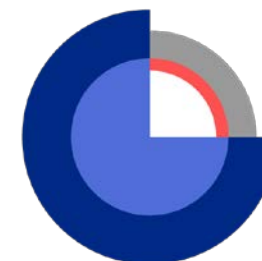
GEUS

På national skala

Ændring i nedbør (pr. 100 år)



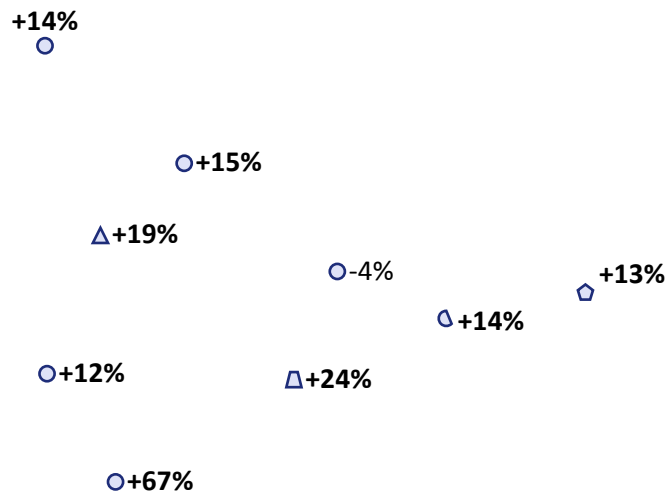
- △ Karlsson et al. 2014
- △ Kidmose & Sonnenborg 2018
- Ovesen et al. 2000
- ◇ Larsen et al. 2003
- ◇ Jeppesen et al. 2011
- ◇ Schmidt 2013



GEUS

På national skala

Ændring i nedbør (pr. 100 år)



↓ nedbør År 2100: -11 to +18 %

°C temperatur År 2100: +1.9 to +3.3 °C

% pot. fordampning*

(Seaby et al. 2014)

55% infiltration*

△ Karlsson et al. 2014

△ Kidmose & Sonnenborg 2018

○ Ovesen et al. 2000

◇ Larsen et al. 2003

◇ Jeppesen et al. 2011

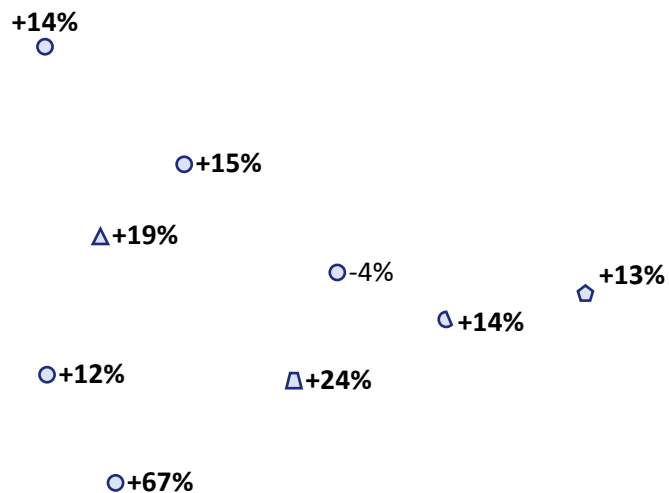
◇ Schmidt 2013



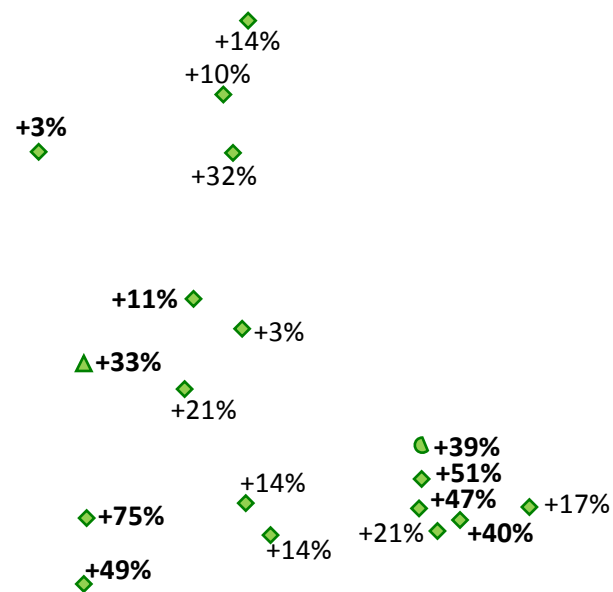
GEUS

På national skala

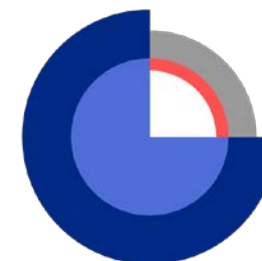
Ændring i nedbør (pr. 100 år)



Ændring i afstrømning (pr. 75 år)

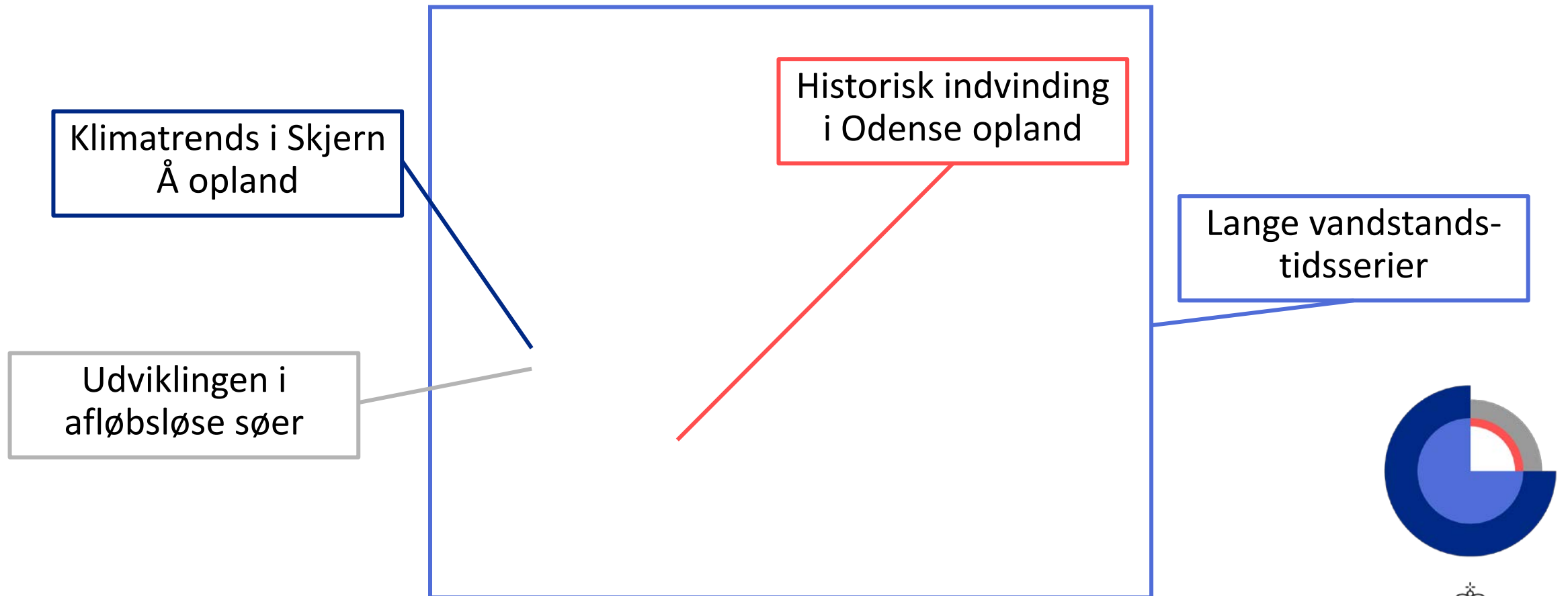


- △ Karlsson et al. 2014
- △ Kidmose & Sonnenborg 2018
- Ovesen et al. 2000
- ◇ Larsen et al. 2003
- ◇ Jeppesen et al. 2011
- ◇ Schmidt 2013



GEUS

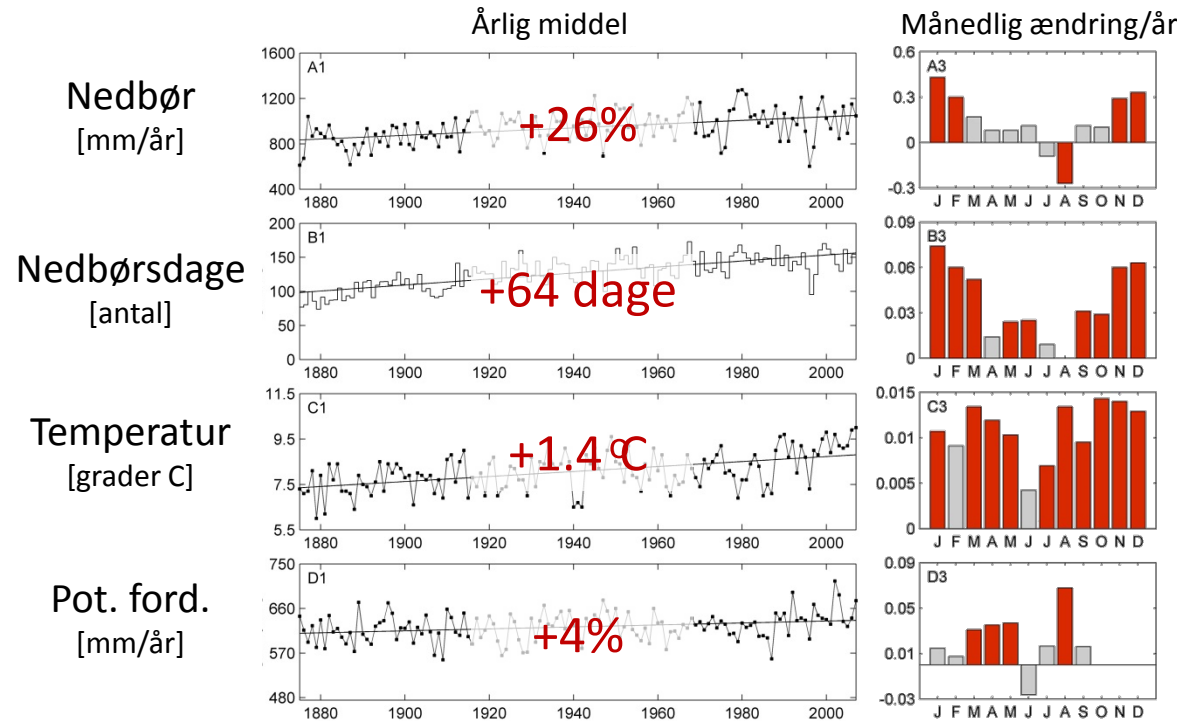
Eksempler: Undersøgelser af vandbalancen i historisk tid



GEUS

Klimatrends i Skjern Å opland

Formål: Undersøgelse af vandbalancen og udviklingen i klima over 133 år i Skjern ved brug af en simple hydrologisk model



Nedbør og nedbørsdage er steget substantielt, og sæsonforskelle er blevet forstærket.

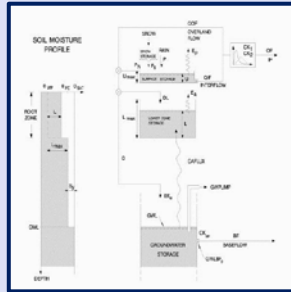
Temperaturen er steget med en ligelig fordeling hen over året

Potentiel fordampning er også steget især i august



Klimatrends i Skjern Å opland

Formål: Undersøgelse af vandbalancen og udviklingen i klima over 133 år i Skjern ved brug af en simple hydrologisk model



NAM modellen (Nielsen and Hansen, 1973)

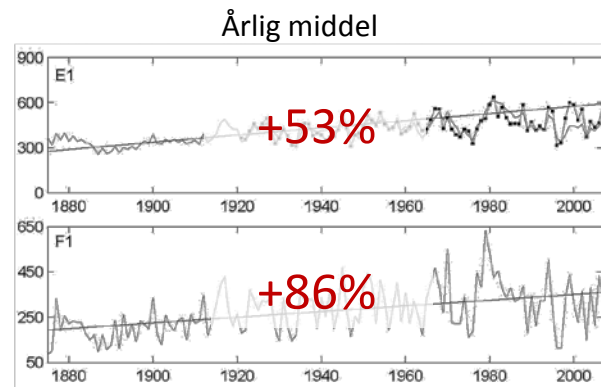
Simpel oplandsmodel

Kalibrering på tre 20-års perioder

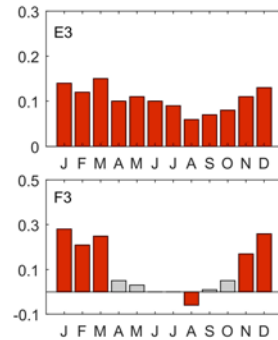
Test af ydeevne under ikke-stationære klimaforhold

| Discharge | | Units | Calibration Period | | | |
|-----------|-----------------------|----------------|--------------------|-----------|-----------|-------|
| | | | 1921-1950 | 1951-1980 | 1981-2007 | |
| 5 | WB Performance Matrix | WB (1921-1950) | [%] | 0.0% | -0.7% | -6.5% |
| | | WB (1951-1980) | [%] | 0.1% | 0.0% | -7.6% |
| | | WB (1981-2007) | [%] | 5.4% | 4.7% | 0.0% |
| 6 | Full Period | Slope | [mm/year] | 1.3 | 1.29 | 1.41 |
| | | Percentage* | [%] | 54 | 53 | 55 |
| | | WB | [%] | 1.9 | 1.4 | -4.7 |

Afstrømning
[mm/år]

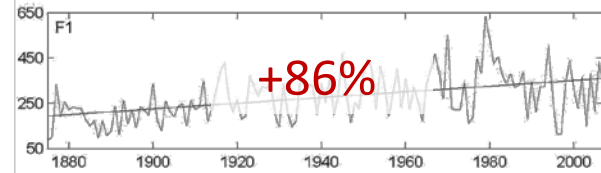


Månedlig ændring/år

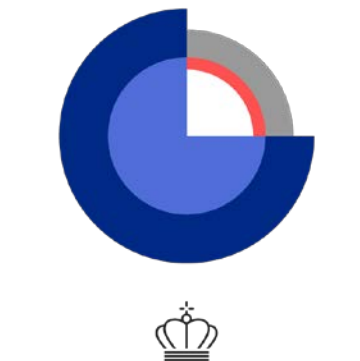


Stort stigning i afstrømningen, fordelt ligeligt hen over året

Infiltration
[mm/år]



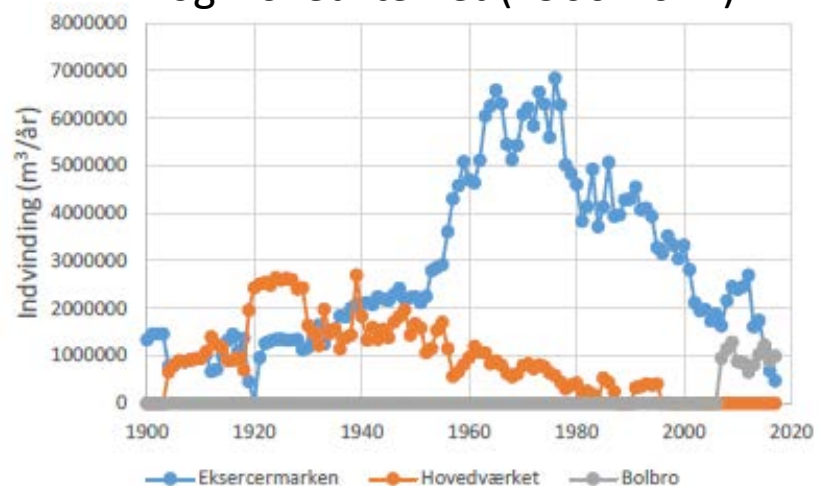
Stor stigning i infiltrationen, placeret om vinteren og mindre nedgang om sommeren



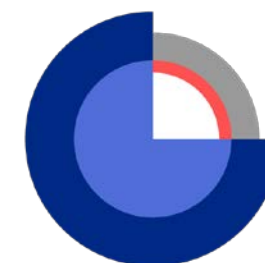
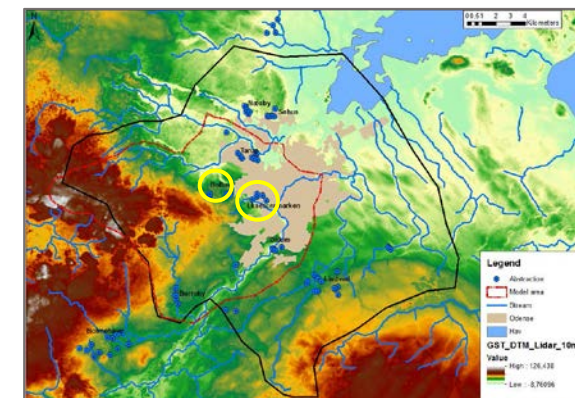
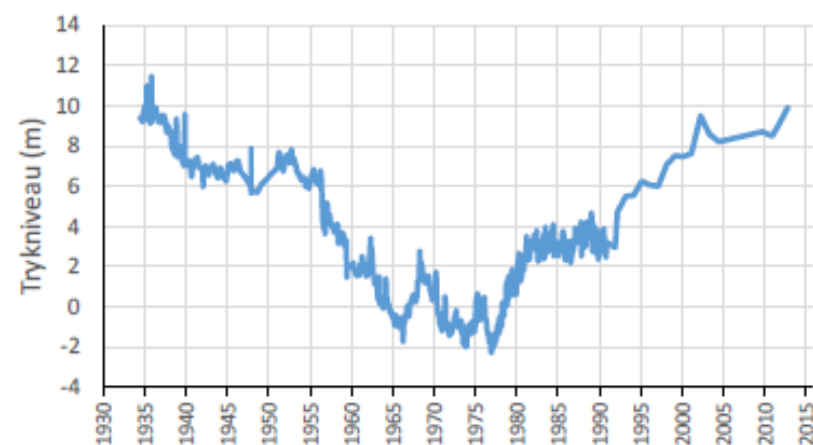
Historisk indvinding i Odense opland

Formål: At vurdere effekten af ændrede indvindingsmønstre i den historiske periode 1900-1989 for indvindingsoplandene til kildepladserne Bolbro og Eksercermarken

Indvinding ved Eksercermarken og Hovedværket (1900-2017)



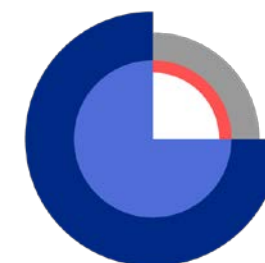
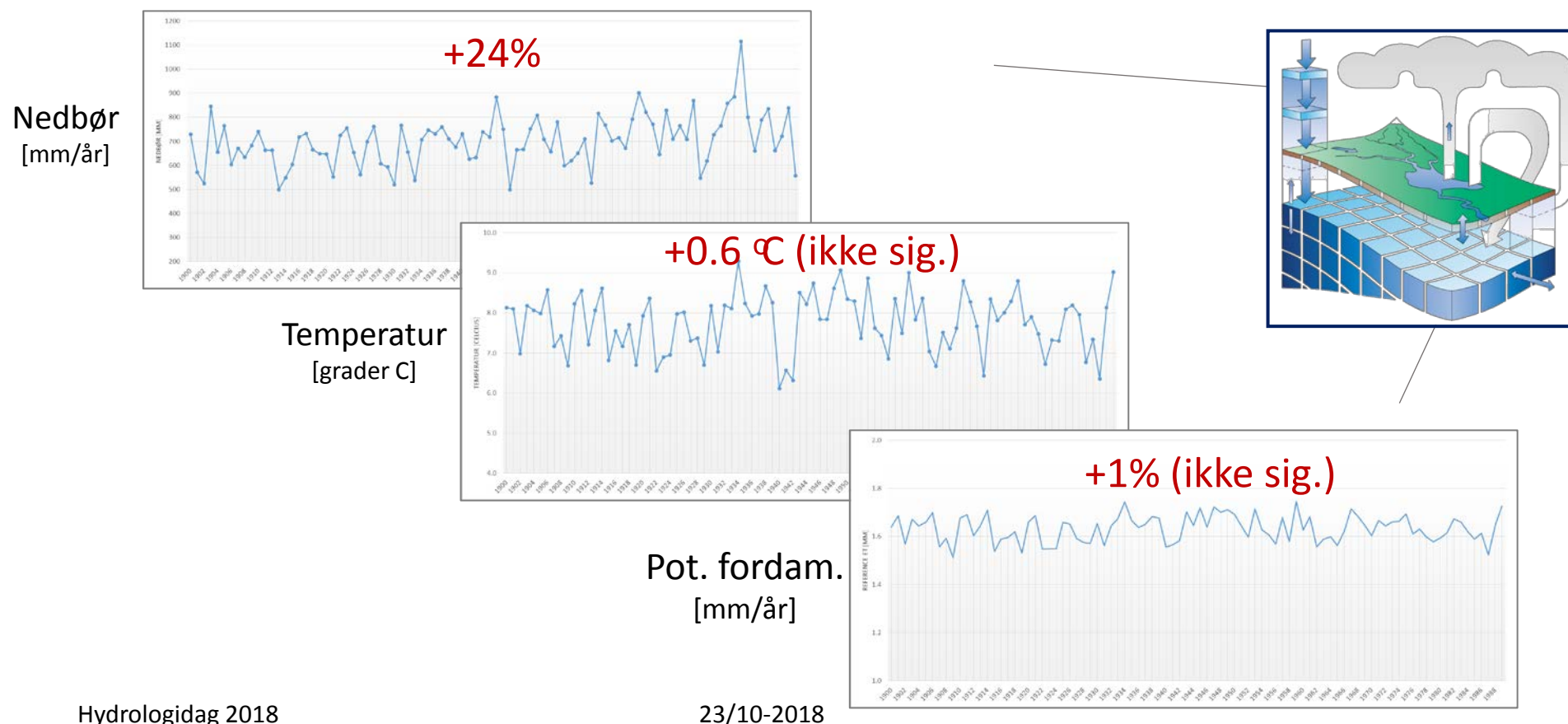
Udvikling i trykniveau (145.36D) ved Eksercermarken (1930-2015)



G E U S

Historisk indvinding i Odense opland

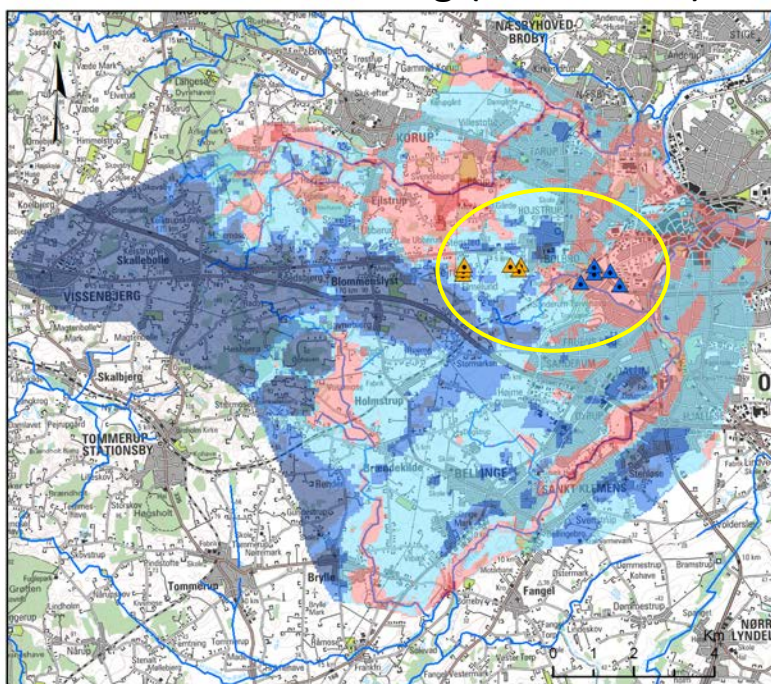
Formål: At vurdere effekten af ændrede indvindingsmønstre i den historiske periode 1900-1989 for indvindingsoplandene til kildepladserne Bolbro og Eksercermarken



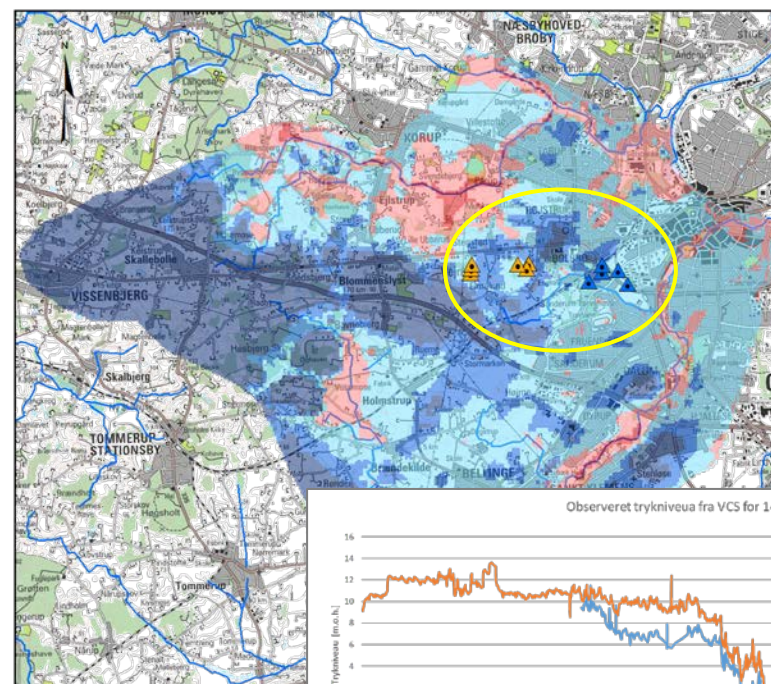
Historisk indvinding i Odense opland

Formål: At vurdere effekten af ændrede indvindingsmønstre i den historiske periode 1900-1989 for indvindingsoplandene til kildepladserne Bolbro og Eksercermarken

Uden indvinding (1900-1989)



Med indvinding (1900-1989)



Gradient kort

Kildepladser

▲ Bolbro

▲ Eksercermarken

Top-Ks2 70'erne

Med indvinding [m]

< -5

-5 - 0

0 - 5

5 - 10

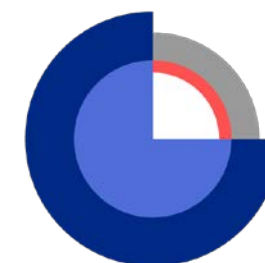
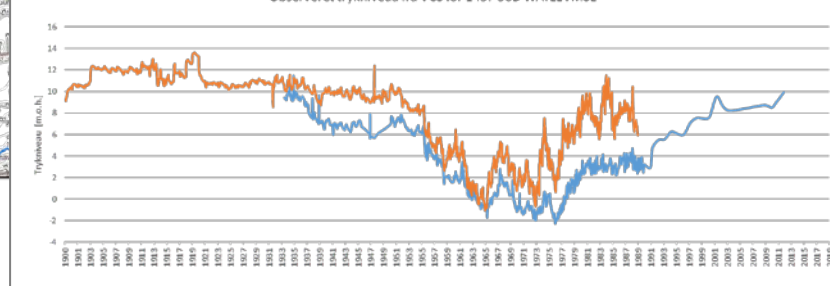
> 10

Å

Red = Opadrettet strømning

Blå = Nedadrettet strømning

Observeret trykniveau fra VCS for 145. 36D WATLEVM5L



Udviklingen i afløbsløse søer

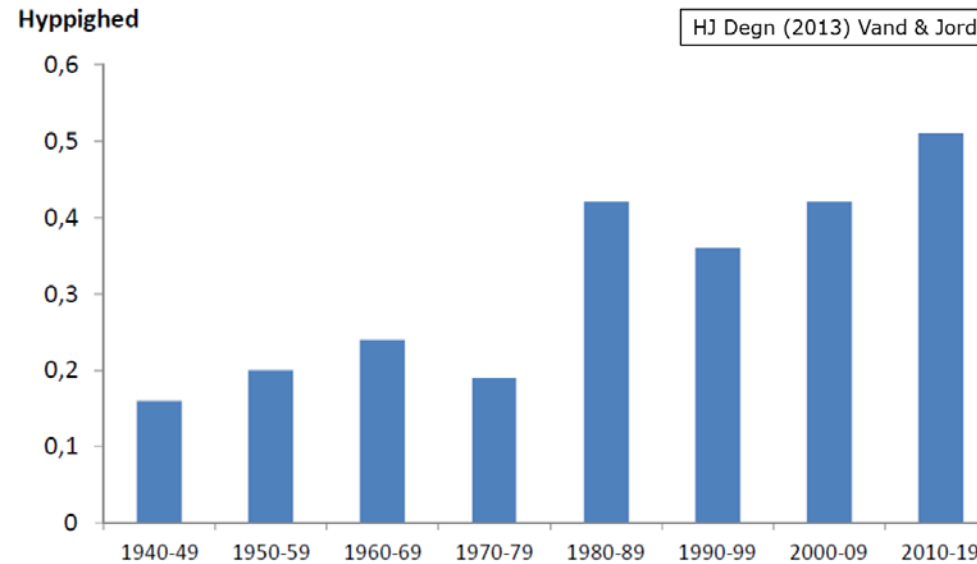
Formål: Undersøgelse af sammenhængen mellem øget nedbør og øget hyppighed af tidvise søer på jyske hedearealer, hvor dræning eller vandindvinding ikke spiller ind.



Lokaliteter



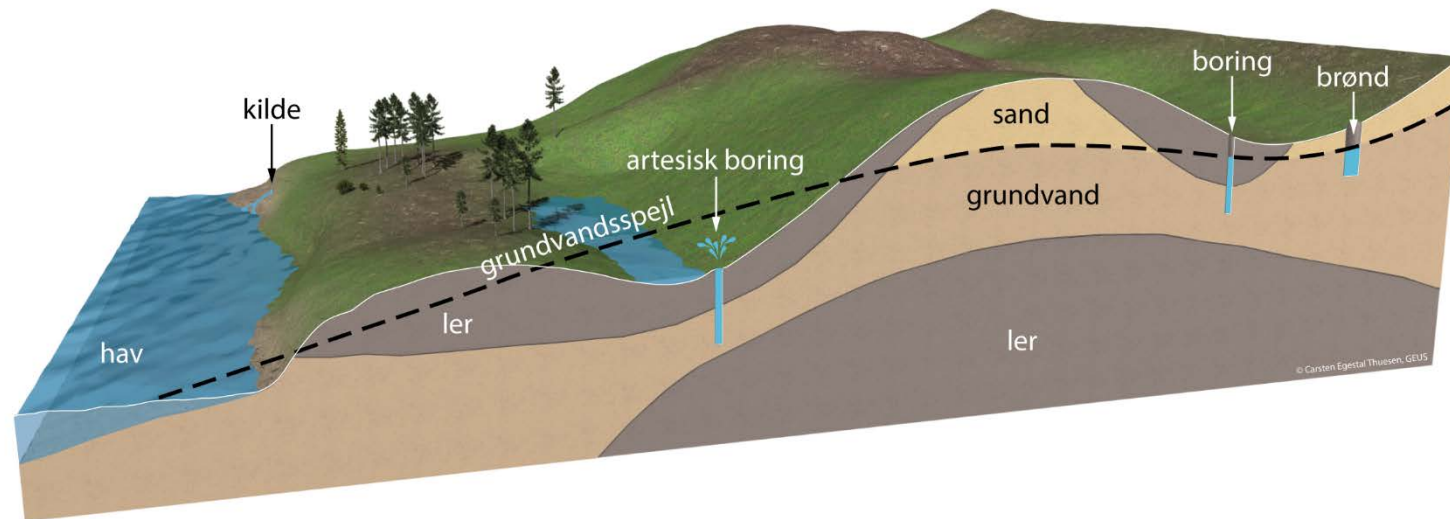
Hyppighed af vanddækning i 45 søer (luftfotos)



GEUS

Lange vandstands-tidsserier

Formål: Undersøgelse af historisk udvikling i grundvandsstand ud fra lange tidsserier



Effekt i oplandet ??



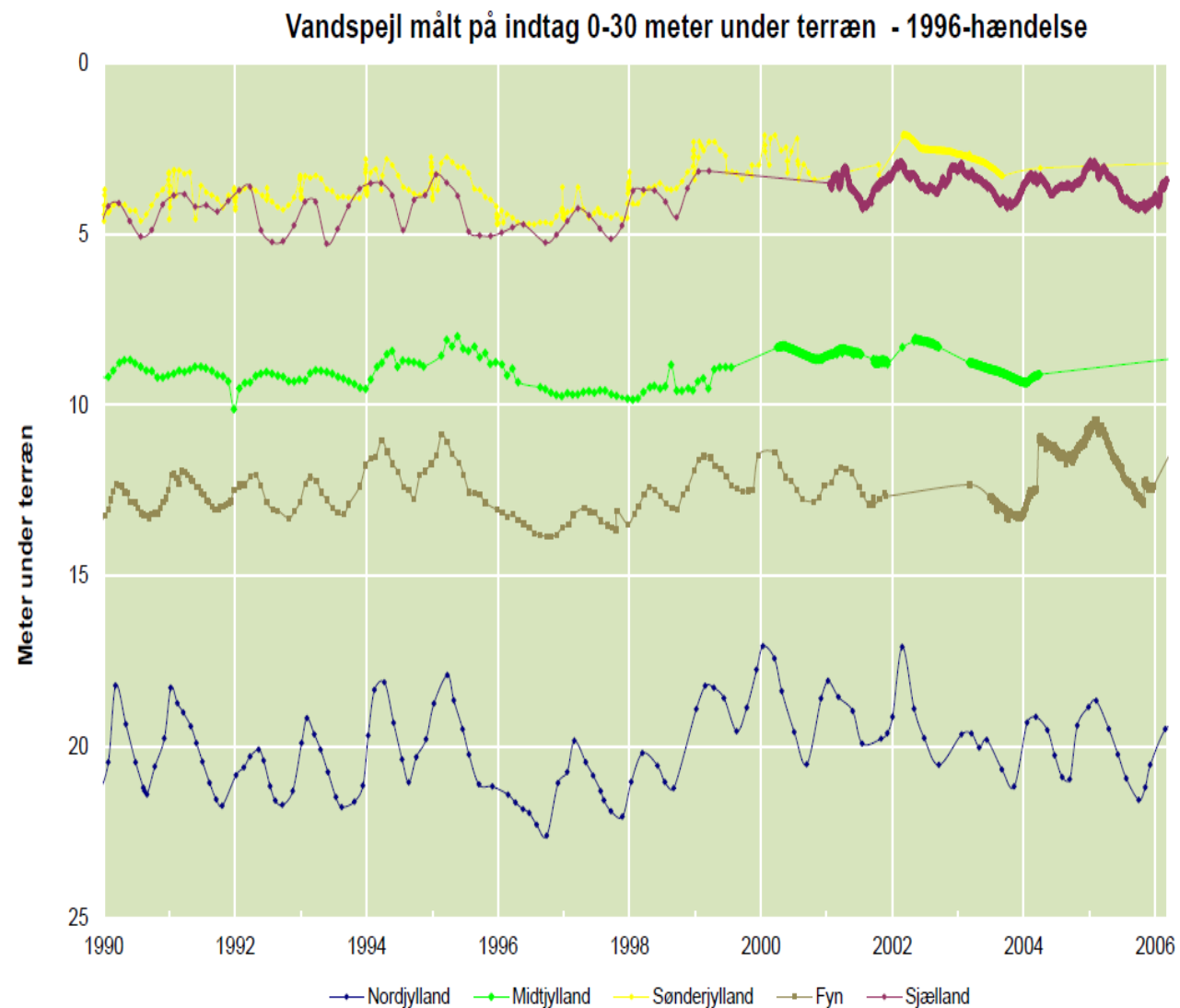
Hvilken ændring vil vi måle ?

Medvirkende årsag til pejleseriens udseende er:

- Geologi og opland (4-5D-effekt)
- Påvirkning (arealanvendelse, indvinding, stop indvinding, befæstning, dræning, nedsivning (LAR mv))
- Teknik (boring, filterplacering, måling)

Foruden effekten af det ændrede klima

5 udvalgte terrænnære måleserier



Betydning ?

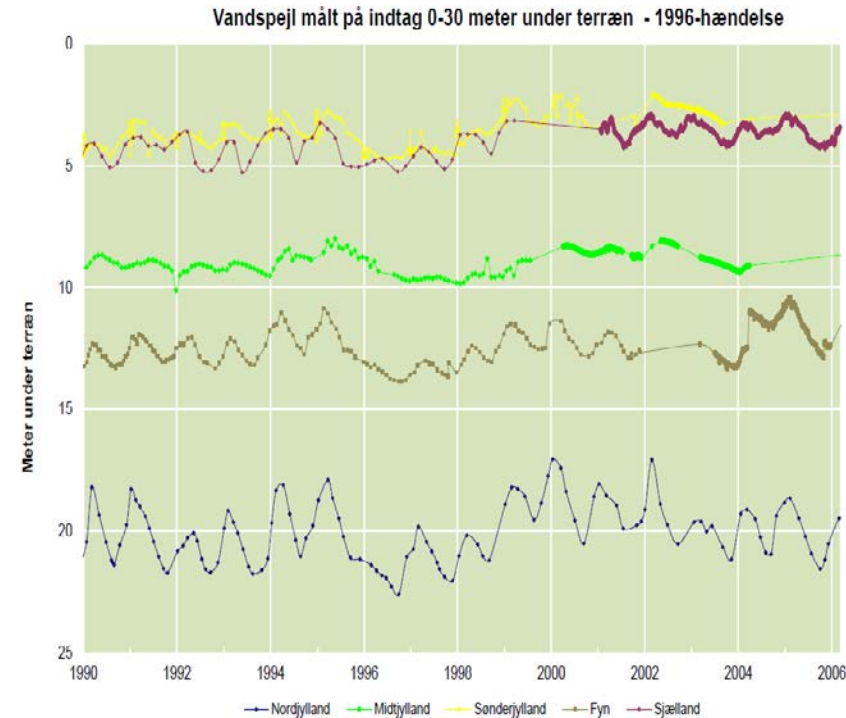
- Bliver der for lidt eller for meget?

Relevante indikatorer

- Beliggenhed
- Årsudsving
- Tørre / våde sæsoner
- Tørre / våde år
- Generelle trends og ændret hyppighed

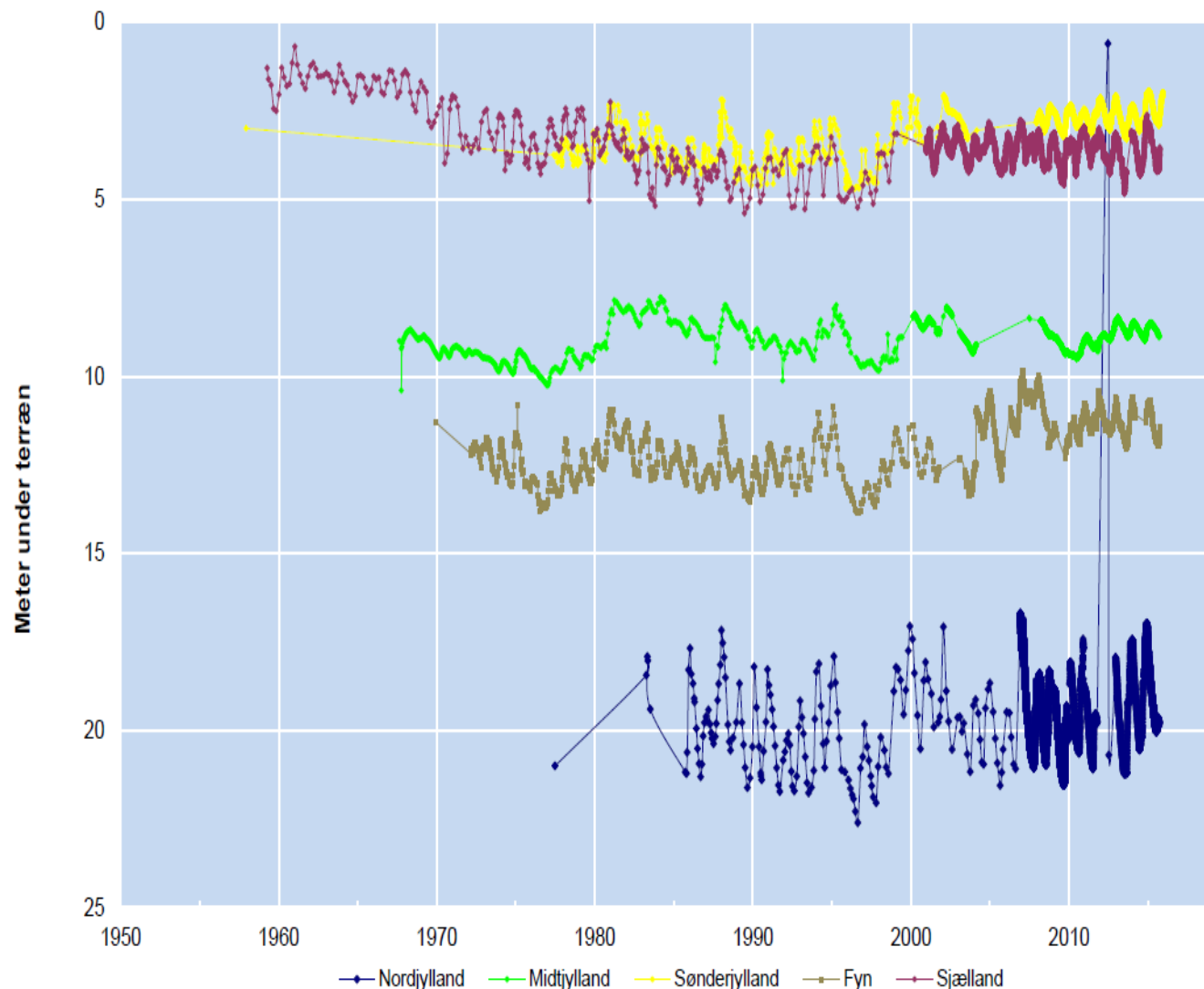
Det er en god ide:

At vurdere alle ændringer i vandspejlet for at se, hvilke max. ændringer, der kan tillades



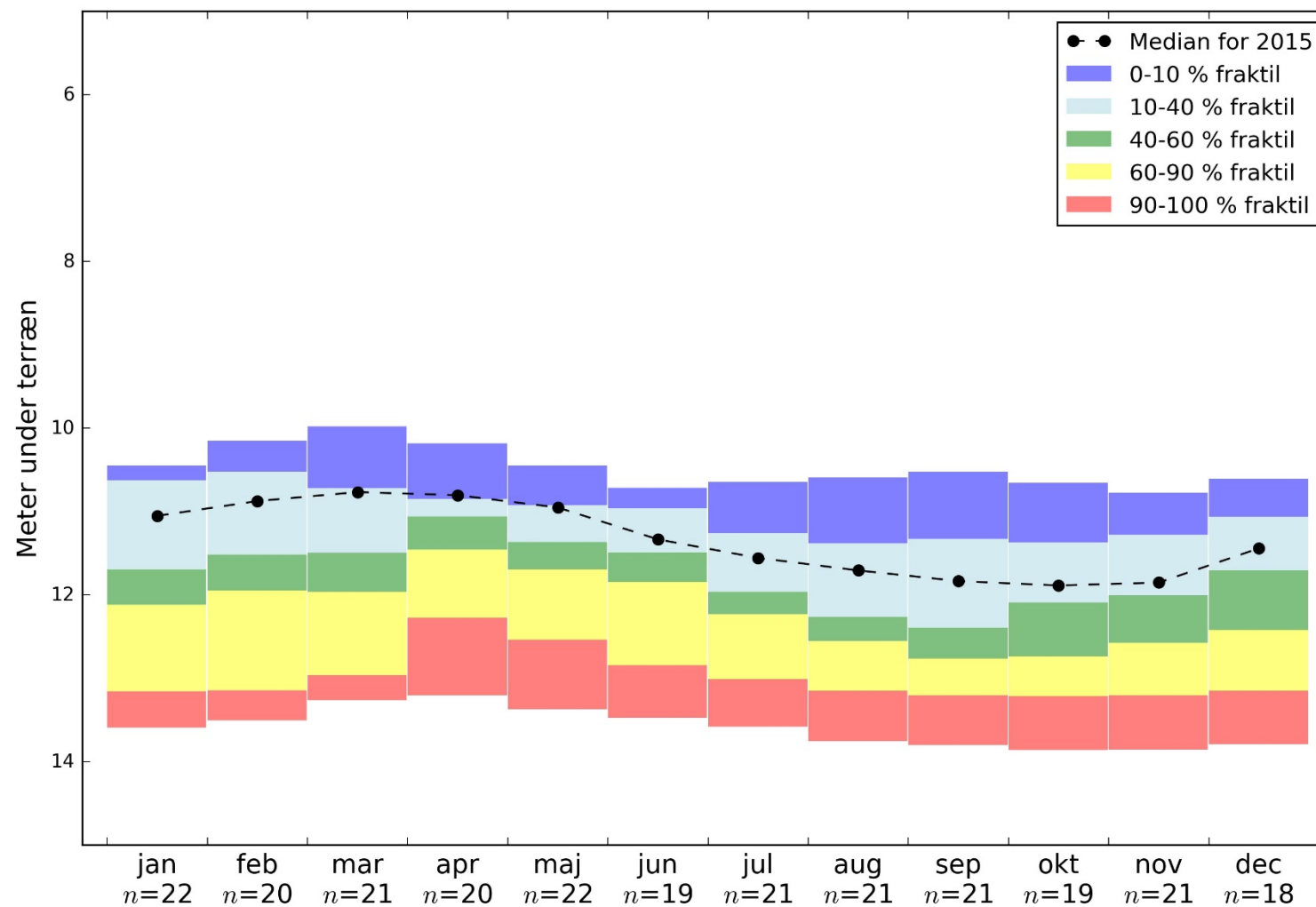
Sammenligning målte lange serier

Vandspejl målt på indtag 0-30 meter under terræn



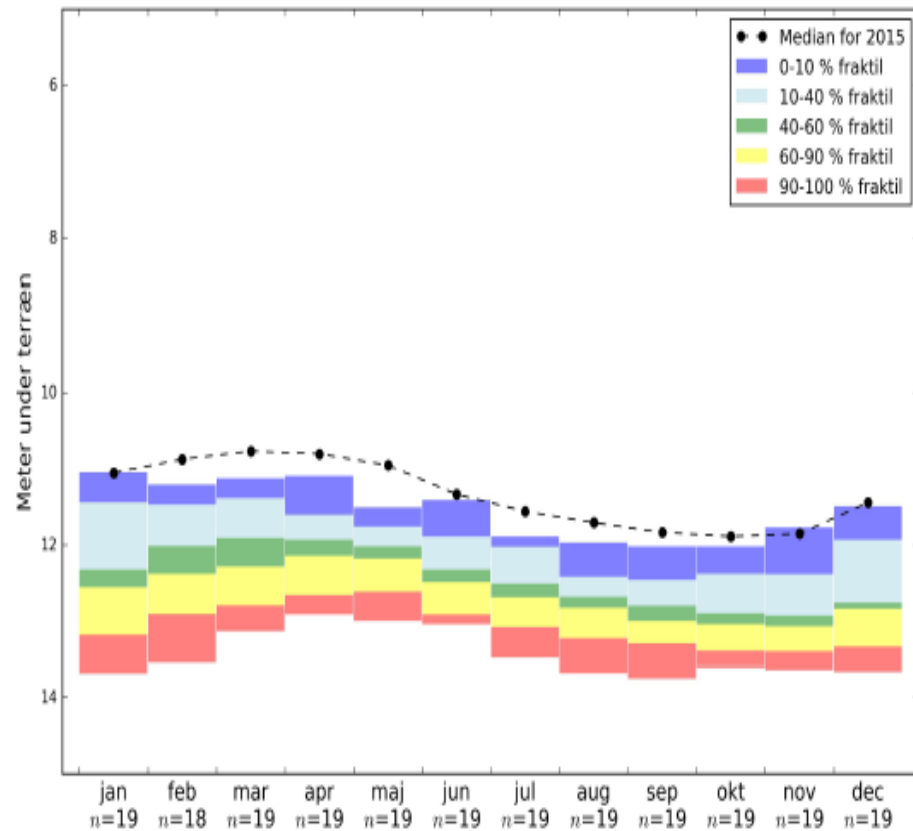
Udvikling månedsvis

Månedsmedian 2015 sammenlignet med månedsmedian for perioden 1991-2014 for Fyn

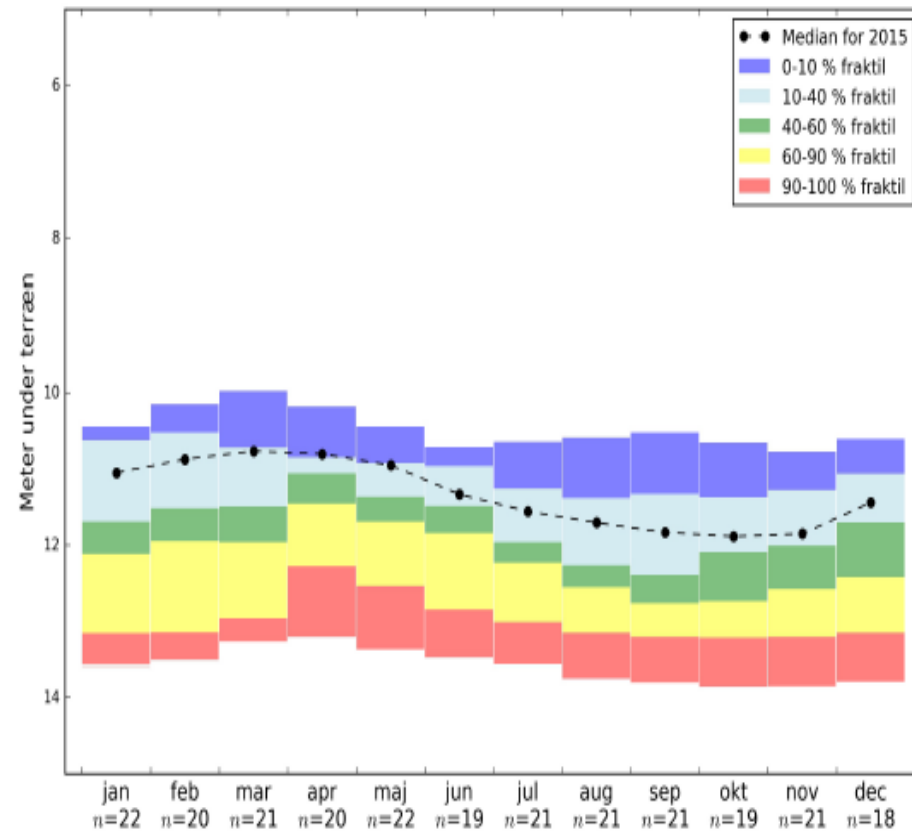


Udvikling normalperioder

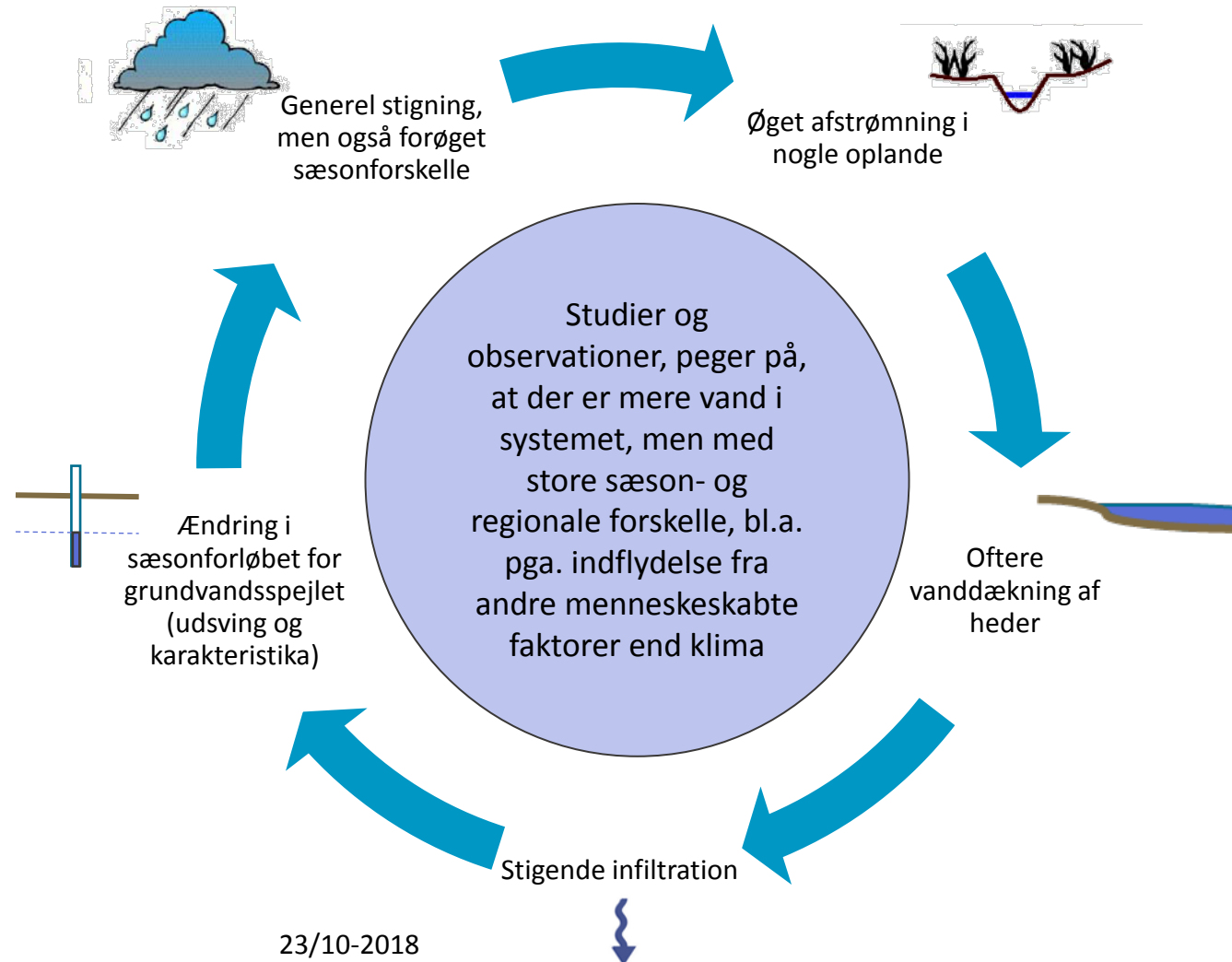
Månedsmedian 2015 sammenlignet med månedsmedian for perioden 1961-1990 for Fyn



Månedsmedian 2015 sammenlignet med månedsmedian for perioden 1991-2014 for Fyn



Opsummering: Vurdering af vandmængde/balance i historisk tid



Tak for opmærksomheden

