

Nedbørsdiskontinuiteten set gennem Den Nationale Hydrologiske Model (DK-model)

Raphael Schneider*, Lars Troldborg, Anker Lajer Højberg, Ida Karlsson Seidenfaden,
Simon Stisen

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS), Hydrologisk afdeling
**rs@geus.dk*



G E U S

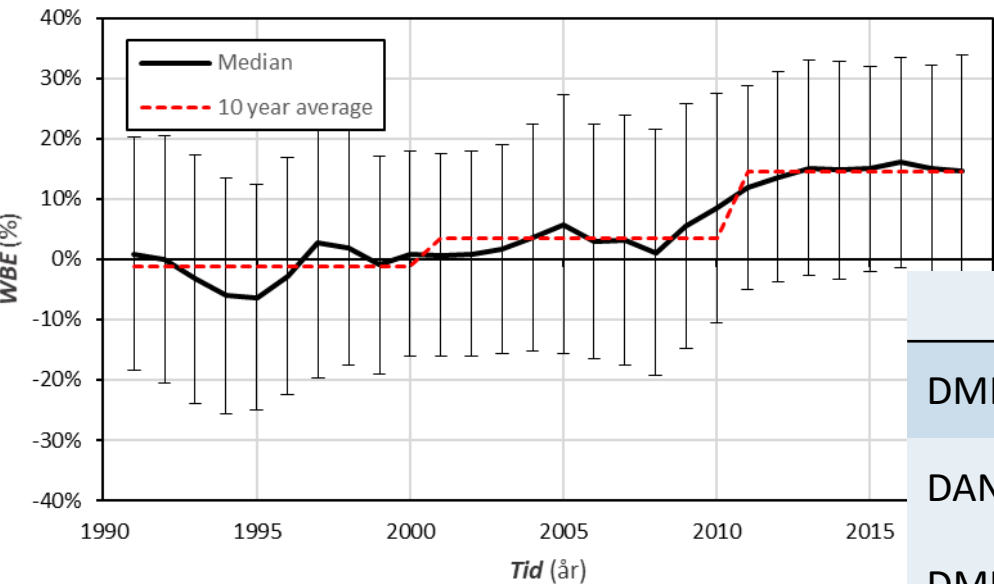
Nedbørsdiskontinuitet i DK-modellens vandbalancefejl

Vandbalancefejl WBE [%] beregnes per år som

$$\frac{Q_{obs} - Q_{sim}}{Q_{obs}}$$

- Negative værdier → overestimering af vandføring med modellen (måske for meget nedbør)
- Positive værdier → underestimering af vandføring med modellen (måske for lidt nedbør)

VARIATION I VANDBALANCEFEJL (133 stationer)



Middel median

1990-1999: -1%
2000-2010: +3%
2011-2019: +15%

Noget lignende kan vises

- i observerede vandføringer/runoff coefficients (DCE)
- i sammenligning af korigeret nedbør med andre nedbørsprodukter:

	1991-1999		2000-2010		2011-2020	
DMI observeret nedbør	701 mm	-	742 mm	-	756 mm	-
DANRA nedbør	755 mm	+8%	793 mm	+7%	808 mm	+7%
DMI korigeret nedbør	809 mm	+15%	853 mm	+15%	824 mm	+9%

Nedbørsdiskontinuitet i DK-modellens vandbalancefejl

Kontinuert nedbørsdata afgørende for hydrologiske analyser og simuleringer (og mere)

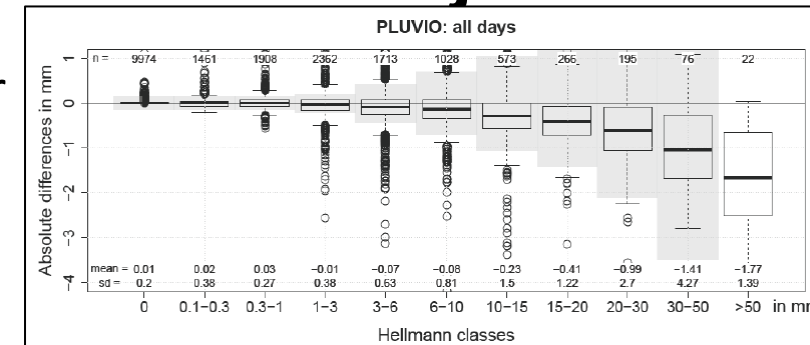
Enighed på tværs af organisationer, arbejdet på løsningen i gang

Pragmatisk work-around indtil sagen er løst:

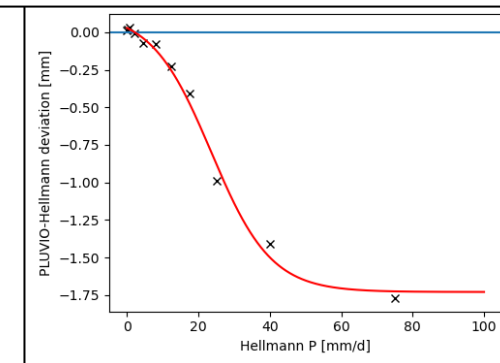
[baseret på formodningen, at diskontinuiteten stammer hovedsageligt fra overgang fra Hellmann til Pluvio2 (og Geonor) nedbørsmåler i 2010/11]

Gridbaseret nedbørskorrektion, med yderlig korrektion for differencen mellem Hellmann og Pluvio målinger, baseret på rapport fra DWD

→ ~5% mere nedbør efter korrektion

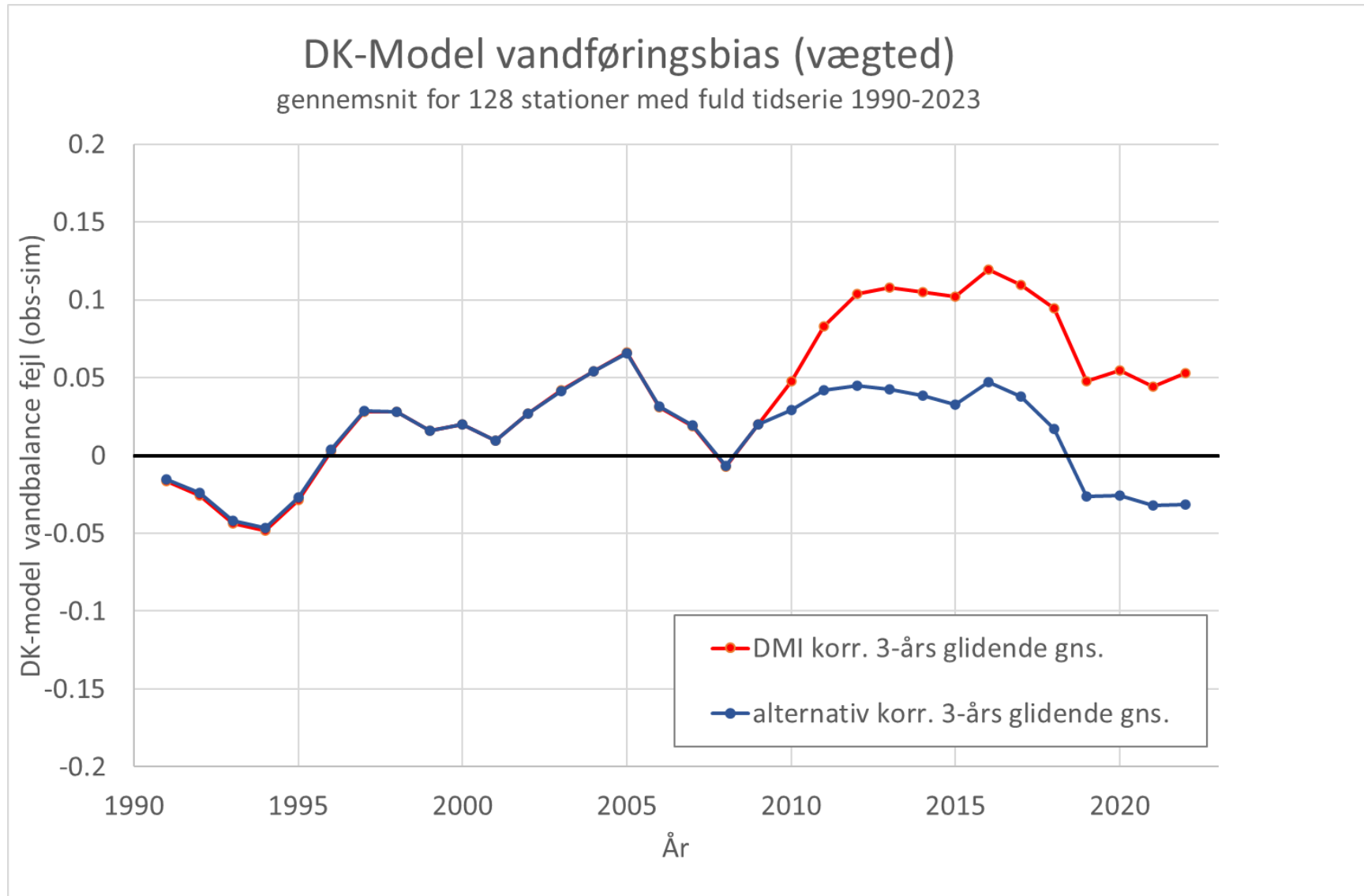


Hannak and
Brinckmann, 2020

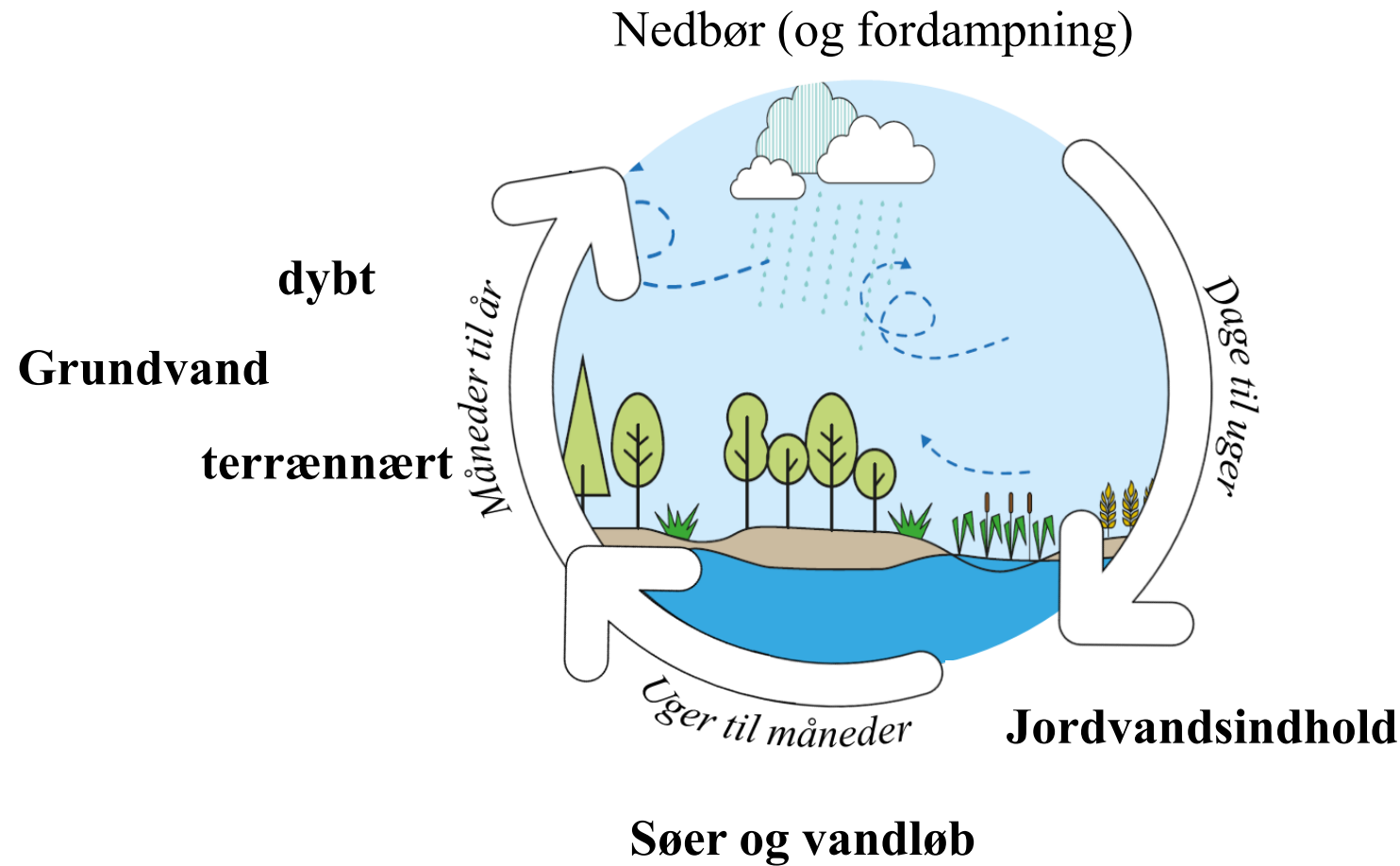


	1991-1999		2000-2010		2011-2020	
DMI observeret nedbør	701 mm	-	742 mm	-	756 mm	-
DANRA nedbør	755 mm	+8%	793 mm	+7%	808 mm	+7%
DMI korrigeret nedbør	809 mm	+15%	853 mm	+15%	824 mm	+9%

Kan den alternative korrektion afhjælpe?



Forplantningen af nedbør (diskontinuitet) igennem det hydrologiske kredsløb



Hydrologiske indeks

Stammer fra tørke-kontekst, men her bruges de for anomalier i begge retninger (tør og våd)

→ Vi bruger hydrologiske indeks som i **Chan et al. 2021**, beregnet for hver uge (kan beregnes baseret på output fra DK-modellen)

Standardized precipitation index (SPI)

$$SPI_{i,j} = \frac{P_{i,j} - \bar{P}_j}{Std_{P,j}}$$

Soil moisture deficit index (SMDI)

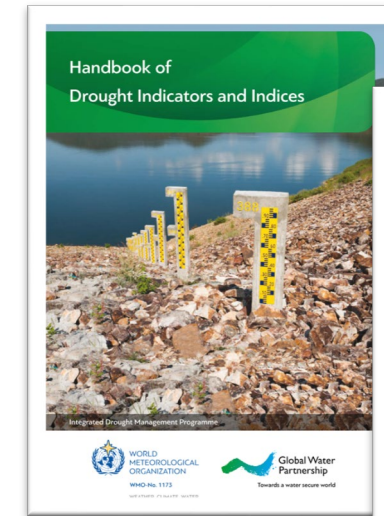
$$SMDI_{i,j} = \frac{1}{2} SMDI_{j-1} + \frac{SD_j}{50}$$

Streamflow drought index (SDI)

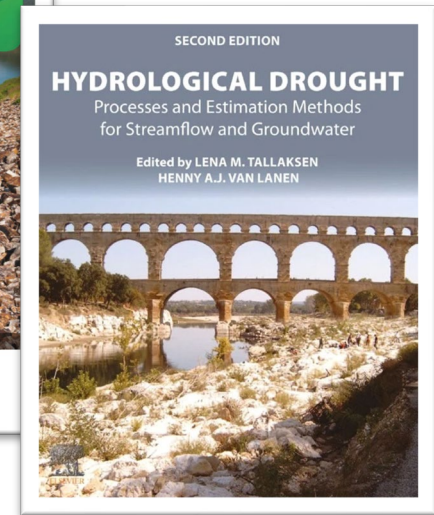
$$SDI_{i,j} = \frac{Y_{i,j} - \bar{Y}_j}{Std_{Y,j}} \quad Y_{i,j} = \ln(Q_{i,j})$$

Standardized groundwater depth index (SGDI)

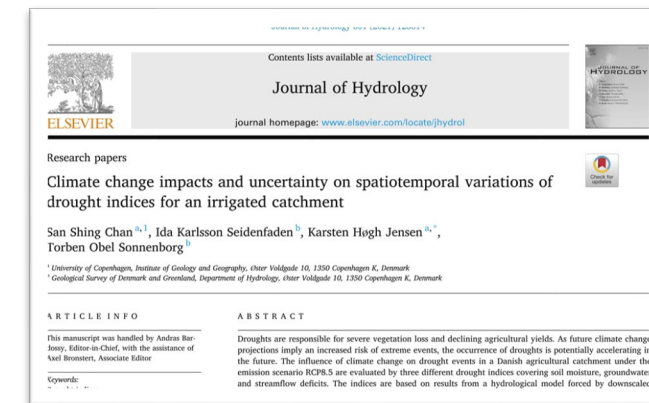
$$SGDI_{i,j} = \frac{D_{i,j} - \bar{D}_j}{Std_{D,j}}$$



WMO and GWP, 2016



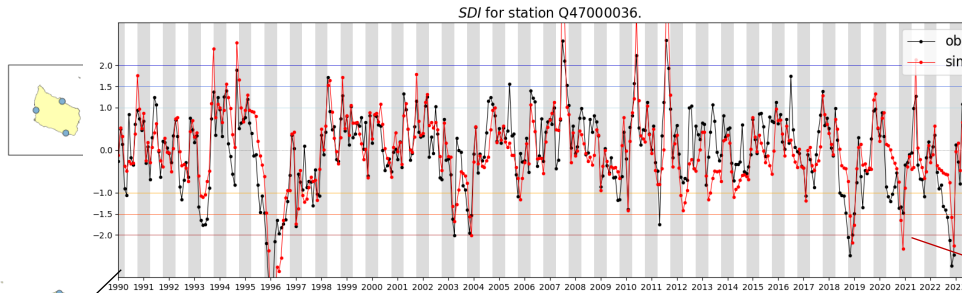
Tallaksen and Van Lanen (Eds.), 2023



Chan et al., 2021

Hydrologiske indeks: observeret og simuleret med DK-Modellen

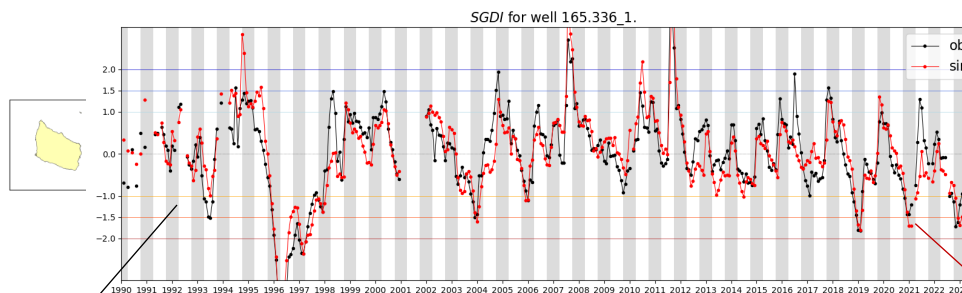
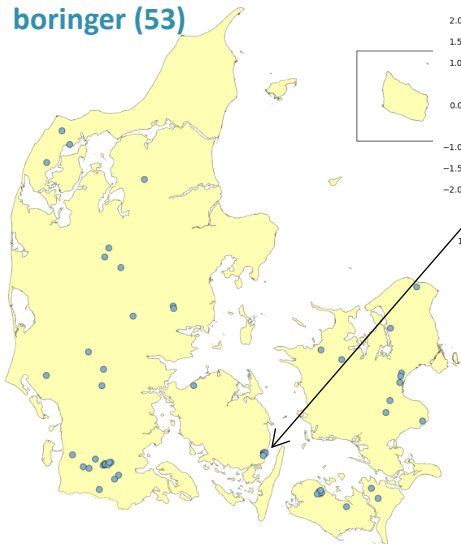
udvalgte vandførings-
stationer (153)



Fra observerede tidsserier af vandføring
og grundvandsstand...

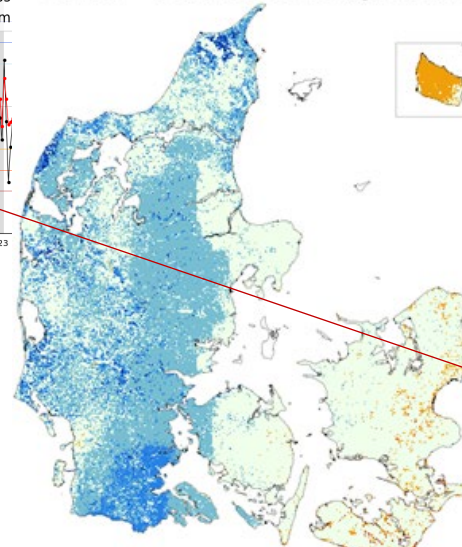
...til hydrologiske indeks...

udvalgte pejle-
boringer (53)



...til hydrologiske indeks simuleret med
Den Nationale Hydrologiske Model (DK-model)

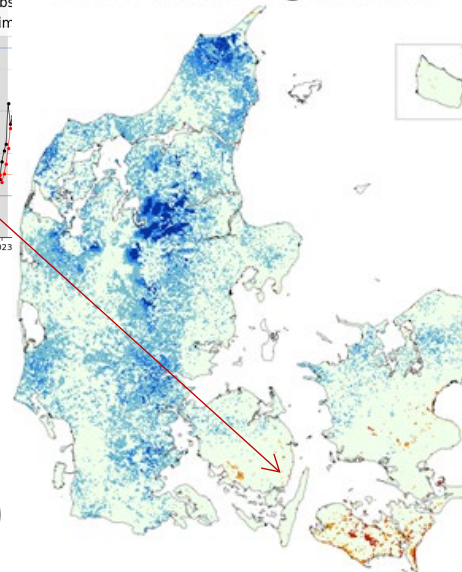
SMDI - Vandindhold i jorden



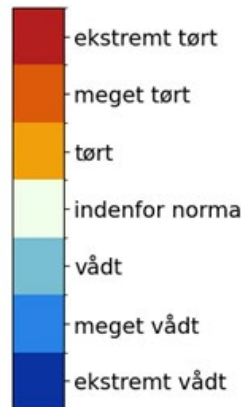
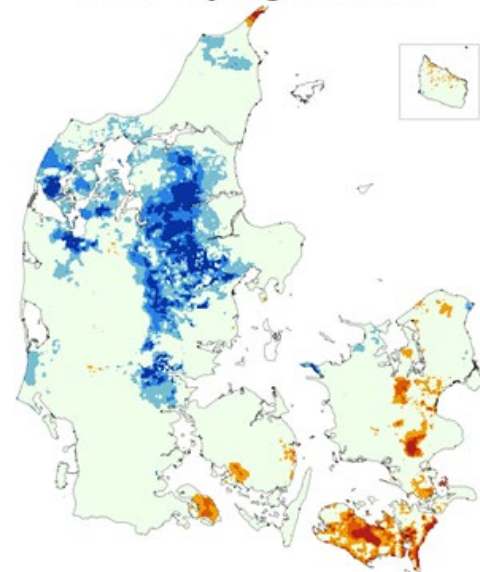
SDI - Vandføring



SGDI - Øverste grundvand



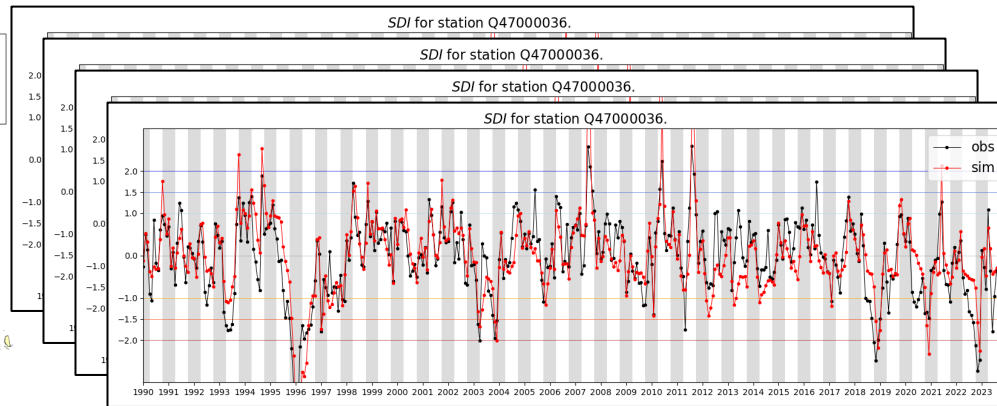
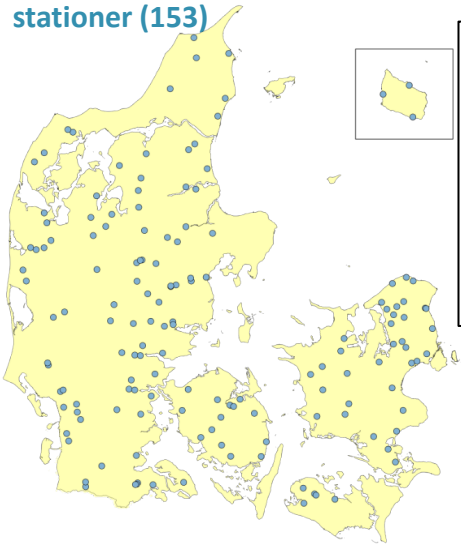
SGDI - Dybt grundvand



GEUS

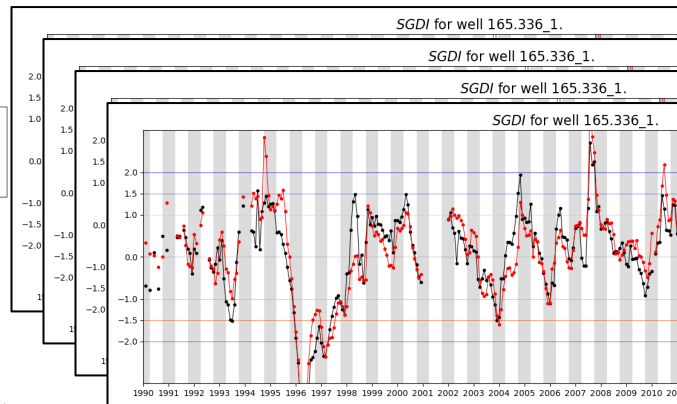
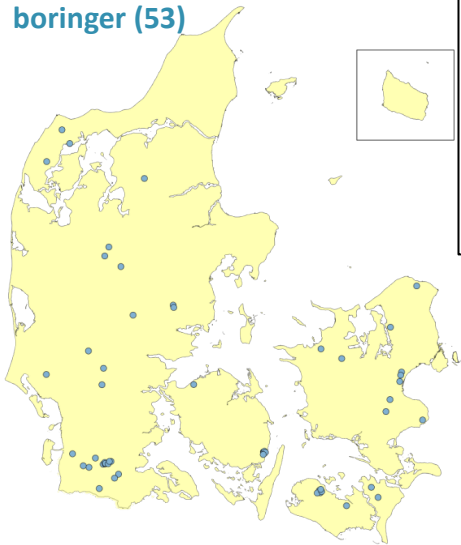
Hydrologiske indeks: observeret og simuleret med DK-Modellen

udvalgte vandførings-
stationer (153)



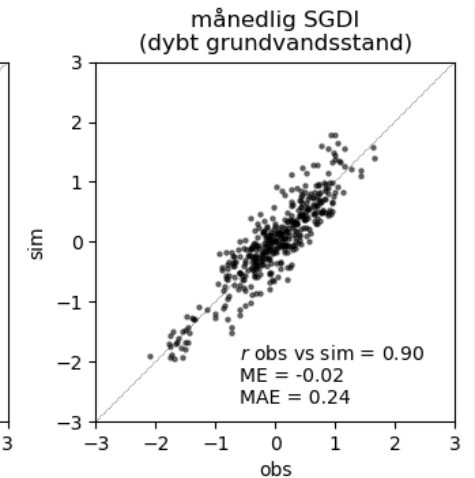
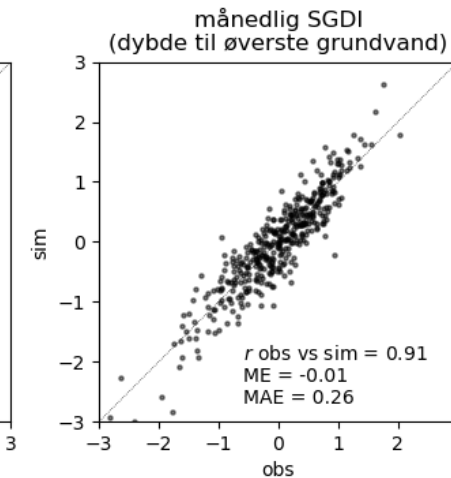
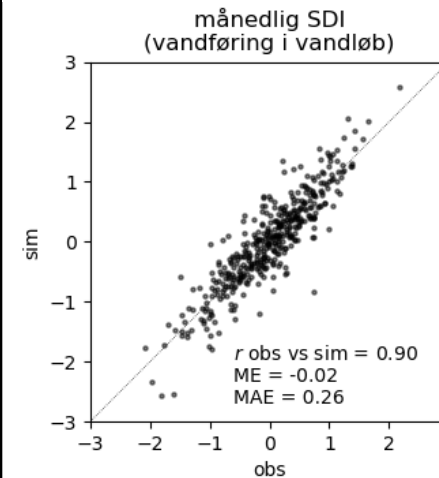
...

udvalgte pejle-
boringer (53)



...

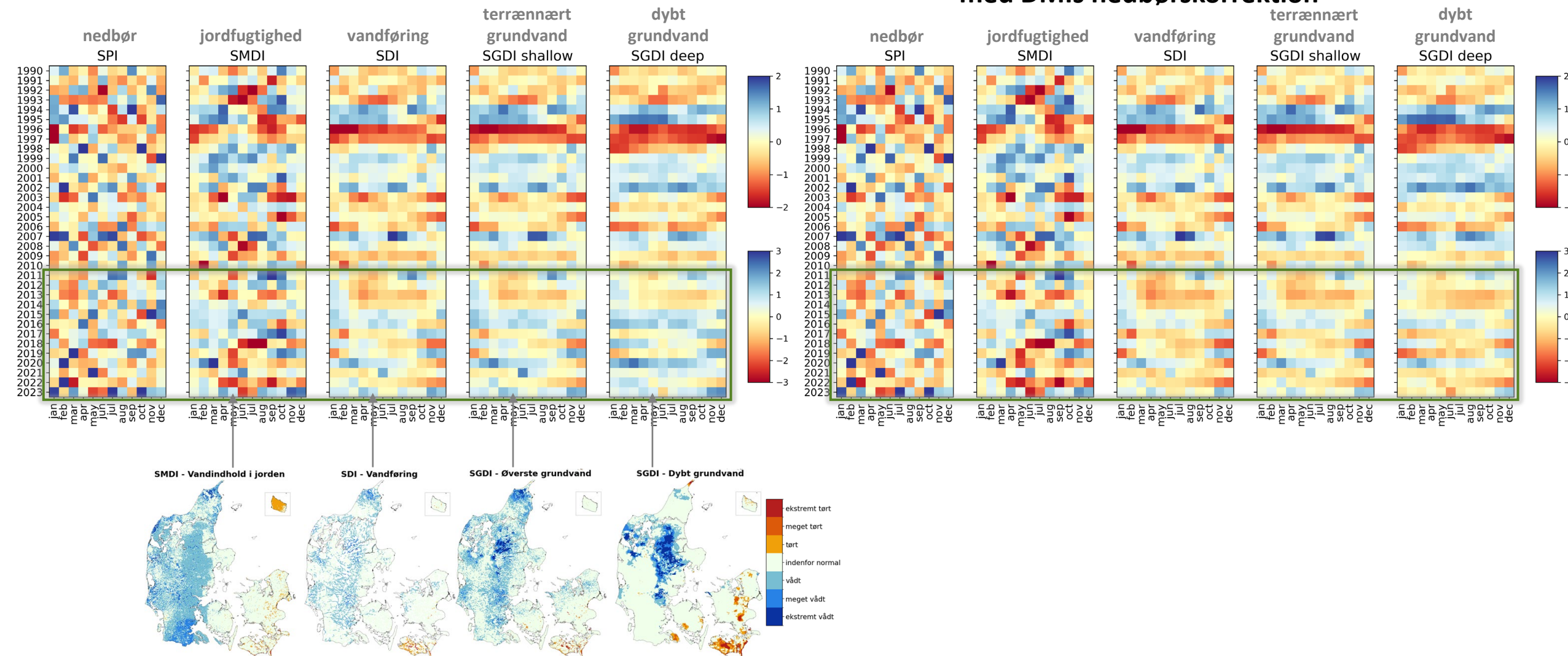
Hvor godt er DK-modellen til at simulere hydrologiske indeks?
→ Sammenligning med hydrologiske indeks fra
observationstidsserier:



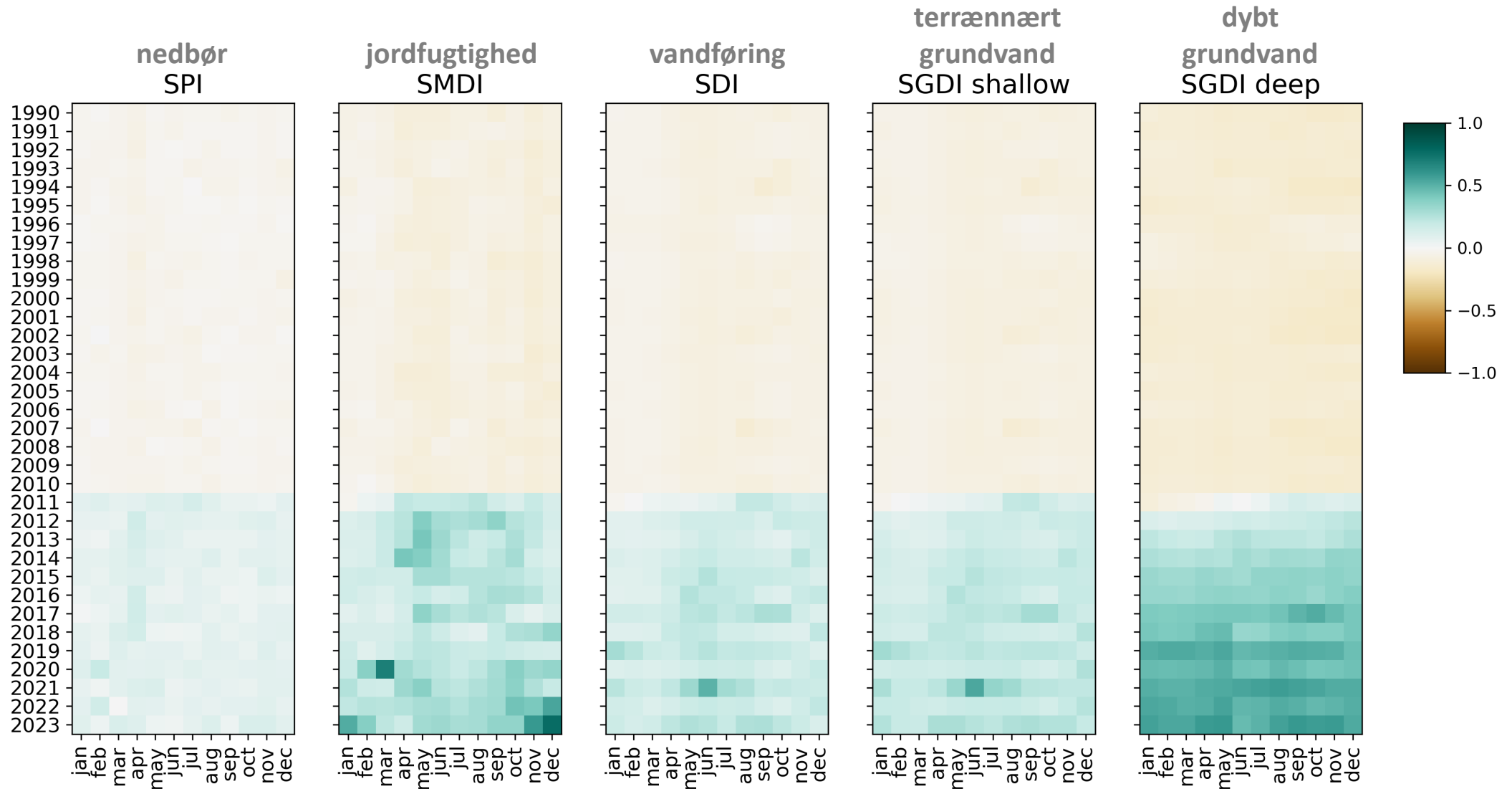
Nedbørsdiskontinuitet i hydrologiske indeks

med alternativ nedbørskorrektion fra 2011

med DMIs nedbørskorrektion



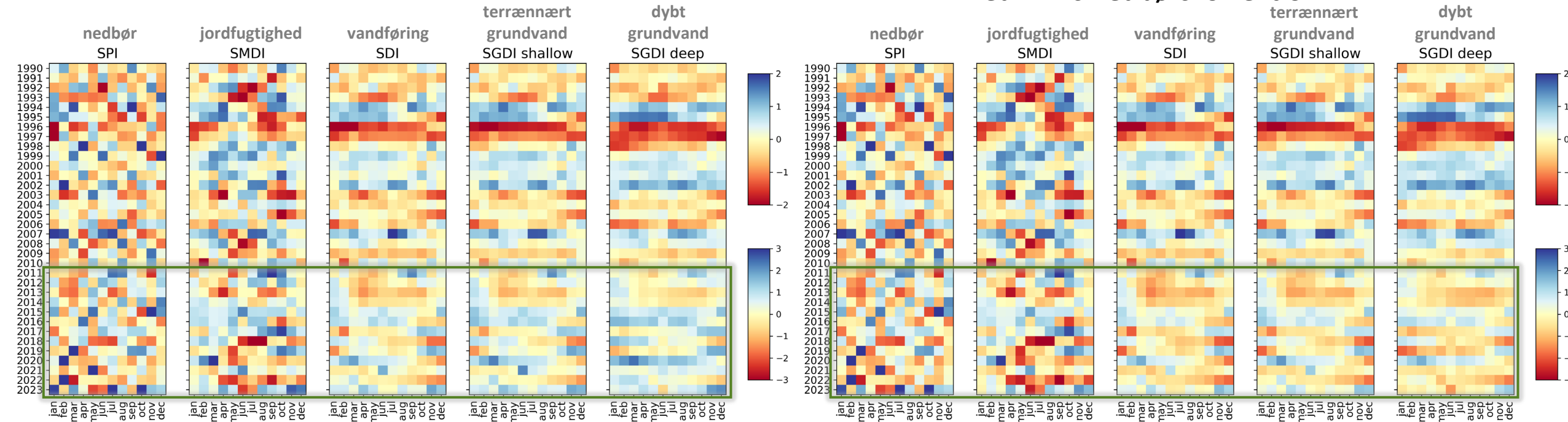
Differencer i hydrologiske indeks



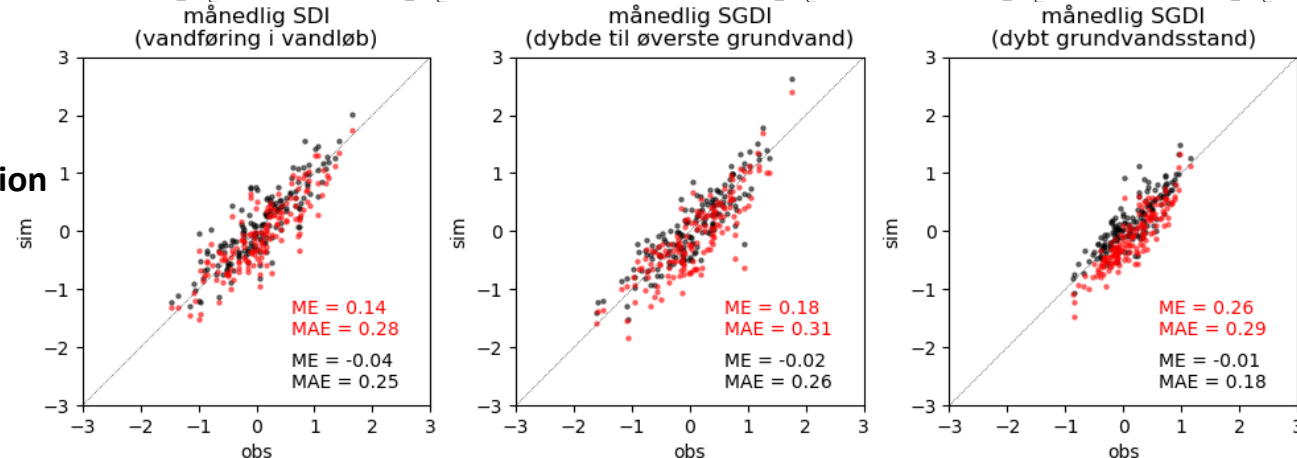
Nedbørskontinuitet i hydrologiske indeks

med alternativ nedbørskorrektion fra 2011

med DMIs nedbørskorrektion



- kun data 2011 - 2023
- **DMI nedbørskorrektion**
 - **alternativ nedbørskorrektion**



→ nedbørskontinuiteten forplanter sig igennem det hydrologiske kredsløb, og akkumulerer i det dybde grundvand

Differencer i hydrologiske indeks

med alternativ nedbørskorrektion

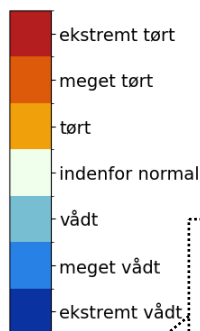
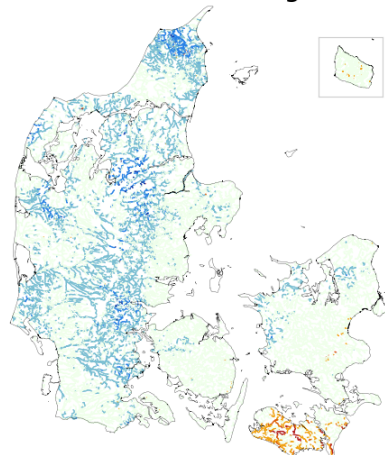
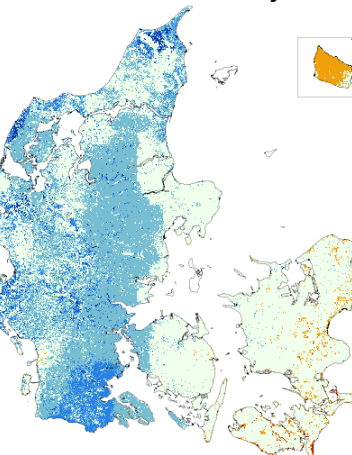
med DMIs nedbørskorrektion

Hydrologiske indeks - May 2023

Den Nationale Hydrologiske Model

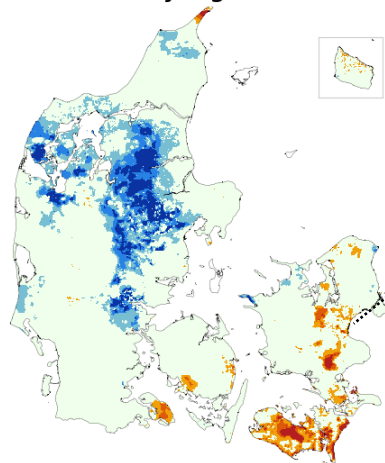
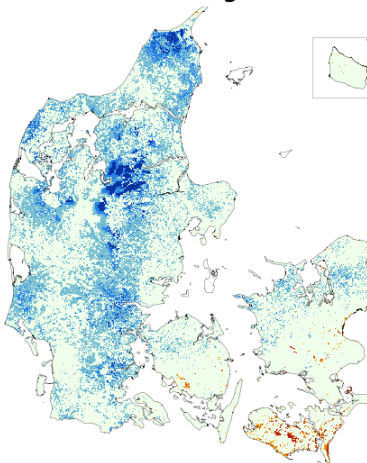
SMDI - Vandindhold i jorden

SDI - Vandføring



SGDI - Øverste grundvand

SGDI - Dybt grundvand



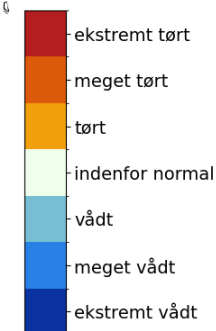
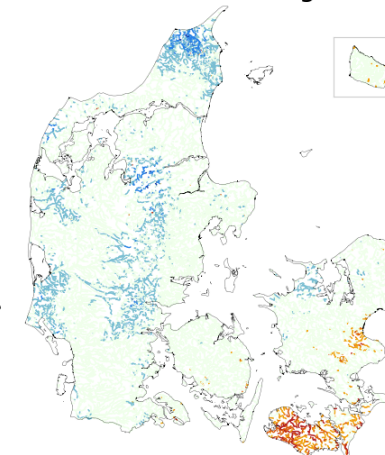
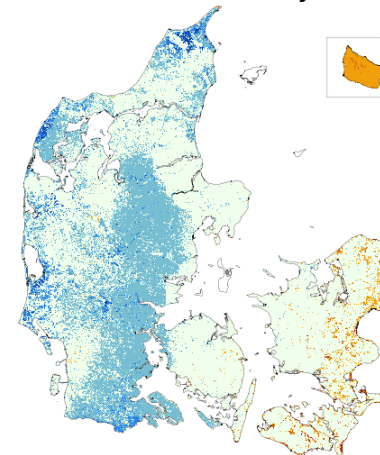
Grundvandstørke i
hovedstads-
området?

Hydrologiske indeks - May 2023

Den Nationale Hydrologiske Model

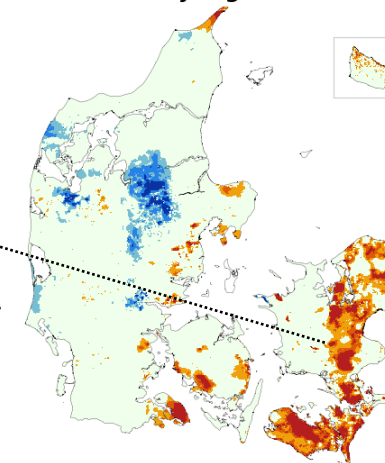
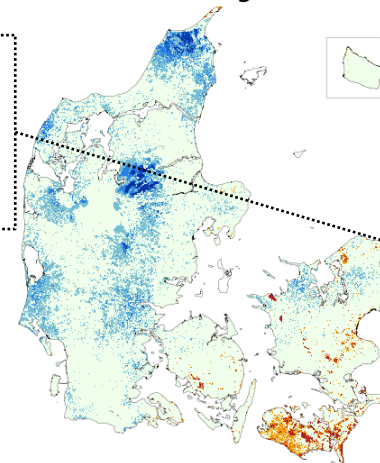
SMDI - Vandindhold i jorden

SDI - Vandføring



SGDI - Øverste grundvand

SGDI - Dybt grundvand



Opsummering

- **Kontinuitet** i nedbørsprodukt er afgørende for hydrologiske analyser og simuleringer
- (det samme kontinuitetskrav gælder andre observationer som vandføring)
- Bias i nedbør **forplanter og akkumulerer sig** i det hydrologiske kredsløb
- Har også betydning for trend-analyser, klimafremskrivninger, etc

Derfor: Vi glæder os på at få sagen løst med et "autoritativt datasæt"

Tak for opmærksomheden!

Referencer

Nedbørskorrektion

- Stisen, S., Sonnenborg, T. O., Højberg, A. L., Trolborg, L., and Refsgaard, J. C.: Evaluation of Climate Input Biases and Water Balance Issues Using a Coupled Surface-Subsurface Model, *Vadose Zone Journal*, 10, 37–53, <https://doi.org/10.2136/vzj2010.0001>, 2011.
- Vejen, F., Vilic, K., and Jensen, H.: Korrigeret Nedbør 1989-2010, 2011-2012 & 2013 - Databeskrivelse & Resultater, 2011–2012 pp., 2014.
- Andersen, R. C., Christensen, O., Schmith, T., Christiansen, B., Scharling, M., Vedel, H., Ribergaard, M., Vejen, F., Olesen, M., Butts, M., and Sarup, K.: Undersøgelser af DMI's nedbørsdata til anvendelse for hydrologiske formål, 2021.
- Hannak, L. and Brinckmann, S.: Parallelmessungen an deutschen Klimareferenzstationen - Schlussfolgerungen im Hinblick auf Homogenität und Messunsicherheiten, *Deutscher Wetterdienst, Offenbach am Main*, 101 pp., 2020.

Tørke og drought indices

- van der Wiel, K., Batelaan, T. J., and Wanders, N.: Large increases of multi-year droughts in north-western Europe in a warmer climate, *Clim. Dyn.*, <https://doi.org/10.1007/s00382-022-06373-3>, 2022.
- World Meteorological Organisation (WMO) and Global Water Partnership (GWP): Handbook of Drought Indicators and Indices, edited by: Svoboda, M. and Fuchs, B. A., Geneva, 155–208 pp., <https://doi.org/10.1201/9781315265551-12>, 2016.
- Henriksen, H. J., Schneider, R. J. M., and Nilsson, B.: Analysis of drought indicators based on a national coupled hydrological model. Identification of drought events, propagation of drought indices, aggregation level and illustration how data from HIP realtime model can support vulnerability assessment for d, GEUS, 41 pp., <https://doi.org/10.22008/gpub/34660>, 2022.
- Tallaksen, L. M. and Van Lanen, H. A. J. (Eds.): *Hydrological Drought. Processes and Estimation Methods for Streamflow and Groundwater*, Elsevier, 684 pp., <https://doi.org/10.1016/C2017-0-03464-X>, 2023.