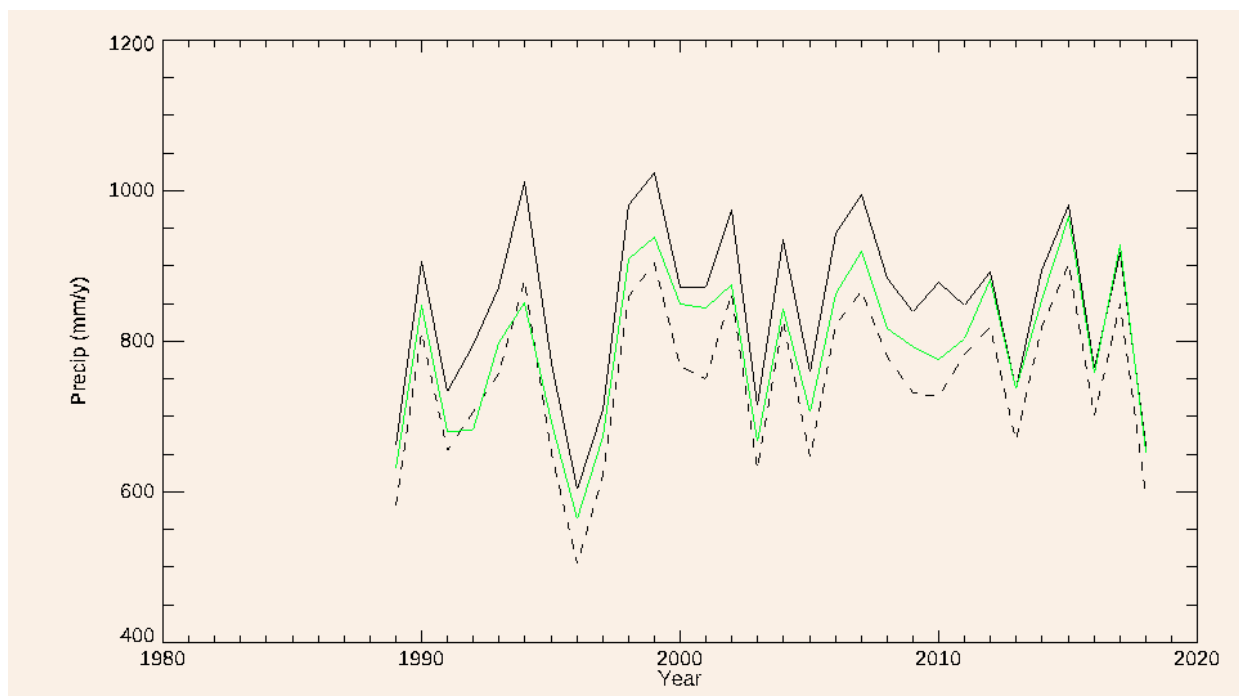


# Sammenligning af nedbørsdata fra ERA5 reanalyse, med korrigeret og observerede Klimagrid Danmark

## DMI-rapport 21- 37

Ole B. Christensen, Torben Schmith, Bo Christiansen, Michael Scharling, Henrik Vedel, Mads Hvid Ribergaard



## Kolofon

<b>Serietitel</b>	DMI-rapport 21-37
<b>Titel</b>	Sammenligning af nedbørsdata fra ERA5 reanalyse, med korrigeret og observerede Klimagrid Danmark
<b>Undertitel</b>	
<b>Forfatter(e)</b>	Ole B. Christensen, Torben Schmith, Bo Christiansen, Michael Scharling, Henrik Vedel, Mads Hvid Ribergaard
<b>Andre bidragsydere</b>	
<b>Ansvarlig institution</b>	Danmarks Meteorologiske Institut
<b>Sprog</b>	Dansk
<b>Emneord</b>	ERA5, Klimagrid Danmark, Korrigeret nedbør
<b>URL</b>	<a href="https://www.dmi.dk/publikationer/">https://www.dmi.dk/publikationer/</a>
<b>ISSN</b>	2445-9127
<b>Link til hjemmeside</b>	<a href="http://www.dmi.dk">www.dmi.dk</a>
<b>Copyright</b>	Danmarks Meteorologiske Institut

## Indhold

1	Abstract .....	4
2	Resumé .....	4
3	ERA5 .....	4
4	Landstal for årsnedbør .....	4
5	Geografisk fordeling .....	8
6	Sammenfatning .....	9
7	Referencer .....	13
8	Tidligere rapporter .....	13

## 1 Abstract

## 2 Resumé

I denne rapport sammenlignes DMI's griddede målte nedbørsdata med tilsvarende data fra reanalysen ERA5. En reanalyse giver ikke nødvendigvis helt korrekt nedbør, men den bygger på andre meteorologiske målinger end de danske nedbørsmålinger og har derfor ikke en inhomogenitet i forbindelse med skiftet af nedbørsmålere i Danmark. Sammenligningen bekræfter, at de korrigerede Klimagrid Danmark værdier har et systematisk skift mod lavere værdier omkring 2011.

## 3 ERA5

ERA5 er den nyeste reanalyse fra ECMWF, der dækker perioden 1989-2019 og dermed instrumentskiftet i 2010. Data findes for hver time og er beregnet på et gitter med ca. 31 km gitterafstand. Vi har hentet data fra ECMWF på et regulært 0.1-gradersgitter og sammenligner med Klimagrid Danmark (KD) både i direkte observeret og i korrigeret udgave, som de er hentet fra NOVANAs hjemmeside. Herefter bruges forkortelserne KDM for Klimagrid Danmark målt, og KDK for Klimagrid Danmark korrigeret til brug af NOVANA.

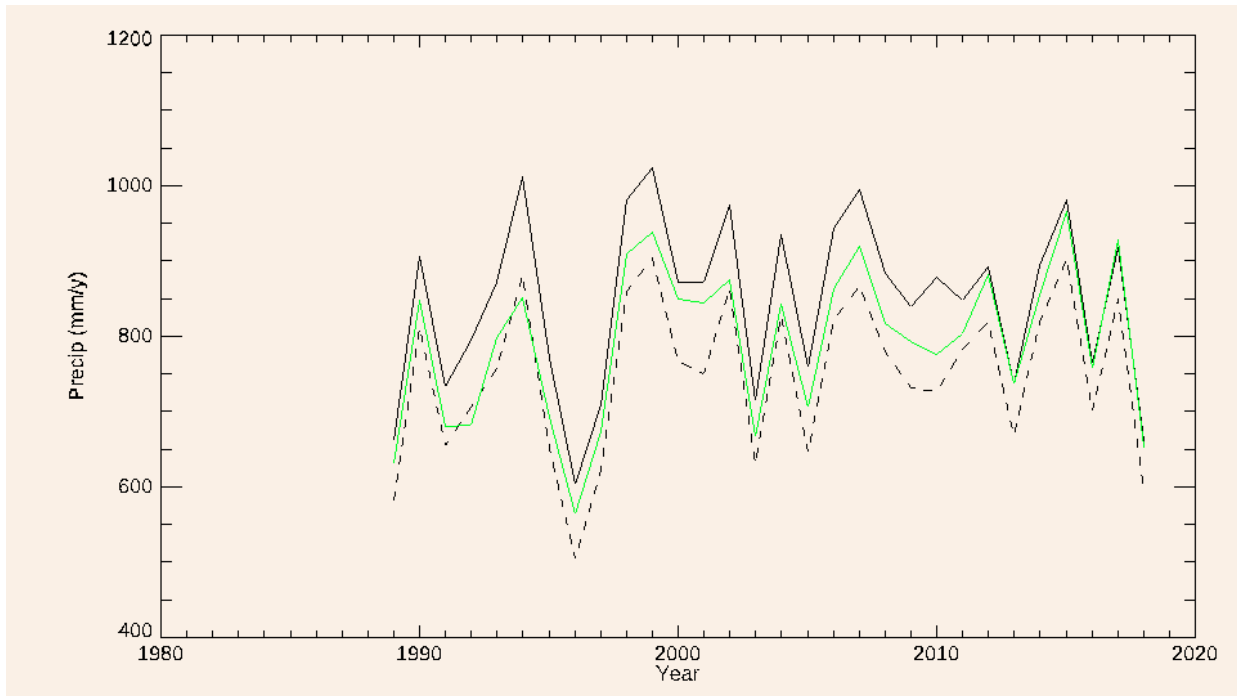
ERA5 er et produkt, der stiler mod at være så tæt på virkeligheden som muligt uden inhomogeniteter i modellen og med så mange observationsdata (jordobservationer, radiosonder m.v. samt satellit) som muligt benyttet. Det er væsentligt, at der ikke indgår danske nedbørsobservationer som input til reanalysen. Eneste nedbørsinput i ERA5 er visse radardata over USA siden 2009.

På grund af den begrænsede opløsning, og fordi nedbøren er modelgenereret, så er nedbørsdata fra ERA5 mindre realistiske end data fra KD, der er baseret direkte på observationer; men de kan benyttes til at undersøge, om en inhomogenitet i data omkring 2011 skyldes DMI's målinger og efterbehandling, eller om der faktisk er en inhomogenitet i nedbøren selv på det tidspunkt. ERA5 forventes ikke at have en modelinhomogenitet på det tidspunkt, eftersom model fysikken er den samme gennem hele simuleringen, samt at der ikke sker nogen markant ændring af assimilerede data fra Europa omkring 2011 ([Hersbach et al., 2020](#); [Tarek et al., 2019](#))

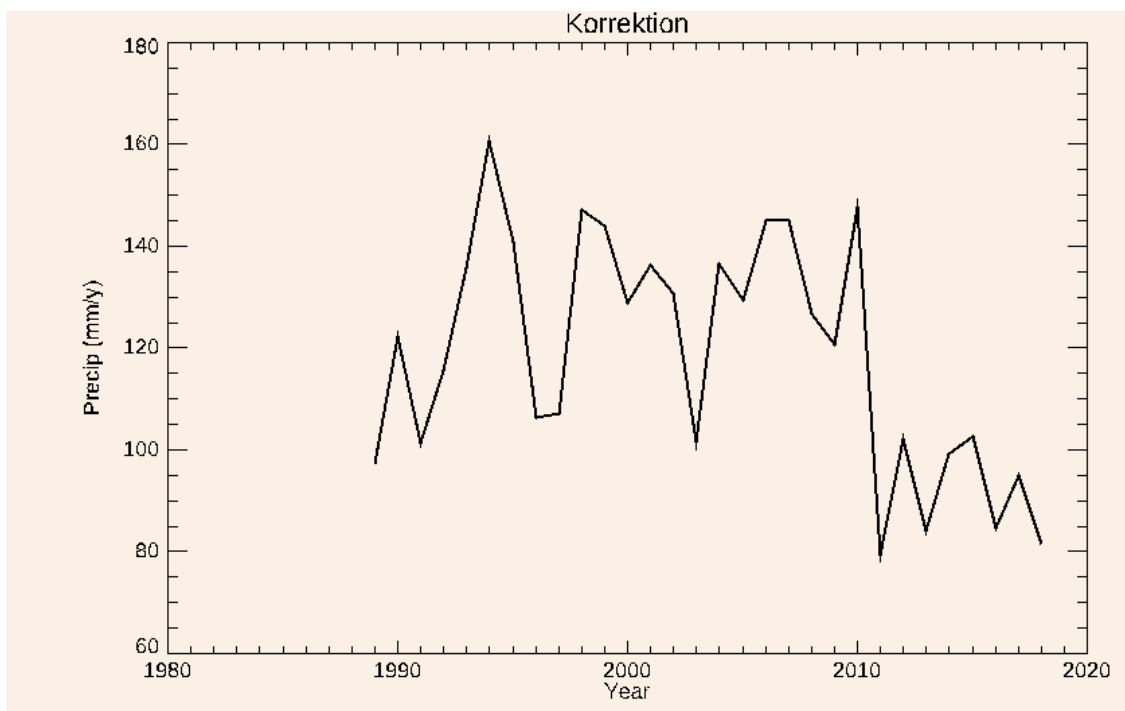
## 4 Landstal for årsnedbør

Tidsserier af KD korrigerede og ukorrigerede nedbørsdata for 1989-2018 er vist i Fig. 1 sammen med ERA5 nedbør. Nedbøren er vist som gennemsnitlig årsnedbør for Danmark beregnet på et 0.1 graders regulært grid.

Der er en klar forskel på de to datasæt hvert år, men der kan ikke observeres noget synligt knæk eller diskontinuitet i 2011 på nogen af sættene. Den årlige variation er markant og overskygger et eventuelt knæk.



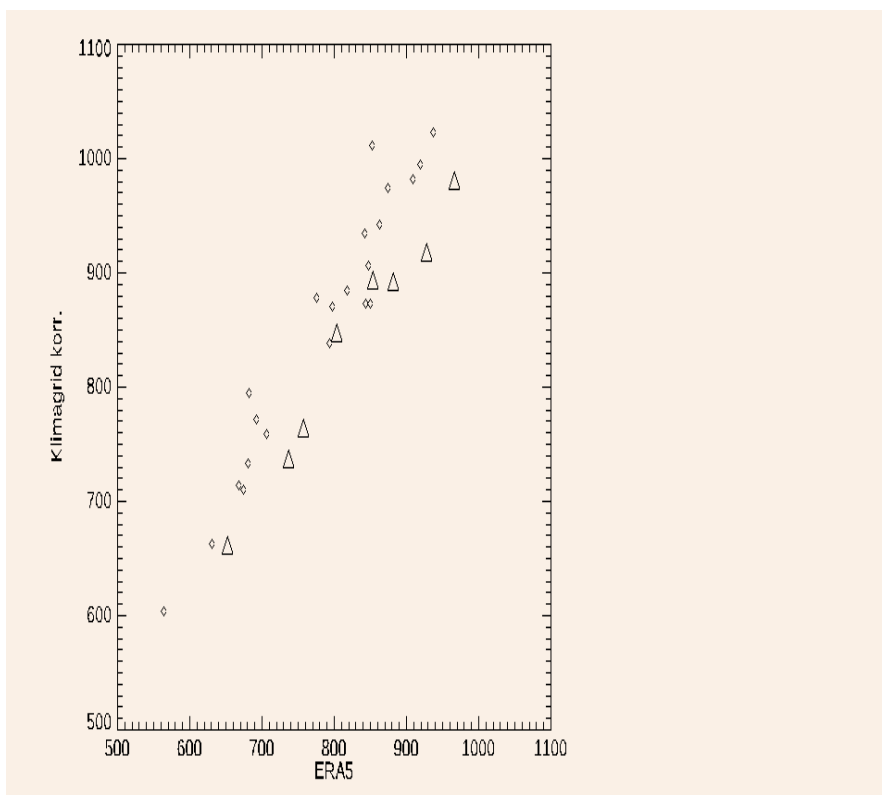
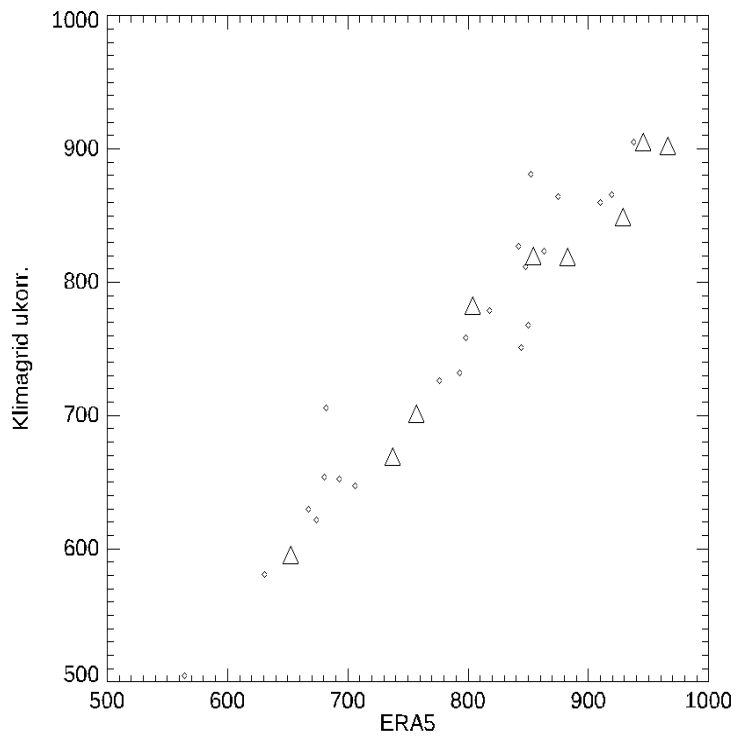
**Figur 1.** Landstal for årsnedbør (mm/år) beregnet på 0.1 graders regulært gitter. Fuld linje: KDK. Stiplet linje: KDM. Grøn linje: ERA5.



**Figur 2.** Korrektionen af årsnedbørslandstal (mm/år).

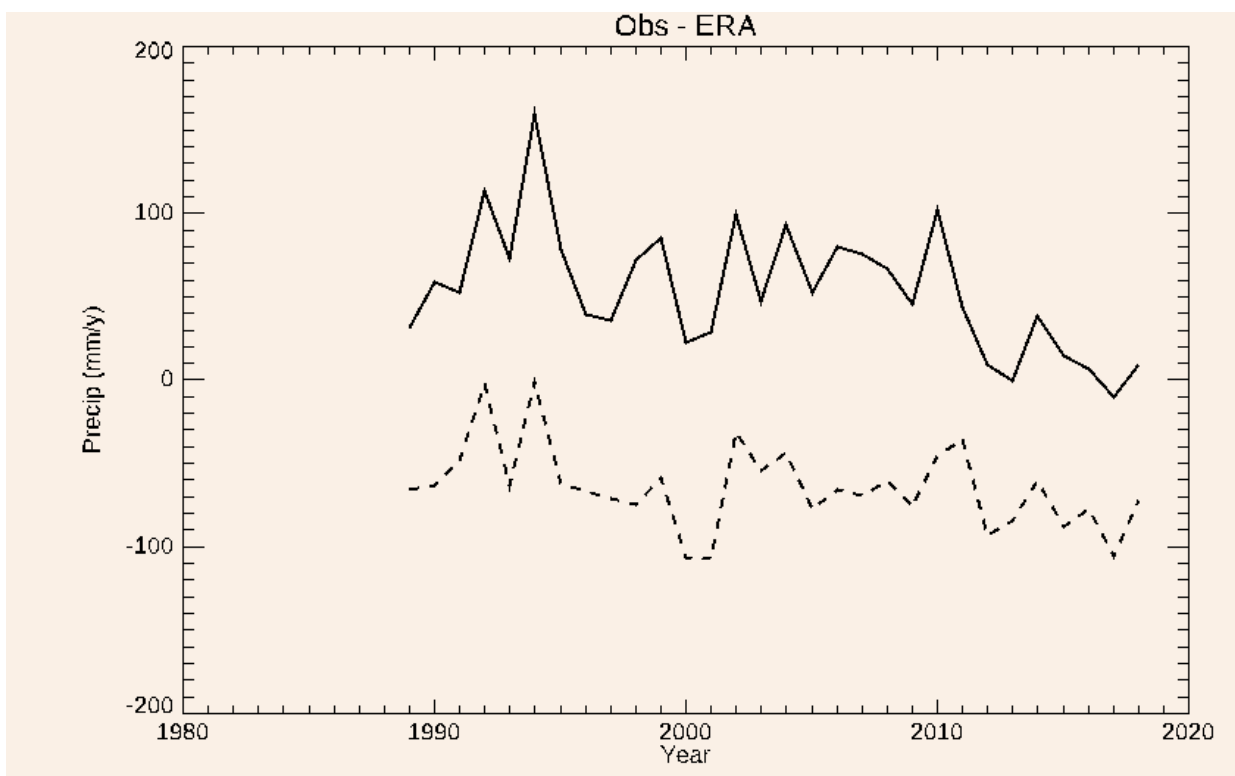
De målte data korrigeres som følge af læ-effekter, instrumenttype, nedbørstype mm. Korrektionen er vist i Fig 2. som forskellen mellem det korrigerede og det målte KD datasæt. Der er en klar forskel mellem perioden fra 2010 og tilbage i forhold til perioden fra 2011 og frem. Dette er som forventet, da nyere målere skal korrigeres mindre end de gamle, samt at der netop i 2010/2011 skete et markant skifte i målnettet. Hvis korrektionerne før og efter 2011 er homogene hen over målerskiftet, forventer vi, at skiftet i korrektion ikke vil påvirke den korrigerede nedbørs forhold til uafhængige data. Dette undersøges nedenfor.

I Fig. 3 sammenlignes KDM og KDK med ERA5 før og efter 2011. Det ses, at der ikke er en iøjnefaldende forskel på sammenhængen mellem de to i det direkte målte tilfælde, men at de korrigerede værdier efter 2011 hænger under værdierne fra tidligere. Samtidig viser den gode lineære overensstemmelse mellem KD og ERA5 i perioden før 2010, hvor KD har været nogenlunde homogent, at man i hvert fald på landsplan kan forvente en god overensstemmelse mellem datasættene. De nye målere forventes at have et mindre wetting-tab, og derfor forventes det, at de direkte observerede nedbørsmålinger vil give højere værdier efter skiftet. Dette afspejler sig i NOVANA-korrektionen, som reducerer målinger efter 2011 i forhold til målinger før 2011. I andre rapporter i dette studie undersøges det, om korrektionerne brugt på gamle, hhv. nye, målere, er konsistente og/eller om ændringerne i stationsfordeling har betydning.



**Figur 3.** Landstal for 1989-2010 (små symboler) og 2011-2019 (store trekanter); Øverst: KDM mod ERA5. Nederst: KDK mod ERA5.

Forskellen mellem korrigerede hhv. observerede datasæt og ERA5 vises i Fig. 4. Det ses, at landstal for de observerede KD-værdier ikke ændrer sig anderledes end ERA5-værdierne. Dette er ikke tilfældet for de korrigerede KD datasæt. Der ses en tydelig inhomogenitet i 2011, når det sammenlignes med forløbet af ERA5, hvilket er sammenfaldende med det markante skift i observationsmålenet. Skiftet i både målersystem og korrektioner har tilsammen introduceret en inhomogenitet mellem perioderne før og efter 2011.



**Figur 4.** Forskellen mellem KD og ERA5 i gennemsnitlig årsnedbør (mm/år) for korrigerede værdier (fuldt optrukket linje) og observerede værdier (stiplet linje).

## 5 Geografisk fordeling

Nedenfor sammenligner vi den tidlige periode 1989-2010 med den sene periode 2011-2018 for de tre datasæt ERA5 (Fig. 5), observerede KD data (Fig. 6) og korrigerede KD data (Fig. 7). I perioden 2006-2010 skete en gradvis reduktion i antallet af målere, men vi har valgt 2011, hvor det fuldautomatiske netværk blev operationelt, som skæringstidspunkt.

ERA5 viser en svag stigning i årsnedbør, især i det nordvestlige Jylland, mellem de to perioder på ca. 40 mm/år i gennemsnit.



Det skal bemærkes, at ERA5 har en urealistisk geografisk fordeling af nedbør, hvor maksimum i Jylland falder for langt vestpå, tæt på Vestkysten, hvilket til dels kan tilskrives den grove horisontale opløsning af modellen; forskellen mellem perioder er formentlig ikke signifikant.

Det ikke-korrigerede datasæt har flere detaljer, med en forøgelse vestpå og en reduktion østpå og i Sydjylland. Nettoforskellen er lille (ca. 20 mm på landsplan), hvilket også ses i Fig. 1 og 4. Den korrigerede nedbør i Fig. 7 viser, at reduktionen mellem perioderne er meget kraftig specielt på Øerne og det sydlige Jylland. En sammenligning med ERA5 nedbør (Fig. 8) indikerer, at reduktionen i det korrigerede nedbørssæt (Fig.7) kan være overestimeret (se sammenfattende Fig. 9).

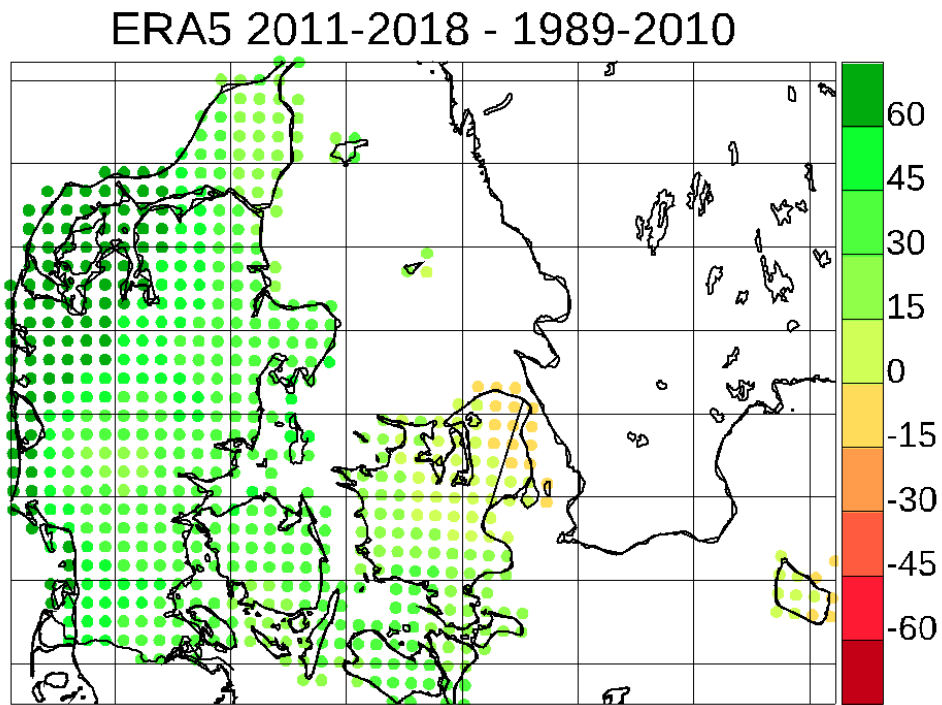
Det bemærkes, at reduktionerne generelt er størst, sammenfaldende med lav tæthed i målnetværk (Fig. 5). F.eks. ses ingen reduktion i Københavnsområdet og Korsør, men stor reduktion over resten af Sjælland

## 6 Sammenfatning

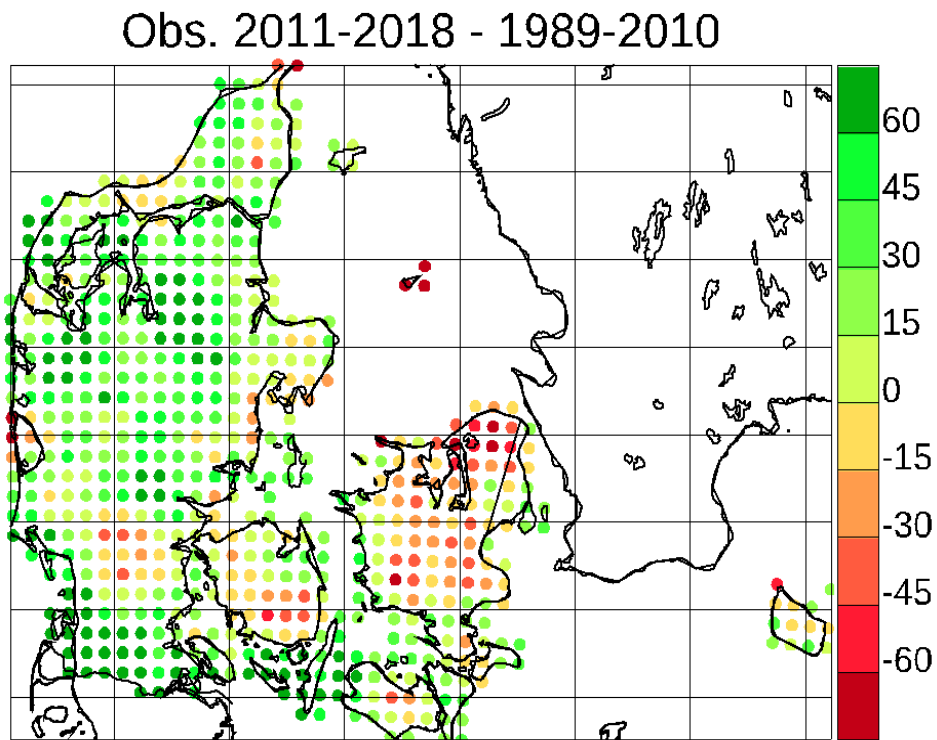
Et sammenfattende kort (Fig. 9) viser forskellen i udviklingen i årsnedbør mellem de to perioder i det korrigerede KD datasæt i forhold til udviklingen i ERA5, altså  $(P(KD, 2010-2018) - P(KD, 1989-2010)) - (P(ERA5, 2011-2018) - P(ERA5, 1989-2010))$ .

På denne måde elimineres en eventuel naturlig nedbørsforskel mellem de to perioder fra Klimagrid-værdierne, hvis det antages, at udviklingen i nedbør i ERA5 er homogen og har det korrekte forløb. Der er store områder på Øerne og Sydjylland, hvor den korrigerede årsnedbør underestimerer op til 100 mm/år højere i den seneste periode sammenlignet med perioden før 2011. Landsgennemsnittet af den viste forskel er ca. 55 mm/år.

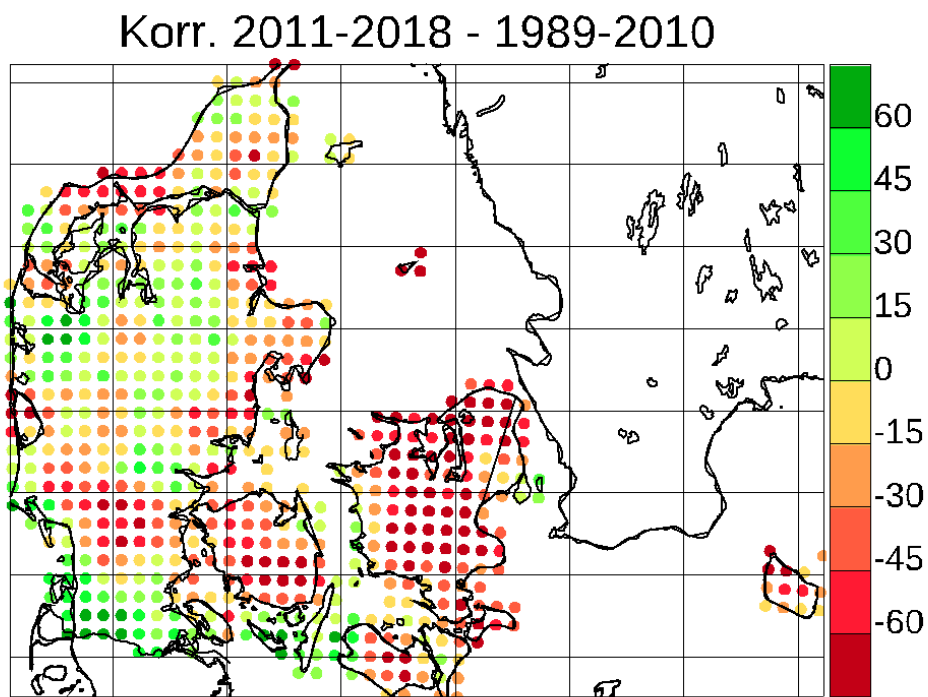
Sammenfattende fra denne delundersøgelse kan konkluderes, at der er en inhomogenitet mellem perioderne før og efter 2011 i de korrigerede datasæt. Det kunne være relevant at sammenligne Fig. 8 med et kort over en indikator af typisk stationstæthed, idet det er nærliggende at give den lavere stationstæthed et medansvar for uoverensstemmelsen.



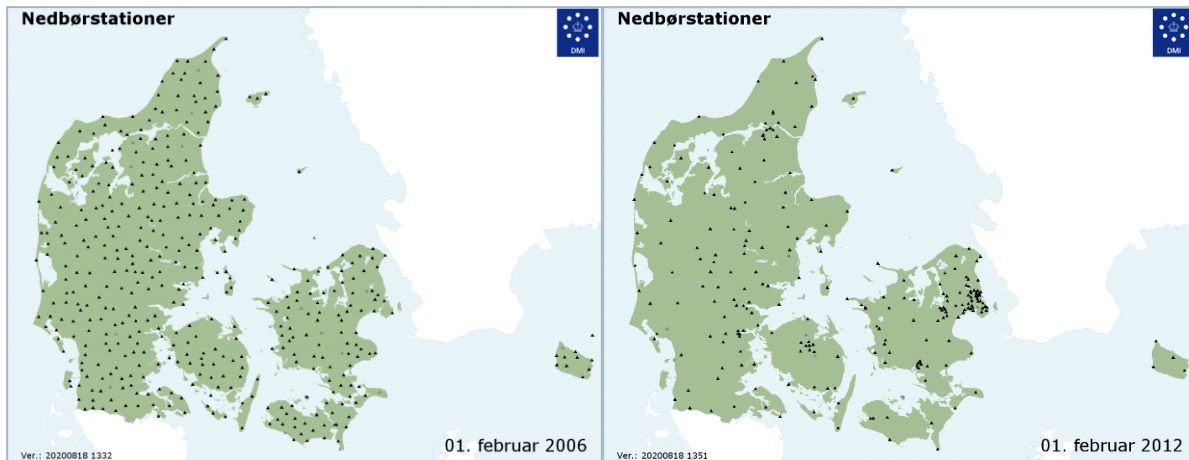
**Figur 5.** Forskellen mellem de to perioders årsnedbør (mm/år) fra ERA5.



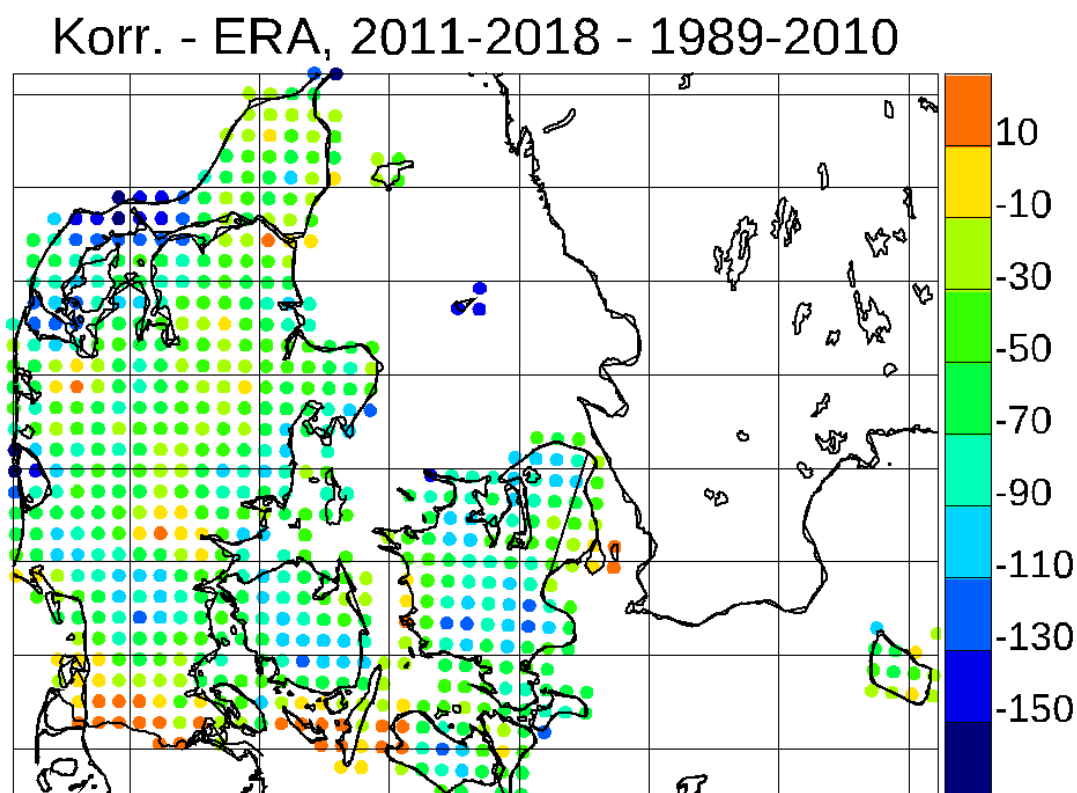
**Figur 6.** Forskellen mellem de to perioders årsnedbør (mm/år) fra Klimagrid Danmark (observeret).



**Figur 7.** Forskellen mellem de to perioders årsnedbør (mm/år) fra Klimagrid Danmark (korrigeret).



Figur 8. DMI's nedbørs stationsnetværk d. 1.2. 2006 og 2012, før og efter målerskiftet.



Figur 9. Nedbørsændringer i det korrigerede KD datasæt sammenlignet med ERA5 – dvs. "Fig 7 minus Fig. 5" eller  $(P(KD, 2010-2018) - P(KD, 1989-2010)) - (P(ERA5, 2011-2018) - P(ERA5, 1989-2010))$ .

## 7 Referencer

Hersbach, H, Bell, B, Berrisford, P, et al. The ERA5 global reanalysis. *Q J R Meteorol Soc.* 2020; 146: 1999-2049. <https://doi.org/10.1002/qj.3803>

Tarek, M., F.P. Brissette and R. Arsenault. Evaluation of the ERA5 reanalysis as a potential reference dataset for hydrological modeling over North-America. *Hydr. Earth Sys. Sc.* 2019. <https://doi.org/10.5194/hess-2019-316>

## 8 Tidligere rapporter

Tidligere rapporter fra Danmarks Meteorologiske Institut kan findes på adressen: <https://www.dmi.dk/publikationer/>