

Kornmark på øen Møn juli 2018. Kornet var på dåværende tidspunkt cirka halvt så højt som det forventede, hvilket sandsynligvis skyldes den regnfattige periode Møn og Danmark var ramt af i maj, juni og juli måned. Foto: S. H. Mernild.

Om forfatterne:



Sebastian H. Mernild (ph.d. og dr. scient.), Professor i klimaforandringer og administrerende direktør for klimaforskningscenteret Nansen Centeret, Bergen. sebastian.mernild@nersc.no



Jens Hesselbjerg Christensen (ph.d.) er professor i klimafysik ved Niels Bohr Institutet, Københavns Universitet. jhc@nbi.ku.dk



John Cappelen er seniorklimatolog ved Danmarks Meteorologiske Institut. jc@dmi.dk

Mernild og Hesselbjerg er udpeget af FN's klimapanel IPCC til at være henholdsvis Lead Author og Review Editor på den kommende FN hovedklimarapport, AR6, under arbejdsgruppe 1.

NEDBØRS- EKSTREMER OG REGNFATTIGE SOMRE

Sommeren 2018 blev usædvanlig varm og regnfattig. Men hvor almindelige er den slags ekstreme hændelser? Forfatterne har analyseret danske nedbørsdata helt tilbage fra 1874 og finder en generel stigning i både middelnedbør og ekstreme nedbørshændelser over tid.

Siden 1880 er den globale middeltemperatur steget omkring 1,1 grader Celsius. Hovedårsagen til denne udvikling forklares bedst ud fra den stigende koncentration af CO₂ i atmosfæren. Kigger vi specifikt på Danmark er middeltemperaturstigningen i samme periode steget omkring 1,4 grader (baseret på data fra DMI's temperaturdatabase). Disse tal dækker såvel globalt som i Danmark over regionale variationer. Mens middeltemperaturen viser en ret entydig opadgående tendens,

forholder det sig anderledes med nedbøren. Her er variationerne betydelige, og retningen af ændringerne kan både gå mod tørrere eller vådere forhold. Det gælder således også for Danmark, hvor den årlige gennemsnitlige nedbør varierer ganske betydeligt fra egn til egn. Her vil vi forsøge at sætte dette i perspektiv set i lyset af den globale opvarmning.

Nedbøren over Danmark

Nedbør har været målt systematisk i Danmark siden DMI etablerede et observationsnetværk i 1874.

Samlet set viser disse målinger, at landsgennemsnittet af den årlige nedbør er steget siden da. Men der er også betragtelige variationer fra år til år (Figur 1). I gennemsnit er nedbøren siden 1874 steget med cirka 11 mm per årti frem til 2017, hvor de ekstreme nedbørsår – de mest våde år alle på nær ét var at finde i sidste halvdel af perioden, nemlig mellem 1946 og 2017. To tredjedele af de mest regnfattige år var at finde i første halvdel af tidsperioden mellem 1874 og 1945. Den årlige middelnedbør var 685 mm i

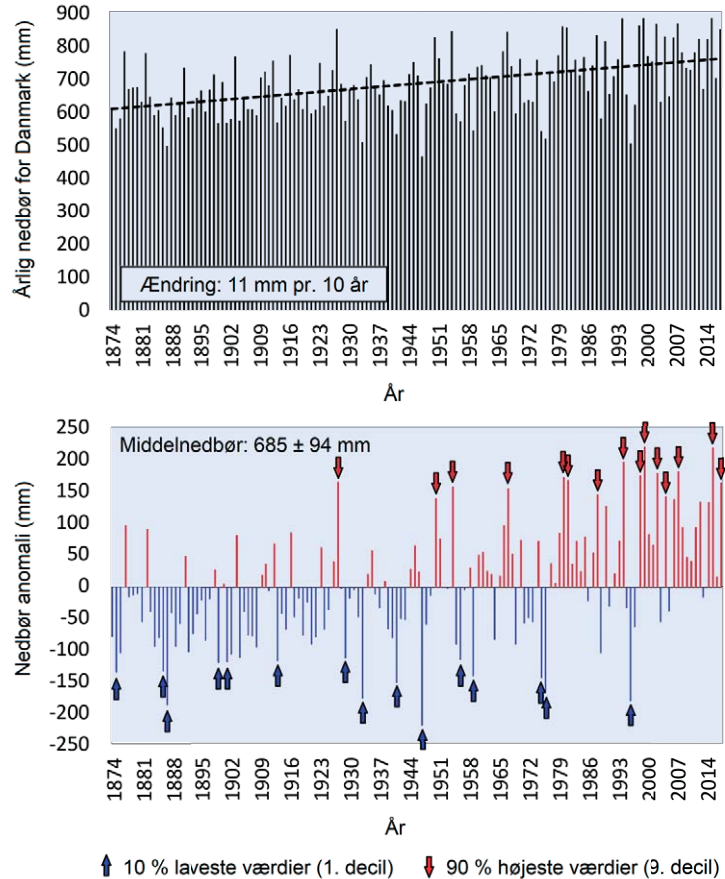
	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Årlig
Største nedbørsmængde													
mm	123	109	107	98	138	124	140	167	162	177	155	140	905
År	2007	2002	2019	1936	1983	2007	1931	1891	1994	1967	1969	1985	1999
Mindste nedbørsmængde													
mm	6	2	7	3	9	1	15	10	18	12	13	7	466
År	1996 1997	1932	1918 1969	1893 1974	1959	1992	1904 1983 1994	1947	1933	1922	1902	1890	1947
Største 24 timers nedbør på en lokalitet													
mm	50,0	61,8	54,8	66,5	94,0	153,1	168,9	151,2	132,7	100,8	62,3	74,6	---
År	1886	1881	1970	1969	2007	1880	1931	1959	1968	1982	1981	2010	---

↑ Tabel 1: Største og mindste nedbørsmængde målt i Danmark for hver måned angivet med årstal, samt største 24 timers nedbør for hver måned. Største og mindste nedbør observeret til dato er vist med fed skrift (kilde: DMI). Den største danske døgnintensitet på 168,9 mm blev målt i juli i Marstal i 1931.

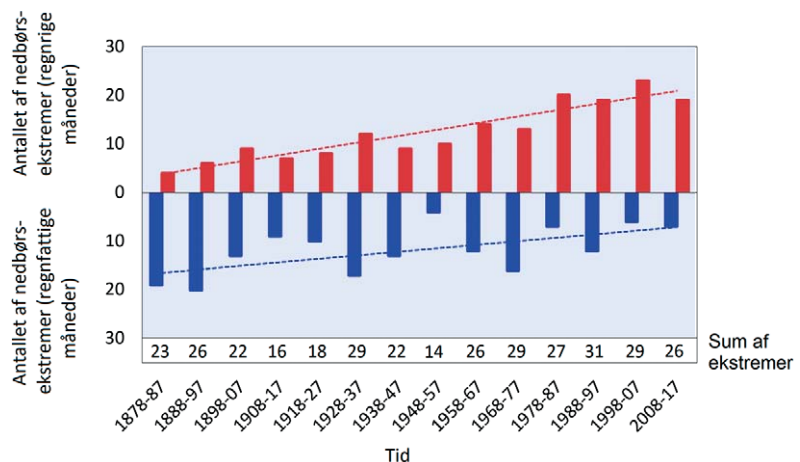
perioden fra 1874 og til 2017, hvor middelnedbøren over de seneste godt 10 år (2008-2017 var 778 mm mod 616 mm per år for årtiet 1881-1890. Den største årsnedbør blev målt i 1999 og var 905 mm, og det tørreste år med sølle 466 mm var 1947 (Tabel 1).

Disse årsmidler dækker over betragtelige sæsonvariationer, som det giver yderligere indsigt at studere. Kigger vi på månedsbasis, er antallet af ekstremt regnrige måneder i gennemsnit steget siden 1874, mens antallet af ekstremt regnfattige måneder samtidig er aftaget (Figur 2). Det betyder, at vi i Danmark over tid har set et skift i nedbørsmængde fra at være karakteriseret ved flere regnfattige måneder imod flere regnrige måneder. Beregnes antallet af månedsekstremer (summen af ekstreme regnrige måneder og regnfattige måneder), ser vi en stigning i antallet af ekstremhændelser på seks hændelser per 100 år.

Juni måned 1992 er til dato den absolut regnfattigste måned observeret i Danmark med blot 1 mm, og oktober 1967 den mest regnrige måned med 177 mm. Der er en markant sæsonmæssig variation i forekomsten af ekstrem nedbør.



Figur 1. Tidsserie af årlig nedbør for Danmark 1874 til i dag (øverst). Nedbørsanomali i forhold til perioden 1874-2017, hvor ekstremnedbørsår er vist med pile: blå pile viser de 10 procent laveste hændelser (1. decil) og de røde pile af 10 procent højeste hændelser (9. decil). ± er standardafvigelsen.



Figur 2. Antallet af nedbørsekstremer - regnfattige (blå) og regnrige måneder (rød) - for Danmark for perioden 1878-2017 vist i tiårs-intervaller. De ekstrem regnfattige måneder er beregnet ud fra de 10 procent laveste hændelser (1. decil), og de ekstrem regnrige måneder ud fra de 10 procent højeste hændelser (9. decil). Summen af nedbørsekstremer per årti er ligeledes vist, hvor en lineær sammenhæng gennem sum af ekstremer indikerer en stigning på seks hændelser pr. 100 år.

Generelt om den danske nedbør

Fordeling

Geografisk set er nedbøren over Danmark ujævnt fordelt. Den gennemsnitlige årlige nedbør er størst i Sydvestjylland – og lokalt langs den jyske højderyg og højtliggende områder – på grund af orografisk nedbør (den nedbør, der opstår, når en luftmasse presses op over en bakke, hvorved vanddampen fortættes, og der bliver dannet skyer og nedbør) med omkring 900 mm om året. Nedbøren er mindst i Kattegat- og Storebæltsregionen og på Bornholm med omkring 500 mm om året.



En af DMI's nedbørsstationer, der er beliggende i indre København i Botanisk Have. Her er der målt nedbør siden 1874. Foto: DMI's teknikere.

Nedbørskorrektion

Den målte nedbør er ofte underestimeret. Blandt andet fordi dråberne blæser forbi måleren på grund af turbulens, dråberne fordamper fra opfangsarealet på

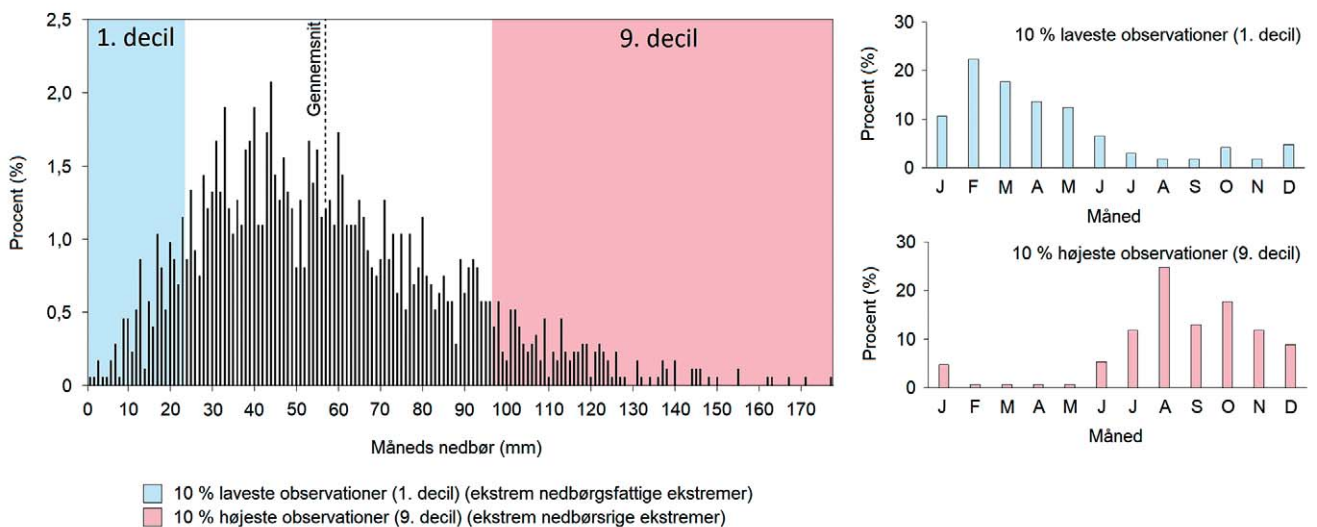
instrumentet, inden dråberne når målebeholderen, og fordi dråberne bliver siddende på siden af opfangsarealet og derved aldrig når målebeholderen. Derfor er der behov for nedbørskorrektion. En korrektionen, der varierer fra 0–30 %, hvor nedbøren kun falder som regn, til op imod 50–75 %, hvor nedbøren falder som sne. Nedbørskorrektion beregnes for eksempel ud fra temperatur- og vindforhold og nedbørsintensitet afhængig af, hvilke korrektionsberegninger der anvendes.

Ekstremer

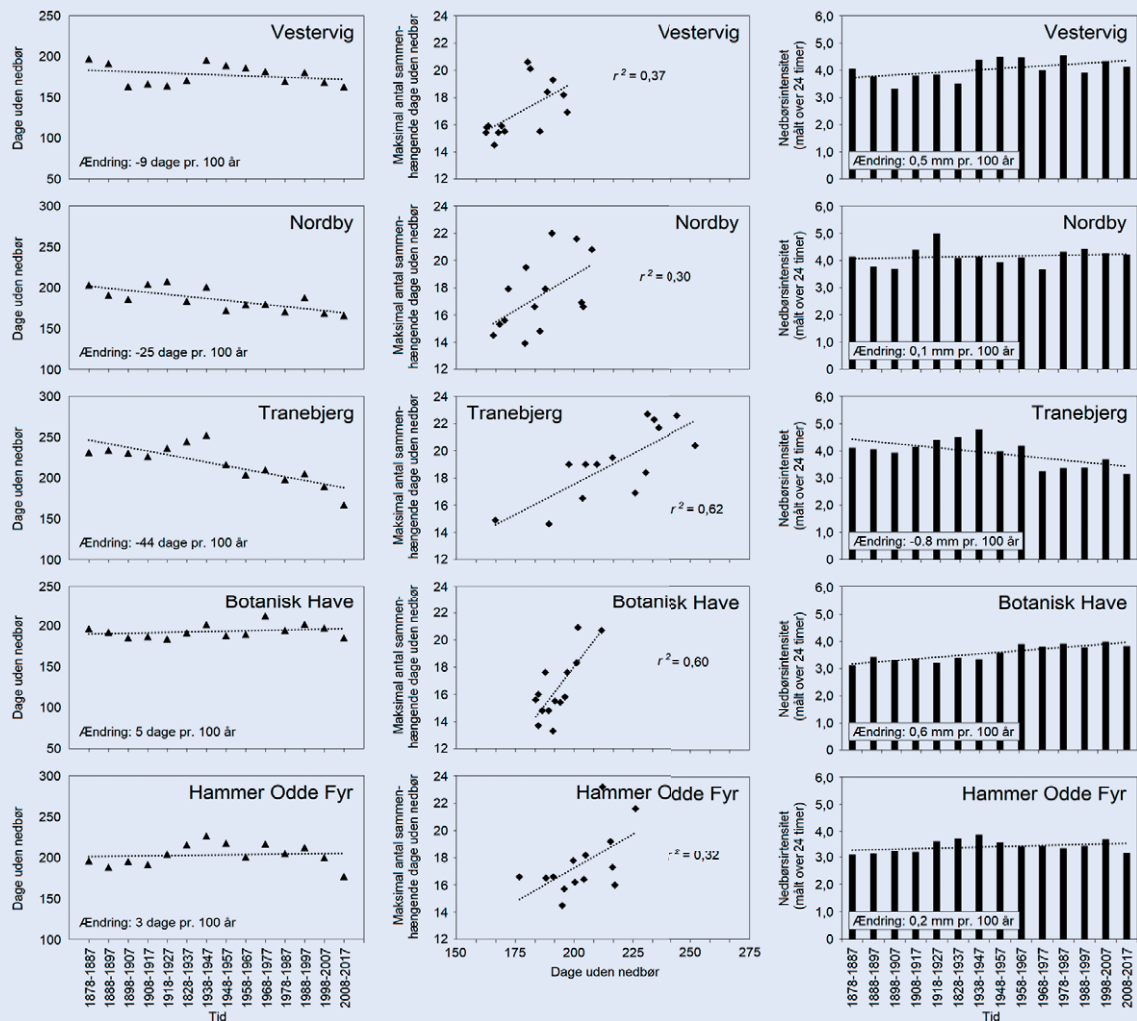
Ekstreme begivenheder ligger per definition langt fra det “gennemsnitlige”. Ekstremværdihændelser er derfor baseret på tidligere observationer og den periode, de dækker. Nedbørsekstremer kan inddeles i både regnrige- og regnfattige ekstremer. Ekstremhændelser er i litteraturen ofte defineret som de 10 % laveste værdier (1. decil) – regnfattige-ekstremer – af en tidsserie, hvorimod de 10 % øverste værdier (9. decil) er defineret som regnrige-ekstremer. Disse er også anvendt i dette studie.



Beliggenheden af DMI's nedbørsstationer, hvorfra data om nedbøren er indsamlet siden 1874.



Figur 3. Den procentvise fordeling af månedsnedbør for Danmark for 1874 til 2018 med en angivelse af månedsgennemsnit (57 mm per måned) samt månederne liggende inden for de 10 % laveste (1. decil, lyseblå) og højeste (9. decil, lyserød) observationer. Til højre er vist den procentvise forekomst fordelt per måned. Bemærk, at der ikke tages hensyn til forskelle i antal dage i måneden, hvilket dog kun påvirker resultatet marginalt.



Figur 5. Antallet af dage uden nedbør (trekanter), sammenhængen mellem antallet af dage uden nedbør og maksimal antal sammenhængende dage uden nedbør (diamanter) og nedbørsintensitet (søjler) for de fem DMI-stationer. Beregningerne er foretaget som middelværdier for hver årti (1878–1887, 1888–1987, etc.). r^2 -værdierne angiver korrelationskoefficienten ved en antaget lineær sammenhæng. r^2 angiver graden af sammenhæng mellem de to parametre, det vil sige den del af variationen i den afhængige parameter (maksimal antal sammenhængende dage uden nedbør), som kan forklares med variationen i den uafhængige parameter (dage uden nedbør).

De mest regnrige måneder (de 10 procent højeste hændelser; 9. decil: > 97 mm pr. måned) forekommer typisk fra juni til november (Figur 3), hvor de største nedbørsmængder målt over 24 timer samtidig er op til tre gange mere intense end i vintermånederne (december til februar). Det forklares kort ved, at varm luft indeholder mere vand end kold. De mest regnfattige måneder (de 10 procent laveste hændelser; 1. decil: <23 mm pr. måned) forekommer af samme årsag også typisk i perioden fra januar til maj.

Sommeren 2018

Månederne maj til juli i 2018 vil blive husket som både varm og regnfattig i Danmark. I de tre

måneder maj, juni og juli faldt der tilsammen kun 59 mm, og det gjorde dem samlet set til de mest regnfattige af den tilsvarende tremåneders periode siden 1874. Sommeren 1976 var ligeledes regnfattig. Her var månederne juni til august samlet set den mest regnfattige tre-måneders periode, der er observeret siden 1874 med blot 49 mm. For de samme tre måneder (juni til august) var 2018 den 22. mest regnfattige sommer, da august ikke blev så tør som månederne før. Disse nedbørsfattige måneder over Danmark var forårsaget af længerevarende stabile højtryksområder over Nord- og Vesteuropa, som formåede at holde lavtryk og nedbør på afstand.

De regnfattige forhold fra maj til juli 2018 fik samfundsøkonomiske konsekvenser. Således blev kornhøsten ifølge organisationen Landbrug & Fødevarer den ringeste siden 1983. Sommerens tørvejv skal ses i sammenhæng med et efterår i 2017 (september til november), som var den 9. vådeste efterårsperiode siden 1874 med hele 291 mm – kombinationen af meget efterårsnedbør i såperioden for vintersæd og begrænset nedbør i vækstsæsonen gav forventeligt en meget ringe kornhøst.

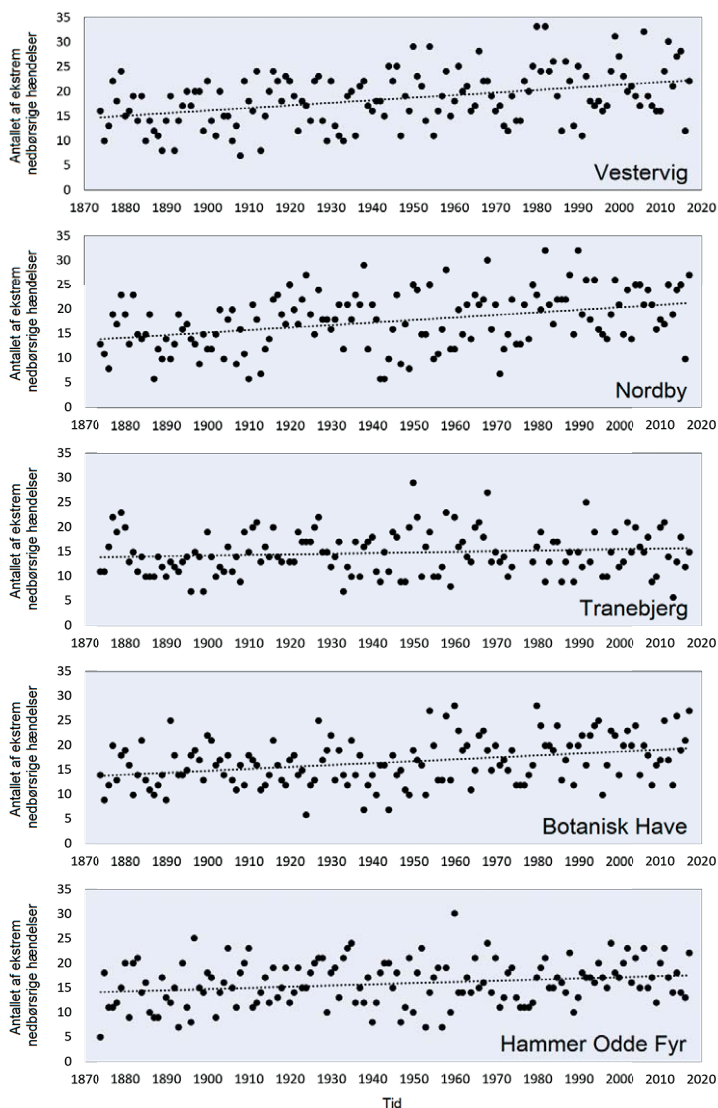
DMI's nedbørsstationer

DMI's nedbørsstationer placeret rundt om i landet giver en unik mulighed for på enkelte lokaliteter at

Tabel 2: Nedbørsmængde målt i Danmark for perioderne: maj, juni og juli; maj, juni, juli og august; og juni, juli og august. Månederne i 2018 er vist med fed og i 1976 i kursiv.

Kilde: DMI.

Maj, juni og juli (mm)		Maj, juni, juli og august (mm)		Juni, juli og august (mm)	
1	59 (2018)	<i>1</i>	<i>112 (1976)</i>	<i>1</i>	<i>49 (1976)</i>
2	75 (1992)	2	127 (1899)	2	55 (1983)
3	79 (1921)	3	127 (1975)	3	91 (1899)
4	92 (1876)	4	133 (1876)	4	96 (1975)
5	92 (1975)	5	137 (1947)	5	98 (1887)
6	99 (1899)	6	144 (1887)	6	110 (1995)
7	99 (1904)	7	158 (1913)	7	113 (1955)
8	99 (1934)	8	159 (1921)	8	114 (1876)
9	99 (1959)	9	160 (2018)	9	114 (1904)
10	100 (1976)	10	160 (1959)	10	120 (1996)
---	---	---	---	22	142 (2018)



Figur 6. Antallet af nedbørsekstremer – ekstreme regnrige dage – for hvert år for hver af de fem nedbørsstationer i Danmark for perioden 1878–2017. Antallet af de ekstremt regnrige dage er bestemt ud fra de 10 procent højeste hændelser (9. decil).

analysere for eksempel nedbørsudvikling og -variation, nedbørsintensitet, varighed og hyppighed af regnfattige perioder. I Danmark er der fem nedbørsstationer, der har målt nedbør stort set uden forstyrrelser tilbage til januar 1874 (Figur 4). Disse er placeret i henholdsvis Vestervig og Nordby i Vestjylland, i Tranebjerg på Samsø, i Botanisk

have i København og ved Hammer Odde Fyr på Bornholm.

På de tre vstdanske stationer ses en tendens mod, at antallet af tørvejrdsdage (dage med under 1 mm nedbør) i gennemsnit er aftaget (Figur 5). Da det er længere sammenhængende tørvejrperioder, som afgør, om der opstår tørke,

kan sammenhængen mellem antallet af tørvejrdsdage og det maksimale antal sammenhængende dage uden nedbør give et fingerpeg om, hvorvidt vi ser en ændring i forekomsten af tørke. For hver af de fem stationer finder man, at jo færre dage uden nedbør, jo kortere synes den længste sammenhængende tørvejrperiode at være. Samtidig ses det, at nedbørsintensiteten (målt over 24 timer) for nogle stationer i gennemsnit er steget over tid. Lidt mere enighed mellem landsdelene finder man ved at se på antallet af regnrige nedbørsekstremer, som er steget for alle fem stationer (Figur 6). Det er muligvis et udtryk for, at jo varmere luften er, jo mere intens er nedbøren, dog med betydelige variationer selv indenfor et lille geografisk område som Danmark.

Næste skridt: at se på konsekvenserne

De nedbørstatistikker, vi her har kikket på, påpeger, at der kan konstateres nogle relativt robuste ændringer i både middelnedbør og forekomsten af mere ekstreme nedbørshændelser, relateret til forekomsten af både meget våde og meget tørre perioder. Det ligger i god tråd med, hvad blandt andet rapporterne fra FN's klimapanel (IPCC) peger på som de vejrtyper, Danmark skal forvente at se mere til i takt med, at den globale opvarmning øges. Interessen for disse ændringer retter sig naturligvis imod de mulige konsekvenser for samfundet. I de analyser, vi præsenterer her, har vi ikke fokuseret på effekterne, men udelukkende set på observationer, og selv om længere perioder med rekordringe nedbør oftest giver egentlig tørke, så er tørvejr og tørke ikke det samme. Tilsvarende giver kraftig nedbør ikke altid anledning til oversvømmede engdrag eller kloaker. For at kunne drage samfundsrelaterede konklusioner om effekten af de tendenser, vi påpeger, skal vi udbyde analyserne og blandt andet have et endnu bedre overblik over, hvordan den årlige variation af disse ændringer ser ud. ■

Videre læsning: Cappelen, J. (ed), 2019. Denmark - DMI Historical Climate Data Collection 1768-2018. DMI Report 19-02. (bliver publiceret i foråret 2019).

Mernild og andre 2015. Greenland precipitation trends in a long-term instrumental climate context (1890–2012): Evaluation of coastal and ice core records. International Journal of Climatology, 35, 303–320, doi:10.1002/joc.3986.

Boberg og andre 2010. Improved confidence in climate change projections of precipitation further evaluated using daily statistics from ENSEMBLES models. Clim. Dyn., 35, 1509–1520.

Allerup, P. og andre 2000. Correction of precipitation based on off-site weather information. Atmos. Res., 53, 231–250.

Danmarks Meteorologiske Institut: dmi.dk