



KLIMAVARIATIONER

- flere ekstremer
i et varmere klima

Giver den globale opvarmning sig udslag i mere ekstreme vejrforhold i Danmark målt som antallet af dage med såkaldte varme- og kuldeekstremer? Ja, afslører en analyse af mere end 140 års temperaturmålinger fra fem meteorologiske stationer.

Forfatterne:



Sebastian H. Mernild (ph.d. og dr. scient.), chef for forskningscenteret Nansen Centeret, Bergen, og Professor i klimaforandringer ved Western Norway University of Applied Sciences. sebastian.mernild@nersc.no

Klimaet er under forandring. Vi befinder os i en periode med global opvarmning, hvor menneskeskabte udledninger af drivhusgasser til atmosfæren er hovedårsagen til den temperaturstigning, vi ser. En drivhusgasteori, der har været genstand for lange og dybdeborende videnskabelige diskussioner og udredninger, som har sigtet på at udfordre og afprøve teorien – men uden held.

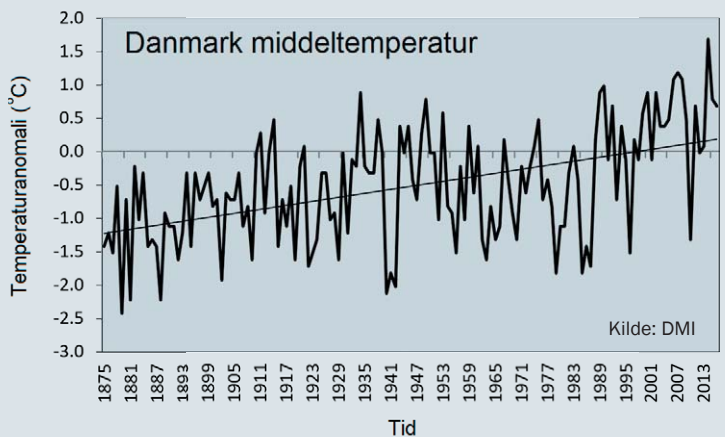
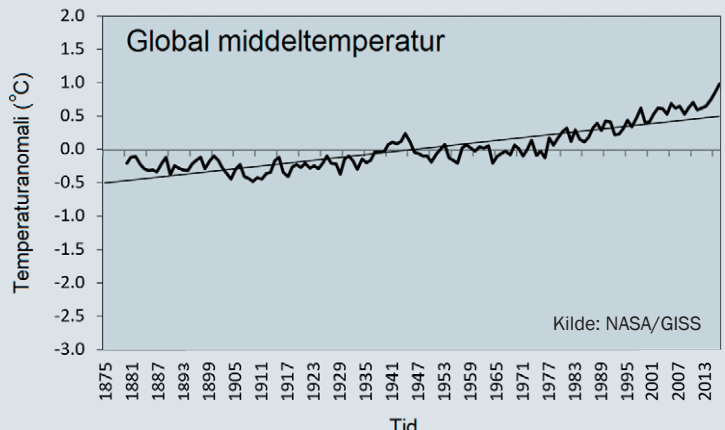
Forudsætningen for at forstå de globale og regionale klimaforandringer er viden om temperaturvariationer. Rumlige og tidsmæssige variationer i temperaturen må kortlægges i de områder, hvor vi har pålidelige og systematiske temperaturobservationer. Det er den eneste måde, vi på et sikkert grundlag kan forsøge at forudsige de sandsynlige forandringer og rekorder – måske ekstremer – som venter os i fremtiden.

DMI's meteorologiske stationer placeret rundt om i landet giver en unik mulighed for at analysere temperaturudviklingen, hvilket har været muligt siden begyndelsen af 1870'erne. I alt i Danmark er der fem meteorologiske stationer, der kan dateres tilbage til 1875 eller et par år lige før. Analysen, vi beskriver i det følgende, inkluderer forholdene før Danmark for alvor blev mekaniseret, varmeperioden i 1930'erne og 1940'erne og frem til



	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Absolut højeste temperatur												
°C	12,4	15,8	22,2	28,6	32,8	35,5	35,3	36,4	32,3	26,9	18,5	14,5
År	2005	1990	1990	1993	1892	1947	1941	1975	1906	2011	1968	1953
Lokalitet	Sønderborg	København	Karup	Holbæk	Herning	Hillerød	Erslev	Holstebro	Randers	St. Jyndevad	Faksinge v/ Præstø	Nordby
Absolut laveste temperatur												
°C	-31,2	-29,0	-27,0	-19,0	-8,0	-3,5	-0,9	-2,0	-5,6	-11,9	-21,3	-25,6
År	1982	1942	1888	1922	1900	1936	1903	1885	1886	1880	1973	1981
Lokalitet	Hørsted i Thy	Brande	Søndersted v/Holbæk	St. Vildmose	Gludsted Plantage	Klosterhede Plantage	Gludsted Plantage	Varde	Aalborg	Torstedlund v/ Rold Skov	Egvad v/ Tarm	Døvling

↑ Absolut højeste og laveste temperaturer målt i Danmark for hver måned angivet med årstal og lokalitet. Højeste og laveste temperaturer observeret til dato er vist med fed skrift (Kilde: DMI).



→ Kurverne viser temperaturanomali i forhold til perioden 1981–2010 for øverst den globale temperatur og nederst Danmark.

Foto: Colourbox

i dag, inklusive den igangværende globale opvarmning.

Data fra de fem målestationer viser, at middeltemperaturen i Danmark (målt 2 meter over jordoverfladen) er steget med ca. 1,4 grader siden omkring 1880. I samme periode er den globale middeltemperatur ifølge NASA steget ca. 1,2 grader. I Danmark forekommer – ikke overraskende – de højeste temperaturer i sommerperioden fra juni til august.

Her findes også den mindste forskel mellem absolut højeste og laveste temperaturer og mellem højeste og laveste månedsmiddeltemperaturer set over hele perioden siden 1875. I vinterperioden fra december til februar er disse temperaturforskelle relativt større – både mellem højeste og laveste temperaturer og mellem månedsmiddeltemperaturer, da temperaturerne er steget mest om vinteren og i nattetimerne i perioden siden 1875.

Temperaturrekorder

At vi i Danmark oplever forskelle i temperaturforhold skyldes blandt andet, at vores vejr veksler mellem at komme fra vest domineret af lavtryk dannet over Atlanterhavet og tilhørende frontsystemer eller fra øst påvirket af det store Sibiriske landområde. Danmark dækker et areal på cirka 43.000 km² svarende til ca. 1/12.000 af klodens areal – eller størrelsen af en mobiltelefon i forhold til en typisk dansk lejligh-



John Cappelen, Seniorklimatolog ved Danmarks Meteorologiske Institut. jc@dmu.dk



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



↑ Eksempler på to af DMI's meteorologiske stationer, der er beliggende ved Nordby (til venstre) og Vestervig (til højre). Ved begge stationer måles der lufttemperatur (inklusive minimum- og maksimumtemperaturer), fugtighed og nedbør. Foto: DMI's teknikere.

← Beliggenheden af DMI's meteorologiske stationer (stations-id og navn), hvorfra data om lufttemperaturen er indsamlet for perioden 1875–2016. Der er dog mindre huller i observationsserien. De observerede minimum- og maksimumtemperaturer omtalt i denne artikel dækker henholdsvis 99,9–99,2 % og 99,9–99,5 % af tidsserien fra 1875 til 2016, dog med undtagelse af minimumtemperaturer ved Tranebjerg øst station, hvor de observerede data dækker 98,2 % af tidsserien.

hed. Derfor kan for eksempel usædvanlig kulde i Danmark sagtens forekomme, uden at det vil være et paradoks i forhold til klodens igangværende overordnede opvarmning, da forholdene isoleret set for Danmark har en forsvindende effekt på den globale udvikling.

De rumlige og tidsmæssige forskelle i temperaturrekorder kortlagt siden 1875 er foretaget på basis af pålidelige systematiske temperaturobservationer. De højeste (36,4 °C) og laveste (-31,2 °C) temperaturer, der er målt i Danmark, fandt sted i henholdsvis august 1975 i Holstebro, og januar 1982 i Hørsted i Thy. Det giver et spænd i temperaturer mellem maksimum og minimum på omkring 68 °C.

Temperaturekstremmer

Ekstreme begivenheder ligger per definition langt fra det "gennemsnitlige". Ekstremværdihændelser er derfor baseret på tidligere observa-

tioner og den periode, de dækker. Temperaturekstremmer kan inddeles i både kulde- og varmeekestremmer. Kuldeekstremmer er i den klimatiske litteratur ofte defineret som de 10 % laveste værdier (1. decil) af en tidsserie, hvor disse temperaturer typisk er målt i nattetimerne (her i analysen har vi specifikt anvendt daglig minimumtemperaturer). Varmeekestremmer er omvendt defineret som de 90 % højeste værdier (9. decil) af en tidsserie, hvor disse temperaturer typisk er målt i dagtimerne (her har vi specifikt anvendt daglig maksimumtemperaturer). Samme 1. og 9. decil-definitioner er anvendt i dette studie.

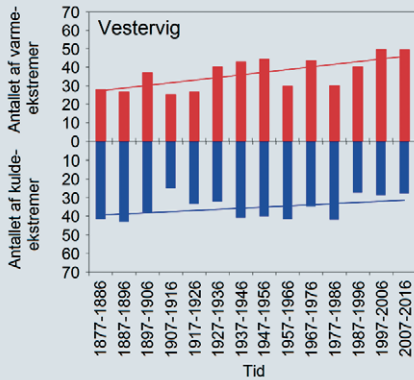
Data fra de fem DMI-stationer, der har målt minimum- og maksimumtemperaturer siden 1870'erne og frem til i dag, viser, at antallet af dage med kuldeekstremmer i Danmark er aftaget, mens antallet af dage med varmeekestremmer er tiltaget (målt i tiårsintervallerne 1877–1886, 1887–1896, etc.).

Ved de fem stationer var det gennemsnitlige antal af dage med kulde- og varmeekestremmer per år i perioden 1877–1886 henholdsvis på 45 og 30, mens det i perioden 2007–2016 var på henholdsvis 30 og 50. Antallet af varmeekestremmer for 2007–2016 (det sidste årti i analysen) var endvidere højere og antallet af kuldeekstremmer lavere end for varmeperioden i 1930'erne og 1940'erne (specifikt tiårsintervallerne 1927–1936, 1937–1946 og 1947–1956). Til sammenligning bekræfter studier fra Arktis – specifikt Grønland (1890–2010) – at de samme tendenser for antallet af kulde- og varmeekestremmer, som vi finder for Danmark, også ses i Grønland.

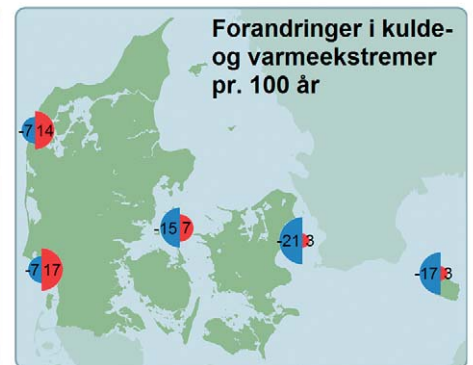
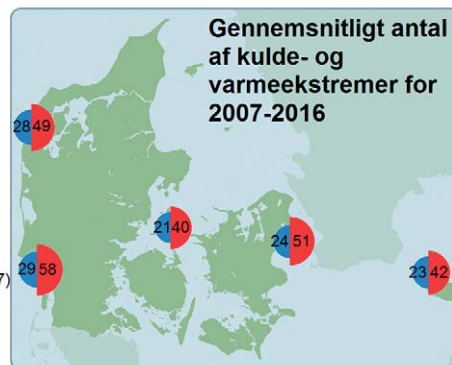
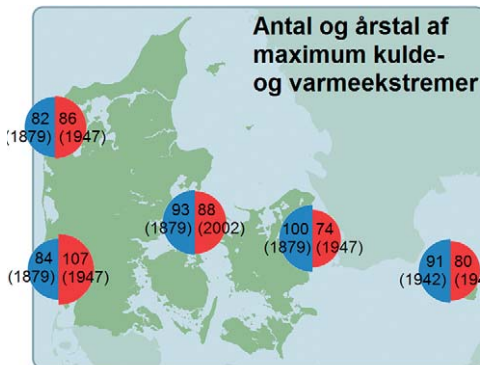
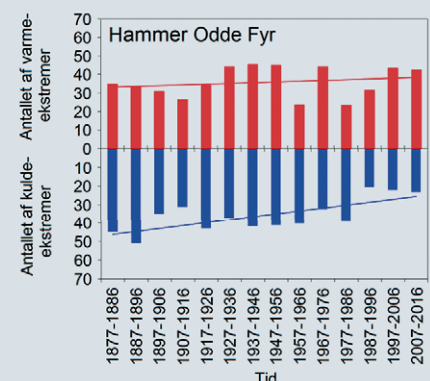
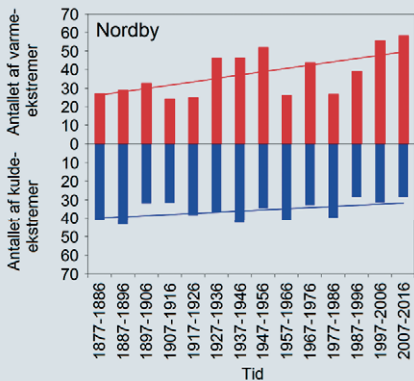
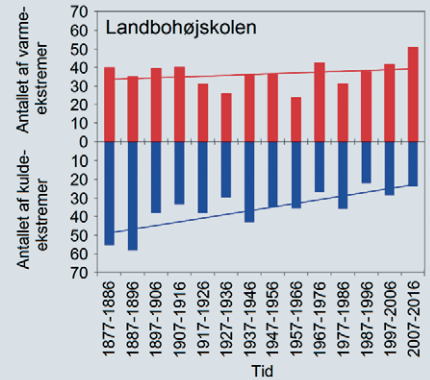
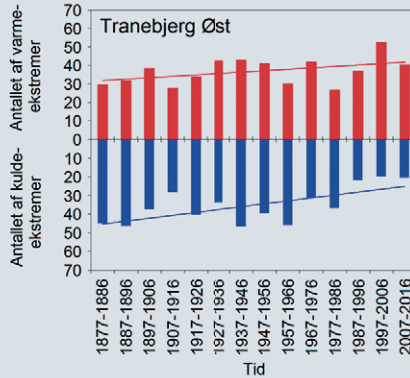
Danmark rundt

Disse ekstremværdi-tendenser for Danmark dækker over årlige variationer i antallet af kulde- og varmeekestremmer. Året 1879 var et rekordår med hensyn til antallet af dage med daglige kuldeekstremmer

Antallet af varme- og kuldeekstremer



Antallet af varme- og kuldeekstremer for perioden 1877-2016 for de fem meteorologiske stationer vist i tiårs intervaller.



Fordelingen af kulde- og varmeeekstremer ved de fem DMI-stationer.

(dog med undtagelse af stationen Hammer Odde Fyr, Bornholm), hvor stationerne i 1879 havde mellem 82 og 100 dage med kuldeekstremer. Hvad angår varmeeekstremer var 1947 et rekordår på fire af de fem stationer, hvor der var mellem 74 og 107 dage med varmeeekstremer (stationen Tranebjerg Øst på Samsø skiller sig ud, idet 2002 var rekordår for varmeeekstremer her). I årtiet 2007-2016, som var det varmeste årti siden 1870'erne,

viser den rumlige fordeling i antallet af daglige ekstremer, at der i gennemsnit per år mellem de fem stationer forekom mellem 21 og 29 kuldeekstremer, mens antallet af varmeeekstremer lå mellem 42 og 58.

Den generelle tendens for de fem DMI-stationer er, at antallet af dage med kuldeekstremer stiger med aftagende årsmiddeltemperatur, mens antallet af dage

med varmeeekstremer stiger med stigende årsmiddeltemperatur. Det dækker dog over variationer på tværs af Danmark. Hvis man ser på ændringer i antal ekstremer pr. 100 år, så aftager antallet af kuldeekstremer mod øst, dog med undtagelse af Bornholm. Det største fald i kuldeekstremer fandt sted i København (et fald på 21 per 100 år), hvor en stigende urbaniseringseffekt sandsynligvis er årsagen hertil - over tid

Videre læsning:

Mernild, S. H., m.fl. 2014. Coastal Greenland air temperature extremes and trends 1890–2010: Annual and monthly analysis. *International Journal of Climatology*, 34, 1472–1487.

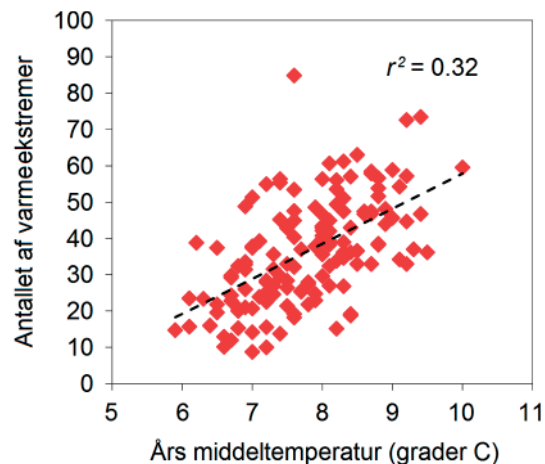
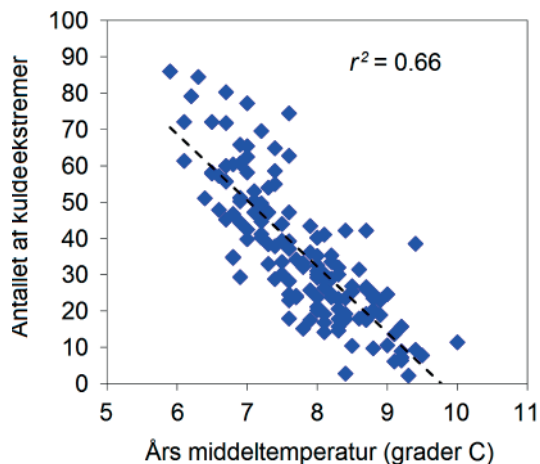
Lubchenco, J. og Karl, T. R. 2012. Predicting and managing extreme weather events. *Physics Today*, 65(3), 31–37.

John Cappelen (ed.) 2016. Denmark - DMI Historical Climate Data Collection 1768–2015. DMI Report, No. 16-02.

John Cappelen (ed.) 2017. Denmark - DMI Historical Climate Data Collection 1768–2016. DMI Report, No. 17-02 (under udarbejdelse).

www.giss.nasa.gov/

En tak til Danmarks Meteorologiske Institut (DMI) og National Aeronautics and Space Administration (NASA)/Goddard Institute for Space Studies (GISS) for at stille klimadata til rådighed.



Sammenhængen mellem årsmiddeltemperatur (Danmark) og det gennemsnitlige årlige antal af kuldeekstremer (blå diamanter) og varmeeekstremer (røde diamanter) for de fem DMI-stationer. 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 (antallet af ekstremer), som kan forklares med variationen i den uafhængige parameter (årsmiddeltemperaturen).

medvirkende til en varmere minimumstemperatur i nattetimerne. Modsat steg antallet af varmeeekstremer mest mod vest, hvor Fanø havde den største stigning (en stigning på 17 pr. 100 år). Selv over et relativt lille land som Danmark kan man altså se markante variationer i ekstremtemperaturer på tværs af landet.

En varmere atmosfære giver flere ekstremer

På grund af den globale opvarmning forventer man, at frekvensen, effekten, udbredelsen og varigheden af varmeeekstremer vil blive øget i fremtiden, mens forekomsten af kuldeekstremer samtidig vil mindskes. Vores analyse af temperaturekstre-

mer i Danmark siden 1875 kan siges at være en bekræftelse af denne forventning i en regional målestok: Antallet af dage med kuldeekstremer er aftaget, mens antallet af dage med varmeeekstremer er tiltaget. En varmere atmosfære medfører simpelthen flere varmeeekstremer temperaturforhold, også i Danmark. ■

Announce