

DA STORMENE FIK FAT I DANMARK

Om forfatterne



Sebastian H. Mernild (ph.d. & d.sc.), professor i klimaforandringer og administrerende direktør for Nansen Centeret, Bergen. Hovedforfatter ved FN's klimapanel (IPCC). Fra 1. oktober prorektor ved SDU. sebastian.mernild@nersc.no



John Cappelen, seniorklimatolog ved Danmarks Meteorologiske Institut.



Mikael Scharling, klimatolog ved Danmarks Meteorologiske Institut.

Siden 1880'erne har vi set betydelige forandringer i det danske klima – højere middeltemperaturer og stigende nedbør. For samme periode viser det sig ligeledes, at antallet af de kraftigste storme er steget.

Siden 1880 er den globale middeltemperatur steget omkring 1,1 grader Celsius. Ifølge den amerikanske forskningsorganisation NASA har omkring 20 procent af klodens areal oplevet en temperaturstigning på 1,5 grader. For Danmarks vedkommende er middeltemperaturen steget omkring 1,4 grader i samme periode og årsnedbøren cirka 11 mm pr. årti, dog uens fordelt over landet.

En anden vigtig klimaparameter er vind. Det er af samfundsmæssig interesse at vide, hvordan et stadigt varmere og vådere klima påvirker vindforholdene – især om det påvirker frekvensen af storme og orkaner som december-orkanen i 1999 eller stormene Allan og Bodil

begge i 2013, da sådanne begivenheder ofte påfører samfundet store ødelæggelser og dermed økonomisk skade.

Vi har set på vinddata fra perioden 1872 til 2020, og vores analyse tyder på, at der i denne periode er sket en stigning i frekvensen af de kraftigste storme.

Vindobservationer

Vindforhold, vindens retning og styrke, har været målt systematisk i Danmark i over 150 år. Før 1872, hvor DMI påbegyndte etableringen af et nationalt observationsnetværk, blev vinden målt på Det Kongelige Danske Landhusholdnings-selskabs stationer. Det har altid været tilstræbt at måle vindhastigheden efter forskrifterne, dvs. ty-

pisk 10 meter over terræn. Baseret på disse observationer har vi i dag en kortlægning og forståelse af de tidsmæssige og rumlige variationer, men også de meteorologiske forhold, der typisk fører til storme og orkaner over Danmark – typisk ved lavtryksdannelse og -udbygning sydvest, vest og nordvest for Danmark.

Kraftigt blæsevejr og storme klassificeres ifølge DMI efter styrke (klasse 1-4) og efter udbredelse i regionale begivenheder (10 til 30 procent af landet er ramt) eller nationale begivenheder (mere end 30 procent). For at blæsevejr kan defineres som klasse 1 (stormende kuling) skal vindhastigheden som minimum være 21 m/s beregnet ud fra 10 minutters gennemsnit-

Figur 1: Vindobservationer for ti tilfældigt udvalgte DMI-stationer for perioden 2009 til 2018, dog har vi sørget for en landsdækkende repræsentation.

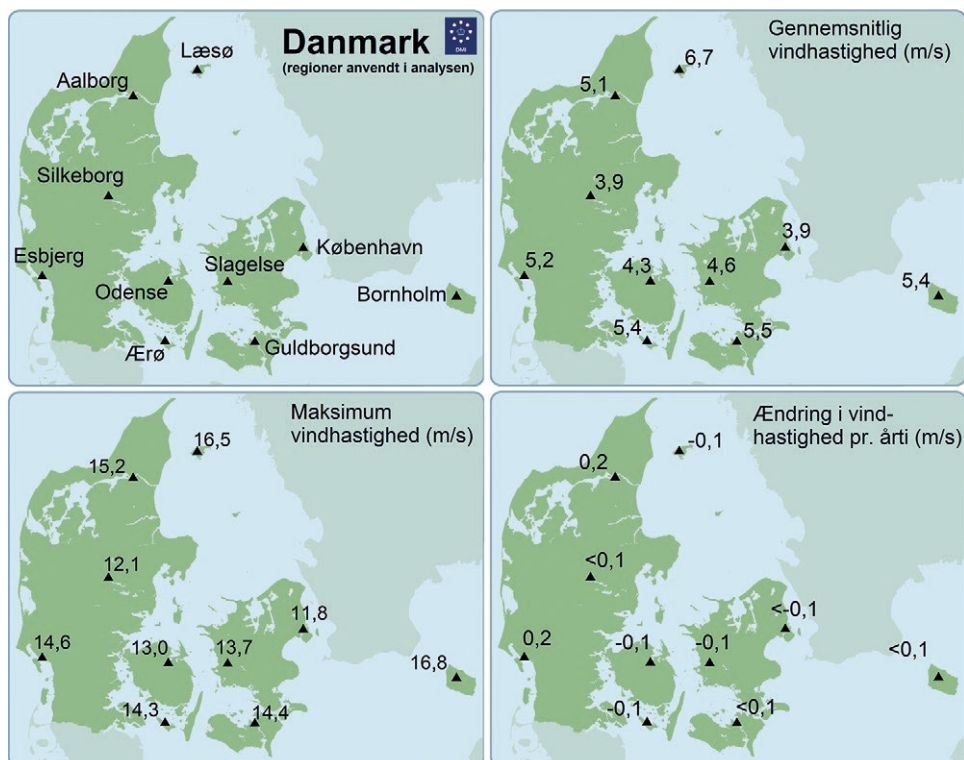
Øverst til venstre: geografisk placering af stationerne.

Øverst til højre: daglig middelvindhastighed.

Nederst til venstre: maksimum daglig vindhastighed.

Nederst til højre: Ændring i middelvindhastighed pr. årti. Enheden er m/s.

← Foto fra Vedbæk Havn under stormen *Bodil*, 6. december 2013.
Foto: Jacob Michelsen og DMI.



lig vindhastighed. Ved *klasse 2* er vindhastigheden mere end 24,5 m/s (storm), *klasse 3* mere end 26,5 m/s (orkanlignende storm) og *klasse 4* mere end 28,5 m/s (stærk storm eller orkan). DMI har siden 2013 navngivet de enkelte storme over Danmark. Disse navngivne storme findes blandt andet på den danske *stormliste*.

Overordnede danske variationer

Observationer fra ti tilfældigt udvalgte DMI-stationer fordelt over hele Danmark (figur 1) viser forskellige forhold fra egn til egn i såvel middelvind som i vindstød. De højeste middelvindhastigheder og kraftigste vindstød er på disse stationer observeret langs kystområderne på Læsø og Bornholm, mens de laveste vindhastigheder er observeret i Midtjylland ved Silkeborg og i det indre København. Som eksempel er medianvindhastigheden for Læsø og Silkeborg henholdsvis 6,3 m/s og 3,7 m/s. Vindhastigheder påvirkes af jordoverfladens karakteristika og beskaffenhed (videnskabeligt kaldet: *ruhed*) – eksempelvis reducerer bevoksning

og bygninger vindhastigheden. Over terrænoverfladen udvikler vindhastigheden sig opefter – normalt efter et logaritmisk princip. Der tales derfor om et logaritmisk vindhastighedsprofil.

På trods af geografiske og vertikale variationer i vindhastighederne, ser vi ikke systematiske variationer fra år til år i den årlige danske middelvindhastighed. Årsmiddelvindhastigheden for Danmark fra 2001 til 2019 lå i intervallet mellem 4,5 m/s og 5,3 m/s. Siden 2001 er der ikke set en signifikant stigning i årsmiddelhastigheden for Danmark. Årsmiddelværdierne dækker over sæsonmæssige variationer, hvor for eksempel den gennemsnitlige vindhastighed for januar og juli var forskellig. For januar var middelvindhastigheden 5,4 m/s med daglige gennemsnitlige vindhastigheder op til 12–13 m/s. For juli var middelvindhastigheden 4,0 m/s med daglige gennemsnitlige vindhastigheder op til 8–10 m/s. Generelt set forekommer der kraftigere vinde midt på vinteren sammenlignet med midt på sommeren.

Storm- og orkanhændelser

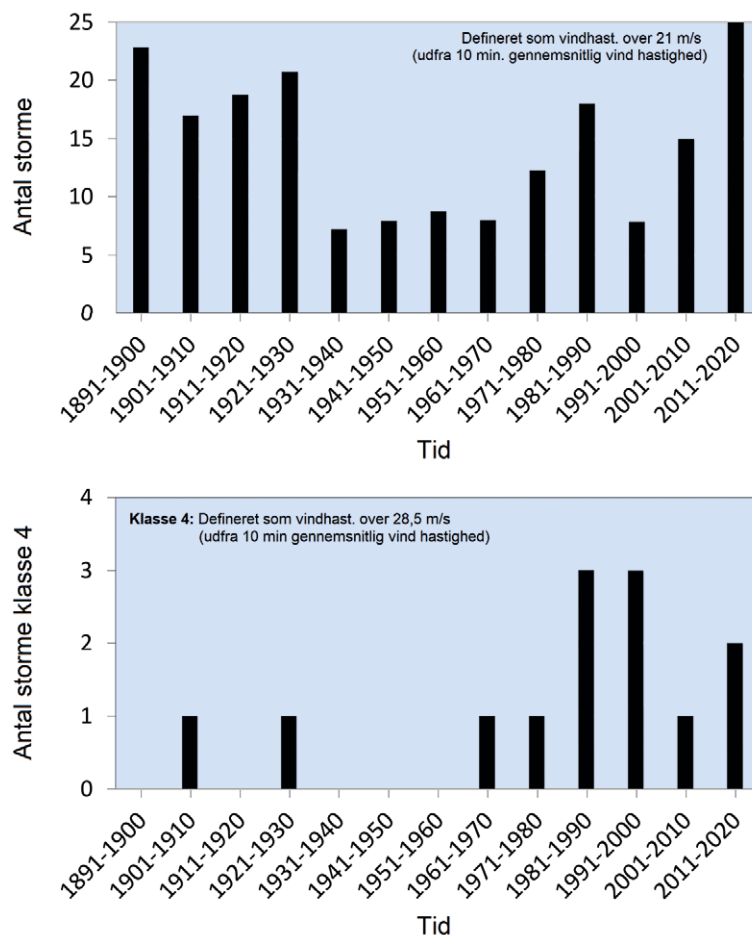
Siden 1891 er der registeret ikke mindre end 192 storme og orkaner over Danmark (figur 2, næste side). Af disse har de 110 været *klasse 1* hændelser, 52 har været *klasse 2*, 17 *klasse 3* og endelig har 13 været *klasse 4*. Når man ser samlet på disse 192 hændelser, synes der heller ikke at forekomme nogen form for systematik i frekvensen af storme og orkaner over tid, udover at perioden fra 1929 til 1998 i gennemsnit pr. årti havde et lavere antal storme og orkaner (i gennemsnit cirka 10 pr. årti) end perioderne fra 1891–1928 og 1999–2020 (i gennemsnit cirka 20 pr. årti).

Overordnet set for Danmark har der i gennemsnit siden 1891 forekommet 14 storme og orkaner pr. årti. Observationerne viser, at omkring 75 procent af alle storme og orkaner, der har ramt Danmark, kommer fra henholdsvis sydvest, vest og nordvest, hvor 63 procent er defineret som nationale storme, dvs. mere end 30 procent af Danmarks areal har været ramt.



↑ Storme giver ofte anledning til stormflod med forhøjet vandstand. Her er det den mindre storm *Urd*, 27. december 2016, som forårsager oversvømmelse i Roskilde. Der er lagt såkaldte "watertubes" ud for at begrænse oversvømmelserne.

Foto: Colourbox



Figur 2: (øverst) antallet af klasse 1 til 4 storme over Danmark for perioden 1891–2020 vist i tiårs intervaller, og (nederst) kun antallet af klasse 4 storme og orkaner. For 2020 er månederne september til december ikke medregnet.

De kraftigste storme er blevet hyppigere

I øjenfaldende er dog variationerne i antallet af de kraftigste storme og orkaner, nemlig klasse 4 (figur 2). Ud af de i alt 13 klasse 4 hændelser forekom kun to i første halvdel af observationsperioden indtil 1953, mens de resterende 11 hændelser alle forekom i sidste halvdel af perioden 1954–2020. Når man ser på disse stormes udbredelse, er det kun november-stormen fra 1981 og december-stormen fra 1999, der indtil videre er blevet klassificeret som nationale hændelser, resten var regionale storme.

Ifølge den amerikanske forskningsorganisation NOAA har man de seneste årtier dels observeret kraftigere og hyppigere atlantiske orkaner over de seneste årtier, dels observeret et skifte i stormbevægelsesmønstret udenfor troperne mod nordligere breddegrader, hvor de kraftigste storme over tid er blevet endnu kraftigere. Om ændringen i hyppighed for klasse 4 storme og orkaner over Danmark hænger direkte sammen med dis-

se forhold, som omtales af NOAA, er endnu for tidligt at konkludere. Vi vurderer dog, at der for Danmarks vedkommende i et stadigt varmere klima vil forekomme en svag stigning i middelvindhastigheden og i stormstyrken, dog med lokale til regionale variationer.

Næste skridt: at se på konsekvenserne

I de analyser, vi præsenterer her, har vi udelukkende set på observationer. Og de vinddata, vi har set på, påpeger, at der kan konstateres ændringer i frekvensen af de kraftigste storme og orkaner. Vi har til gengæld ikke set på, hvilke konsekvenser det vil have for Danmark, hvis udviklingen fortsætter, og vi dermed får flere af de kraftigste storme. Men konsekvenser vil det helt sikkert have, da det er de kraftigste storme og orkaner, der giver de største ødelæggelser. For eksempel vil hyppigere storme kombineret med et stigende havniveau belaste kyster og diger med risiko for erosion og oversvømmelser af havnebyer og landområder.

År	Dato	Regional (R)/ National (N)	Navn
1902	25.-26. december	R	Julestormen
1921	23.-24. oktober	R	Ulvsund-stormen
1967	17.-18. oktober	R	-----
1976	3. januar	R	-----
1981	24.-25. november	N	-----
1983	18. januar	R	-----
1984	13. januar	R	-----
1990	25.-26. januar	R	-----
1990	26. februar	R	-----
1991	9. januar	R	-----
1999	3. december	N	-----
2013	28. oktober	R	Allan
2013	5.-6. december	R	Bodil

De kraftigste storme og orkaner, klasse 4, siden 1891. Kilde: DMI's stormliste.

De ændringer i mønstret af de kraftigste storme, som vi her har påpeget, understreger, at vi som samfund må tilpasse os og aktivt gøre en indsats både nu og i de kommende årtier for at imødegå de forventede forandringer i klimasy-

stemet. For at kunne gøre det på det bedste grundlag, skal vi uddybe analyserne og blandt andet have et endnu bedre overblik over, hvordan variationerne af disse ændringer forventeligt vil tage sig ud i årtierne, der kommer. ■

Videre læsning:
Cappelen, J. (ed),
2020. Denmark – DMI
Historical Climate Data
Collection 1768–2019.
DMI Report 20-02.

Tidsskriftet Vejret,
Dansk Meteorologisk
Selskab: www.dams.dk/vejret

DMI's stormliste er
tilgængelig via denne
side: www.dmi.dk/vejr-og-atmosfare/temaforside-vind/storme-i-danmark/

Det Naturvidenskabelige Fakultet

Bliv studerende for en dag



Som **Studerende for en dag** følger du undervisningen på den uddannelse, du er interesseret i. Du spiser frokost med den studerende, som viser dig rundt, og så bliver du klogere på, om uddannelsen er den rigtige for dig.

Besøg **Kemi, Fysik, Matematik, Anvendt matematik, Datalogi, Biokemi og molekylær biologi, Biologi, Biomedicin, Farmaci eller Matematik-Økonomi** på Syddansk Universitet i Odense.

Tilmeld dig på:
sdu.dk/nat/studerendeforendag