

Storme, orkaner og tornadoer kendes over hele Jorden, men de værste og mest ødelæggende hører troperne til - de tropiske orkaner. Hvem har ikke hørt om de "Hurricanes", der indimellem rammer Caribien, det sydøstlige USA og tyfoner der rammer fx Japan.

Det globale vindsystem

Selvom disse naturens frygtindgydende hvirvler kan virke kolossale, kan de hver for sig betragtes som forholdsvis små forstyrrelser i det store globale vindsystem, der er en af de vigtigste drivkræfter i Jordens klima, bortset fra Solen. Uden vind vil der kort sagt ikke være noget klima. Vinden distribuerer regnen og bærer store mængder af fugtighed fra havet ind over land, modererer temperaturer ved at sprede varm og kold luft hen over Jordens overflade og den hjælper os til at trække vejret bedre ved at sprede luftforureningen over de store byer. Hvert sekund bærer dette globale vindsystem således rundt på en energi svarende til energien produceret af alle verdens atomreaktorer i de næste 25 år.

Vindsystemet får sin kraft fra to kilder - Solen og Jordens rotation. Solen opvarmer hele tiden Jordens overflade og atmosfære. På grund af jordaksens hældning og Jordens krumning sker der en ulige opvarmning afhængig af sted og tid på året, hvorved høj- og lavtryksområder opstår og går til grunde i en evig cyklus. Vinden bevæger sig konstant fra disse højtryksområder mod lavtryksområder, drevet af trykforskellen. På sin vej påvirkes vinden af en anden kraft kaldet corioliskraften. Denne kraft påvirker alt hvad der bevæger sig på vores roterende Jord- også alle luftbevægelser. Luften bliver simpelthen tvunget til at bevæge sig i karakteristiske mønstre.

Resultatet er det vindmønster vi ser på vores planet, både de nogenlunde konstante vinde kaldet passaterne, der i tidens løb har givet vind i mange sejle, de livgivende monsunvinde i Østen og det kendte Vestenvindsbælte, men også de mere tilfældige hvirvler, der hele tiden opstår og dør ud rundt om på Jorden. Det er, når disse tilfældige hvirvler intensiveres voldsomt, at orkaner og kraftige storme opstår.

Hvirvler er naturens orden

Et virvar af tilfældige småbevægelser samler sig lidt efter lidt og bliver til en stor sammenhængende hvirvel. Det er, hvad man ser i laboratoriet i et roterende bassin, hvor man kan sprøjte farvet væske ind fra en lille dysse.

I naturen sker denne proces mange steder fx i atmosfærens luftmasser og i oceanernes vandmasser. Meteorologens høj- og lavtryk er sådanne hvirvler, dog med en forholdsvis kort levetid. Storme og orkaner dannes også på denne måde, først i det små for i nogle tilfælde at udvikle sig til kæmpemæssige roterende vindsystemer, til tider med en udstrækning på tusinder af kilometer.

De mest ødelæggende og frygtede hvirvler er tropiske orkaner, mens tornadoen afgjort er den voldsomste hvirvel, med vindhastigheder i den roterende bevægelse på op over 500 kilometer i timen.

Tropiske orkaner lever af havet

Tropiske orkaner starter deres tilværelse over et varmt hav, omkring 26 - 27 °C varmt. Hovedenergikilden til tropiske orkaner stammer fra fordampning fra havoverfladen. Energien tilføres orkanen ved frigørelse af varme i forbindelse med skydannelse. Fordampningen skal være kraftig fra havoverfladen for at få dannet en rigtig tropisk orkan og dette sker kun, når vandtemperaturen er så høj. Derudover kræves den afbøjende kraft - der påvirker alle ting der bevæger sig på den roterende Jord - corioliskraften. De tropiske orkaner opstår derfor kun mellem de subtropiske højtryk og ca. 5° fra Ækvator, da havet her er tilstrækkeligt varmt og afbøjningskraften er tilstede. På selve ækvator er corioliskraften nemlig 0.

Tropiske orkaner kendes fra mange steder i troperne, bortset fra Sydamerika's vestkyst og Afrika's sydvestkyst, hvor havvandet er for koldt. De er kendt under navne som Cykloner, Tyfoner, Hurricanes og Willy-Willies, som de hedder i Australien. På den nordlige halvkugle er der orkansæson fra maj til december med et maksimum i sensommer/efterår. På den sydlige halvkugle er der orkansæson fra maj til oktober med et maksimum i juli.

Saffir-Simpson skala			
Type	Kategori	Centertryk [hPa]	Vindhast. [m/s]
Tropisk lavtryk	TD	-	<17,5
Tropisk Storm	TS	-	17,5-32,4
Tropisk orkan	1	>980	32,5-42,4
Tropisk orkan	2	965-980	42,5-48,9
Tropisk orkan	3	945-965	50,0-57,9
Tropisk orkan	4	920-945	58,0-68,9
Tropisk orkan	5	<920	>69,0

Tropiske storme og orkaner bliver kategoriseret efter barometertrykket i stormens centrum og vindhastigheden i den roterende bevægelse. Den tropiske orkan "Mitch" var en kategori 5 orkan, med vinde der nærmede sig 300 km i timen.

En tropisk orkan starter i det små - som en tropisk hvirvel med meget moderate vindhastigheder. Nogle af dem udvikler sig dog hurtigt til en tropisk storm, og hvis dette sker, får stormen et nummer og følges derefter nøje. Indimellem, men heldigvis sjældent, udvikler stormen sig til en tropisk orkan og nu får den så et på forhånd aftalt navn fx "Mitch", samtidig med at det store beredskab træder i kraft (se mere om tropiske orkaner's navne på National Hurricane Center's hjemmeside <http://www.nhc.noaa.gov>). De er ekstremt farlige for alt, hvad der kommer i vejen af skibe og fly, og hvis de rammer fastland, kan de nå at anrette store skader, selvom de "hurtigt" mister pusten, når de "træder på land". Orkanens grundlag - den livgivende vanddamp - er jo ikke mere tilstede.

De subtropiske højtryk styrer faktisk orkanernes bevægelse. I Atlanterhavet starter mange tropiske orkaner deres tilværelse ved Afrika's østkyst, hvorefter de bevæger sig mod vest

tværs over Atlanten. På et tidspunkt er de nået om på vestsiden af et af de subtropiske højtryk, og de vil derefter have en tendens til at tage en nordligere kurs. I visse situationer kan de endda nå op i vestenvindsbæltet, hvor de kan starte en voldsom storm her.

Tornadoer og skypumper

Hvirvler i atmosfæren kan optræde på mange forskellige skalaer fra små uskyldige hvirvler, der lige akkurat kan hvirvle støv op, til kolossale orkaner med en udstrækning på mange tusind kilometer.

Et sted imellem disse yderpoler kan man finde en hvirvel med en ganske lille udstrækning - 10 til 1.000 meter - men yderst voldsom. Denne hvirvel kendes også under navnet "tornado" og i disse kan vindhastigheden i den roterende bevægelse nå op på over 500 kilometer i timen, samtidig med at den fejer henover jorden med op til 200 kilometer i timen.

Skaderne efter en sådan tornado kan være ret omfattende, ikke kun på grund af de afsindige vindhastigheder, men også pga. af de store trykforskelle over ganske få meter, der bogstavelig kan få huse til at eksplodere og suge træer og andet højt op i luften.



I Danmark kan man af og til opleve skypumper, de fleste over havet. Her er vi ved Vesterhavet den 15. september 2001 (Foto Martin Dam Kristensen).

Tornadoer menes at forekomme i forbindelse med meget kraftige tordenbyger i grænsefladen mellem varm fugtig luft og kold tør luft. De dannes mange steder i verden,

men specielt over de centrale dele af USA, hvor mere end tusind er talt på et år. I mange lande kendes tornadoer som skypumper, der principielt er nøjagtigt det samme, men hyppigst i mindre kraftige udgaver. Læs mere om skypumper på DMI's internetsider under Aktuelt/Aktuelle temaer.

Fujita's tornadoskala				
Intensitet	Vind [m/s]	Længde [km]	Bredde[m]	Skadevirkning
-	0-18	<0,5	<5	
F-0	18-32	0,5-1,5	6-16	Let
F-1	33-50	1,6-5	17-50	Moderat
F-2	51-70	6-16	51-160	Betydelig
F-3	71-92	17-50	161-500	Svær
F-4	93-116	51-160	501-1500	Voldsom
F-5	117-142	161-507	1501-5000	Meget voldsom

Tornadoer opdeles i en række klasser, F0 til F5, opkaldt efter den amerikanske meteorolog Theodore Fujita. Angivelsen af tornadosporets længde i km og bredde i meter er erfaringstal samlet af Allen Pearson.

Orkaner på vore breddegrader

Orkaner og stærke storme på vore breddegrader er næsten altid forbundet med voldsomme lavtryksudviklinger. På mellembreddegraderne fx på den nordlige halvkugle finder disse normalt sted, når kold luft hurtigt synker ned under varm eller omvendt. De kraftige storme opstår således ofte i områder, hvor atmosfæren er domineret af store horisontale temperaturforskelle fx mellem kold luft fra nord og varm luft fra syd. Derudover er det en betingelse at temperaturen falder relativt hurtigt med højden over området og samtidig vil et højt vanddampindhold i atmosfæren være befordrende. Stærke lavtryksudviklinger er således særlige hyppige om vinteren.

Hvor kolde og varme luftmasser støder sammen dannes en front. En forstyrrelse (en hvirvel) på denne front kan lede til starten på et lavtryk, der hurtigt kan intensiveres til et stort roterende system af vinde omkring et lavtryksområde. Jo større temperaturforskelle mellem den kolde og varme luft, jo kraftigere vil lavtryksudviklingen kunne blive med dertil hørende kraftige vinde, der hurtigt kan blive skæbnesvangre.



Satellitbillede af århundredets orkan over Danmark den 3. december 1999 (DMI).

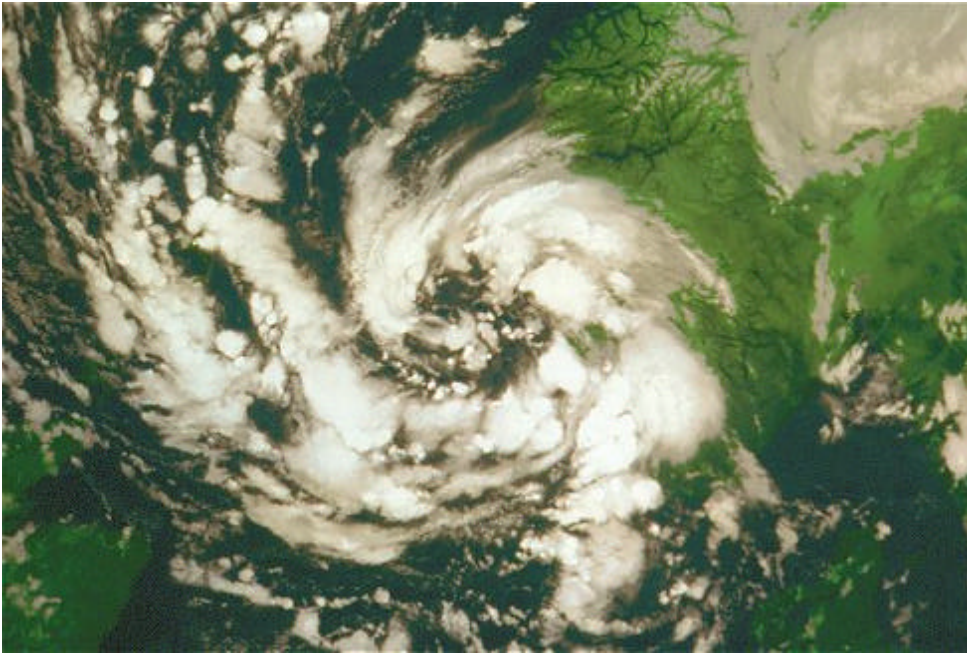
Den 3. december 1999 blev Danmark ramt af den kraftigste orkan nogensinde. Næsten hele landet blev ramt, og bortset fra det nordlige Jylland nåede vindstødene de fleste steder op mellem 40-50 meter pr. sekund eller 150-175 km i timen. Værst gik det ud over Sønderjylland, især Vadehavet. På landsplan omkom 6 mennesker og mere end 800 kom så alvorligt til skade, at de opsøgte lægehjælp. Det anslås, at orkanen gjorde skade for ca. 13 milliarder kroner.

Orkaner på vore breddegrader kan også have navne, men det er ikke sat i system. I Tyskland blev orkanen den 3. december fx kaldt "Anatol" mens TV2's seere i Danmark kaldte den "Adam". DMI har aldrig navngivet orkaner af den simple grund, at det ikke er så vigtigt på vores breddegrader. Orkanerne her er meget sjældne og de optræder kun én af gangen, modsat tropiske orkaner, der kan optræde flere af gangen og forskellige steder på Jorden.

Polare lavtryk

Ikke alle storme dannes på grænsen mellem kold og varm luft eller i troperne over et varmt hav. Specielle lavtryk - kaldet polare lavtryk - dannes ofte langt væk fra polarfronten dybt inde i den kolde luft fra polerne. De dannes i en kold atmosfære over et relativt varmere hav. Gennem en stor tilførsel af energi via fordampning fra havet (ligesom ved tropiske orkaner) udvikler disse lavtryk sig til stormlavtryk typisk med en lille udstrækning - 200 til 500 kilometer - men med kraftige vinde ved jordoverfladen.

Undertiden kan polare lavtryk træffes ret langt sydpå. Den 29. marts 1985 bevægede et sådant sig således tværs over Danmark. Fra midnatstid havde det sneet stille og roligt frem til morgenen, hvor snefaldet stoppede. Kort efter skete der en brat ændring. I løbet af



Satellitbillede af polart lavtryk over det sydvestlige Norge den 16. oktober 1993 (NOAA). Dette lavtryk opstod et par dage før vest for Nordnorge. På vej ned langs Norges vestkyst blev det gradvist intensiveret, for dernæst at miste pusten netop over det sydvestlige Norge.

5 minutter drejede vinden i nord og tiltog til hård kuling. Vindstødene nåede op til 27 m/s og samtidig satte et voldsomt snefald ind, hvorved sigtbarheden faldt til 0. I løbet af 15 til 20 minutter var det hele slut og tilbage lå store snemængder, der totalt blokerede trafikken hele morgenen.

Piteraqa - stormenes furie

Katabatiske vinde er vinde, der falder ned og forstærkes undervejs. Man opdeler disse i føhnvinde og faldvinde og de findes mange steder i verden under forskellige navne som fx Mistral, Bora eller Piteraqa. De kan komme meget pludseligt og kan hyppigt optræde med orkanstyrke.

I Grønland optræder der lunefulde faldvinde fra Indlandsisen eller højtliggende fjeldplateauer, hvor ansamlinger af kold luft styrter som laviner ned over terrænet mod kysten. Den eskimoiske betegnelse Piteraqa betyder noget i retning af "det, der overfalder en" og der er virkelig tale om et overfald af, hvad man kan kalde stormenes furie. I løbet af få minutter kan den slå ned og de mest forrygende har middelvinde på 40 m/s og vindstød på 70 m/s, altså dobbelt orkanstyrke. Hvis ikke de grønlandske huse var af træ, der gør dem meget elastiske, og samtidig var forsynet med meget kraftige skodder for vinduerne, ville alt være totalt raseret.



Den 6. februar 1970 blæste den østgrønlandske by Ammassalik næsten i havet. Under den voldsomme piteraqa skønner man at vinden, efter vindmålerens forlis, nåede helt op på 90 m/s ved temperaturer ned til -20 °C. Stormskaderne blev så betydelige, at man efterfølgende overvejede at nedlægge byen (foto: GTO).

Hvordan måles vinden?

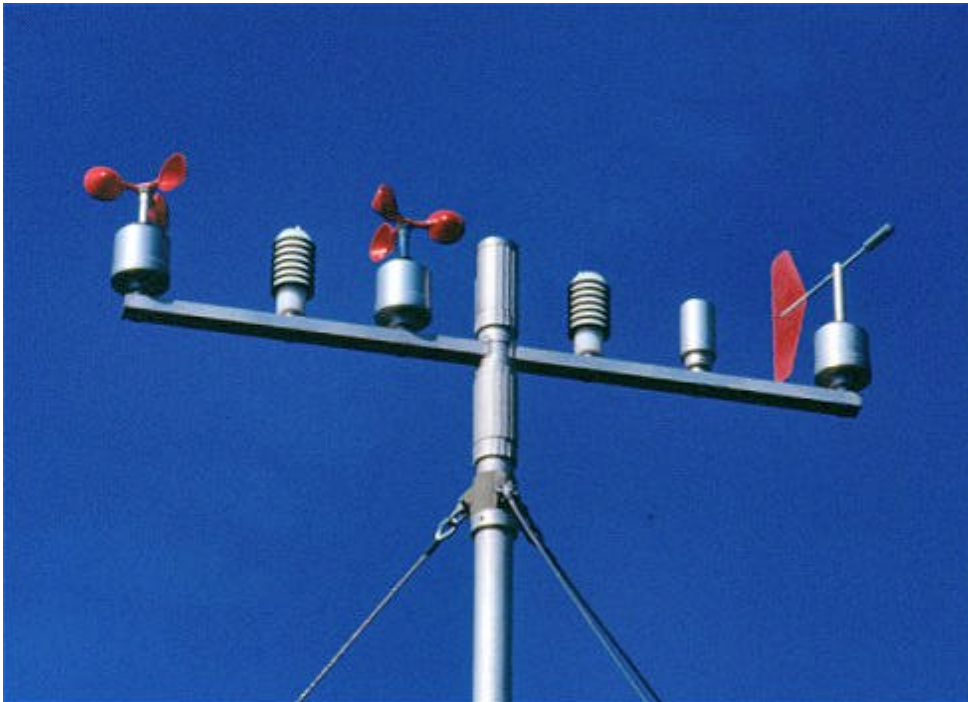
Tidligere er vinden blevet bedømt ud fra dens virkning og henført til en skala fx Beaufort vindskala fra 0 til 12. Vinden måles dog i dag hovedsagelig vha. instrumenter placeret i en mast 10 meter over terræn. Man måler her både vindens hastighed og retning.

Da vinden varierer meget fra det ene øjeblik til det andet - både i retning og styrke - angiver man til meteorologisk brug oplysninger om vind som et gennemsnit over 10 minutter.

En opgivet vindhastighed på 15 meter i sekundet kan således godt betyde, at der forekommer kortvarige vindstød på 20-25 meter i sekundet. Den højeste af disse opgives derfor også, for at fortælle om vinden er stødende.

Vindretningen måles med en vindfløj, der automatisk registrerer vindretningen døgnet igennem, mens hastigheden måles med et såkaldt skålanemometer, der består af 3-4 halvkugleformede skåle på en vandret karrusel. Vinden får karrusellen til at dreje og omdrejningshastigheden er et udtryk for vindhastigheden.

Sådant udstyr holder dog ikke længe, hvis man fx skal måle vindhastighederne i en tornado. I dag bruger man en såkaldt Doppler radar til dette. Via satellitter er man i dag også i stand til at estimere vindhastigheden samt retningen.



Vinden måles ved hjælp af forskellige instrumenter - typisk et skålanemometer og en vindfløj - monteret i en mast 10 meter over terræn (Foto: Anne Mette K. Jørgensen).

Beaufort-skalaen

Ingen snak om vinden - i hvert tilfælde når det gælder søens folk - kommer udenom Beaufort's vindstyrkeskala. Omkring 1805 opstillede admiral Sir Francis Beaufort en skala, der gik fra 0 til 12. Han baserede skalaen på, hvilken sejlføring et skib på hans tid kunne bære. En orkan blev fx defineret som en vindstyrke hvor "ingen sejldug overhovedet kan holde".

Skalaen er senere udbygget til at omfatte vindens virkning både på hav og over land samt vindhastighed i knob eller m/s. Skalaen bliver stadig brugt en del, selvom man i dag hovedsagelig måler vinden med instrumenter.

På foregående side vises Beaufort's vindstyrkeskala, som også kan hentes på DMI's internetsider under **Vejr og Hav/Til søs/Sejlervejrvind**.

Vindstyrken er et udtryk for den kraft, som en vindpåvirkning kan udøve på genstande på land eller bølger på havets overflade. Vindstyrken opgives i Beaufort 0-12, og i tabellen ses sammenhængen mellem Beaufort og vindens hastighed målt i meter pr. sekund, knob eller kilometer i timen samt vindens påvirkninger over land og på havoverfladen.

Beaufort	m/s	Knob	km/t	Betegnelse	Observationer på land	Observationer på vand
12	>32	>63	118 -	Orkan	Voldsomme ødelæggelser	Luften fyldt med skum, der forringer sigten væsentligt
11	29-32	56-63	103-117	Stærk storm	Talrige ødelæggelser	Umådeligt høje bølger - havet dækket af hvide skumflager - sigten forringet
10	25-28	48-55	89 -102	Storm	Træer rives op med rode - betydelige skader på huse	Meget høje bølger - næsten hvid overflade - skumsprøjt påvirker udsigten
9	21-24	41-47	75 - 88	Stormende kuling	Store grene knækkes - tagsten blæser ned	Høje bølger, hvor toppen vælter over - skumsprøjt kan påvirke sigten
8	17-20	34-40	62 - 74	Hård kuling	Kviste og grene brækkes af - besværligt at gå mod vinden	Ret høje, lange bølger - bølgekammen brydes til skumsprøjt
7	14-16	28-33	50 - 61	Stiv kuling	Større træer bevæger sig - trættende at gå imod vinden	Hvidt skum fra brydende bølger føres i striber i vindens retning
6	11-13	22-27	39 - 49	Hård vind	Store grene bevæger sig	Store bølger - hvide skumtoppe overalt
5	8-10	17-21	29 - 38	Frisk vind	Små løvtræer svajer lidt	Middelstore, langagtige bølger med mange skumtoppe, evt. skumsprøjt
4	6-7	11-16	20 - 28	Jævn vind	Støv og papir løftes - kviste og mindre grene bevæger sig	Mindre bølger med hyppige skumtoppe
3	4-5	7-10	12 - 19	Let vind	Blade og små kviste bevæger sig. Vimpler løftes	Småbølger, hvor toppe brydes, glasagtigt skum
2	2-3	4-6	6 - 11	Svag vind	Små blade bevæger sig	Ganske korte småbølger, som ikke brydes
1	1	1-3	1- 5	Næsten stille	Røgen viser netop vindens retning	Små krusninger uden skum
0	0	0	< 1	Stille	Røg stiger lige op	Havet er spejlblankt

Beaufort's vindskala. Vindhastighederne er afrundet til hele m/s, knob og km/t.

5. marts 2002 John Cappelen, DMI