

TORNADOER

– lokale, voldsomme og uforudsigelige

Billede af en tragtsky/
tornado med kontakt til
havoverfladen forbundet
til en roterende bygsky.
Taget over Østersøen
om aftenen den 15.
august 2021. Man for-
nemmer næsten bygens
rotation, når man kigger
på billedet.
Foto: Mathias Lohr.

Tornadoer er et fænomen, de færreste danskere har oplevet på nært hold. Men tornadoer optræder hvert år i vores naboland Tyskland, og også i Danmark har vi de senere år oplevet vejrfænomener, der passer på en tornado. At varsle en sådan begivenhed på forhånd, er dog lettere sagt end gjort.

Forfatteren



Jesper Eriksen er uddannet meteorolog fra Københavns Universitet og DMI og arbejder til daglig som meteorolog på DMI. Denne artikel er dog skrevet i privat regi, og forfatteren kan derfor kontaktes på jespereriksen2@hotmail.com

Tornadoer er jordklodens voldsomste vejrfænomener. Tornadoer rammer ultra-lokalt, har en kort levetid, og har derfor meget let ved et lege gemmeleg med det officielle meteorologiske måleudstyr. Derfor er der endnu meget, man ikke ved om tornadoer.

Vi kender specielt tornadoer fra den midtvestlige del af USA i et område der betegnes som Tornado-Alley. Men de optræder også i Europa, hvilket tjekkerne oplevede et dramatisk eksempel på i juni måned her i 2021. Også her i Danmark kan tornadoer opstå, om end det er en meget sjælden begivenhed. Men vi har antageligt haft flere episoder

med danske tornadoer i de senere år, og i år var ingen undtagelse. Dette giver en god anledning til at se nærmere på dette fascinerende naturfænomen.

Hvad er en tornado?

Tornadoer dannes i et komplekst samspil mellem et uvejrs interne dynamik og luftmiljøet uden for uvejret. Meget kort fortalt skal der være masser af varme og fugtighed til stede, og atmosfæren skal være i en tilstand, hvor vindens retning og hastighed ændrer sig markant som en funktion af højden, det man på fagsprog kalder for et wind-shear. Der er dog fortsat ikke faglig enighed om, hvordan tornadoer helt præcist opstår.

Derudover kan definitionen på en tornado faktisk også være lidt forskellig, afhængig af hvilken meteorologisk organisation, man spørger. Ifølge The National Weather Service – der er USA's svar på DMI – defineres en tornado som "en voldsomt roterende søjle af luft, der berører jordoverfladen, og som normalt er forbundet til skybasen af en uvejrs-sky med torden."

Det fremgår altså, at den kraftige rotation skal have kontakt til jordoverfladen, førend der er tale om en tornado. I den amerikanske definition nævnes også, at tornadoer oftest, men ikke altid, har forbindelse til skybasen fra et "uvejr" med torden.

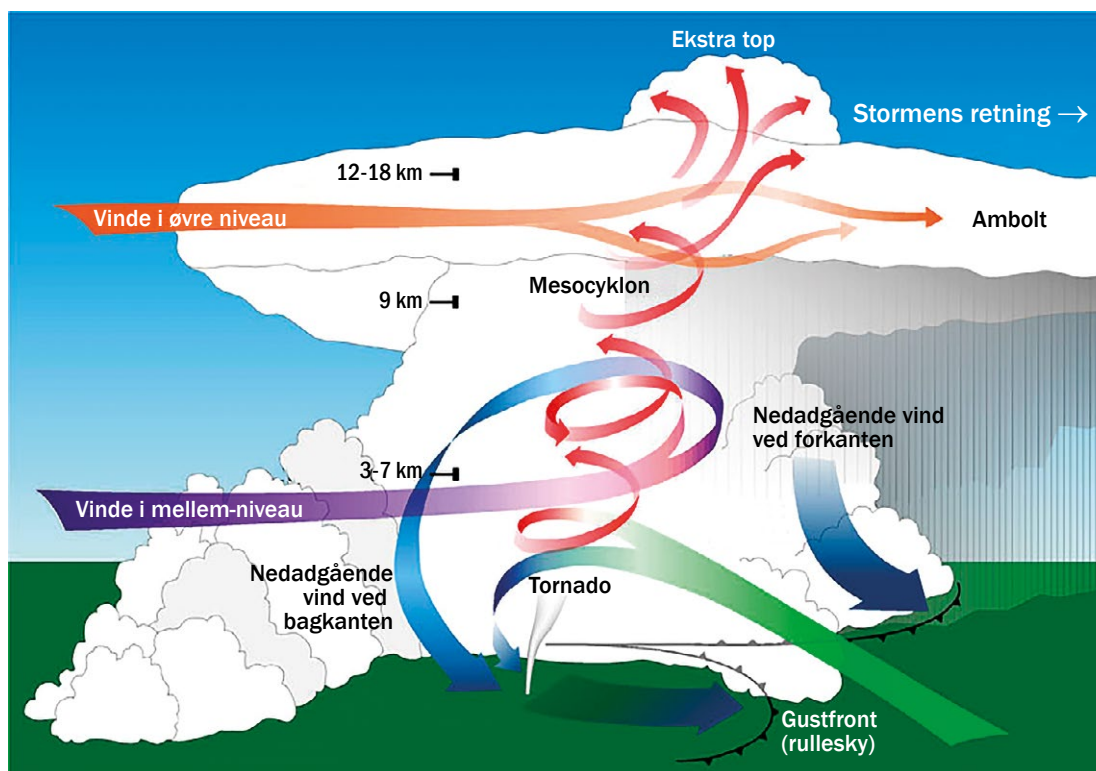


Illustration af en klassisk supercelle (der findes nemlig forskellige typer). I midten ses mesocyklonen, der er den roterende delmængde af den forvoksede superbyge. I denne figur er supercellen ledsaget af en tornado, som kommer under mesocyklonen. Til forskel fra en typisk dansk skypumpe, der gerne kommer i ydersiden af en bygesky, udspringer tornadoen fra bygens/supercellens "hjerter". Illustration: NOAA/National Severe Storms Laboratory.

I USA bruger man den såkaldte EF-skala, som går fra 0-5, til at klassificere tornadoers styrke, hvor 5 er kraftigst. En EF-5 tornado vurderes til at have vinde på over 322 km/timen (89 m/s). Der er ingen, der har målt direkte på vinden i en tornado, men den 3. maj 1999 blev en tornados vindstyrke estimeret ud fra radardata til at have en vindstyrke på op til 512 km/t (142 m/s). Det er mere end 4 gange orkanstyrke. Til sammenligning er det kraftigste vindstød målt i Danmark på 53,5 m/s i forbindelse med orkanen Allan den 28. oktober 2013.

Tornadoer har en relativt kort levetid, der dog kan variere fra få sekunder til flere timer. I USA opgives den typiske levetid til at være 5 til 10 minutter. Derudover er tornadoer ret små i deres geografiske udbredelse i forhold til andre vejrfænomener. Her er der dog også stor variation, og den enkelte tornado kan faktisk ændre størrelse i løbet af sin levetid. Rekord for den bredeste dokumenterede tornado er på hele 4184 m. Normalt har en tornado dog kun en diameter mellem 100 og 600 meter. Her skal det nævnes, at det kun er den del af tornadoen, som er blevet til en roterende sky, man kan se med det blotte øje, med mindre tornadoen har hvirvlet materiale op, der snurrer rundt i cirkelbevægelser. Der er også forskel på, hvor ofte tornadoer forekommer rundt omkring i verden, og

Styrke	Vindhastighed (km/t)	Skade	
EF5	>322	Total	
EF4	267-322	Katastrofal	
EF3	219-266	Alvorlig	
EF2	179-218	Betydelig	
EF1	138-178	Moderat	
EF0	105-137	Lille	

The Enhanced Fujita Scale anvendes i USA til at kategorisere tornadoers styrke. Kilde: Federal Emergency Management Agency (Fema) / Wikipedia.



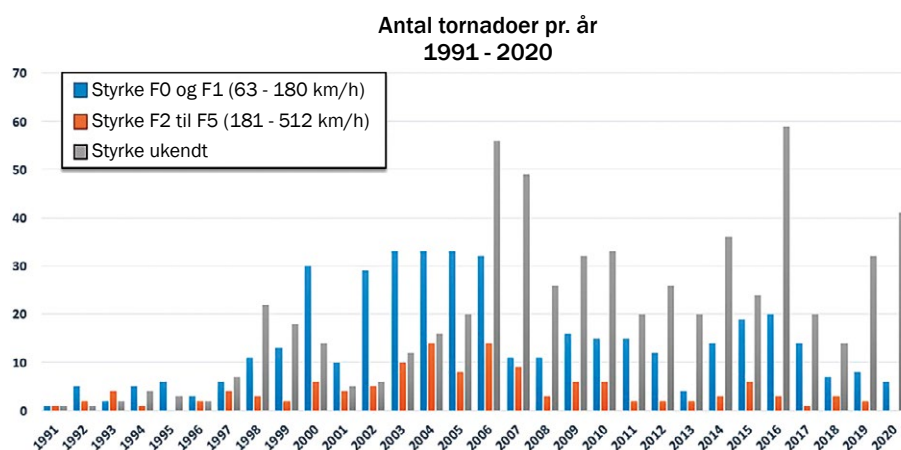
En skypumpe danser over Limfjorden ud for Løgstør. Skypumpen befinder sig yderområdet af en bygesky. Billedet er taget af journalist Lasse Damsgaard, Nordjyske Medier, om eftermiddagen lørdag den 7. august.

har været i stand til at måle direkte på en skypumpe, eller analysere dens dannelse og uddøen. Så vi ved i princippet ikke, hvor kraftige vindene er inde i og omkring en skypumpe, eller hvordan den egentlig dannes. Selvfølgelig findes der teorier for dannelsen af skypumper, men dem vil jeg dog ikke komme nærmere ind på. Jeg kan dog nævne, at skypumper faktisk kan forekomme fra skyer, uden at der er nedbør, og er de forbundet til en bygesky, er de gerne at finde i bygens yderområde væk fra den del af bygeskyen, hvor selve nedbøren falder fra.

Populært sagt kan man kalde en skypumpe for en lillebror til tornadoerne, både hvad størrelsen og vindhastighederne angår. Hvis man accepterer skypumper som en spæd lillebror i tornadofamilien, vil de antageligt være EF-0'ere, eller med endnu mindre vindhastigheder end de 105-137 km/timen (29-38 m/s), altså vinde af storm- til orkanstyrke, som en EF-0 opgives til. Og deres størrelse vil nok også være mindre, eller i den lave ende af den typiske tornadodiameter på 100-600 m. En skypumpe kan dog godt være farlig og kaste med havetrampoliner, hvilket vi så et eksempel på i Ølstykke i maj måned i år.

Superceller og tornadoer

Tornadoer opstår typisk, men ikke altid, i forbindelse med særligt kraftige uvejr, såkaldte superceller. En supercelle er forsimplet sagt et eksplosivt voksende uvejr, der har sin helt egen rotation. Denne roterende delmængde af selve supercellen findes i "hjertet" af cellen og kaldes for en mesocyclon (et lille lavtryk). Bygernes benzin er varme og fugtighed – og det er der masser af i Tornado Alley i det midtvestlige USA i de perioder, hvor en sydlig strømning har pumpet meget fugtig luft op fra den Mexicanske Golf. Derudover opstår der store temperaturkontraster, når kulden fra Canada forsøger at dykke ned over USA. Alt dette er med til at skabe grobund for voldsomme uvejr, når de rette vejr-situationer opstår. Langt de fleste tornadoer kommer i forbindelse med superceller, men



Statistik over indrapporterede tornadoer i Tyskland i perioden fra 1991-2020. Statistikken stammer fra European Severe Weather database (ESWD), og der skelnes ikke direkte mellem tornadoer og skypumper. Men det må antages, at styrker over F2 har været tornadoer. De grå søjler vidner også om, at der er mange tornadoer/skypumper, hvor styrken ikke er blevet estimeret.

Deutsche Wetterdienst (DWD) optræder som officiel partner til ESWD og opnår herved et tæt samarbejde med lokale tyskere, der ligesom i USA indrapporterer, hver gang en tornado observeres. Her i internettets tidsalder er det meget let at indrapportere og modtage en tornadoobservation. I starten af 1990'erne var det mere besværligt, og det er ikke usandsynligt, at det er baggrunden for det lave antal tornadoer i starten og midten af 1990'erne. Men man kan heller ikke afvise, at der bare ikke var så mange tornadoer i den periode.

mange steder er de meteorologiske betingelser for dannelse af tornadoer slet ikke til stede.

Skypumper – tornadoens lillebror

I Danmark skelnes der normalt mellem skypumper og tornadoer, og de anses som to meget forskellige vejrfænomener. Men i princippet opfylder de begge den amerikanske tornado-definition (i USA bruger man også betegnelsen land/water-spout for mindre voldsomme

tornadoer, som på dansk ville blive kaldt en skypumpe).

Ordet skypumpe bruges hvert eneste år i den danske vejrkargon. De forekommer undertiden på dage med spredte byger og generelt rolige vindforhold, altså vejr-situationer der absolut intet har med uvejr at gøre. Men skypumper kan også forekomme på dage med tordenvejr over Danmark, men igen på dage, hvor det generelt ikke er særligt blæsende. Der er aldrig nogen, der

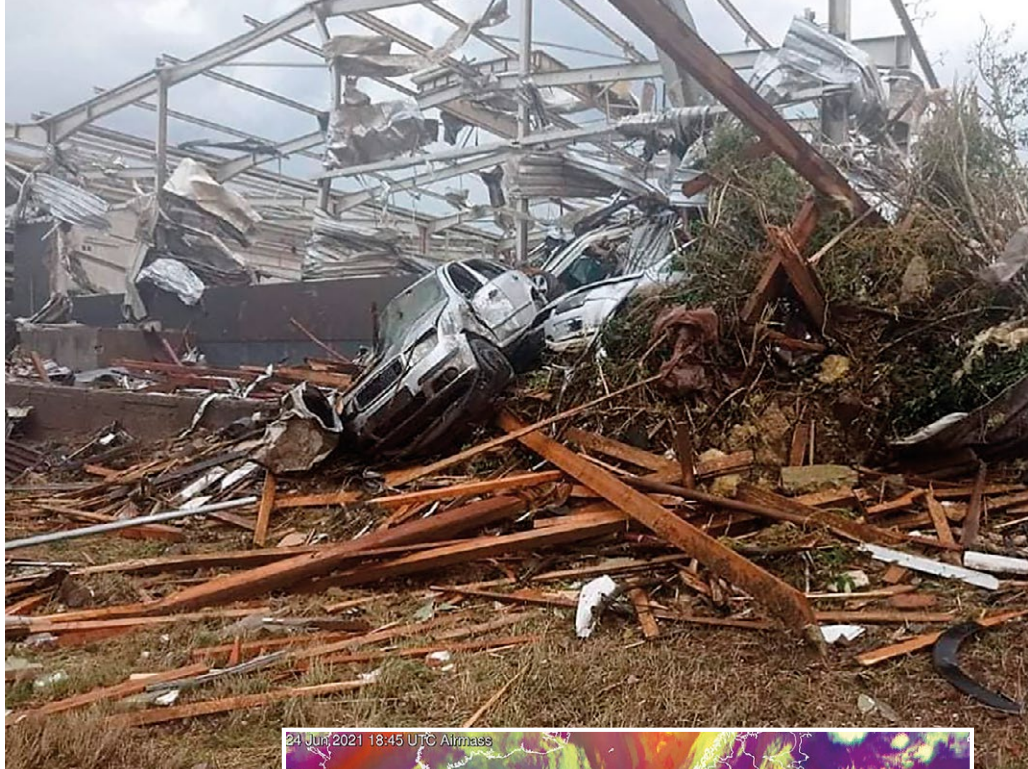
det er kun lidt under 1/3 af supercellerne i USA, der danner tornadoer.

Vender vi blikket mod mere hjemlige himmelstrøg, viser et overslag hentet fra en tornadostatistik fra Tyskland i perioden 1991 til 2020, at der stort set forekommer supercelle-tornadoer hvert år i Tyskland, dog ikke særligt mange. Som et groft overslag er det antaget, at alle tornadoer af styrken F2 og opefter er supercelle-tornadoer. Statistikken, som er hentet fra European Severe Weather Database (ESWD), skelner nemlig ikke mellem skypumper og tornadoer. Det skal også nævnes, at den skala, ESWD rangerer tornadoernes styrke på, ikke er den samme som i USA.

Tornadoen på Møn?

I Danmark er der det meste af tiden simpelthen ikke nok varme og fugtighed til, at vi kan få supercelle-vejr. Og der findes så vidt jeg ved ikke en officiel, fyldestgørende og kvalitetskontrolleret tornadostatistik for Danmark tilsvarende den tyske. Med kvalitetskontrolleret mener jeg, at statistikken er anerkendt, gennemtjekket og godkendt af DMI. Dog kan folk fra alle lande i Europa i princippet indrapportere tornadoer og skypumper til ESWD, der drives af European Severe Storm Laboratory (ESSL). Og her er Deutsche Wetterdienst (Tysklands svar på DMI) opgivet som partner, i øvrigt sammen med 9 andre europæiske landes meteorologiske institutter.

Den 15. august i år indløb der om aftenen en rapport til ESWD om en tornadohændelse i Østersøen. Senere denne dag kort før midnat, altså efter det var blevet mørkt, blev Møn ramt af en voldsom vindhændelse, der medførte ødelæggelser. Det blev indrapporteret til ESWD som en mulig tornado, men der var ifølge denne rapport ingen, der så en tragsky på Møn. Det kan dog skyldes, at uvejret ramte efter mørkets frembrud. Alligevel fandt en video af en tornado fra denne sene aften lidt senere frem til medierne. Videoen var imidlertid optaget i Lolland flere kilometer fra Møn af en



Et billede af de voldsomme ødelæggelser fra en tornado, der ramte Tjekket om eftermiddagen den 24. juni 2021.

Foto: Stormchasing DE

Et satellitbillede fra kl. 18:45 UTC den 24. juni 2021. De hvide og spredte plamager over Central- Og Østeuropa er kraftige tordenbyger. Et satellitbillede alene kan dog ikke afgøre, om der er tale om superceller – her skal man undersøge, om der er en selvstændig rotation/en mesocyklon i tordenbygen, og til dette bruger man radardata.

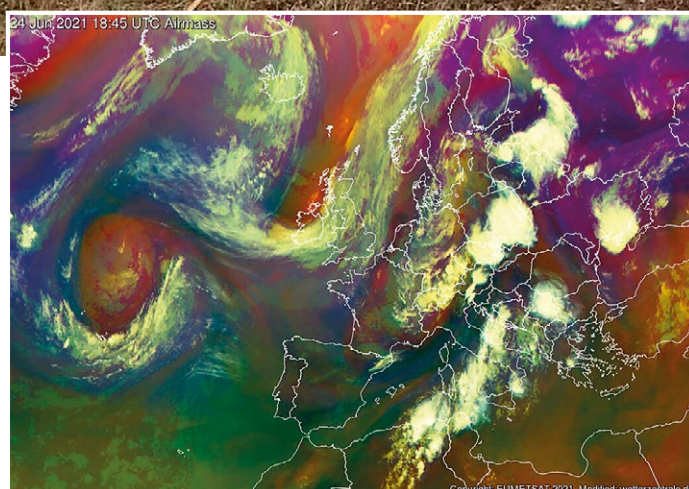


Illustration: EUMETSAT/wetterzentrale.de

lokal beboer i Maribo, og tornadoen blev afsløret i nattet mørket, når lyn oplyste himlen.

Ifølge rapporten fra ESWD var der store skader på huse og træer på Møn i et spor, der var mindst 3 km langt og op til 150 m bredt. Størrelsen på dette skadespor passer som fod i hose med, at en tornado har været forbi. Kilden til disse skadesberetninger opgives til at være diverse medier og melding på sociale platforme, såsom Instagram og Facebook. Byerne bevægede sig i øvrigt ret hurtigt den aften, antageligt med cirka 80-90 km/timen, så tornadoen har antageligvis kun haft kontakt til jordoverfladen i kort tid. Man kan ikke afvise, at der har været tale om mere end én tornado i området. Det er nok sandsynligt, at det var to forskellige tornadoer, der ramte henholdsvis Lolland og Møn.

Nede ved overfladen var det ikke specielt blæsende denne aften. Møn ligger i Vordingborg Kommune, og her blev det kraftigste vindstød i de sene aftentimer af DMI's udstyr målt til beskedne 9,5 m/s, altså en frisk vind. Her er det igen vigtigt at pointere, at både skypumper og tornadoer er så lokale, at de leger gemmeleg med de officielle målinger. Data fra vejrballerne afslører i øvrigt, at der var et ret kraftigt vindshear i området den 15. august, altså en stor ændring af vindens styrke og retning med højden. Dette er en af betingelserne, for, at en byge kan få sin helt egen rotation og danne en mesocyklon.

Døden i Tjekket

Sammenlignet med Danmark har Tyskland langt større potentiale for superceller end Danmark, så en dansk udgave af en tornadostatistik som den tyske, vil nok have meget



To biler blev væltet rundt af en tornado på en parkeringsplads ud for Aabenraa Sygehus den 14. juni 2019. Det hele gik så hurtigt, sikkert af få sekunders varighed, at ingen på sygehuset havde nået at få frit udsyn til, hvad der skete ude på parkeringspladsen. Tornadoen ramte på en dag med spredt tordenaktivitet over Danmark, så der var ikke umiddelbart noget unormalt ved situationen. Den konklusion, at det faktisk var tale om en tornado, blev derfor baseret på blandt andet en video, der var optaget fra en bil, der kørte i området (hvor føreren troede, at det var røg fra en brand, han så) samt en nærmere analyse af vejsituationen den pågældende dag.

Foto: Verner Light.

Artiklen er en redigeret udgave af en artikel oprindeligt bragt i *Vejret* 168.

Videre læsning:

TSUNAMI: Risikovurdering for danske, færøske og grønlandske farvande. DMI - Teknisk Rapport no. 05-08, marts 2005.

Tornado warning system has come a long way, but it could be better (usatoday.com)

www.dwd.de/DE/wetter/thema_des_tages/2021/7/19.html

få eksempler på "rigtige tornadoer" (i ESWD ryger både tornadoer og skyspinner i samme kasse). De store landmasser, som Tyskland udgør og er omkranset af, kan nemlig fungere som gigantiske kogeplader, som kraftige uvejr kan dannes over. Danmark er til sammenligning ret lille og er omkranset af køligere havvand, så vores kogeplader kan ikke blive lige så voldsomme.

Kigger vi længere ned i Europa, er tornadoer og superceller også en risiko. Det kom der en uhyggelig påmindelse om den 24. juni i år, da en usædvanlig kraftig tornado (set med europæiske briller) dræbte fem mennesker, sårede over 200 og jævned adskillige huse med jorden i det sydlige Tjekkiet. Der var i medierne meldinger om, at det var den kraftigste tornado i Tjekkiet historie, men her skal man dog huske på, at mange europæiske tornadoer formentlig aldrig er blevet klassificeret. Men det er nok heldigvis meget sjældent, at en tornado af denne styrke rammer i Europa. Tornadoen blev dannet på en dag, hvor der var mange uvejr over Central- og Østeuropa.

Behov for tornadovarsling i Danmark?

Den 14. juni i 2019 vendte et "vejr-fænomen" op og ned på to biler på en parkeringsplads ved Aabenraa Sygehus. Umiddelbart kunne man ikke fastslå årsagen. Men da en video fra en bil, der tilfældigvis kørte i området, fandt vej til medierne, og vejsituation blev nærstuderet,

kom der en udmelding om, at det antageligvis var en tornado, der havde ramt.

Tornadoen ramte i øvrigt på en dag med spredt tordenaktivitet over Danmark, hvilket jo er meget normalt for det danske sommervejr. Så der var nok ingen, der ligefrem havde forventet en tornado. Heldigvis kom ingen til skade. Men hvis den samme tornado i stedet havde taget en tur henover en campingplads eller en børnehave, kunne det have kostet menneskeliv. Og det ville formentlig have igangsat en politisk debat samt krav om en risikovurdering for forekomsten af tornadoer i Danmark. En sådan risikovurdering findes for eksempel for tsunamier.

Med den sjældenhed, tornadoer forekommer i Danmark, synes et dansk tornadovarslingssystem måske ikke at være et akut behov. Men da vi går mod et varmere og fugtigere klima, vil chancen for superceller og dermed tornadoer i Danmark antageligt være større om for eksempel 50-100 år end i dag. Men om det vil være nok til, at det opstår et reelt behov for en form for tornadovarslingssystem i Danmark, er svært at sige.

Tornadovarsling er svært!

I mine 17 år som meteorolog har jeg indtil nu ikke set eller hørt ordet tornado blevet brugt i en officiel vejrudsigt i Danmark. Det er først efter en lokal og voldsom vindhændelse har ramt Danmark, at tornadodiskussionerne har kørt.

Mig bekendt er der heller ikke mange europæiske meteorologiske institutioner, der udsender deciderede tornadovarsler her i 2021. Der findes dog eksempler: For eksempel har Deutsche Wetterdienst (DWD) i Tyskland muligheden for at varsle om tornadoer. Ifølge en tysk meteorolog fra DWD, jeg har kommunikeret med, er det dog yderst sjældent, at denne mulighed benyttes. Oftest vil det ske på dage, hvor et uvejr tidligere har produceret tornadoer.

USA har nok verdens ældste og mest veletablerede tornadovarslingssystem. Det kunne der skrives en hel artikelserie om, men her skal blot nævnes, at der ud over det meteorologiske "fodarbejde" også er en hel del koordinerings- og kommunikationsarbejde i og på tværs af staterne. Og at de amerikanske meteorologer (som formentlig er verdensmestre i tornadovarsling) i gennemsnit "kun" er i stand til at udsende et varsel om en tornado 9 minutter, før den er dannet. Nogle gange udsendes et tornadovarsel først, når tornadoen er på jorden. Samtidig er 70 % af de udsendte tornadovarsler falske alarmer.

Skulle der en dag blive indført et officielt fælles europæisk varslingssystem for tornadoer, vil det derfor komme til at kræve en del ressourcer. Og belært af de amerikanske erfaringer må man altså forvente, at dette varslingssystem vil byde på rigtig mange falske alarmer samtidig med, at det i bedste fald kun vil kunne forudsige en tornado få minutter, før den dannes. Man vil dog flere dage i forvejen kunne lave en generel meteorologisk beskrivelse om, at vejsituationer potentielt kan danne lokale tornadoer et eller andet sted over et større område.

Til sidst kan det også være på sin plads at sige noget om, hvad man bør gøre, hvis man møder en tornado. Her er anbefalingen blandt andet, at man skal holde sig helt væk fra vinduer, og hvis man er i en bil, bør man om muligt forlade den og finde et mere sikkert sted. ■