

Sommertid er tordentid



Landskab med torden. Foto Jesper Grønne.

Af John Cappelen, DMI

Lyn og torden hører til de fænomener som skaber frygt, undren og fascination. På trods af det, er processen endnu ikke forstået i alle enkeltheder. Man regner med at der er ca. 1.800 tordenvejr, der hele tiden raser verden over, og at jorden hvert eneste sekund rammes af mellem 100 og helt op til 6.000 lyn, der selvsagt forårsager mange skader og dræber en del mennesker.

Cumulonimbus

Tordenvejr hænger meget kort fortalt sammen med dannelse af store bygeskyer i ustabil luft.

Bygeskyerne dannes ved en proces, der kaldes konvektion, hvor en luftmasse tilføres varme nær jordoverfladen, og luftmassen samtidig er relativt kold højere oppe i atmosfæren. Opvarmningen af luften nær

jordoverfladen medfører at bobler af luft, der bliver varmere end den omkringliggende luft, stiger til vejrs og danner skyer, hvilket yderligere forstærker opstigningen.

Den dominerende årsag til torden i Danmark er de frontsystemer, der fra Atlanten bevæger sig ind over landet. De tilhørende markante skift mellem varme og kolde luftmasser giver især om sommeren anledning til konvektion og torden. Længerevarende, stabile vejrforhold giver derfor færre tordenvejr end meget skiftende vejr.

Situationen ses især sommer og efterår, hvor Solen opvarmer jordoverfladen, eller hvor et varmt hav opvarmer en kold luftmasse. Konvektionen viser sig i første omgang som hvide, kuppelformede cumuluskyer. I takt med at processen intensiveres, vokser skyen opad. På et tidspunkt bliver cumuluskyen til en bygesky, der af og til kan udvikle sig til en tordensky med den karakteristiske vifte af iskrystaller i

toppen (ambolten). Meteorologer kalder den slags skyer for 'cumulonimbus' eller 'CB'er'.

Om en sådan sky udløser tordenvejr beror ofte på en hårfin balance. Blot et par hundrede meters ekstra vækst af skyen kan være det der gør, at skyen fryser i toppen, med en efterfølgende eksplosiv vækst, der til sidst udløser processerne, som fører til lyn og torden.

Inde i en sky

I en fuldt udviklet bygesky - en cumulonimbus - kan der opbygges store elektriske spændingsforskelle, der til sidst vil udløses i meget kraftige udladninger. I princippet er et lyn altså blot en kæmpemæssig gnist.

Lyn kan enten udløses i selve skyen, gå fra sky til sky, fra sky til luft eller forekomme som egentlige lynnedslag mellem skyer og jordoverfladen (grafik).

Normalt antager man, at kun en lille del af alle lyn forekommer som egentlige lynnedslag, men det er naturligvis samtidig disse, der påkalder sig den største interesse.

Der findes ikke en entydig teori, der kan forklare alle forhold vedrørende lynets fysik, men den generelle forståelse går ud på, at voldsomme vertikale bevægelser af skypartikler, og måske især ispartikler, i en tordensky kan forårsage, at der opbygges meget store ladningsforskelle mellem de enkelte dele af skyen eller mellem skyen og jordoverfladen.

Den mest accepterede forklaring går ud på, at der inde i tordenskyen dannes negativt og positivt ladede partikler ved utallige sammenstød og gnidninger mellem iskrystaller og eventuelle hagl, der hvirvles rundt. Vi har at gøre med statistisk elektricitet på en stor skala.

Efterhånden vil de øverste dele af skyen være positivt ladet og modsat negativt ladet i skyens bund. Der kan dog være områder med modsat ladning; f.eks. en positiv 'lomme' i bunden af skyen. (grafik).

Jordoverfladen er generelt negativt ladet, men bliver lokalt positiv mange steder, især under en tordensky, fordi de negative ladninger i skyens bund skaber en positiv 'skyggeladning' på jordoverfladen samt på genstande der rager op, som f.eks. tårne, master, træer og bygninger. Når isoleringsniveauet af de luftlag, der adskiller områder med modsat elektrisk ladning, bryder sammen pga. den store spændingsforskel, vil lynet springe og udligne den elektriske ladning.

Den mest almindelige type lynnedslag begynder oppefra og udvikler sig ved at en nedadgående kanal af stærkt ioniserede luftmolekyler forlænges skridt for skridt i retning mod jordoverfladen. Denne række af forudladninger foregår ofte med et ophold på ca. 50 μ s (mikrosekunder) mellem hvert skridt, som typisk forlænger lynkanalen 50 meter ad gangen og samtidig fordeler den overliggende ladning ned gennem lynkanalen. På denne måde nedbrydes luftens normalt gode isoleringsevne for elektrisk ladning.

På et tidspunkt, hvor lynkanalen når ned i nærheden af jordoverfladen, vil det forstærkede elektriske felt imellem spidsen af lynkanalen og ledende objekter på jordoverfladen starte opadgående udladninger fra jorden mod den nederste ende af lynkanalen. Dette sker inden for en kritisk radius og behøver således ikke nødvendigvis at

være fra det højeste objekt i de nærmeste omgivelser, så længe dette er uden for den kritiske radius. Det er dog alligevel sådan, at de opadgående udladninger tit sker fra høje objekter.

Når de to udladninger mødes, kortsluttes systemet, og den egentlige hovedudladning sker igennem den for-ioniserede bane ved at en elektrisk strøm på op til adskillige hundretdusinder ampere i løbet af 20-50 μ s udligner spændingsforskellen mellem jord og sky. Derefter kan der med ca. 0,05 sekunders mellemrum optræde et større eller mindre antal efterfølgende udladninger (typisk 3-4, men i sjældne tilfælde helt op til 20) hvor hele lynbanen gennemløbes på én gang. Dette fænomen kaldes deludladninger, og man betegner antallet af deludladninger som lynets multiplicitet.

Lyn er forskellige

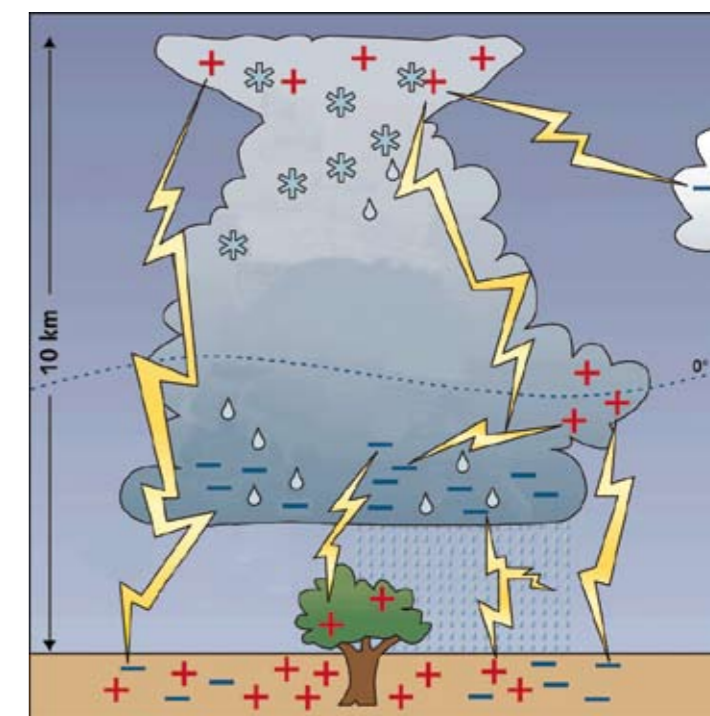
Man klassificerer lyn efter dannelsesforløbet. Et lynnedslag kaldes positivt eller negativt, afhængigt af fortegnet for ladningen i det område af skyen, der aflades.

Næsten alle lyn begynder oppe fra skyen. Man siger, at de initieres oppefra. Lynnedslag kan også i sjældnere tilfælde initieres nedefra. Hyppigheden af dette fænomen afhænger blandt andet af skyhøjden, idet lave skyer (eller høje genstande på jordoverfladen) øger sandsynligheden for at lynet starter nedefra, som det formentlig er tilfældet på fotoet fra Slovakiet på sidste side i artiklen.

Der findes således fire typer lyn: Negativt nedadinitieret (mere end 90% af lynene er af denne type), positivt nedadinitieret (mindre end 10%), negativt opadinitieret og positivt opadinitieret.

Lynet slår ned

Jorden bliver ramt af rigtig mange lyn hver dag. Nogle steder mere end andre. Danmark er ikke et særligt udsat område. Den gennemsnitlige tæthed for hele Danmark er opgjort til ca. 0,25 lynnedslag pr. kvadratkilometer pr. år.



Den årlige variation i nedslagshyppighed er meget stor, hvilket hænger sammen med, at en overvejende del af det samlede antal registreringer stammer fra nogle ganske få, men meget intense tordenvejrssituationer. Lynpejlingerne bekræfter i øvrigt den opfattelse, at den sydvestlige del af landet, specielt Sønderjylland, er den del af Danmark, hvor risikoen for lynnedslag er størst.

Statistikken fortæller, at omkring 5% af lynnedslagene i Danmark er registreret i maj, omkring 85% i sommermånederne, omkring 5% i september, og de resterende ca. 5% i de kolde måneder oktober til og med april. Det er altså i sommer - og campingmånederne - juni, juli og august at risikoen er størst.

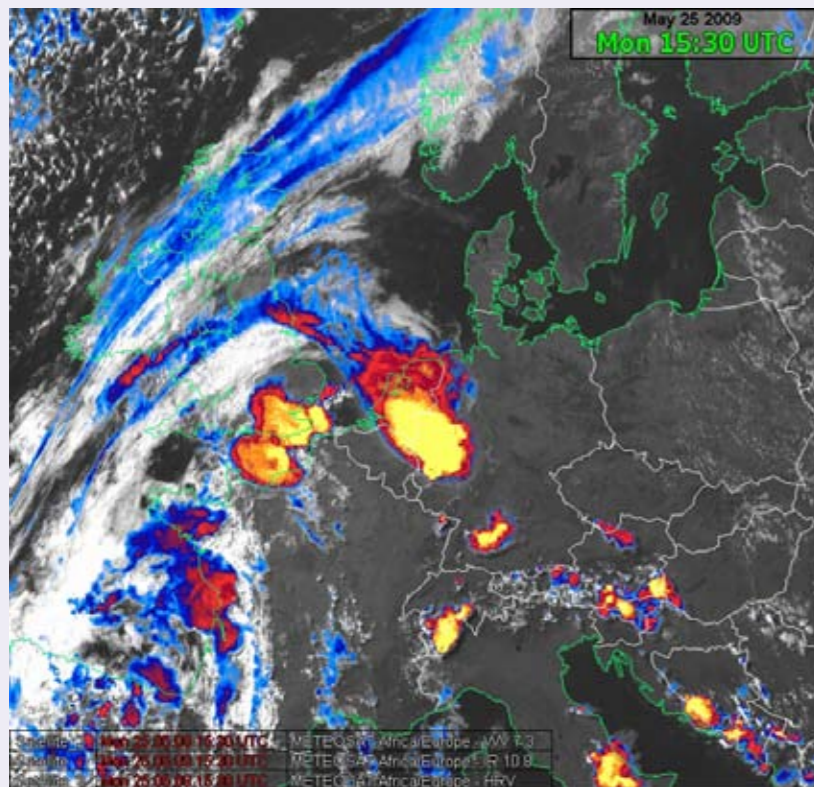
Den relative andel af lyn med positiv polaritet (positive lyn) - der erfaringsmæssigt er meget kraftige og ofte forvolder stor skade - er opgjort til ca. 10%. Store sommertordenvejr har relativt få positive lyn, men andelen stiger mod slutningen af tordenvejret, så der ofte forekommer randområder, hvor størstedelen af lynene kan

Enorm bygesky over Afrika fotograferet fra den internationale rumstation ISS. Som i det danske eksempel, er opstigningen stoppet af tropopausen, der nær ækvator kan ligge helt oppe i 20 kilometers højde. Til højre og foran den kolossale ambolt er endnu en optårning i gang. Foto NASA.

Stor bygesky over Danmark, hvis udbredelse opad er stoppet af den grænse i atmosfæren, der hedder tropopausen i 10-12 kilometers højde.

Tropopausen er grænsen mellem troposfæren og stratosfæren, hvor temperaturen skifter fra at falde opad til at stige. Dermed afbrydes den varme, fugtige lufts videre opstigning og skytoppen flader ud til den karakteristiske ambolt. Foto Kurt Winkler.





Meteorologerne har en stor mængde information til rådighed, når de skal forudsige lyn over Danmark; blandt andet data fra satellitter. Billedet her er fra klokken 17:30 den 25. maj 2009, hvor et antal kraftige tordenceller var på vej mod landet fra sydvest.

Billederne viser skyerne i sort/hvid. Derudover viser billederne information om temperaturen i toppen af skyen i blå/violette kulører. Den information bruger meteorologerne blandt andet til at estimere, hvor høje tordenskyerne er. Det gør de for at kunne vurdere intensiteten af torden og regn, og for at kunne orientere luftfarten, hvor viden om skyernes tophøjde har stor betydning.

Blå og violette kulører viser, at skytop-temperaturen er under minus 28°C og dermed er der som tommelfingerregel sandsynlighed for torden. De orange og røde kulører viser mængden af vanddamp i atmosfæren. I tordenvejr er signalet fra vanddamp højt og de røde og gule farver indikerer, at der under skyerne er udbredt tordenaktivitet.

Grafik fra DMI's præsentationssystem NinJo/ Forklaring af meteorolog Søren Brodersen.

være positive. Fænomenet skyldes, at den nedre, negativt ladede del af en tordensky skærmer for den overliggende, positive del, undtagen i visse dele af randområderne.

Af og til kan man, når tordenvejr er i nærheden, opleve at håret stritter som om det er elektrisk- og det er det. Det er også et sikkert tegn på, at luften snart kan blive

'ladet med lyn' da man højst sandsynligt befinder sig i et område med positive ladninger. Fænomenet opleves oftest i bjergrigt terræn, og man bør søge nedad mod lavereliggende områder.

Folk, der rammes af lyn, og er så heldige at overleve, beretter om både hjerteflimmer og meget højt blodtryk. Derfor bør man

straks søge læge. I øvrigt støder man ikke sjældent på skildringer, hvor tøjets bogstaveligt talt bliver blæst af kroppen på folk, der rammes af lynnedslag. Det skyldes, at lynet simpelthen får kropssveden til at fordampe så hurtigt, at der kommer et tryk på tøj og sko indefra.

Registrering af lyn

I dag kan du gå på nettet og se registrering af lyn næsten samtidig med at de forekommer.

Det første forsøg på en kvantitativ beskrivelse af lynforekomster i Danmark blev gjort i 1965 med oprettelsen af et landsdækkende net af lyntællere. De godt 20 målestationer var alene beregnet til at tælle antallet af lynnedslag inden for en mere eller mindre veldefineret afstand fra stationen. Siden er der udviklet moderne lynpejlesystemer, der er i stand til ikke alene at lokalisere, men også at tidsfæste de enkelte lynnedslag.

DMI's nuværende pejlesystem, der blev installeret i 2000, registrerer i princippet al lynaktivitet over Danmark. Det gælder både lyn, som slår fra sky til jord og fra sky til sky. Når skylynene begynder i et område, kommer der med ret stor sikkerhed lynnedslag 10-20 min. senere. Luftfarten er stærkt interesseret i disse sky-sky lyn.

I forbindelse med et lynnedslag forårsager den kraftige lynstrøm en elektromagnetisk bølge, der som "ringe i vandet" udbreder sig i alle retninger. Det danske system er baseret på krydspejlinger og tidsstempling af disse elektromagnetiske signaler.

De enkelte pejlestationer registrerer hver især retningen til lynudløsningerne i forhold til geografisk nord, tidspunktet samt strømstyrken på lynene. Informationerne sendes til en centralenhed hos DMI på Lyngbyvej i København. Den nøjagtighed hvormed lynnedslag kan registreres på de enkelte lynnedslag, er for de fleste lyn bedre end 500 meter.

Registrerede sky-jord lyn på den første rigtige tordendag i 2009, den 18. maj. Grafik DMI/dmi.dk.



Forholdsregler i tordenvejr

- ⚡ Søg ikke ly under træer, specielt ikke et enkeltstående træ heller ikke i et telt under et træ.
- ⚡ Prøv at undgå tårne, åbne pladser, sejlbåde og høje bjerge.
- ⚡ Lad være med at røre større elektrisk ledende genstande – fx hegn, rækværk, vandhaner, varmeapparater eller apparater forbundet til el- og telefonnettene.
- ⚡ Det er ret sikkert at være indenfor, men luk døre og vinduer og undgå som nævnt ledninger, telefonen og rørføringer. En lynafleder gør selvfølgelig huset mere sikkert, men der er aldrig fuld sikkerhed for at den tager al strømmen.
- ⚡ Selv om telefonkabler i dag er nedgravede, er der eksempler på at lyn har fundet vej flere meter ned i jorden og videre gennem kablet. Det er dog ret sikkert at tale i telefon i dag under et tordenvejr og selvfølgelig meget sikkert i de ledningsløse mobiltelefoner. Man skal blot huske på at det stadig er en elektrisk ledende genstand, man har i hånden.
- ⚡ Det eneste der faktisk er helt sikkert, er at sidde i et helt lukket, jordet metalbur (et såkaldt Faradays bur) hvor man ikke berører siderne. En bil med lukkede døre, vinduer og soltag er et sådant bur. Lynet undslipper via hjulene, selv om dækkene er dårlige ledere. Andre transportmidler såsom fly, toge og skibe, fungerer også som metalburer.
- ⚡ Lad være med at tro at cykling er ufarligt. Fejlagtigt tror mange at dækkenes isolerende evne beskytter, men man skal altså sidde i et lukket metalbur for at være helt beskyttet.
- ⚡ I en båd med mast er der risiko for lynnedslag i masten. Hvis man bliver fanget på søen af et tordenvejr (ser lyn eller hører torden), er det altid en god regel at søge så langt væk fra masten som muligt fx bagerst i cockpittet eller i kahytten og lade være med at røre elektrisk ledende genstande heller ikke fiskestangen.
- ⚡ Undgå helst badning.

Flere lyn slår samtidigt op fra et tårn på højedraget over Banská Bystrica i Slovakiet. Foto: Wikipedia/E.L. Caballero.