

Om lyn og torden og en tur i sejlskib over Kattegat tværs gennem en gevaldig tordenbyge i sommeren 2009.

Af Ole Plett

I artiklen fortælles om en tur til den dejlige Mariager Fjord og om turen hjemad over Kattegat. Gennem en kraftig tordenbyge med adskillige lynnedslag i nærheden. Mens det stod på, lovede jeg mig selv at undersøge risikoen for at blive ramt af lyn. Det er også blevet til en sammenligning med risikoen ved andre af dagligdagens gøremål.

Tordenskyers opståen, forklaringer på de høje spændinger der opstår i skyen og de mest almindelige typer lyn og udladninger gennem atmosfæren beskrives.

Samtidig ser vi på de kraftige strømstyrker, deres tidsforløb og de spændinger det kan fremkalde i bådens metaller.

Om lynaflederne bliver varme ved et nedslag behandles, ligesom den årlige hyppighed af lynnedslag i Danmark og landene tættere på ækvator.

Beskyttelse af båden og mandskabet er viet et særligt afsnit.

I forsommeren 2009 besluttede familien at tage til Mariager Fjord, forudsat at vejr og vind var gunstige. Det var en beslutning ud over det sædvanlige, for vi ynder at sejle uden aftaler og noget mål, og først tage beslutning (med en våd pegefinger) når vi er ude af hjemhavnen. En beslutning står dog fast. Vi vil overnatte for anker hvis det er muligt, og vejret er til det. Gerne i flere dage. Man ligger i sit eget univers, oftest uforstyrret af andre, og kan nyde naturen om dagen og stjernehimlen om natten. Vores nabogalakse Andromeda kan man mageligt se med en almindelig kikkert som vi alle anvender til søs. Med det blotte øje kan den vanskeligt ses, og man skal vide hvor den er i forhold til stjernerne. Andromeda er en "jævertus" lidt større end mælkevejen. Den er ca. 2,5 millioner lysår væk. På nattehimen fylder den 2,5 grader, en smule mindre end månen, men på grund af den store afstand og dermed beskedne lysstyrke er den upåagtet af de fleste. Med avanceret fotografisk udstyr ses den at fylde seks gange månens diameter i længden og to i bredden, men det kan øjet ikke se.

Mariager Fjord er speciel ved den ret stærke strøm der løber i sejlrenderne i fjordens østlige halvdel. Med 6 timer og 12 minutters mellemrum skifter strømmen retning. Det har lidt betydning for fremkommeligheden at man sejler i medstrøm.

Med en oplysning om højvande fra en turistbrochure, lykkedes det undervejs at lave en tidevandstabel. Vi var dog ikke lige opmærksomme på, at oplysningen for højvande skyldtes lodserne ved den gamle lodsstation i fjordens munding. Overraskende nok var der stor forskel på strømmen i fjordmunden og længere inde. Den kunne faktisk løbe hver sin vej, og så bliver det svært.

Det lykkedes at nå frem til Hadsund uden for meget besvær ved at gå i kanten af strømmen på lavere vand. Den teknik kender vi jo fra kapsejladserne Sjælland Rundt og Møn Rundt, og mange års sejlads i Bøgestrømmen.

En lille begivenhed fra Hadsund skal med her, selv om skipperen ikke er så stolt af den. Den får betydning for hjemturen over Kattegat.

Ved afsejlingen fra Lystbådehavnen bakkede vi ud fra en plads mellem pæle, og for at få stævnen op mod vinden måtte vi have lidt styrefart på. Det blev lidt for meget, så vi ramte en badestige på en overfor-liggende motorbåd. Vi skyndte os selvfølgelig at se efter om der var sket noget med ham. Det var der tilsyneladende ikke, men vi opgav navn og telefonnummer til nogle klubkammerater der kendte ejeren.

I farten glemte vi at se efter om der var sket noget med os selv, men på vej mod Mariager kiggede medskipperen efter. Hun kunne rapportere at vi havde et ordentligt hul i bådens hæk, begyndende 25 cm over vandlinien. Så vi listede forsigtigt videre.

Planen var ellers at ligge for anker i den skønne bugt øst for Kielstrup sø. Det blev der ikke noget af nu, for vi måtte lave en midlertidig reparation af hækken i Mariager.

Gummibåden blev søsat i havnen, og derefter klippede vi et stykke voksdug til så det rigeligt dækkede hullet som var omkring 25 cm langt og 5 cm bredt.



Voksdugen blev fastgjort udefra med Sikaflex på bagsiden og klar transport tape i flere lag på ydersiden. Transport tape kan tåle vand og er stærkt, men kunne det også klare turen hjem, hvor søen skyller op over den nederste tredjedel af reparationen?

Som ekstra sikkerhed fik vi i sidste øjeblik fat i et stykke vandfast finer som kunne skrues på indefra og tættes med Sikaflex, hvis reparationen ikke holdt.

Med en beskadiget båd besluttede vi at sejle hjemad, så næste dag begav vi os mod Kattegat,

Fig.1. Foto L. Plett

og nu havde vi styr på hvornår, der var medstrøm. Vi valgte at sejle til Bønnerup, som er havnen på nordsiden af Djursland med vindmøller på begge sider af havneindsejlingen.

Vel fortøjet kunne vi godt se at der var "arktiske cumulus skyer" i højden mod vest. Det er et sikkert tegn på ustabil luft.

Næste morgen sejlede vi mod Gilleleje lidt over kl. 9. Det er en distance på 61 sømil, så det kan vel tage omkring 10 timer. Kursen var 117 grader. Vejrudsigten sagde svag til frisk vind fra vest til sydvest og byger med mulighed for torden.

Vejret var flot med skyfri himmel og svag vind de første sømil, så vi gik for motor for at nå Gilleleje inden det blev alt for sent.



Fig. 2. Ustabil luft over Bønnerup. Foto O.Plett

Klokken 13 checkede vi reparationen af hækken. Saltvandet stod 1/3 op om voksdugen, men tapen holdt og der kom ikke en dråbe ind i agter kahytten.

Kort efter trak en sort byge op fra sydvest. Der var ruller skyer på forkanten og der hang en 20-30 mammatus (bryst) skyer ned i den sydlige side. Det var ikke gode tegn, og kl. 13:50 havde vi kraftig regn med hagl. Vi lukkede nedgangen til kahytten for slagregnen. Vinden drejede i syd, så vi rullede gennuoen ind til en lille trekant, og lod motoren klare

resten. Startkablerne blev sat i vant og agterstag. Forstaget er i sig selv en lynafleder fordi båden har bovspryd med et vaterstag der næsten når vandet. Vinden var taget til og søen blev på ingen tid omkring to meter høj.

Lynene lyste når de udløstes i skyerne. Nogen af dem ramte vandet omkring os, men lidt væk heldigvis. Et lyn imponerede os. Det kom fra syd på styrbord side i en vinkel på vel 20 grader med skyernes underside, krydsede vores kurs, og slog ned i vandet et stykke væk. Et hurtigt kig på vindmåleren viste 17 meter pr. sekund. Søen slikkede på reparationen højere oppe. Ville det holde?

Efter et par timer var det overstået. Vinden løjede. Søen tog langsomt af. Reparationen holdt til Gilleleje og endda helt hjem.

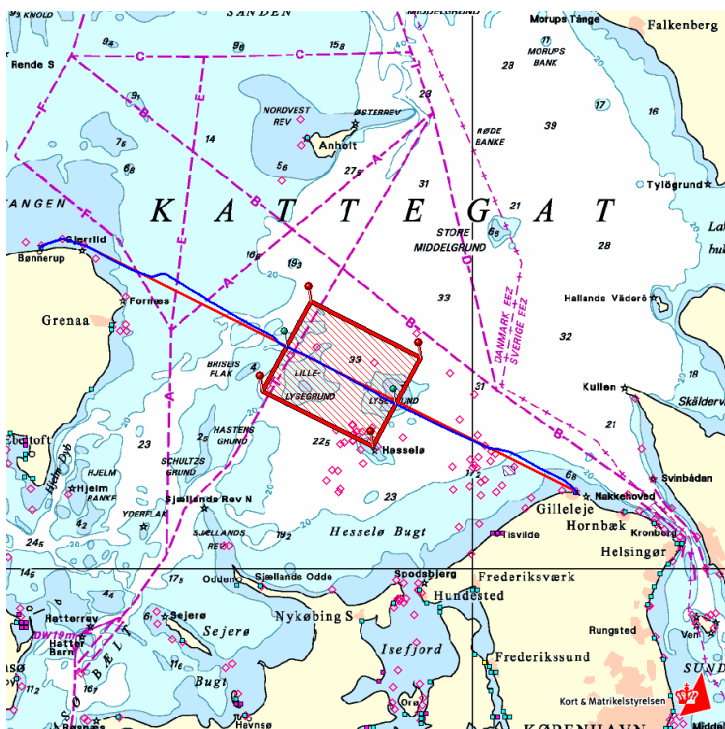


Fig. 3. Bønnerup til Gilleleje. Lynnedslag i nærheden fra kl.13:50 til 15:50, markeret med små røde firkanter. Vi befandt os i den røde skraverede firkant som markerer området for beregning af nedslagshyppighed pr. kvadratkilometer i de to timer tordenbygen passerede. Kilde: Det Levende Søkort, med bådens GPS plot af sejladsen

Lyn er spektakulære, men også skræmmende til havs. Med en aluminiumsmast der stikker 13-14 meter op over havoverfladen, føler man at den ligefrem kalder på lynene. Heldigvis viser undersøgelser og rapporter, at metalmaster ikke tiltrækker mere end andre materialer, som ikke leder nær så godt. Rammes en metalmast alligevel, så slukkes lynets lysbue resten af vejen ned til vandet, og man undgår formentlig at få trykbølgen fra opvarmet luft lige i hovedet. Hvor skal man gemme sig? Der er ingen velegnede steder, og hvad hvis båden bliver ramt? 12 volt systemet kan næppe tåle det og ferskvandskølingen er afhængig af en elektrisk pumpe. Ok, så sejler vi videre for sejl alene, som andre gange hvor motoren strejkede når der var mindst brug for det. I snævre danske havne er det dog ikke bekvemt at tumle rundt med tunge damer på 6 tons eller mere. Slet ikke i 17 m/s

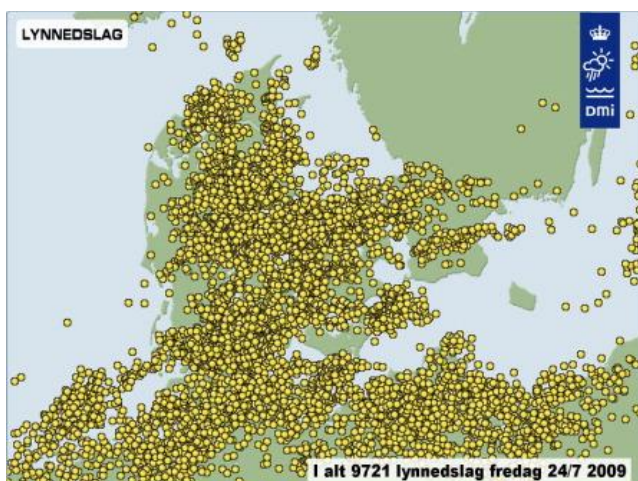


Fig. 4. I alt 9.721 lynnedslag blev registreret i Danmark og nabolandene fredag 24. juli 2009. Bønnerup og Gilleleje gemmer sig under de små gule prikker, som hver markerer et lynnedslag
Kilde: DMI

Navigationen er også afhængig af strøm, men det er ikke så kritisk for vi har da papirkort og kompas.

Vi har oplevet torden og lyn til søs før, men denne gang lovede jeg mig selv at finde ud af hvilken risiko man egentlig løber mens tordenbygen passerer.

Inden jeg kaster mig ud i risikoberegninger er det nødvendigt at vide noget mere om lyn og deres opførsel.

Lynets fysik.

Tordenskyer er kilden til lyn og kan opstå på flere måder, men har altid noget med opstigende luft at gøre. De kan opstå over land eller vand. Hyppigst om sommeren.

Når solen varmer jorden op, kan en boble af overliggende fugtig luft blive så varm at den begynder at stige til vejrs. Lufttrykket falder opefter, og luftboblen udvider sig. Det fører til at den afkøles. (Modsat effekt af en cykelpumpe hvor luften bliver presset sammen og den bliver varm i den nederste del). Er den overliggende luft varmere end luftboblen, sker der ikke mere og boblen falder ned igen.

Ofte er luften ovenover koldere end luftboblen (også selv om den afkøles). Så fortsætter opstigningen og det kan gå rigtig stærkt. På et vist tidspunkt bliver skyen synlig, fordi fugten fortættes til damp. Det sker tit i omkring 1000 meters højde, og skyen ser flad ud i bunden, men blomkålsagtig i toppen. Den er blevet til en Cumulus sky. Ved fortætningen afgives der varme, og temperaturen stiger i boblen. Opstigningen fortsætter nu hurtigere, hyppigt til 10 km højde, hvor skyens top flader ud. På det tidspunkt er temperaturen i skyens øvre dele faldet til under frysepunktet og vandet i skyen bliver afkølet til minusgrader. Støv og voldsomme bevægelser fører til isdannelse, og når det sker, har vi en fuldt udviklet tordensky med en ambolt som er meget karakteristisk. (Fig.5.)

Er skyen mindre kraftig dannes ambolten ikke og så bliver den blot til en bygesky, uden ambolt. Det er en hårfin balance der afgør om skyen kan blive til en tordensky.

Torden der opstår på grund af opvarmning af enkelte luftbobler om sommeren, kaldes varmetorden.

En anden (og hyppigere) form for torden kan opstå, når en koldfront passerer ind over landet. En koldfront er blot tung koldere luft der trænger frem mod varmere og lettere luft. Herved løfter den kolde luft den varme til vens, og så har vi den samme situation som med luftboblen. En koldfront kan sagtens række fra Skagen til Gedser, og så kan vi få fronttorden i landet.

Tordenskyer er noget piloterne har respekt for på grund af de voldsomme luftbevægelser, og de flyver udenom de værste celler, som de holder øje med på vejrradaren eller lyndetektoren.

De høje spændinger opstår når tordenskyen er blevet fuldt udviklet, og ambolten med iskrystaller har dannet sig. Så er der voldsomme op- og nedadgående bevægelser i luften derinde, og regnen er begyndt at falde i forkanten.

Der er ikke enighed hos fagkondskaben om hvordan de høje spændinger opstår, men gnidning er et godt bud, for gnidning skaber statisk elektricitet. Det kender vi fra frisering af tørt hår, eller hvis vi tager en nylontrøje af i tør luft. (Prøv i mørke, det er rigtig flot når gnisterne springer, men gør det ikke hvis en åben acetoneflaske eller brændbare væsker og luftarter er i nærheden).

De voldsomme bevægelser i luften river iskrystaller og vanddråber fra hinanden. Ved gnidningen bliver krystallerne positive og dråberne negative. Krystallerne føres til vejers og dråberne samles i bunden af skyen. Der opbygges store ladningsforskelle i skyen, som fører til millioner af volt spændingsforskelle mellem bund og top, eller mellem bund og havoverfladen nedenunder. Sidstnævnte bliver positivt ladet, selv om den til daglig er negativ.

Det kaldes en skyggeladning og er ikke så mystisk, da ens ladninger frastøder hinanden, så de negative i havoverfladen bliver skubbet væk af feltet fra dem i bunden af skyen, og tilbage er positiv ladning.

Lyn er "blot" store gnister der springer mellem negative og positive ladninger.

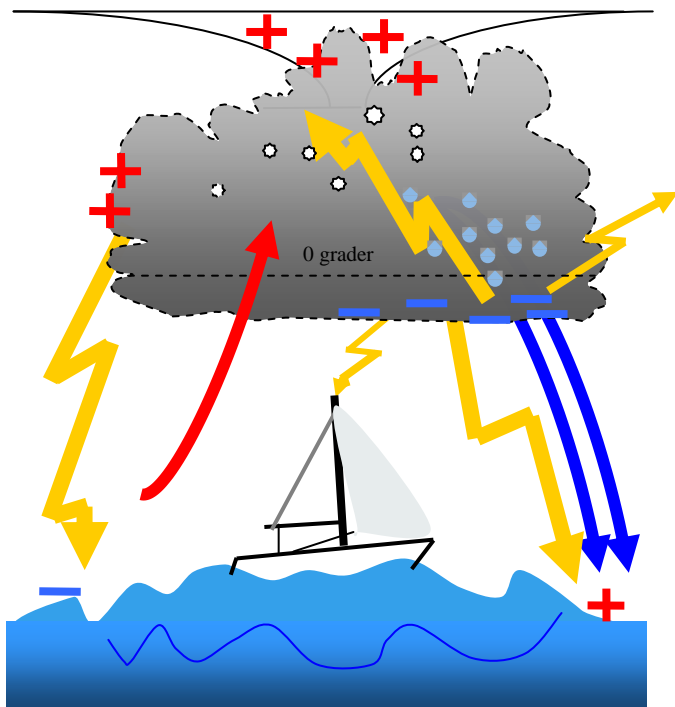


Fig.5. Lyn kan springe mellem sky og hav, mellem to skyer og inde i skyen. Negative og positive ladninger ses samt frosne og flydende vanddråber. Tillige vises opadgående varme vinde og nedadgående kolde vinde
Kilde: Ole Plett

Der er forskellige slags lyn.

Udladning mellem bund og top i skyen eller på tværs inde i skyen. Mellem to skyer.

Lynnedslag foregår mellem skytop og hav eller (hyppigst) mellem skybund og hav.

Lynene som rammer havet kan enten være positive eller negative og starte enten nedefra eller oppefra.

Omkring 90% af lynene som rammer havet er negative og starter fra skybunden.

De er svagere i strømstyrke end de resterende 10 % som er positive lyn. Strømstyrkerne kan være alt mellem nogle få tusinde- til over tohundrede tusinde ampere.

Artiklen fortsættes i næste Sundmail, hvor vi ser på:

Hvad får lyn til at slå ned, hvornår rammer det os og hvor stor er risikoen?

Kan risikoen sammenlignes med noget vi kender fra dagligdagen?

Kan de startkabler vi bruger som lynafledere holde, hvis båden bliver ramt?

Lynnedslags hyppighed i Danmark og landene tættere på ækvator.

Hvordan kan man beskytte mandskabet og båd med udstyr, mod lynnedslag og hvad gør de i "ækvatorlandene".

Om lyn og torden og en tur i sejlskib fra Bønnerup til Gilleleje tværs gennem en gevaldig tordenbyge i sommeren 2009. Af Ole Plett

(Fortsat fra Sundmail nr. 3)

Hvad får lyn til at slå ned, og hvornår rammer det os?

Når spændingsforskellen mellem skyens bund og havet er stor nok bryder luftens isolerende evne sammen.

Det foregår ikke på en gang, men ved at de elektriske ladninger "hakker" sig nedad i skridt på 50m eller deromkring og gør luften ledende ved ionisering. Holder en meget kort pause på omkring 50 mikrosekunder og søger videre nedad, samtidig med at der hældes negativ ladning ned ovenfra i den kanal der nu er dannet.

Man kan næsten forestille sig at lynet så lige orienterer sig mens det holder pause for at finde ud af hvor det er lettest at fortsætte nedad.

Efterhånden når det ned i 50-100m over havoverfladen, og så begynder det at betyde noget om der er høje genstande i nærheden som er lettere at ramme end den korteste afstand lige ned.



Fig. 6. Viser hvordan lynet hakker sig nedad og mødes med en opadgående kanal. Billederne er optaget med et hurtigt specialkamera. Tidsaksen er i mikrosekunder. Kilde: Desitek A/S

Det elektriske felt som skyldes ladningerne bliver stærkere og mere koncentreret fra spidsen af lynkanalen og nedad mod havet eller jorden. På

toppen af en mast i nærheden, kan feltet være så stærkt at luften ioniserer opad (Sct. Elms ild). Man kan også opleve at hår på hovedet rejser sig.

Nu er det ved at blive kritisk hvis man er indenfor en vis afstand fra lynkanalen. Den afstand kaldes naturligt nok den kritiske radius. Er man inden for den er man i et risikoareal, og så kan der godt være højere genstande udenfor som ikke bliver ramt. Når den ioniserede luft fra mastetoppen opad mødes med lynkanalen ovenfra kortsluttes det hele og "gnisten" springer med strømstyrker fra nogle få tusinde ampere til lidt over hundrede tusinde ampere.

Selve gnisten varer kun omkring 20-50 mikrosekunder, og klinger ud i løbet af 600 mikrosekunder. Strømførsløbet er typisk en hurtig opstigning til maksimum værdien og efterfølgende langsommere henfald som vist nedenfor i fig.8.

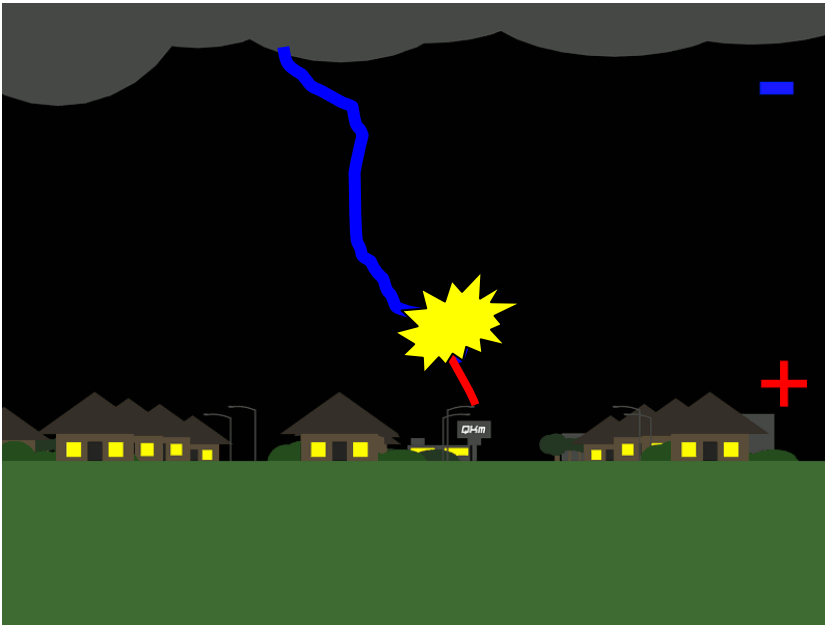


Fig. 7. Lynet skal netop til at springe når nedadgående og opadgående lynkanaler mødes. Kilde: Wikipedia modificeret af O.Plett

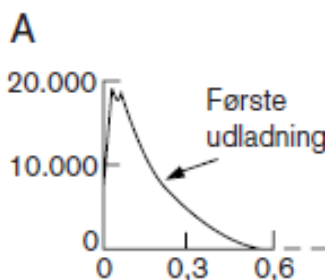


Fig.8. En typisk lynstrøm som funktion af tiden i millisekunder.
Kilde: John Cappelen, DMI

Målinger har vist at, efter den første udladning går der omkring 50 millisekunder hvor lynet samler sig sammen og gentages med en lavere strømstyrke, typisk 3-5 gange, men i sjældne tilfælde op til 20 gange. Det kaldes deludladninger.

Det er den kritiske radius og risikoarealet, ikke bare for masten alene, men for båden og masten sammen, man skal have fat i, for at få begreb om risikoen for at blive ramt mens det lyner omkring en.

Den kritiske radius er tillige afhængig af lynets strømstyrke, men for en båd af vores størrelse, 10,3m lang, 3,2 m bred og 13 m høj ligger den i størrelsesordenen 25 til 75 m (afhængig af strømstyrker mellem 6.000 og 112.000 ampere). Det er en anden måde at sige at lynet er rimeligt (men ikke helt) uinteressant i os, hvis den vandrette afstand til lynkanalens spids er større end 75m.

Man kan komme tættere på en forudsigelse af sandsynligheden for at blive ramt indenfor de to timer uvejret varede, ved at tage udgangspunkt i de metoder der benyttes af professionelle for at beregne nedslagsrisiko for bygninger. Man får brug for hyppigheden af nedslag pr. kvadratkilometer i det område man er i, indenfor de to timer uvejret varede.

Det kan synes uoverkommeligt, men Danmarks Meteorologiske Institut (DMI) holder regnskab med lynene i Danmark.

På DMI's hjemmeside kan man se hvor lynnedslagene har været inden for de seneste 3 timer eller et helt døgn. (Fig.4.)

For mere præcise beregninger har DMI velvilligt støttet med oplysninger om lynnedslagenes position, tidspunkt, og en estimering af strømstyrken.

Vi gennemsejlede et område hvor nedslagshyppigheden var 0,0256 nedslag pr. kvadratkilometer pr. 2 timer.

Det resulterer i at sandsynligheden for at blive ramt er af størrelsesordenen 0,00016 eller 1 gang ud af 6.500 gennemsejlinger af et lignende tordenvejr.

Resultatet er ikke særligt skræmmende, og harmonerer ganske godt med den oplevelse de fleste har, at det er sjældent man hører nogen bliver ramt.

Til grund for disse udregninger ligger der to forskellige beregningsmåder som fører til næsten samme resultat. Beregningsmåderne stammer dels fra et amerikansk institut og dels fra en metode som firmaet Desitek A/S angiver på deres hjemmeside. Matematikken er håndterlig, og hvis nogen er interesserede skal jeg gerne redegøre for hvordan risikoen og andre af artiklens resultater er beregnet.

Jeg kan i øvrigt kun erindre fem gange i en 38 årig sejlerkarriere hvor vi var udsat for lignende tordenvejr til søs, så der er langt til 6.500, men tag ikke fejl. Et nedslag kan ske næste gang vi passerer en tordenbyge, for statistik og sandsynlighedsregning fortæller ikke hvornår det sker. Resultatet er en tilnærmelse og giver en ide om risikoen omfang, men skal ikke tages som en sandhed mejslet i sten. Når man regner på lyn som er underlagt tilfældighedernes spil og man bruger spinkel statistik, er der mange ting der har betydning. Nedslagshyppigheden pr. kvadratkilometer er et godt eksempel. Den afhænger helt af hvor mange lyn der slår ned indenfor det areal man har valgt.

Familien der beretter her var godt nok på det forkerte sted, men på det rigtige tidspunkt. Vi blev ikke ramt, men det kan ske, og risikoen er større end de årsgennemsnit man normalt ser i statistikkerne.

Under hele tordenbygen var der lynnedslag omkring os, og havde vi valgt en kurs tættere på Hesselø, var sandsynligheden formentlig blevet større.

I dagligdagen udsætter vi os for andre risici, så man kan spørge om resultatet kan sammenlignes med noget vi kender?

Man anvender af og til begrebet timerisiko.

I begyndelsen af 80-erne skrev chefredaktøren for ugeavisen "Ingeniøren", civilingeniør T. Morsing en bog om risiko for at omkomme.

- En Formel-1 racerfører havde dengang en timerisiko for at omkomme på 0,00023, eller 1 til 4.350
- En præsident havde en timerisiko for at blive myrdet på 0,000012 eller ca. 1 til 83.000
- Timerisikoen for dødeligt uheld ved bilkørsel var 0,00000046 eller 1 til ca. 2,2 millioner

I dag er det nok blevet mere risikabelt at være Formel-1 racerfører, præsident eller køre i bil.

Til sammenligning var vores timerisiko 1 til 13.000. Måske lovlig tæt på Formel-1 racerføreren, men fordi en sejlbåd rammes af lynet er det ikke sikkert man omkommer. Mange andre faktorer spiller ind. Forskrækket eller bevidstløs, ja, men mast og rig virker i nogen grad som et såkaldt Faraday bur som beskytter. Især hvis man husker at forbinde vant og stag til vandet med startkabler inden tordenvejret begynder. Man kunne dog godt have ønsket et mere finmasket bur.

Kan man beskytte sig bedre?

I dele af verden, tættere på ækvator, forekommer torden og lyn langt hyppigere end i Danmark, så her er problemet alvorligere.

På fig.9. ser man at Danmark ligger øverst i det blå område med få lynnedslag pr. år. Landene i nærheden af ækvator er hårdere ramt.

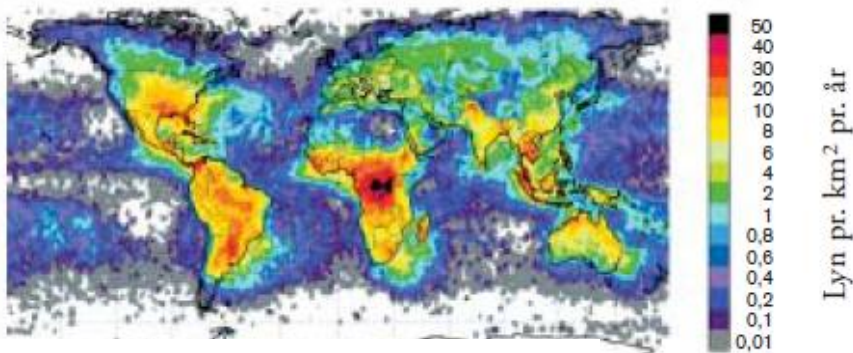


Fig.9. Gennemsnitligt årligt antal lynnedslag pr. km² over hele kloden. Kilde: Nasa MSFC

Nedslagshyppigheden i Danmark er omkring 0,2 lyn pr kvadratkilometer pr. år. Den afhænger af geografiske/geologiske forhold og er lavest på havet. Sejlsportens rådgiver i højrisikolande til at undgå spidse genstande i toppen af masten. Det er der en vis

fornuft i, fordi det elektriske felt (v/m) fra en spids genstand er kraftigere end fra en pænt afrundet genstand.

Et stærkt felt kan være med til at bane vej for ionisering af luften op mod en lynkanal, og dermed starte selve kortslutningen af lynet. Se fig. 6 og 7.

Mastetoppen bør derfor være rund som en kugleskal. Det kan tilnærmelsesvist opnås med ledende pinde i vifteform, som tilsammen danner noget der ligner en kugleskal. Ved samme lejlighed kan man flytte VHF-antennen fra toppen ned på salingen så den samtidig er beskyttet af vantene.

Måske opnår man tillige at de svagere signaler forsvinder som den opsamlede oppe fra toppen og som slipper igennem squelch'en, men er aldeles uforståelige.

Hvis 10.000 til 100.000 ampere brager ned gennem mast, vant og stag, så opstår der et magnetfelt som ved induktion kan danne spændinger og strømme i andre ledende dele i båden.

Ydermere vil strømmen i sig selv gennem en leder bevirke spændingsforskelle mellem de to ender. For startkablet i nærheden af 8.000 volt i den korte tid lynet passerer. Derfor skal man ikke røre ved metaldele.

Inducerede spændinger kan også forårsage gnister mellem metaldele i båden. I værste fald tværs gennem cockpittet. Det er ikke rart at stå i vejen for, så derfor foreslås alle metaldele i båden bundet sammen med kabler og ført til motorblokken (stel). 16 mm² (4,5 mm diameter) er standard i den professionelle verden, som kalder det potentialudligning.

Permanente kobberkabler fra røstjernene til motorblokken eller jernkølen er nok heller ikke en dum ide, men man skal være opmærksom på muligheden for vagabonderende strømme som kan forårsage tæring.

Endelig findes der firmaer, f.eks. Desitek A/S, som leverer moduler til overspændingsbeskyttelse af elektrisk udstyr, og lynafledere til den kommercielle søfart.

Kan et startkabel så holde til de voldsomme strømme i et nedslag?

Hvis man forudsætter at startkablet er 5,5mm i diameter (som mit eget), 4m langt, af kobber og kun yder ohmsk modstand, så kan man ret simpelt få en ide om opvarmningen. Med et strømforløb nogenlunde som figur 8 ovenfor (dog med 100.000 ampere maksimalværdi) får man en temperaturstigning på omkring 8 grader. Selv med 4-5 efterfølgende deludladninger af lavere strømstyrke sker der intet dramatisk.

Samme lynstrøm kan opløses i en sum af strømme med forskellige frekvenser, faser og amplituder. Ud fra stigetider og pulsvarighed viser en foreløbig analyse dominerende frekvenser fra 20 til 100 kHz, måske lidt højere. (Det passer med at det fortrinsvis er på langbølge man hører "knas" under torden.

Højfrekvente strømme har det med kun at ville løbe på lederens overflade. Det kaldes strømfortrængning og betyder en højere modstand i startkablet fordi det meste af strømmen løber i overfladen og kun en mindre del inde i kablet. Så øges varmeudviklingen.

Med den forudsætning bliver temperaturstigningen op til 54 grader i lederens overflade.

En (Fourier)-analyse kan fastlægge stigningen mere nøjagtigt, men i fagkredse er det opfattelsen at strømfortrængning har en underordnet betydning. Det kan der være nogen fornuft i fordi kablet ikke bare har ohmsk modstand men også selvinduktion.

Der er altså ikke tale om at kablet smelter, hvilket nok overrasker nogen, men kobbers smeltepunkt er 1084 grader. Et startkabel er måske lige tyndt nok til de kraftigste af lynnedslagene. Isolationen omkring kablet kan blive lidt lun.

Lyn beskyttelsesnormer foreskriver 58 mm² (diameter 8,5 mm) til direkte lynstrømme.

Langt de fleste lyn har strømstyrker under 100.000 ampere, så der er her tale om et sjældent grænsetilfælde. Til professionel lynbeskyttelse ynder man at dimensionere for 90% af lynnedslagene.

Der er også set enkelte lyn der har højere strømstyrke (250.000 ampere), og som varer længere. Sådant et lyn vil nok være hård ved startkablets isolation, men ikke smelte kablet.

Lynnedslagene i vores nærhed på turen var mellem 2.000 og 30.000 ampere. 80 % var negative.

Konklusion

Risikoen for at blive ramt af et lyn til havs er til stede, men man skal være meget uheldig. Om en risiko i nærheden af hvad en Formel-1 racerfører udsætter sig for er acceptabel må være en smagssag, men de fleste vil nok mene at hvis man i gennemsnit skal sejle gennem 6.500 tordenbyger af 2 timers varighed før et lynnedslag indtræffer, så er det til at leve med. Især hvis man er blevet fanget i det.

Selv om startkabler ikke er ideelle, så er de meget bedre end ingenting, og de er billige, så nogle stykker i båden har de fleste råd til.

Det anbefales at man går "indendørs" indtil det værste er overstået og især bagfronten har passeret. Herfra kommer sommetider de kraftige positive lyn. Man forlader cockpit og dæk og søger til kahytten, hvor man ikke skal røre ved metal. Sluk og frakobl alle forbindelser til vigtig elektronik, eller sørg for at overspændingsbeskyttelse er installeret.

Det rejser straks spørgsmålet om hvem der så skal styre sejlbåden, men her må selvstyreren tage over (hvis der er en) så mandskabet kan beskytte sig. Hurtige og hyppige udflugt er en selvfølge.

Hvis Danmarks Meteorologiske Institut varskoer om **mulighed** for torden skal det tages alvorligt. Vi tog ikke synderlig notits af formuleringen som vi nærmest opfattede som en lille mulighed.

Efterfølgende har vi lært at det er umuligt at sige om der kommer torden. Den hårfine balance mellem en cumulus sky med nedbør og en med nedbør og torden er ikke til at forudse, så der er måske snarere tale om 50 % chance. Det har noget med luftens fugtighed at gøre.

Ser man skyer som nærmer sig med voldsomt udseende så regn med torden.

Vi har derfor vænnet os til at når der meldes "mulighed for torden" så bliver vi i havnen.

Jamen her kan man også blive ramt. Javist, men man er ikke mutters alene på havet for her er der mange master at dele risikoen med. Sker nedslaget alligevel så er hjælp lettere at skaffe.