

WANNEER THOR ZIJN KRIJGSHAMER WERPT

Willem Plet ging op onderzoek uit naar de oorzaken en gevolgen van blikseminslag aan boord. Een terugkerend thema waarbij, zo lijkt het, de tijd heeft stilgestaan. Zijn modernere jachten nu beter beschermd tegen bliksem of juist kwetsbaarder door bijvoorbeeld meer elektronica aan boord en het gebruik van slecht geleidende materialen tussen masttop en kiel?

TEKST WILLEM PLET FOTO'S ISTOCKPHOTO EN ARTHUR RIJSBOSCH



“Nog even snel die bovenmar-
sen eraf jongens!”, roept de
tweede stuurman vanaf de
brug. Even later staat de
halve hondenwacht op de ra's
om de boel op te doeken. 360
Graden rondom dreunt de
zee van het gedonder en de
inslaande bliksemschichten.

Een waar spektakel, maar de vaart bij het opdoeken zit er
deze keer wel goed in. Nu zo snel mogelijk die mast weer
uit.

Het is een flard van een herinnering aan een nachtwacht
op de clipper Stad Amsterdam ergens op de Indische Ocea-
aan. Hoewel de onweersbuien niet direct boven ons hingen,
had ik er geen fijn gevoel bij om op dat moment de
mast in te gaan. Was de afweging tussen het gevaar van
blikseminslag en te veel zeil bij een volgende bui gerecht-
vaardigd? Wat zijn de gevaren van onweersstormen voor
bemanning en schip? Dit oeroude onderwerp blijft zeilers
intrigeren, omdat we natuurlijk ook zo enthousiast met
die mast naar de onweersbuien boven ons blijven prik-
ken. Hallo onweersstorm, hier ben ik met mijn hoge mast.
Pak mij maar.

ONEERLIJKE VERDELING

Ruim veertigduizend onweersbuien per dag. De
opbrengst: een kleine tien miljoen bliksemschichten.
Slechts een fractie ervan haalt het aardoppervlak - laat
staan de masttop - in daarvoor, zo lijkt het, aangewezen
gebieden (zie kaart). In Nederland ligt dat getal op jaarba-
sis rond de 100.000 inslagen, met als gevolg vijf dodelijke
slachtoffers. Het goede nieuws is dat er boven land gemid-
deld tien keer vaker onweersbuien ontstaan dan boven
water. Hoe tegenstrijdig ook, het lijkt erop dat een goed
voorbereide zeiler veiliger door een onweersstorm komt
dan een wandelaar in de duinen.

NEDERLAND ONWEERSLAND OF NIET?

In Nederland is de locatie en intensiteit van onweersbuien
zeer verschillend per seizoen en plaats. Desondanks zijn
er wel patronen aan te wijzen waar de meeste onweers-
stormen voorkomen in elk jaargetijde. Zo vinden de
meeste onweersstormen in het late voorjaar en in de
zomer plaats in Brabant, Utrecht en de Veluwe, terwijl de
activiteit in het najaar juist weer terug schuift naar de
kust langs Noord-Holland. In de zomermaanden wordt er
wel van onweersbanen gesproken die van Breda naar
Almere trekken. Het weerstation Gilze-Rijen draagt de
eervolle titel van de meeste onweersstormen per jaar:
gemiddeld 31. Een echt 'onweersnest' dus. Dit heeft geen
relevantie voor enige vorm van voorbereiding op
onweersstormen, maar het geeft wel een redelijk beeld
van de verschillende soorten onweer in ons land, uitzon-
deringen daargelaten.

FRONTAAL ONWEER

We maken onderscheid tussen frontaal onweer en zomers onweer. Bij de eerste hebben we te maken met een koufront in een overtrekkende depressie. De geforceerde optilting van de lucht van de warme sector heeft als gevolg dat er felle buien kunnen ontstaan en de ontwikkeling van cumulonimbus wolken in volle gang wordt gezet. Deze buien zijn voornamelijk gegroepeerd langs een langgerekte lijn die soms wel met snelheden van meer dan vijftig kilometer per uur over trekt. Vooral in de zomer kan dit gepaard gaan met rolwolken, waarna een heftig onweer losbarst. In de winter is dit minder heftig en blijft het bij enkele ontladingen. De barograaf zal met het passeren van zo'n front een schets maken waarbij de luchtdruk razendsnel zakt en nadien weer rustig opklimt, 'de onweersneus'.

ZOMERS ONWEER

De zomerse onweersstorm hoeft niet noodzakelijk in de zomer plaats te vinden. Het betreft een plaatselijke opwarming van onstabiele lucht die juist ook in het najaar op de grote wateren en aan de kust met warm zeewater en afkoelende lucht kan voorkomen. Toch komt dit soort onweer zomers het vaakst voor. De voorwaarde voor de lucht om 'opeens' explosief te stijgen, is zeer afhankelijk van de lokale drempelwaarden van temperatuurverschillen en luchtvochtigheid op dat moment. Daardoor zullen deze buien zich geografisch minder goed laten verwachten.

ACHTER DE SCHERMEN TOT DE FLITS

Hoewel een bliksemwerpende Thor die met een wagen door de wolken paradeert erg tot de verbeelding spreekt, behoeft de uitleg een iets pragmatischer insteek. Bij frontaal onweer duwt de koude luchtlaag de warme en vochtige lucht omhoog. Bij zomers onweer gebeurt dit lokaal, ook zonder de koude luchtlaag, enkel door hitte van het aardoppervlak of water. De convectie vormt een gigantische wolkenpartij met daarin waterdruppels die met tot wel honderd kilometer per uur in verticale richting langs

elkaar bewegen. Door de op en neergaande bewegingen binnen de wolk ontstaat er spanningsverschil tussen de waterdruppels waarbij de positieve geladen deeltjes meestal de bovenkant van de wolk verkiezen. Op een gegeven moment worden de spanningsverschillen groot genoeg voor een ontlading. Alhoewel de gemeten voltages van bliksems tussen de tien- en honderd miljoen volt bedragen, moet dit vele malen hoger liggen voor ontlading in de wolk zelf.

DONDRERSLAG

Dit tafereel speelt zich doorgaans in verticale richting binnen de wolk af, soms tussen twee wolken. Slechts sporadisch is het spanningsverschil tussen de negatieve lading van de wolk en de positieve lading van het aardoppervlak ook groot genoeg. Op dat moment bestaat er kans dat de ontlading, de blikseminslag, het aardoppervlak, of iets dat er tussenin staat, raakt. Dit duurt slechts een fractie van een seconde, maar levert wel een stroom van 100.000 ampère. En omdat lucht zo'n slechte geleider is, ontstaat er ook een enorme hitte. Hierdoor ontstaat een drukgolf die de donder hoorbaar maakt.

Onder wetenschappers leeft nog steeds een discussie over het mysterie van de bliksem. Zo is er in droge lucht liefst 33 kilovolt nodig voor een ontlading van een centimeter. Theoretisch betekent dit dat er een potentiaal van drie miljoen nodig is voor een bliksem van een meter. In de praktijk kan een blikseminslag wel van een paar kilometers hoogte inslaan. Ondanks het feit dat de lucht tijdens een onweersbui ioniseert en vochtig is, zijn de voltages die daarvoor nodig zijn van immense grootte. Bliksemwetenschappers gebruiken raketten met koperdraden en ioniserende laserstralen die ze op onweerswolken richten, om hier meer over te weten te komen.

BESCHERMING

Het doel van een bliksembeveiligingssysteem is om bemanning veilig te stellen, schade aan romp en tuigage te voorkomen en de elektronica, voor zover mogelijk, te beschermen tegen hoge voltages. In het uiterst ongelukkige geval dat uw jacht een blikseminslag te verduren krijgt, blijkt de schade meestal te bestaan uit schroei en inductieschade. Als het echt tegen zit, kunnen doorgebrande huid doorvoeren of gaten in de romp waterschade veroorzaken. In het ergste geval ontstaat er menselijk letsel door electrocutie en verbranding. De bescherming van uw bemanning en de boot gaan grotendeels hand in hand.

DE MAST ALS OFFERHOUT

De bemanning is ten eerste al gebaat bij een staande mast. De grootste fout die men dus kan maken is door de mast te strijken. Een goed geleidende en gearde mast leidt een blikseminslag doorgaans af in de vorm van een denkbeeldige gelijkbenige kegel met de masttop als hoogste punt. Alles binnen deze kegel zal dan geen inslag meer te verduren krijgen. Een mast met slechts de helft van de lengte



De Bavaria 370.



De bliksem zoekt zijn weg via metalen huiddoorvoeren naar buiten.



De loden kiel vormt het laatste aardingspunt; antifouling zit amper in de weg.



De metalen leidingen worden geleiders tot aan de weerstand van polyester.

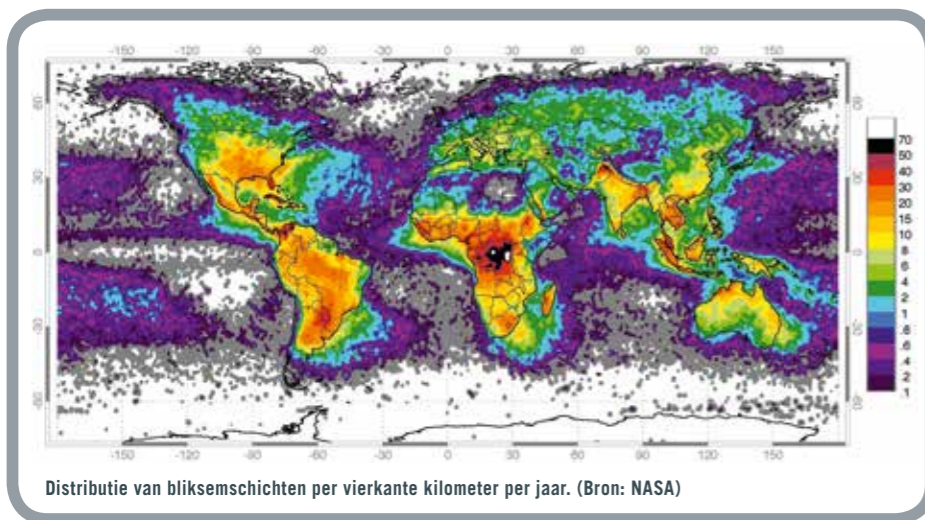


Direct alle zekeringen eruit geslagen en bedrading verkoold.



De waterkoker is geëxplodeerd.

Een goed voorbereide zeiler komt veilig door een onweersstorm



Distributie van bliksemschichten per vierkante kilometer per jaar. (Bron: NASA)

van de boot zal in dit geval moeten volstaan, mits deze in het midscheeps staat. Ik kan me geen zeilboot voor de geest halen die niet aan deze vuistregel voldoet.

ZOETE WEERSTAND

Naast de geografische differentiatie van onweersactiviteit wereldwijd is er ook een wezenlijk verschil in de ernst van blikseminslagen afhankelijk van het soort water waarop u zich bevindt. De keuze of noodzaak om op zout of op zoet water te varen, maakt daarin nogal verschil. De geleiding van zoet en zout water verschillen dermate veel van elkaar dat de voltages van inslagen op zoet water tot wel duizend keer hoger kunnen zijn dan in het veel beter geleidende zoute water. Het gevolg is dan ook dat blikseminslagen op zoet water veel meer schade berokkenen. Een bliksembeveiligingssysteem voor boten op zoet water zal uitgebreider moeten zijn dan voor boten die op zout water varen. Een kust in de nabijheid helpt daarbij.

GEBAAANDE WEG

Ongeacht het soort water moet de ontlading van de onweerswolk naar de aarde zo snel en direct mogelijk verlopen. Dit betekent dat een inslag op de masttop het

beste via de mast naar de kielconstructie kan lopen zonder kronkels of isolerende delen in de weg. Bij een niet doorgestoken mast zal er dus naar andere oplossingen gezocht moeten worden. Een koperen kabel, of rvs maststut die alsnog door het dek gespannen wordt, zien we terug bij veel Amerikaanse jachten. Een goede keuze, omdat bij een inslag in de masttop de grootste stroom meestal door de mast loopt. Een aluminium of koolstof mast geleidt nu eenmaal beter dan rvs verstaging. Een metalen kiel is ruim voldoende om als aarde te fungeren, met of zonder verflaag: die wordt wel weggeslagen door de stroom. Hierbij dient opgelet te worden dat alle geleiders en aardingspunten van non-corrosieve metalen zijn gemaakt, dan wel geen roest vertonen. Roest isoleert. Indien de kielconstructie wel in het plastic staat, loopt de weerstand weer op en bestaat er gevaar voor zijdelingse bliksemschichten naar andere geleiders. Loopt dit traject zonder veel weerstand en kronkels naar een voldoende grote aarde, dan is er al heel wat gewonnen om brandschade te minimaliseren. In het geval er geen gebruikt gemaakt kan worden van een kiel, worden veelal aardingsplaten gebruikt van minimaal een halve vierkante meter in oppervlak.

BLIKSEM-INSLAG AAN BOORD

Eind zomer vorig jaar werd een Bavaria 370 in de mast getroffen in de haven van Harderwijk. De eigenaar stuurde ons foto's van de schade. Het jacht werd door de verzekering uiteindelijk 'total loss' verklaard. Potentiële kopers van het jacht, die de schade op het eerste gezicht onderschatten, kwamen van een koude kermis thuis.

Bliksem- schichten slaan hoeken gemakkelijk over

VERBINDEN NAAR DE AARDE

Een inslag kan echter ook elders aan boord of vlak naast de boot inslaan, waardoor de rechte weg naar beneden een andere wending krijgt. Het is nu zaak om alle metalen objecten met elkaar in verbinding te hebben en dat die uiteindelijk naar de kielconstructie leiden, dan wel direct verbonden zijn met een dichtstbijzijnde aardingsplaat op de huid. De gehele tuigage, het motorblok, de schroefas, de roerkoning, het stuurwiel, de tanks, de voetrails en railings zijn enkele voorbeelden daarvan. Om inductieschade en overschietende bliksems binnenboord te vermijden, is het zaak om al deze elementen in zo recht mogelijke trajecten met elkaar te verbinden met geleiders van tenminste 30 vierkante millimeter. Bliksems slaan hoeken namelijk gemakkelijk over en elk vergeten geleidende onderdeel kan een omweg vormen. Hoeken van 90° zijn het absolute maximum en dienen een radius te hebben van minimaal 20 centimeter. Wordt de hoek kleiner dan is de kans dat de bliksem naar een ander object overslaat te groot.

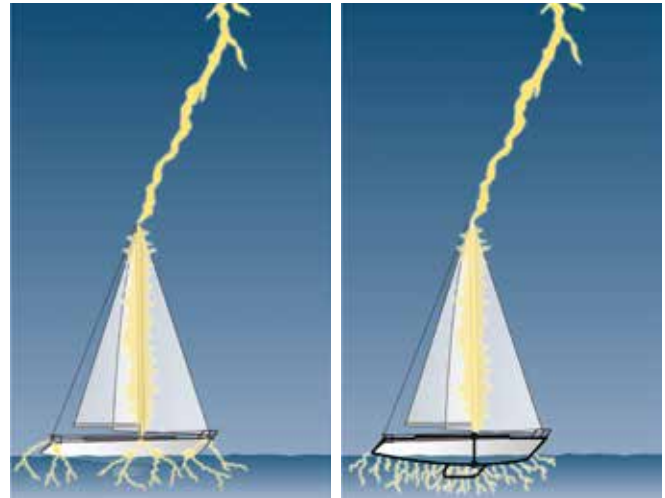
INBOUW OF ZELF DOEN?

De horrorverhalen van fatale inslagen en dito brand- en waterschade komen voornamelijk van slecht geaarde boten waarbij de stroom die door de tuigage en romp loopt op de verkeerde punten weerstand wordt geboden; bovendecks of in de kajuit. Een juist aardingsnetwerk, bij de bouw ingebouwd en mee gelamineerd naar de kiel of aardingsplaten, kan tot op zekere hoogte voorkomen. In de Verenigde Staten wordt dit vaak volgens voorschriften voor pleziervaartuigen van de National Fire Protection Agency gedaan, terwijl in Europa geen bindende voorschriften bestaan. Toch falen de ingebouwde systemen ook weleens en is uiteindelijk niemand honderd procent tegen de heftigheid en onvoorspelbaarheid van blikseminslagen beveiligd. Extra geleiding van mastvoet en verstaging naar het water kan ook ter plekke worden aangebracht door accukabels met een groot metalen object in het water of ankerkettingen met het anker diep in het water. Alle beetjes helpen.

ISOLEER UZELF EN DE ELEKTRONICA

Het verdient de aandacht om zelf dikke kledij vooral om handen en voeten te dragen. Droog blijven, voor zover dat gaat in een onweersstorm, is ook verkiesbaar boven een nat geleidend pak. Wat betreft de positie aan boord lijkt het de beste optie om buiten zover mogelijk van alle tuigage te blijven en laag te blijven. Anderzijds kan een een metalen kajuitconstructie als een kooi van Faraday fungeren. Een grotendeels afgesloten ruimte vormt namelijk een onneembare vesting voor stromen van buitenaf. Een doorgestoken mast of polyester kajuit gooit hier direct roet in het eten. Kleine losse elektronica kan wel veilig verpakt in blikken koekdozen bewaard worden.

Voor vaste elektronica kunnen er in de voedingskabels varistors aangebracht worden die spanningspieken absor-



De voor de hand liggende ontladingsbanen op een slecht (l) en een goed (r) geaard jacht.

beren. Vaak is dit al ingebouwd in moderne apparatuur. Ook voor zendapparatuur zijn zogenaamde surgeprotectors te koop die thuis ook in de meeste stekkerdozen zitten. Zodra er een voltagedrempel wordt overschreden, leidt de surgeprotector de excess lading naar de aardingsplaat. Een andere optie, iets rigouzeuzer, is het ontkoppelen van elektrische toepassingen in de hoop dat de inductiestromen door het sterke elektromagnetisch veld niet te veel schade aanrichten. Voelers van log en lood zijn daardoor wel betrekkelijk veilig voor inslag van de bliksem en zullen dus geen gat in de romp slaan met alle gevolgen van dien. Let wel, de sterke elektromagnetische velden kunnen, alle voorbereidingen ten spijt, altijd inductieschade toebrengen.

ONTNUCHTERING

Wordt er in de Verenigde Staten erg uitgebreid gekeken naar bliksembeveiliging zoals hiervoor geschreven, in Europa ligt dat heel anders. Een telefonisch rondje langs verzekeraars en werven werkte ontvullend. Wat zijn de kosten, de baten en wat zegt de statistiek? Een uitgebreid aardingsnetwerk is duur, uitgebreide verzekeringseisen stellen aan boten is concurrentiegevoelig, de kans van inslag is erg klein, de kans dat het alsnog fout gaat met elektronica levensgroot en het belangrijkste: de kans op menselijk letsel is erg klein, mits er een paar basale maatregelen worden getroffen. "Elke keer dat er een jacht wordt getroffen door de bliksem is het nieuws voor de kranten, zo speciaal en sporadisch is het", aldus een jachtontwerper. De meeste zeiljachten op de Europese markt hanteren een geleiding van mast naar kielbouten, direct bij doorgestoken masten of via de onderste verstaging bij *deck stepped* masten. De magnetische velden worden vaak zo sterk dat elektronica er niet tegen bestand is, ongeacht het aardingsnetwerk. De CE-keur is primair in het leven geroepen om mensenlevens in veiligheid te stellen en dat is met een geaarde mast en een voorbereide bemanning in grote mate verzekerd.

En die onweersstorm op de Indische Oceaan?

De kans dat ik uit de mast was gevallen, was groter dan de inslagkans. En de harde wind die overkwam had met zekerheid meer schade kunnen aanrichten dan de blikseminslagen in de verte. ●