

Geef

de bliksem

geen kans

Bescherming van boot, opvarenden en elektronica

'Tegen blikseminslag in een polyester of houten schip kun je weinig uitrichten.' Wim Pont van TNO is het niet eens met deze stelling. Volgens hem kun je de opvarenden en de boot goed beschermen tegen de gevolgen van blikseminslagen in de buurt en zelfs tegen directe inslagen. Het vraagt veel inspanning, maar je hoeft er beslist niet veel geld voor uit te geven. En met wat extra moeite zijn ook de gevoelige en dure elektronische instrumenten te beveiligen.

Motorbootvaarders en zeilers genieten aan de ene kant van donderbuien en aan de andere kant zijn ze er doodsbang voor. Ze genieten omdat je nergens anders dan op het water de lichtstreep zo mooi kan zien. Maar de vrees gaat overheersen als de bui dichterbij komt. Want bekend zijn dan de verhalen over blikseminslagen in houten of polyester schepen, waardoor echoloden ontploften en het water door de gaten in het vlak naar binnen spoot. Watersporters proberen daarom de boot tegen inslagen te beschermen door een ankerketting rond het voorstag te wikkelen en die een paar meter in het water te laten zakken. Soms trekken ze ook de antenne-aansluiting los van de ontvangers. En meestal blijft het daarbij. Maar wat het effect daarvan is, dat weten ze vaak niet.

Motorbootvaarders en zeilers investeren veel geld en tijd in het bestrijden van rampen die hun hopelijk nooit overkomen. Veel schepen hebben lenspompen, reddingsboeien en -vesten en vuurwerk. Maar voor een effectieve bliksembeveiliging verlaat vaak geen kwartje de knip, omdat de kennis over beveiligen bij watersporters, de werven en fabrikanten van jachtelektronica zeer sporadisch aanwezig is. Maar de kans dat de bliksem het schip treft, of heel dichtbij inslaat en schade aanricht, is statistisch gezien misschien gro-

Wim Pont, TNO: *'Ik begrijp niet waarom werven en fabrikanten van elektronica niet méér doen aan beveiliging tegen blikseminslagen.'*

ter dan een stranding of lek slaan. De kans op schade door inslag bedraagt ongeveer 0,1 procent. Dat getal is een ruwe schatting, als we uitgaan van ongeveer honderd schade-meldingen per jaar. Per jaar claimen maar drie of vier eigenaren schade als gevolg van een directe inslag. De overigen melden hun maatschappij doorgebrande windsets, kapotte actieve antennes en weigerende navigatie-apparaten door een inslag vlak bij de boot. Het aantal persoonlijke ongelukken blijft gelukkig zeer beperkt, maar analyse van een paar directe inslagen leert, dat daar het geluk een belangrijke rol speelde.

Tijdens het zware onweer vorig jaar in juli hebben heel veel schippers in angst gezeten. Voor zover ons bekend, heeft die donderbui in twee schepen voor in totaal f 60.000,- schade aangericht en sneuvelden een groot aantal antennes van Decca-navigatie-apparaten en vele windsets.

Na die bui belden veel lezers de redactie van de Waterkampioen met de vraag, of wij in een artikel konden beschrijven hoe je de opvarenden, het schip en de elektronica kunt



beschermen. Wij zochten daarvoor de hulp van Wim Pont, werkzaam bij het Fysisch en Elektronisch Laboratorium van TNO in Den Haag. Hij is specialist op het gebied van beveiligen tegen de gevolgen van NEMP, nucleair electromagnetic pulse. Dit zijn sterk storende elektromagnetische verschijnselen, die ook bij bliksem kunnen voorkomen.

Om je polyester of houten zeilboot, de bemanning en de apparatuur te beveiligen, denkt hij aan drie opeenvolgende maatregelen:

1. Tijdelijke uitwendige bescherming tegen een directe inslag van schip en bemanning door het aarden van de mast en alle wanten.
2. Permanente uitwendige bescherming tegen een directe inslag van bemanning en schip door het aanbrengen van een centrale aardleiding in het schip, waaraan mast en stagen zijn verbonden. Deze moet direct contact maken met het water. Die bescherming werkt dus ook als je vaart of niet aan boord bent.

3. Inwendige bescherming van de elektronische apparatuur.

Wim Pont hanteert de termen uit- en inwendige bescherming, omdat de mensen die zich beroepshalve bezig houden met bliksembescherming zich daarvan bedienen.

Uitwendige bescherming

Het beveiligen van bemanning en schip doe je door de mast en wanten te aarden waardoor een zogeheten beschermende kooi ontstaat. Aarden betekent in deze gevallen direct contact met het water laten maken. Die 'kooi' heeft de vorm van een denkbeeldige kegel met een tophoek van ongeveer 90° vanaf het hoogste punt van de boot. Binnen deze kegel slaat de bliksem vrijwel nooit in. De verklaring daarvoor, zeer eenvoudig gehouden, luidt volgens Pont als volgt: 'In een onweersbui bestaat een elektrisch veld door de tegen gestelde lading van wolken en aarde. Dat veroorzaakt potentiaalverschillen (spanningsverschil) tussen punten op verschillende hoogte. Grafisch kun je die punten verbinden met lijnen: de zogeheten equipotentiaalijnen. Een schip in dit veld zorgt voor het afbuigen van die lijnen over het hoogste punt, waardoor ze daar dicht bij elkaar komen te liggen. Hoe dichter die lijnen bij elkaar liggen des te hoger de veldsterkte is. De bliksem slaat bij voorkeur in op plekken met extreem hoge veldsterkte, dus het topje van de mast. De tekening (hiernaast) laat zien, hoe de equipotentiaalijnen, die de kooi vormen, afbuigen en hoe groot het beschermende gebied daarbinnen is.'

Je hoort wel eens de theorie, dat een geaarde mast de bliksem eerder aan zou trekken dan een niet-geaarde. Wim Pont is het niet eens met deze theorie: 'Bliksem gedraagt zich onvoorspelbaar en grillig, het zal daarom niet veel uitmaken of de mast wel of niet is geaard'.

Tijdelijke uitwendige bescherming

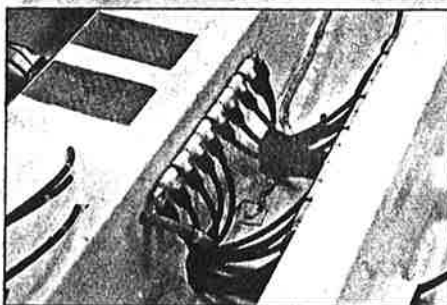
Van inslagen in polyester en houten motorboten hebben wij slechts een enkel voorbeeld kunnen vinden. Maar de kans is niet ondenkbeeldig dat ook een motorboot wordt

AP-antenne werd opgeblazen

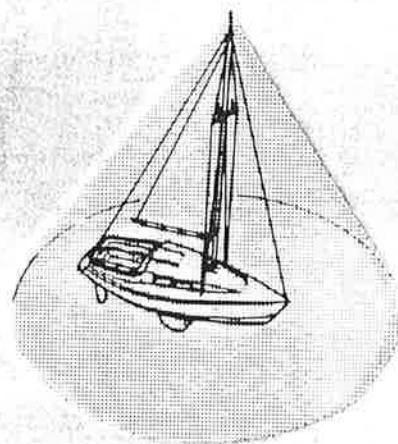
Woensdag zeven juli 1991 lag Rienk Nieuwland met de La Mouette in de haven van Oostende. Hier volgt zijn ervaring met bliksem: 'Het water kwam met bakken naar beneden en het onweerde behoorlijk. Opeens sloeg op nog geen vijftig meter afstand van mijn schip de bliksem in de mast van een ander schip. Het vuur sloeg eraf. Iedereen ging natuurlijk, ik ook, naar het schip kijken. Er was niets aan de buitenkant te zien, maar de eigenaren waren niet aan boord, dus hoe de situatie binnen was weten we niet. Omdat het een stalen schip was, dacht iedereen dat de schade nog wel mee zou vallen. De volgende dag gingen we naar Boulogne. Tijdens die tocht deed de Decca-navigator, een Philips AP MK4, het slecht. De ruisgetallen waren hoog en gaven dus een slechte ontvangst aan.'

In Boulogne testte ik de AP op een antenne van een meevaarder en daar bleek de ontvangst uitstekend. De antenne moest dus kapot zijn.

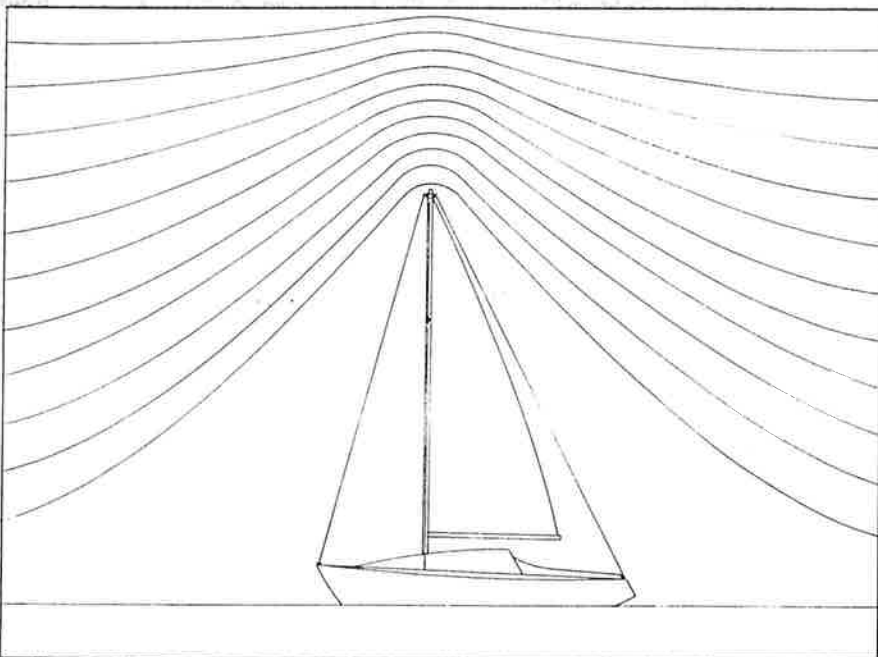
Het verband tussen de blikseminslag en de kapotte antenne werd snel gelegd. Dit werd later bevestigd door de chef technische dienst van Sailtron, de importeur. Hij vertelde dat veel actieve antennes sneuvelen door blikseminslagen in de buurt.'



Jachtwerf Bénétau is een van de zeer weinige Europese werven die de schepen standaard uitvoert met een permanente uitwendige bliksembescherming. Op deze foto zie je een gevlochten koperen leiding lopen. Deze komt van de wandputtings en is geaard op een kielbout. In de leiding is een vonkbrug opgenomen, die zorgt voor een verbinding met aarde tijdens een inslag.



Beschermende kegel of kooi die ontstaat door aarden van de mast en wanten van een polyester schip. De tophoek hiervan is ongeveer 90°.



Gemiddeld aantal onweersdagen per jaar.



Zestien onweersdagen in de zomer
 Over bliksem zijn boeken vol geschreven, daarom zullen we het maar heel summier beschrijven: een bliksemschicht is een zichtbare ontlading tussen een elektrisch geladen wolk en de aarde, tussen twee of meer wolken met tegengestelde ladingen en zelfs tussen twee delen van een wolk. Slechts een deel van de ontladingen vindt plaats van de wolk naar de aarde of andersom van de aarde naar de wolk. Die ontladingen tussen de wolken en de aarde, kunnen gevaar opleveren. Op het kaartje van het KNMI staat het gemiddeld aantal onweersdagen per jaar. Afhankelijk van de plaats in Nederland, varieert dat van 24 tot 30 dagen. Het aantal onweersdagen is niet in alle seizoenen gelijk. In de winter zijn er gemiddeld drie dagen met bliksem; in de zomermaanden ongeveer vijftien dagen. In Nederland slaat de bliksem twee tot drie maal per jaar in per vierkante kilometer, de trefkans is dus niet gering.

De helft van het aantal inslagen heeft een stroomsterkte van ongeveer 30.000 ampère, er zijn kleinere en ook veel grotere ontladingen tot 60.000 ampère. In tropische gebieden zijn zelfs ontladingen gemeten met een stroom tot 200.000 ampère. De spanning van een ontlading kan oplopen tot honderd miljoen volt. Gelukkig duurt een ontlading maar heel kort, minder dan een tienduizendste seconde, anders zou de schade veel groter kunnen zijn.

Ernstige brandwonden na inslag

In 1982 sloeg op de Grote Brekken in Friesland de bliksem in een open zeilboot, type Vrijheid. Uit het verslag van de opvarenden lichten we de volgende fragmenten: 'Door de regen die op de dektent van onze Vrijheid hamert, worden we wakker. Het is ongeveer zeven uur. Vanuit het zuiden nadert een onweersbui en deze zal pal over ons heen trekken. Er is geen tijd meer om de mast te strijken, of de wallekant op te zoeken. De 'wetenschap' dat de bliksem niet in een schip slaat, neemt de ergste angst weg. We hadden dit nog niet uitgesproken, of we horen een knalharde donderslag boven ons. Enkele minuten later horen we een sissend en aanzwellend geluid, gevolgd door een onvoorstelbare harde explosie. Er schiet een witte flits door het bootje. Als in een reflex rol ik met slaapzak en al tegen de dektent en lig de volgende seconde in het water. Door gaten in de huid zie ik vuur in de boot. Na angstige seconden, die onbeschrijfelijk lang duren, springt Noor overboord. Gewond en in paniek. Na enige ogenblikken lukt het mij met haar weg te zwemmen. Heel moeizaam bereiken we na tien minuten de oever. Ik haal hulp bij de dichtstbijzijnde boerderij, terwijl Noor met ernstige brandwonden op de wal achterblijft en onze Vrijheid brandend ziet zinken.

Reconstructie

Nadat de boot gelicht was, konden we aan de hand van de schade de toedracht van de inslag reconstrueren. De bliksem was ingeslagen in het vaantje. Deze was totaal vervormd en de metalen beugel was gedeeltelijk gesmolten. Vanaf de masttop zocht de bliksembaan zijn weg naar het water via het voorstag, de beide zijstagen en de koperen mastrail. Omdat de wantputtings op enige afstand van de scheepshuid waren gemonteerd, kon de elektrische lading niet ongehinderd afvloeien. Er is een overslag geweest van de wantputtings naar het water. Dit ging met zo'n kracht gepaard dat de mahoniehouten latten van de huid ter plaatse versplinterden. Opvallend was dat daar geen sporen van brand waren te zien. Het voorstag stond ook niet in geleidende verbinding met water. Ook hier moest de stroom overspringen. Ten gevolge hiervan werden de boeghelften ongeveer 1,5 cm uit elkaar gedrukt. Op de houten mast was een koperen mastrail gemonteerd deze eindigde iets boven de mastvoet. Vanaf hier moet, gezien de verwondingen van Noor, een overslag naar de kiel hebben plaatsgevonden over een afstand van 60 cm.'

getroffen. Daarbij moet je zeker denken aan hoog opgebouwde boten met lange antennes.

- Je kunt een polyester of houten motorschip tijdelijk beschermen met een bliksemafleider die bestaat uit een metalen staaf van minimaal vijf millimeter dik, die ten minste een meter uitsteekt boven het hoogste punt. Dus ook boven de antennes. Deze afleider verbind je aan een soepele koperen kabel met een doorsnede van 35 mm² (accukabel). Het blanke gedeelte hiervan hoort ongeveer twee meter in het water te hangen.

- Polyester of houten zeilboten met aluminium mast, waarvan de mast op dek staat, kun je tijdelijk beveiligen door voor- en achterstag en de topwanten te aarden. Hiervoor gebruik je ook stukken soepele koperen kabel, 35 mm², die ongeveer twee meter in het water komen te hangen.

Het is absoluut noodzakelijk om alle wanten te aarden om potentiaalverschil te voorkomen. Bij een inslag zal de bliksemschicht zich over de wanten en de mast verdelen en de kortste weg kiezen. Dus ook via een niet-geaard want en dan zal de kortste weg wel eens dóór het schip kunnen lopen. De mast kun je tijdelijk aarden door hem te verbinden met een kabel van dezelfde dikte en die zonder scherpe bochten naar het water te leiden. Voor de bevestiging van de kabel aan de wanten is het noodzakelijk om een stevige klem te gebruiken die je met bout en vleugel-

moer rond de staaldraad klemmt. Hoe groter het oppervlak van die verbinding is hoe beter. - De eigenaren van stalen en aluminium motor- of zeilschepen hoeven zich weinig zorgen te maken over de veiligheid aan boord tijdens onweersbuien. Het metalen dek en de romp vormen een zogeheten kooi van Faraday. Hierin vloeien alle elektrische stromen over de buitenkant van de kooi en veroorzaken

Wim Pont, TNO:

Een goede beveiliging van een polyester of houten schip vraagt hoofdzakelijk veel inspanning, voor de kosten hoef je het niet te laten.'

geen elektrisch effect in de kooi. Omdat bij een metalen zeilschip de aluminium mast en wanten altijd direct contact met het dek maken, loopt de beschermende kooi vanaf de masttop.

Als gevolg van een directe inslag zullen wel zend/ontvangers en andere elektronische apparaten sneuvelen, doordat een deel van de bliksemstroom via antenne- en andere kabels naar de apparatuur vloeit. Ook zal het verfsysteem onder water beschadigen, omdat de bliksemstroom door de verf heen moet om af te vloeien naar het water.

De metalen mastrail van een houten mast op een metalen zeilboot moet je elektrisch met het staal van de opbouw verbinden door een koperen strip van tien tot vijftien mm breed en twee mm dik.

Permanente uitwendige bescherming

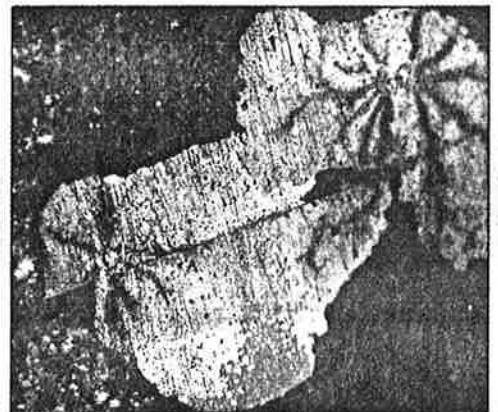
Als je midden op zee door een donderbui en storm wordt overvallen, is het haast ondoenlijk om een tijdelijke bliksembeveiliging aan te brengen. Terwijl je die op dat moment het hardst nodig hebt. Daarom kun je het beste een permanente uitwendige bescherming aanbrengen. Deze bestaat uit een koperen leiding van tien tot vijftien mm breed en twee mm dik die over het vlak van de zeilboot loopt. Hij wordt doorverbonden met het voor- en achterstag, de topwanten en de mast en geaard op de buitenballast of een aardplaat. Bij het aanbrengen van de strip moet je scherpe bochten vermijden. Bliksem kiest altijd de kortste weg en zal een scherpe bocht overslaan met een grote vonk en daardoor mogelijk brand veroorzaken. In een tekening bij dit verhaal kun je zien hoe je dat in een zeilschip oplost. Wim Pont geeft de voorkeur aan een platte koperstrip in plaats van aan een ronde leiding. Omdat bliksem uit hoogfrequent wisselstromen bestaat die zich grotendeels over de oppervlakte van een geleider voortplant. Een platte strip heeft een



In 1989 sloeg de bliksem in deze Kolibri in bij de Ketelbrug, daarbij werd gelukkig niemand gewond, maar de schade was groot.

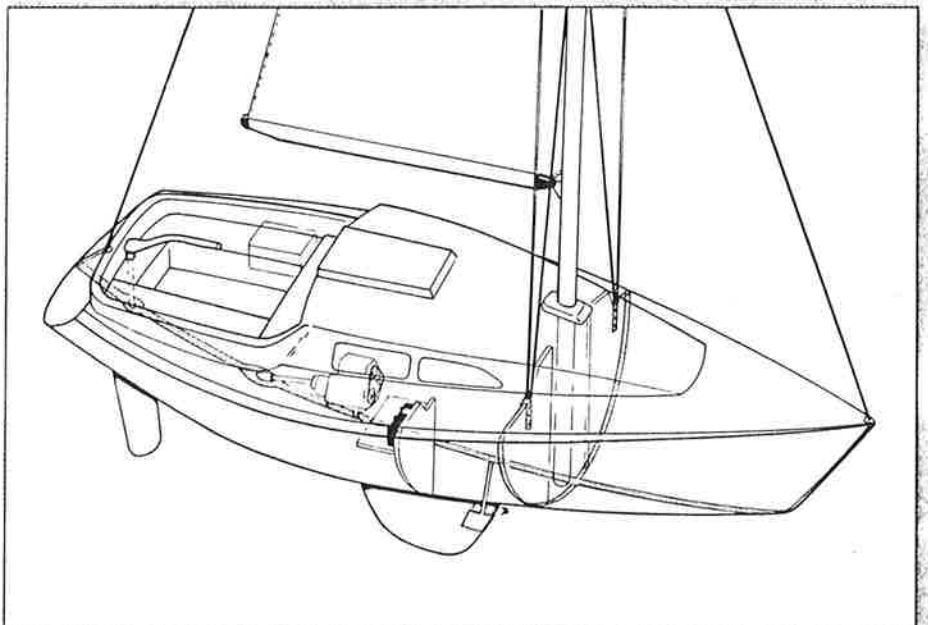


De inslag begon in het vaantje, waardoor het metaal gedeeltelijk smolt en ging via de mast door het dek en het vlak heen naar de kiel. Door de kracht van de ontlading was de mast getordeerd en bleek de mastvoet ontzet. Het elektrische drinkwaterpompje, het enige elektrische apparaat aan boord, werkte niet meer.

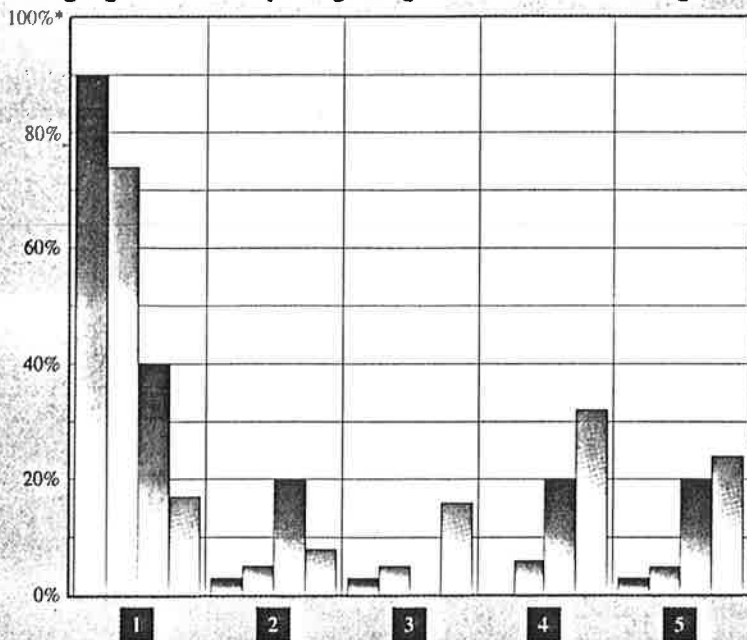


Over het hele onderwaterschip verdeeld zaten ongeveer veertig kleine gaatjes met brandsterren.

Uitwendige bescherming van het schip door de wanten en de mast te verbinden aan een centrale koperen leiding van tien tot vijftien mm breed en twee mm dik. Deze verbind je door aan de kielbouten of een aardplaat van 0,5 m² oppervlak.



Beschadiging aan de romp als gevolg van een directe inslag

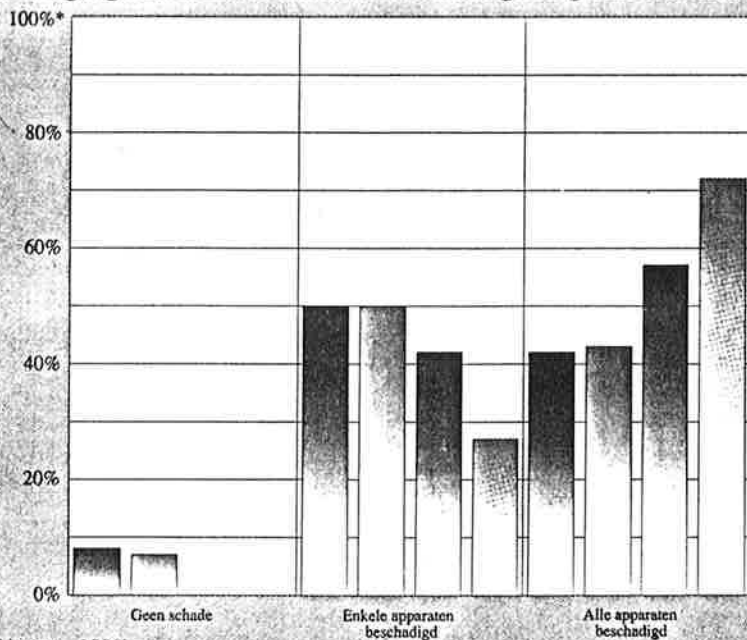


*71 boten = 100%

- 1 Geen schade
- 2 Kleine brandvlekken of scheurtjes die niet lekken
- 3 Kleine gaatjes van een millimeter of minder in diameter waardoor geen ernstige lekkage optreedt
- 4 Grote gaten, enkele millimeters in diameter, boven de waterlijn
- 5 Grote gaten, enkele millimeters in diameter, onder de waterlijn, waardoor de boten zonken



Beschadiging van elektronica aan boord als gevolg van een directe inslag



*67 boten = 100%



grotere oppervlakte en daardoor een lagere wisselstroomweerstand. De koperstrip aard je aan de kielbouten, als het schip buitenballast heeft. Voor schepen met een polyester kiel en binnenballast bestaan zogeheten aardplaten, waarop deze leiding wordt aangesloten. Deze platen monteer je zo laag mogelijk op de kiel of de romp, want ook onder helling moeten zij voldoende diep onder wa-

Opvallend Amerikaans onderzoek

In 1991 verscheen in de USA een opvallend artikel van Ewen M. Thomson, waarin hij de bestaande opvattingen over bliksembeveiligingen voor jachten bekritiseerde. Die uitwendige beveiliging bestaat doorgaans uit een doorverbinding van de aluminium mast en de wanten naar de buitenballast of een enkele aardplaat. Voor dit artikel onderzocht hij in de staat Florida de schade, die werd veroorzaakt door directe inslagen in 67 kajuitzeilboten. Daar onweert het heel wat meer dan in Nederland. Het National Climatic Data Center telt jaarlijks twaalf tot achttien inslagen per vierkante kilometer. Dat is zes keer zo veel als in Nederland.

Als gevolg daarvan treft de bliksem in Zuidwest-Florida per jaar ongeveer honderd van de drieduizend schepen die daar liggen.

De voornaamste conclusies uit zijn onderzoek luiden:

- In 96 % van de gevallen hebben de getroffen boten schade aan de elektronica.

- De toegepaste uitwendige beveiliging werkt nauwelijks voor de elektronica, want in 19 van de 40 beveiligde boten (48 %), is daaraan toch schade toegebracht en in 15 van de 27 boten zonder beveiliging (56 %).

- Boten die op zoet water liggen, hebben meer schade in verhouding tot boten die op zout water liggen. Door de betere geleiding van zout water werken de toegepaste aardplaten beter.

- De uitwendige beveiliging dient hoofdzakelijk om de bemanning en het schip te beschermen. De grafieken geven weer welke soorten schades er ontstonden en hoe ernstig die waren.

Thomson trekt hieruit de volgende conclusies:

1. De doorverbindingen van de mast en de wanten naar de buitenballast behoren ten minste een doorsnede van 21,6 mm² te hebben.

2. De aardplaten die worden toegepast bij schepen met binnenballast, horen een oppervlakte van ten minste 0,5 m² te hebben.

3. Het is noodzakelijk om de elektronische instrumenten afzonderlijk te beveiligen.

ter blijven. Het oppervlak hiervan bedraagt ten minste 0,5 m². Maar het is ook mogelijk om twee aardplaten van elk 0,25 m² toe te passen, bijvoorbeeld een aan stuur- en een aan bakboord.

Het lijkt verleidelijk, maar je mag deze leiding nooit gebruiken als centrale aarde voor het elektrisch systeem. Als je dat wel doet en de

bliksem slaat in, dan zal een deel van de bliksemstroom in de apparatuur terecht komen.

Inwendige bescherming

Door een directe inslag of een in de directe nabijheid van de boot zal de dure elektronische apparatuur ernstig beschadigen. Ook als de boot beschikt over een goede uitwendige bescherming. Daar bestaat de volgende verklaring voor: een bliksemstroom is een hoogfrequent wisselstroom die tijdens een inslag een sterk veld laat ontstaan. Hierdoor worden in antennes, in elektrische en andere leidingen in het schip hoge inductiespanningen opgewekt. Zo hoog dat actieve antennes en gevoelige onderdelen in elektronische instrumenten sneuvelen. Die spanningen kunnen oplopen tot vele duizenden volts per meter lengte van de leiding. Bijvoorbeeld: tijdens een inslag op een kilometer afstand kan in een leiding een inductiespanning van vijftig volt per meter lengte worden opgewekt. Dit lijkt veel, maar tegen vijftig volt zijn elektronische instrumenten wel bestand, niet tegen veel hogere spanningen. Om de elektronica daartegen te beveiligen pas je de 'inwendige bescherming' toe. Die bestaat bij voorkeur uit afschermen van alle leidingen en instrumenten tegen de inductiespanningen. Het grondprincipe van deze beveiliging bestaat uit het voorkomen van te grote spanningsverschillen tussen de in- of uitgang en de massa van het apparaat.

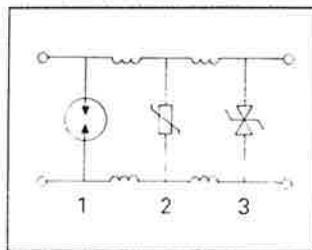
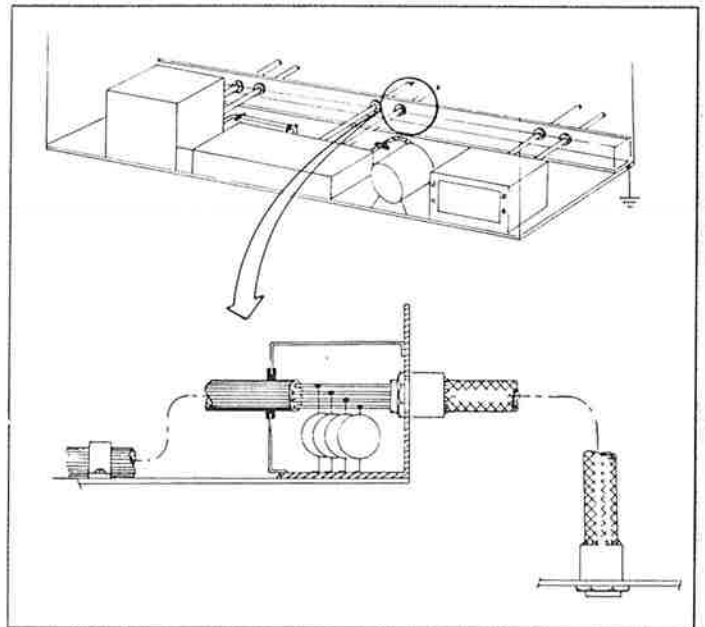
Volgens Wim Pont bestaat de beste bescherming uit het onderbrengen van alle apparatuur in een metalen kast, een kooi van Faraday, en de bedrading van en naar de kast te voorzien van een gevlochten koperen mantel. Voor de veiligheid van de bemanning

Wim Pont, TNO: 'Een beschermd schip trekt de bliksem niet aan, dat is een fabeltje.'

moeten de apparaten daarvoor ook met een aparte zogeheten potentiaal vereffeningssleiding worden geaard aan de aardplaten of de buitenballast. Want als je tijdens een inslag een niet-geaarde leiding of instrument aanraakt, zul je een behoorlijk gevaarlijke schok kunnen krijgen. Aan deze aparte vereffeningssleiding, die niet gebruikt mag worden voor het aarden van mast en wanten, worden ook de tanks, motor en leidingen verbonden. De vereffeningssleiding bestaat uit een koperen strip van tien mm breed en circa één mm dik. De naam potentiaalvereffening suggereert wel dat alle potentiaalverschillen verdwenen zijn, maar zo eenvoudig ligt het niet. Deze leiding beperkt levensgevaarlijke spanningsverschillen tot veiliger waarden.

In veel bestaande schepen is het monteren van alle apparatuur in een metalen kast niet te realiseren. Wel kun je apparaten groeperen op een of meer metalen platen en de leidingen in een koperen kous leggen. Deze aard je

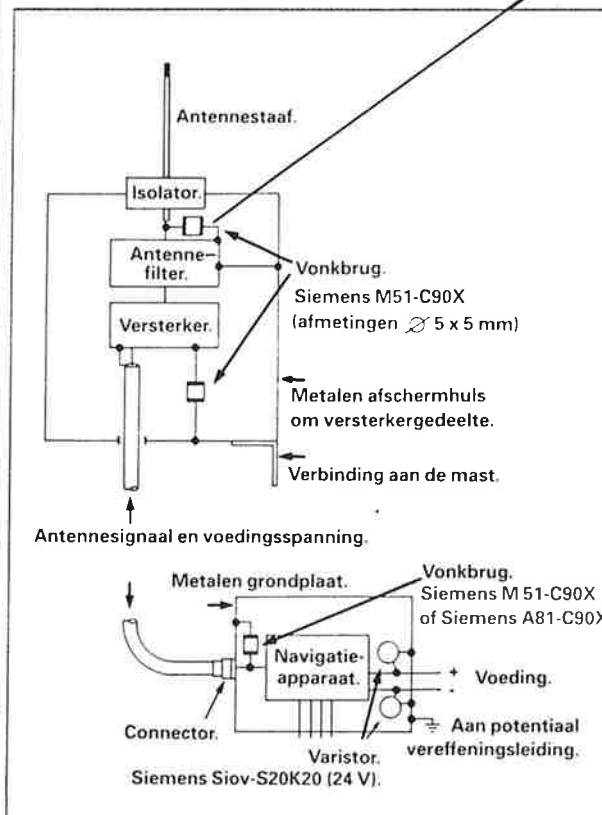
Groeperen van de elektronische instrumenten op een metalen grondplaat. Achter de doorvoer van een leiding naar het instrument (zie de uitvergroting) soldeer je tussen massa en de draden overspanningsbeveiligingen. Je kunt ook daarvoor ook montagestrippen gebruiken. Hou de verbindingen daarbij zo kort mogelijk. Voorzie het stuk kabel tussen overspanningsbeveiliging en instrument van een koperen mantel en bevestig deze met metalen beugels op de grondplaat. De massa van het instrument moet ook met deze plaat worden verbonden.



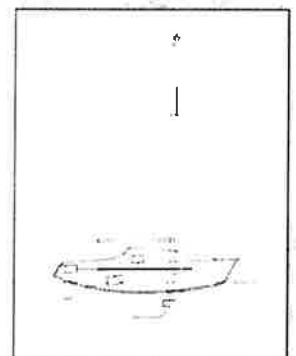
Een voorbeeld van een drietrapsbeveiliging op een signaallijn met twee draden, bijvoorbeeld van een windset. De getekende zelfinducties (L) kunnen in de praktijk ook draden van enkele meters lengte zijn, bijvoorbeeld de draadlengte tussen masttop en mastvoet. Je kunt ze vervangen door weerstanden. In het laatste geval moet je rekening houden met spanningsverlies en is de grootte van de weerstand afhankelijk van de toepassing en het stroomverbruik. Denk aan circa 10 tot 100 ohm.

1. Vonkbrug piekspanningbegrenzer.
2. Metaaloxyside varistor.
3. Bipolaire halfgeleider piekspanningbegrenzer.

Beveiliging van een Philips Decca AP MK 5, antenne en ontvanger.



Op de print van het antennefilter is een soort vonkbrugje aangebracht door middel van aangepunte printbaantjes, maar het is beter om echte vonkbruggen aan te brengen. Nummer 1 beschermt het antennefilter en nummer twee voorkomt te grote spanningsverschillen tussen omhulning en massa van de versterker.



De inwendige bescherming bestaat uit het zo veel mogelijk elektromagnetisch afschermen van instrumenten en kabels en het monteren van overspanningsbeveiligingen. De vereffeningssleiding, dikke zwarte lijn in de tekening, dient om gevaarlijke spanningsverschillen tussen de verschillende onderdelen te beperken. Want als die verschillen hoog oplopen en je raakt een instrument of leiding aan, dan krijg je een behoorlijke schok.



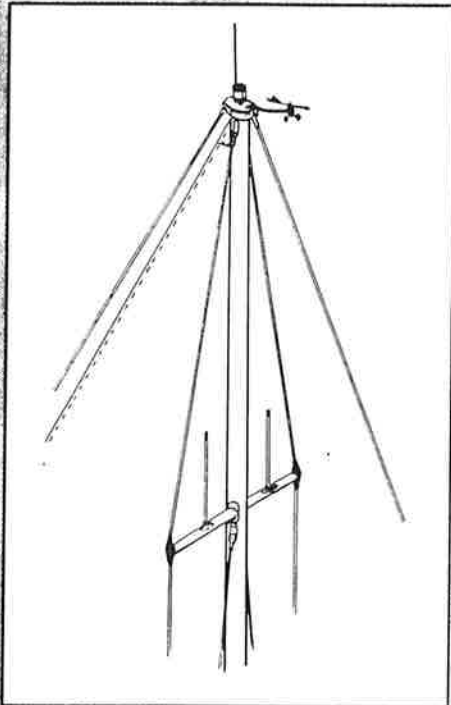
Halfgeleider piekspanningbegrenzers in uni- en bipolaire uitvoering.

Vonkbrug piekspanningbegrenzers. Koop hiervan altijd de niet-radioactieve uitvoeringen.



Metaaloxijde varistor piekspanningbegrenzers.

Zet de antennes binnen de beschermende kool, bijvoorbeeld op de zaling en monteer een bliksemafleider op de masttop die directe inslag in toplicht of windset mogelijk voorkomt. Als de antennes te dicht bij de verstaging of de mast staan, is het mogelijk dat de ontvangst of het zendvermogen sterk achteruit gaat. De leverancier van het apparaat kan je vertellen hoe groot de afstand tussen antenne en mast of verstaging hoort te zijn.



Materialen en leveranciers

Metaaloxijde varistors en multi layer ceramic varistors. Prijzen van f 0,50 tot f 4,-.

Acal Auriema,
Doornakkersweg 26,
5642 MP Eindhoven,
telefoon (040) 81 65 65, fax 81 18 15.

Halfgeleider dioden, unipolair of bipolair.

Prijzen van f 6,- tot f 13,-
Akam Electronix BV,
Bleiswijkseweg 43,
2712 PE Zoetermeer,
telefoon (079) 44 32 00, fax 42 17 34.

Overspanningsbeveiligingen, beveiligingen voor coaxiale kabels aan computers, beveiligingen voor zend-ontvanginstallaties. Prijzen van f 100,- tot f 300,-

Cito Benelux,
adviesbureau,
Postbus 246,
6900 AE Zevenaar,
telefoon (08360) 917 20, fax 240 74.

Vonkbruggen, prijzen f 5,- tot f 8,-, vonkbrug/filter/diode-combinaties ook in coaxiale uitvoeringen. Prijzen van f 98,- tot f 445,-.

Geveke Electronics BV,
Donauweg 10,
1043 AJ Amsterdam,
telefoon (020) 586 14 11, fax 586 19 27.

Vonkbruggen circa f 25,-, in coaxiale uitvoering met connectors circa f 350,-.

Hommema van 1825 BV, adviesbureau,
Postbus 23,
3960 BA Wijk bij Duurstede,
telefoon (03435) 716 14, fax 760 20.

Halfgeleiderdioden voor montage op printboards. Prijzen van f 1,65 tot f 3,07.

Koning en Hartman Elektrotechniek BV,
Energieweg 1,
2627 AP Delft,
telefoon (015) 60 99 06, fax 61 91 94.

Vonkbruggen ook in coaxiale uitvoeringen. Prijzen van f 25,- tot f 500,-.

Simac Electronix BV,
High Tech Park,
Meijerijweg 20,
5503 HP Veldhoven,
telefoon (040) 58 29 11, fax 58 27 07.

Vonkbruggen van fabrikaat Siemens, prijzen circa f 2,-, idem metaaloxijde varistors, prijzen minder dan f 1,-.

Texim Electronix BV,
Albert Cuyplaan 4,
7482 JA, Haaksbergen,
telefoon (05427) 333 33, fax 338 88.

Vraag altijd naar niet-radioactieve vonkbruggen. Voor vragen over praktische bescherming aan boord kun je contact opnemen met adviesbureaus die zich bezig houden met bliksembeveiliging. TNO FEL kan die adviezen ook geven, maar zal net als de adviesbureaus kosten in rekening brengen.

aan het apparaat en de plaat. Als je de leidingen korter dan een meter kunt houden en ze liggen op de metalen plaat, dan is verdere bescherming niet nodig. In de praktijk zijn maar heel weinig leidingen te voorzien van koperen mantels zonder het halve schip te moeten slopen. Daarbij zullen veel leidingen veel langer dan een meter zijn.

Om toch effectief te beveiligen, raadt Wim Pont het gebruik van overspanningsbeveiligingen aan. Dit zijn elektrische componenten die een tijdelijke kortsluiting veroorzaken, als er plotseling een hoge spanning, of grote stroom gaat lopen. De 'overspanning' laten ze afvloeien naar aarde. Hiervan bestaan verschillende soorten, allemaal met hun eigen gebruiksmogelijkheid:

1. Halfgeleider-piekspanningbegrenzers. Deze worden toegepast bij de bescherming van IC's, halfgeleiderschakelingen en computers. Ze zijn erg snel en kunnen steile en kortdurende piekspanningen verwerken.
2. Vonkbrug-piekspanningbegrenzers zijn zeer geschikt voor hoogfrequentgangen zoals antenne-aansluitingen van de marifoon en de GPS-antennes. Ze kunnen erg grote piekspanningen en stromen verwerken. Ze beveiligen niet tegen piekspanningen onder 100 V.
3. Metaaloxijde varistor piekspanningbegrenzers. Deze zijn alleen geschikt voor laagfrequentenschakelingen of voedingslijnen. Afhankelijk van de uitvoering kunnen ze middelmatige tot grote piekstromen verwerken.

Antennes

Alles wat buiten de beschermende kegel uitsteekt, kan getroffen worden door een directe inslag en gaat daardoor kapot. Toplichten, antennes en de windsets op de mast zijn daar moeilijk tegen te beschermen. Je kunt een aparte bliksemafleider aanbrengen, die bestaat uit een metalen staaf van minimaal vijf mm dik, die ongeveer een meter boven het hoogste punt, antenne, uitsteekt. Het werkelijke effect daarvan staat niet vast. Wim Pont is daarom van mening dat de antennes binnen de kegel horen door ze bijvoorbeeld op de zaling te plaatsen of op een aparte steun op het achterschip. Wel zullen er tijdens een inslag inductiespanningen in deze antennes optreden, maar daartegen bescherm je ze met overspanningsbeveiligingen. De toplichten en de windsets kun je moeilijk verplaatsen. In de leiding van de windset breng je daarom een overspanningsbeveiliging aan. Voor het toplicht breng je die alleen aan over de draden in de boot.

Tekst: Wim Pont, TNO FEL, Hans Martens.

Foto's: KNMI, Leo Scheffer, Bertel Kolthof.

Tekeningen: Jan van den Bos.

Literatuur:

- Leven met bliksem. Ir.H. Aaftink, Winterthur Verzekeringen, 1980.

- Ontwerp NEN 1014.

- A Critical Assessment of the U.S. Code for Lightning Protection of Boats. Ewen. M. Thomson in IEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, vol. 33, NO. 2, May 1991.

- Germanische Lloyd: Hinweise über die Ausführung von Blitzschutzanlagen auf Wassersportfahrzeugen aus GFK.