

Techniek Aan Boord

Deel 06L: Bliksembeveiliging



Zo gaan we met z'n allen naar de bliksem toe.

Niemand weet alleen nog waar, wanneer en hoe....



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Inhoud:

- Wat is bliksem
- Uitwendige bliksembeveiliging – kooi van Faraday
- Inwendige bliksembeveiliging – spannings vereffening systeem (Bonding system)
- Overspannings beveiliging – voorkomen van overspanning en inductiestromen
- EMC Elektro Magnetische Compatibiliteit
- Tips



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Vraagje op het Seniorennet

Goede middag,

Verleden zomer was er in de jachthaven van Bruinisse op een zeiljacht een blikseminslag. Wij lagen er met de motorboot naast toen het gebeurde. Geen schade. Maar drie jachten verderop lagen er Duitsers, ook met een zeiljacht, en die mensen hadden enorm veel schade.

Bijna alle apparatuur was vernield. In de buurt was er hier en daar een antenne of een windmeter gesneuveld.

Mijn vraag is: hoe kan men zich beveiligen tegen blikseminslag?



Expertisebureau Bos
0251-230 050





Elektrische storm met veel risico



Risico

- Dagelijks 4.000.000 inslagen op aarde.
- Per minuut onweert het meer dan tweeduizend maal wel ergens op aarde.
- Gemiddeld 106 onweersdagen in Nederland.
- In Nederland circa 5 bliksemdoden per jaar.
- Gelukkig neemt het aantal doden door onweer en blikseminslag per jaar af.
- Zoet water geleidt slechter dan zoutwater. Statische elektriciteit wordt slechter verspreid, zodat een groter risico op inslag ontstaat.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Risico 2

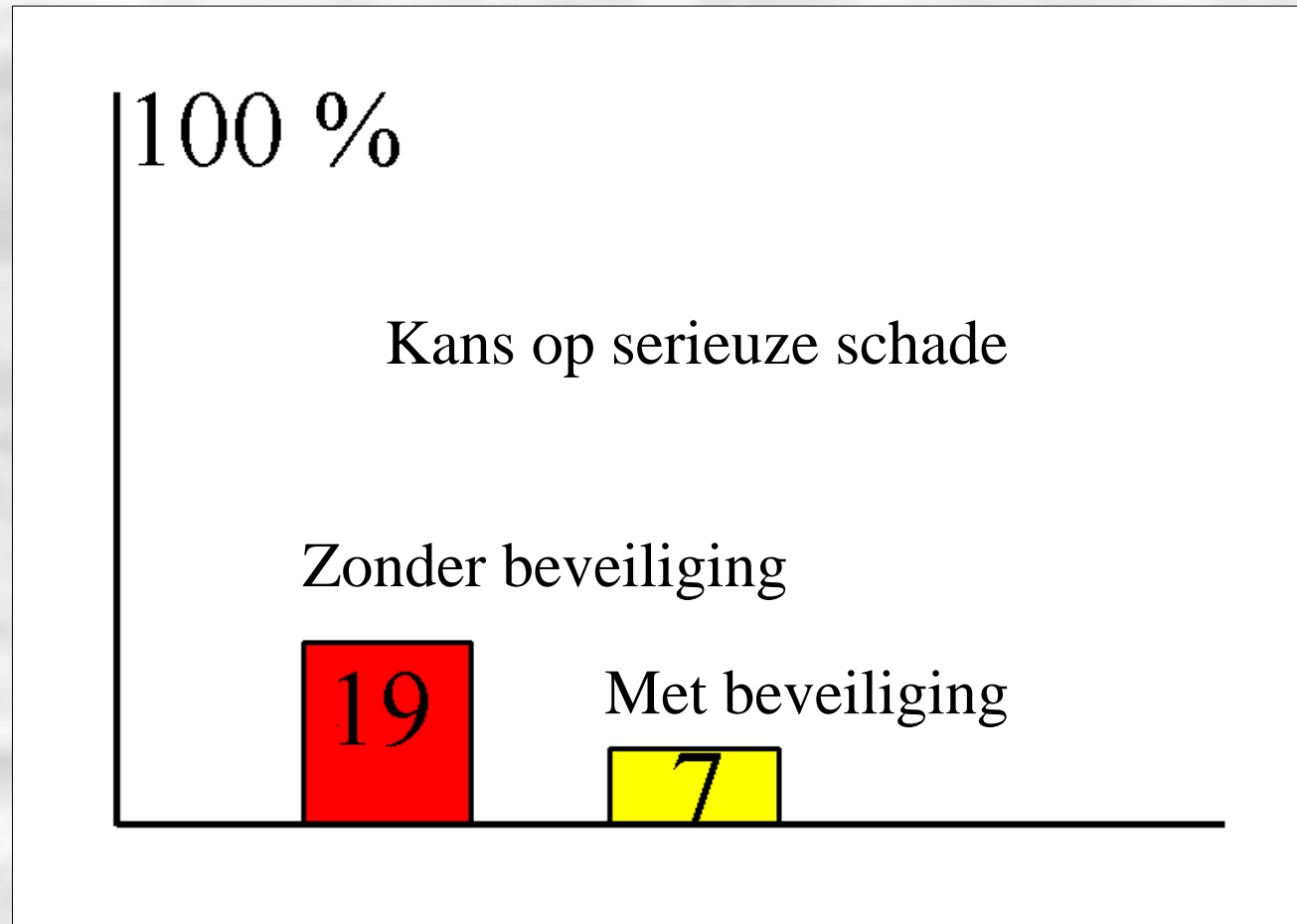
- Het is goed te weten dat volgens bronnen die ik hierover op internet vond, in Nederland slechts 10% van de bliksem schade wordt veroorzaakt door directe inslag.
- De kans op een directe inslag is "slechts" eens in de 40 jaar.
- Indirecte schade door blikseminslag in de buurt (inslag op telefoonkabels, netspanningsvoorzieningen zoals trafohuisjes, centrale antenne etc.) komt veel vaker voor, en is vaak pas na enige tijd fataal voor je apparatuur.



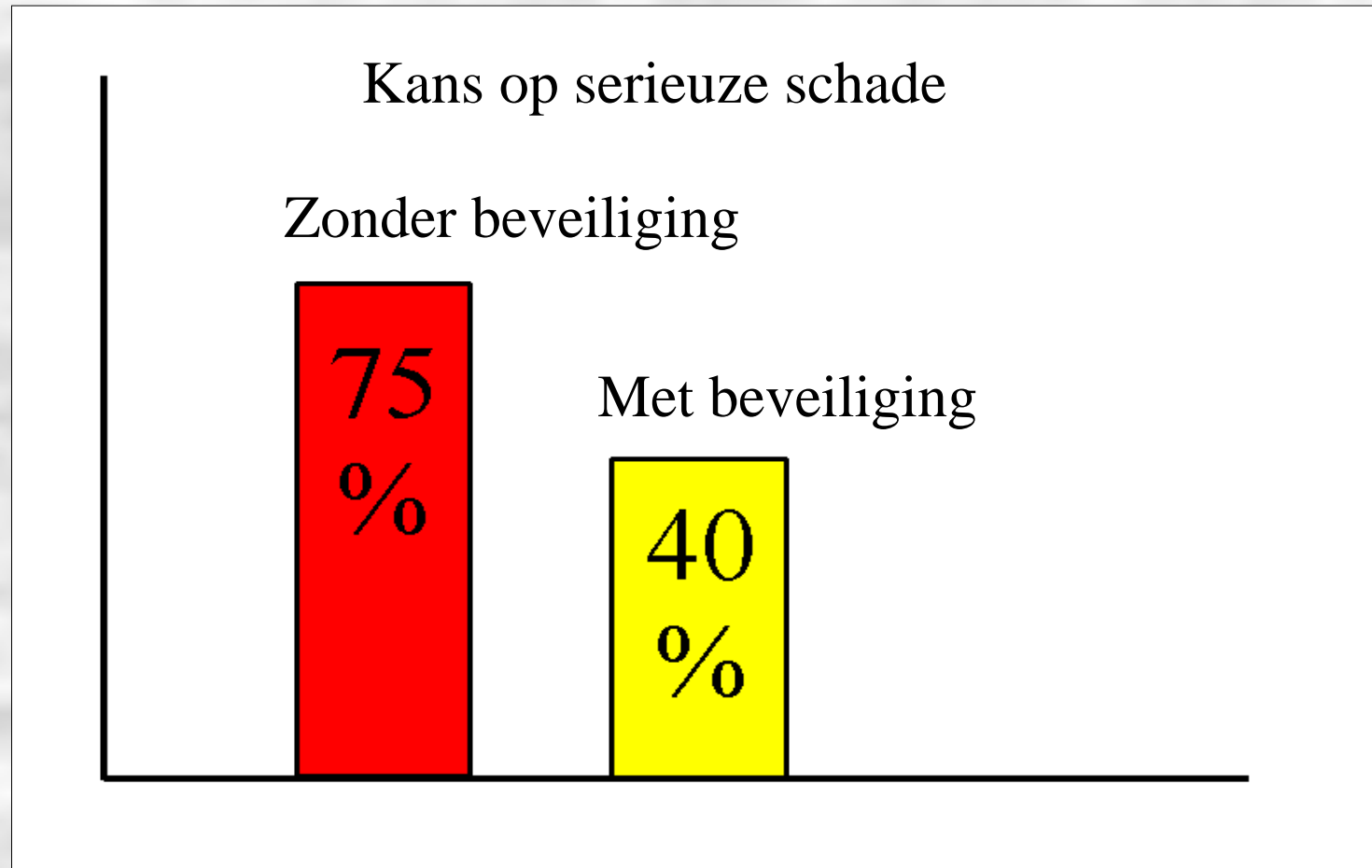
Expertisebureau Bos
0251-230 050



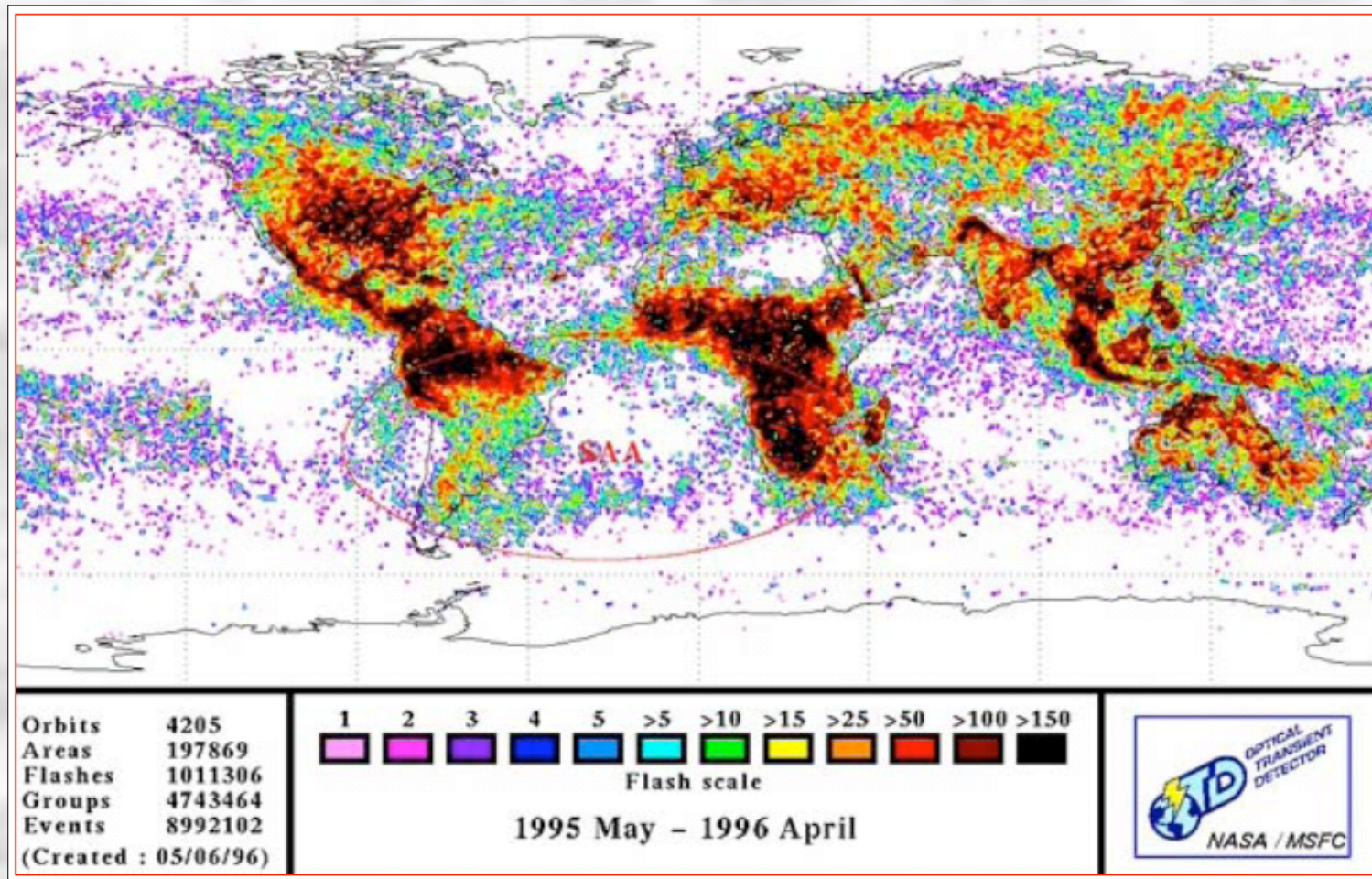
Risico in zoutwater



Risico in zoetwater



Telling van uit de ruimte



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Ontstaan van bliksem

- Bij warm weer verdampt er veel vocht die omhoog stijgt soms met 100 km per uur naar een hoogte van 3 tot 10 kilometer.
- Tijdens het stijgen koelt de vochtige lucht af.
- Er ontstaan waterdruppels en later ijskristallen.
- De temperatuur daalt tot $-65\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- In die wolk ontstaat een elektrische lading als gevolg van onderkoelde waterdruppels en hagelstenen die tegen elkaar wrijven waarbij zich ook ijssplinters afscheiden (10 miljoen kg).



Expertisebureau Bos
0251-230 050

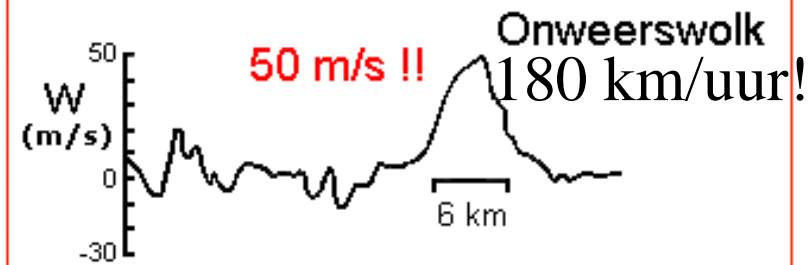
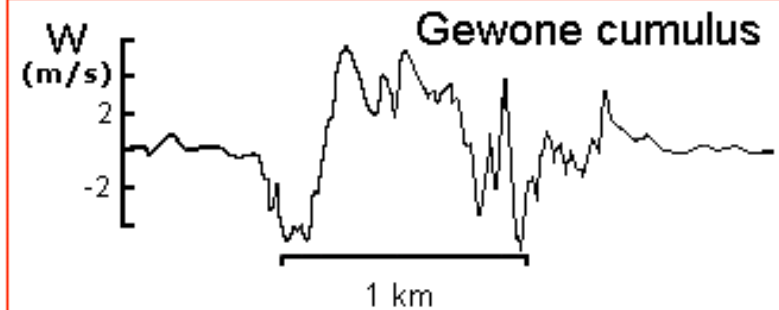


Verticale luchtsnelheid

Algemene regel is dat bliksem alleen optreedt als verticale luchtsnelheid $> 7 \text{ m s}^{-1}$.

Gevonden op 7 juni 1998 in Elburg

Metingen van verticale snelheid, w:



Hiermee kunnen dit soort hagelstenen in de lucht worden gehouden



Door de hoge verticale snelheden is een wervelwind goed mogelijk

Ontstaan van bliksem 2

- Door de negatieve lading aan de onderkant van de wolk ontstaat een positieve lading op aarde.
- Tot op heden weten de wetenschappers niet precies hoe het verder gaat.
- De temperatuur van de wolk is bepalend voor het spanningsverschil tussen de boven en de onderkant van de wolk.
- Wordt het spanningsverschil groter dan 3 miljoen Volt per meter dan is er een begin van een elektrische ontlading die we als bliksem waarnemen.



Expertisebureau Bos
0251-230 050





Cumulus Congestus.

Cumulusnimbus (onweerswolk)

Ontstaan: Wanneer de atmosfeer tot grote hoogte tot aan de stratosfeer, een onstabiele temperatuuropbouw heeft, kunnen cumuluswolken zover door blijven stijgen dat de toppen ervan zo koud worden dat alle waterdamp in ijskristalletjes overgaat.

Het bloemkoolachtige uiterlijk verdwijnt, gaat over in het *calvusstadium* dat gevolgd wordt door een verdere ver-ijsing van de wolKentop. Die wordt vezelig met sterk gerafelde randen. Vaak krijgt de top de vorm van een aambeel, de *incus*-vorm. De lange zijde van de pluim aan de top of het aambeel wijst met de windrichting ter plaatse mee.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Cumulonimbus Calvus



Expertisebureau Bos
0251-230 050





Cumulonimbus

Film “Blitze faszinierend und gefährlich”

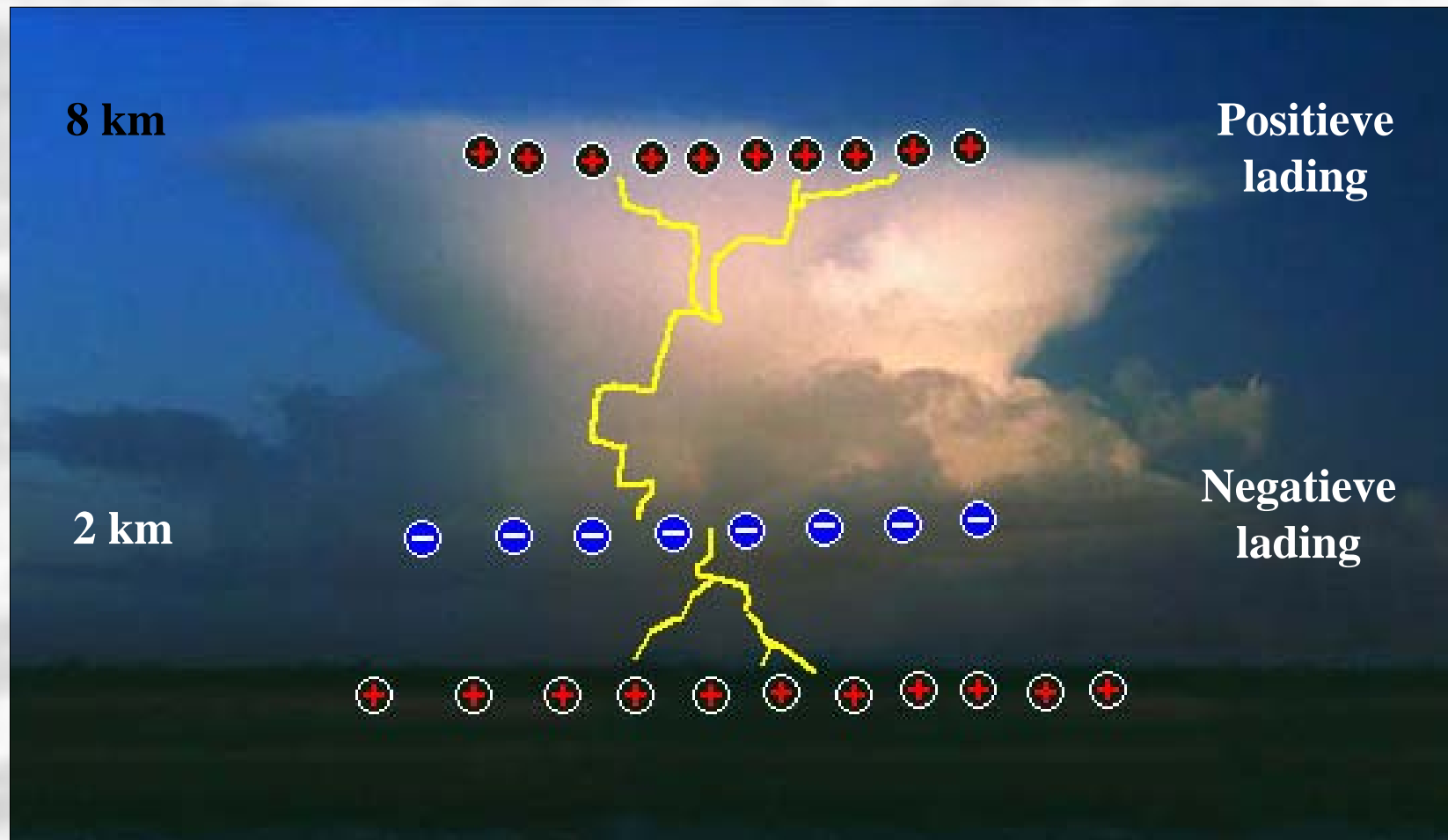
Een stukje uit de videopodcast
samenvatting van de WDR uitzending op
18-11-2006 3:26-7:15



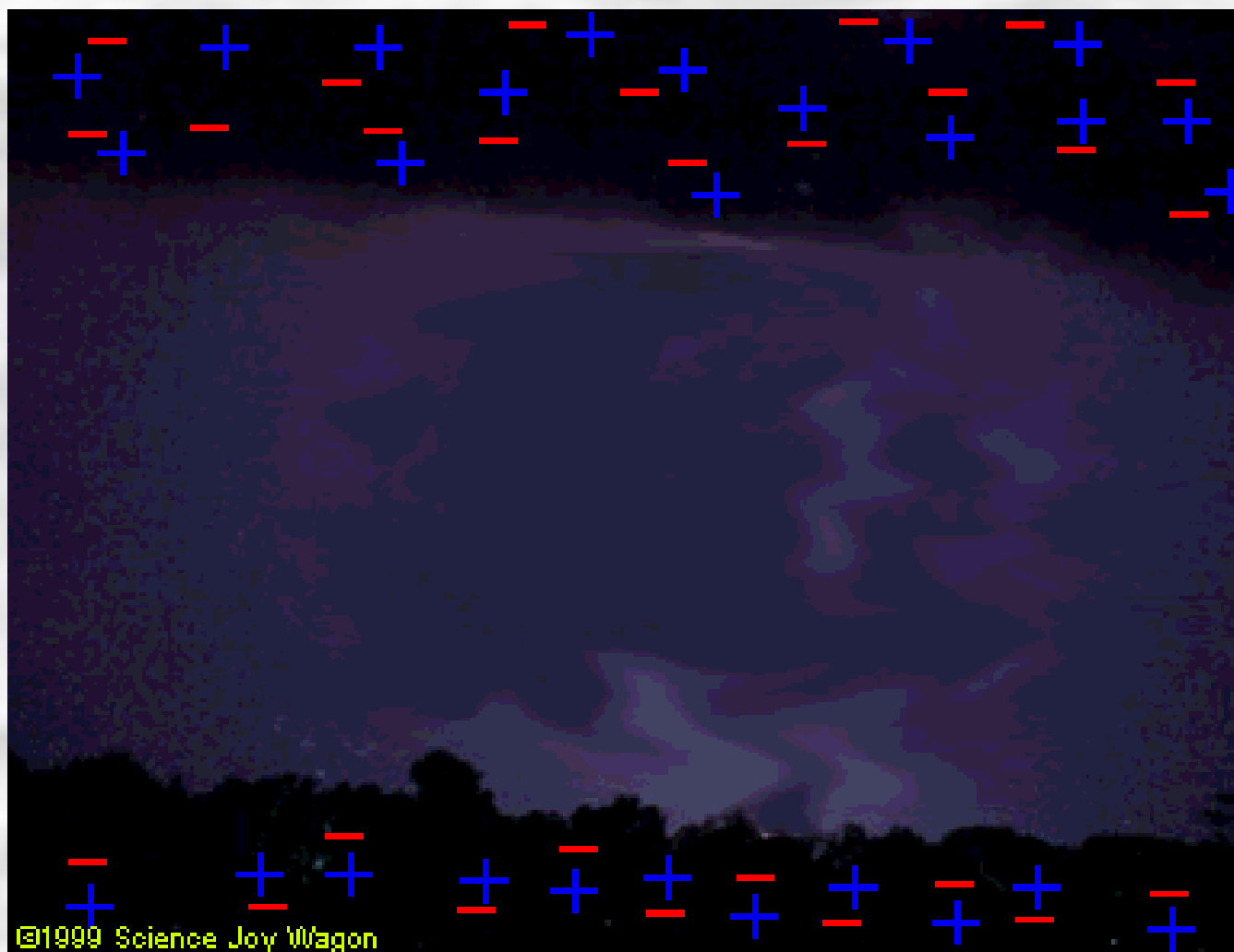
Expertisebureau Bos
0251-230 050



Cumulusnimbus Incus



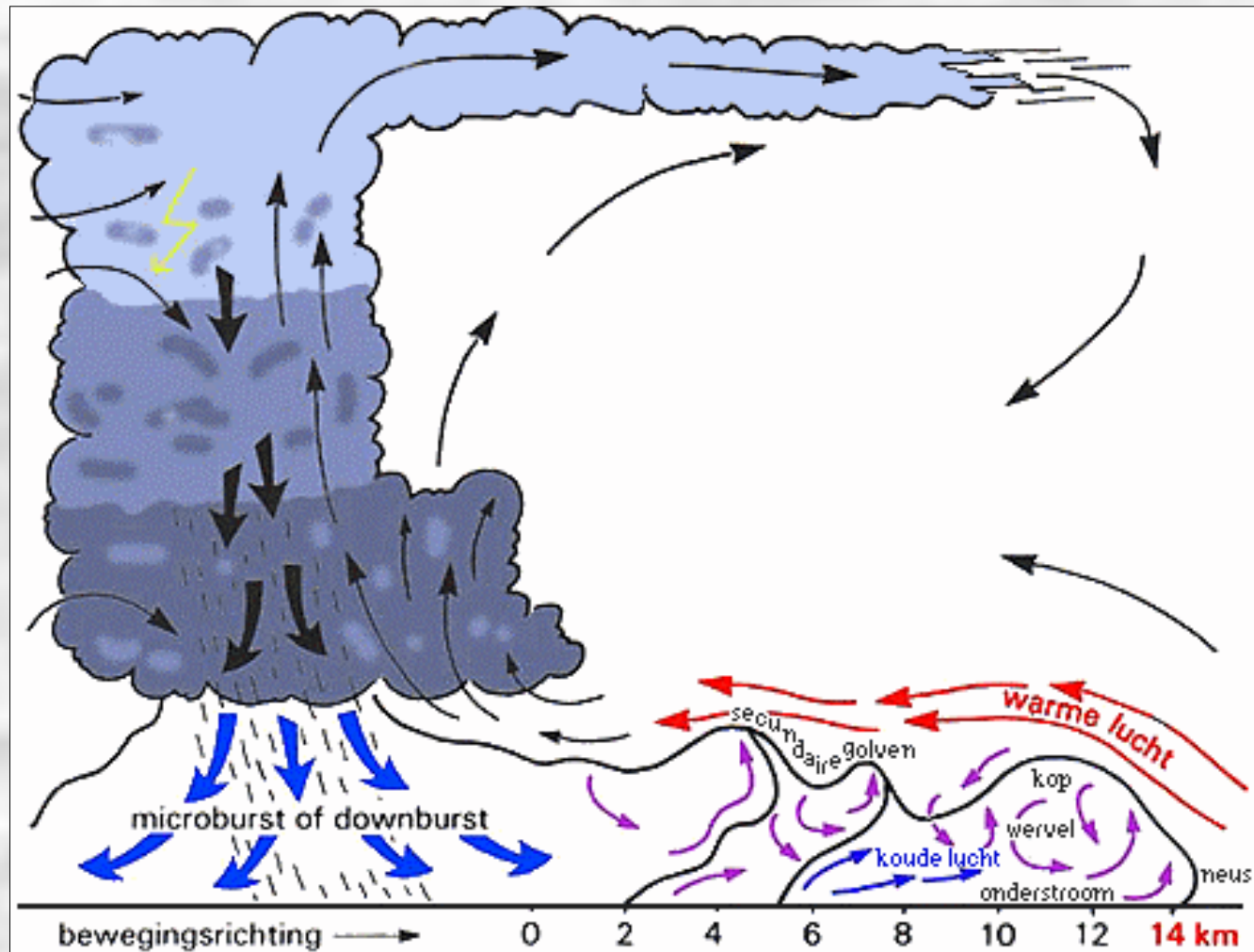
Bliksem

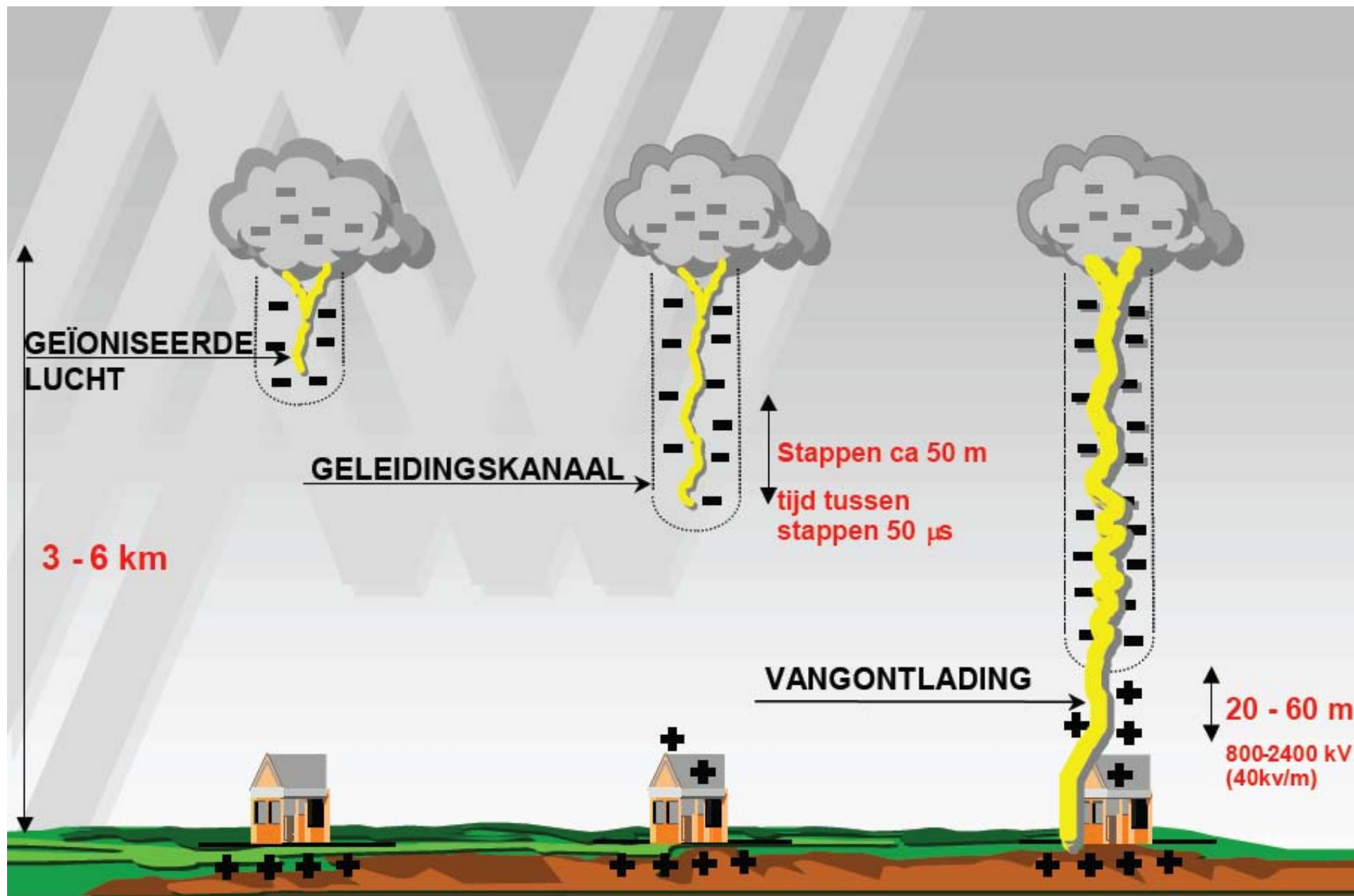


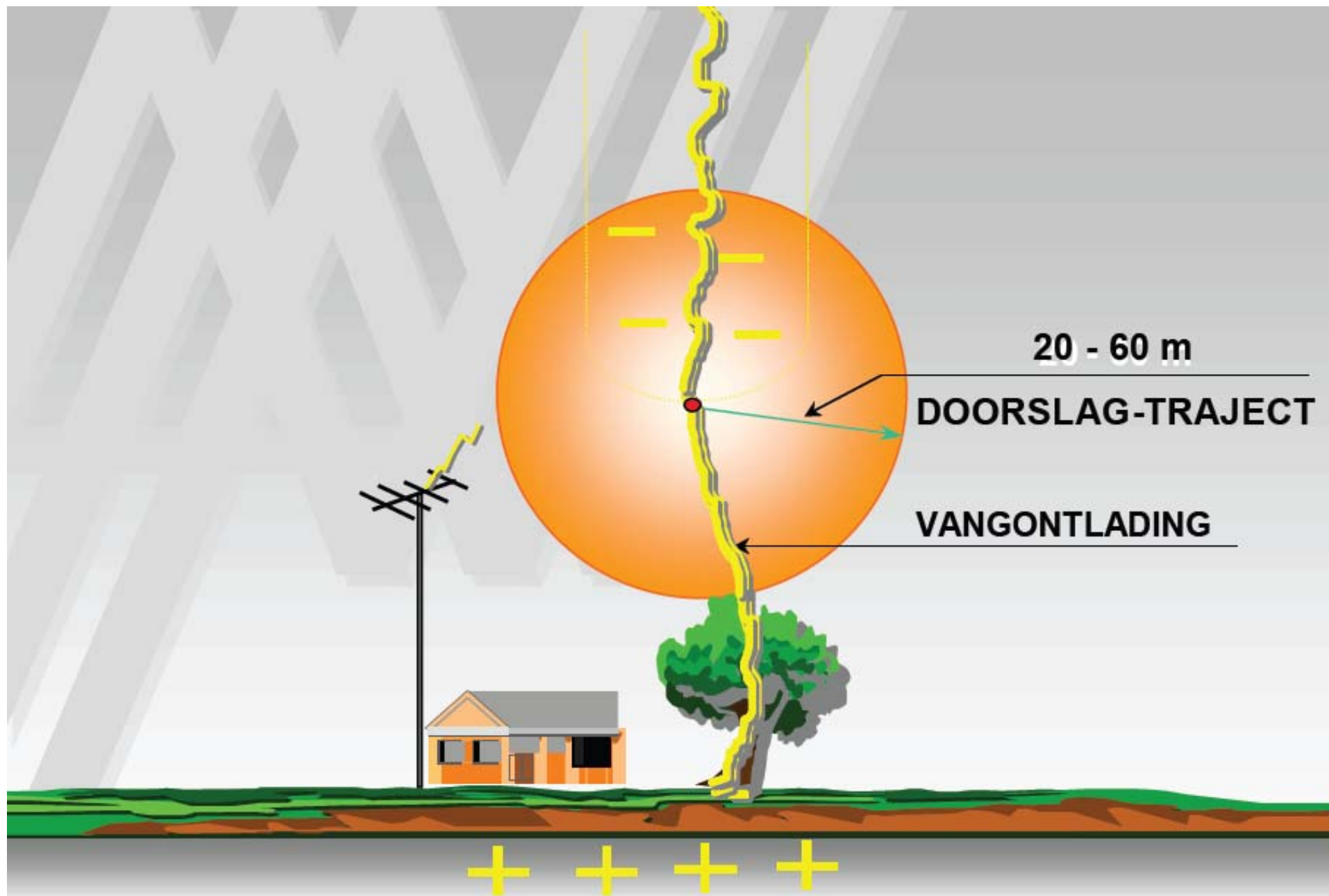
Expertisebureau Bos
0251-230 050

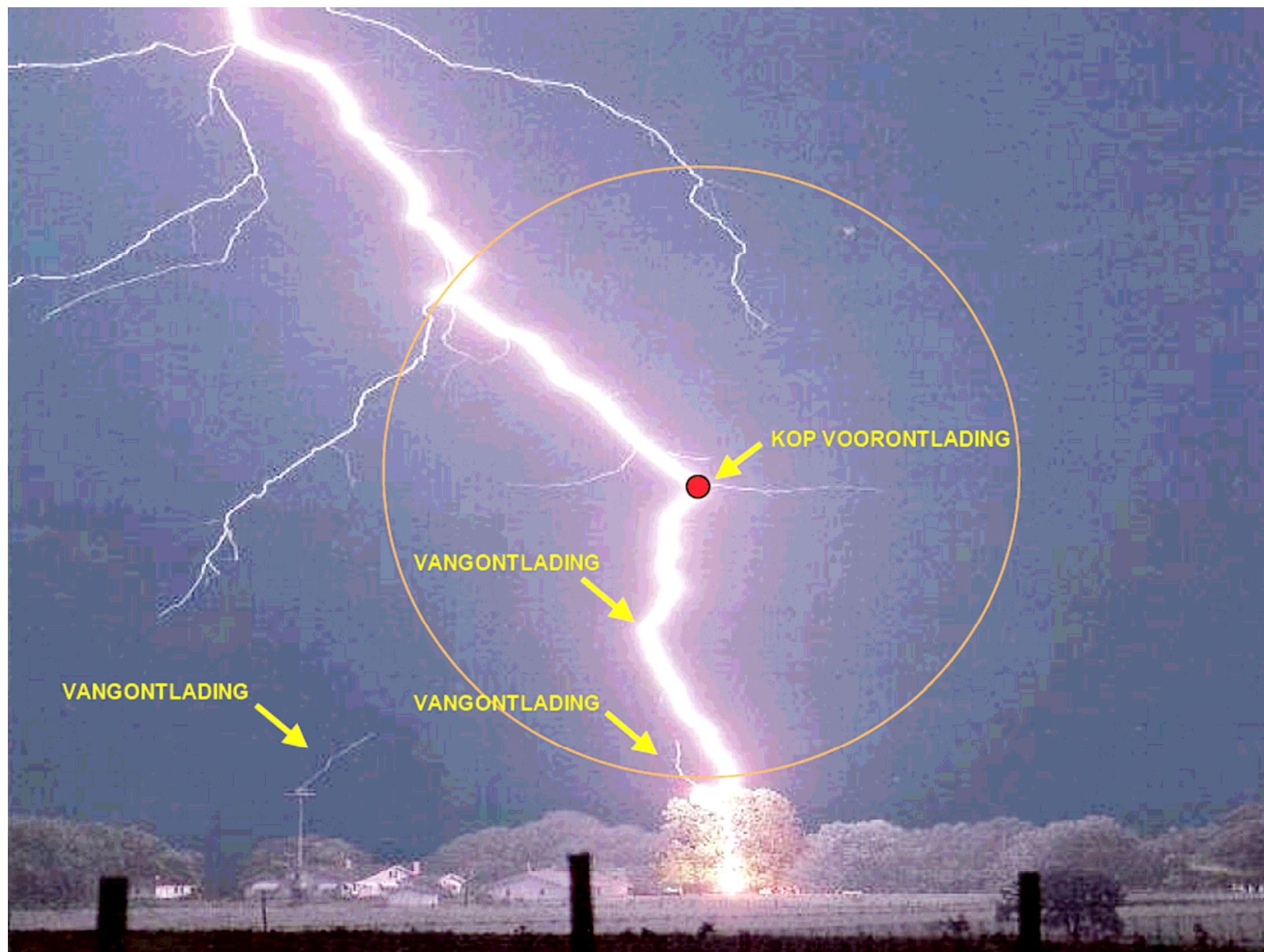


Luchtstroming in onweersbui









6 types

Onderzoekers kennen 6 verschillende bliksems

- Negatieve wolk-wolk bliksem
- Positieve wolk-wolk bliksem
- Negatieve wolk-aarde bliksem
- Positieve wolk-aarde bliksem
- Negatieve aarde-wolk bliksem
- Positieve aarde-wolk bliksem

Onderzoekers menen dat de meeste wolk-aarde bliksem hun oorsprong hebben in een wolk-wolk bliksem.



Expertisebureau Bos
0251-230 050





‘Intercloud’ bliksems

‘Intercloud’ bliksems (weerlicht)



Opgaande bliksem

Lelystad



Elektronen lawine

Een bliksem bestaat uit meerdere processen die zich afspelen in een onderdeel van een seconde.

- In het negatieve gebied van de wolk worden elektronen door het sterke positieve veld van de aarde zo sterk aangetrokken dat ze met andere atomen botsen en hierbij komen verdere elektronen vrij.
- Deze botsen ook weer en er komen nog meer elektronen vrij.
- Een elektronen lawine ontstaat.



Expertisebureau Bos
0251-230 050





Een brede flits bestaat meestal uit meerdere ontladingen die ons oog niet kan volgen.

Plasma

- De naar de aarde razende elektronenlawine heeft aan de achterkant een 1 centimeter dun plasmakanaal.
- In een plasma hebben veel atomen niet meer voldoende elektronen en zijn geïoniseerd. In een plasma bevinden zich geïoniseerde positief geladen atomen met veel vrije negatief geladen elektronen.
- Door zijn bijzondere eigenschappen wordt het ook wel de 4e aggregatietoestand genoemd.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Donder

In het bliksemkanaal kan een temperatuur van

30 duizend °C*

worden bereikt binnen minder dan een sec.!

Hierdoor zet de lucht uit en is een **geluidsgolf**
geboren: donder!!

***Bij hoge temperatuur ontstaan er veel stikstof-oxiden
(NO_x).**



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Trekt een afleider de bliksem aan?

- Nee!
- Het traject van de bliksem wordt pas in de laatste ca. 20 meter beïnvloed door een bliksemafleiderinstallatie.
- De bliksem volgt steeds de weg van de minste (elektrische) weerstand en die loopt pas via de afleider als de bliksem al heel dichtbij is.
- Anders gezegd: als bliksem op het punt staat het schip te treffen, wordt hij door de installatie letterlijk afgeleid. En dat is precies de bedoeling.



Expertisebureau Bos
0251-230 050







Statische elektriciteit

- Onder statische elektriciteit wordt elektriciteit bedoeld waarbij geen stroom loopt, maar wel een hoge gelijkspanning aanwezig is.
- Een onweersbui is statisch geladen en de bliksem is de ontlading van statische elektriciteit.
- Bij statische elektriciteit kunnen haren overeind gaan staan, zeker als het pas gewassen is.
- Dit kan een waarschuwende functie hebben.
- De energie is zo laag dat 3000 Volt vaak niet gevoeld wordt.

Zie filmpje statische elektriciteit bij tanken



Expertisebureau Bos
0251-230 050



De bliksem veroorzaakt

- Zeer hoge spanningen.
- Zeer hoge stroom.
- Zeer hoge temperatuur.
- De zeer steile flanken van spanning en stroom veroorzaken een sterk wisselend magnetisch veld.
- Daarom moet bliksem als wisselspanning met een zeer hoge frequentie gezien worden.



Expertisebureau Bos
0251-230 050







Spanning en temperatuur

- In een bliksemflits kan de spanning oplopen tot honderd miljoen Volt.
- De energie-inhoud in een gemiddelde bliksemontlading is niet groter dan 100 kWh.
- 30.000 graden Celsius gedurende 1 miljoenste seconde is de hoogst gemeten temperatuur in een bliksemstraal.
- Dit is heter dan het oppervlak van de zon.
- In de langer durende bliksems wordt het kanaal zeer heet wat de meeste branden veroorzaakt.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Stroom

- De stroomsterkte in een bliksemflits varieert van 100 tot 60.000 Ampère en kan gedurende ééntienduizendste tot één seconde aan houden.
- Hogere stroomsterktes worden wel gemeten maar die zijn van nog veel kortere duur.
- Voor de bescherming van de bemanning moet het uitwendige beschermingsdeel uitgelegd zijn voor 150 kAmpère.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Inductie

- Inductie is het opwekken van een elektrische spanning als gevolg van een wisselend elektromagnetisch veld.
- Een bliksemflits is een zeer korte, sterke, elektrische ontlading.
- Rondom zo'n bliksemflits ontstaat in een omtrek van enkele kilometers, gedurende korte tijd, een zeer krachtig elektromagnetisch veld.
- Inductiespanningen zijn echter sterk genoeg om via niet of slecht beschermde elektriciteitskabels en dataleidingen, schade aan elektronische apparatuur zoals computers en programmatuur te veroorzaken.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Steile flanken

- Door het snelle stijgen en dalen van de spanning ontstaat er een wisselend magnetisch veld dat in alle metalen delen spanning induceert.
- Die spanningen kunnen oplopen tot 100.000 Volt.
- Eén en ander afhankelijk van
 - de lus die de bekabeling van een elektrisch systeem vormt,
 - de afstand van de lus tot de ontlading,
 - de positie van deze lus ten opzichte van de ontlading.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Bijkomende verschijnselen

- Ioniserende straling.
- Niet ioniserende straling.
- Röntgen straling.
- Gamma straling.
- Radiosignalen.

De oorzaak ligt hoogstwaarschijnlijk in kosmische straling daar gewone vonken dit niet vertonen.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Plaatsbepaling bliksem

- **Radiogolven** op 10 kHz (door bliksem gegenereerd) worden op 7 stations ontvangen en met elkaar vergeleken.
- Hierbij is de nauwkeurigheid van de plaatsbepaling in Europa **5-20 km**.
- Hierbij wordt het **Arrival Time Delay detection system** van de UK Met Office gebruikt.
- **Het gaat om tijdverschillen van 1 microseconde!!**



Expertisebureau Bos
0251-230 050



4 DELIGE BESCHERMING

- 1 Uitwendige bliksem bescherming
- 2 Spanningsvereffeningssysteem
- 3 Voorkomen statische lading
- 4 Elektronica

Zie Lightning and sailboats 6:00



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Film “Stom, stommer, stomst”

Een aanvaring van een HS leiding met een
schip zonder bliksembeveiliging



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Stapsgewijs naar ongevaarlijk

Het bliksembeveiligings zoneconcept zoals beschreven in de internationale norm IEC 61312-1 heeft bewezen zinvol en doeltreffend te zijn.

De basis van dit concept is het principe om overspanningen stapsgewijs te reduceren tot een ongevaarlijk niveau, vooraleer ze het eindtoestel bereiken en daar schade kunnen aanrichten.

Om dat te realiseren wordt het volledige energienet van een schip onderverdeeld in bliksembeveiligingszones



Expertisebureau Bos
0251-230 050



LPZ = Lightning Protection Zone

- LPZ 0A = Het onbeschermd gebied buiten het schip. Directe blikseminwerking, geen afscherming tegen elektromagnetische stoorspulsen LEMP (Lightning Electromagnetic Pulse).
- LPZ 0B = Door een externe bliksembeveiligingsinstallatie beschermd gebied. Geen bescherming tegen LEMP.
- LPZ 1 = Zone binnen in het schip. Geringe deelbliksemenergieën mogelijk.
- LPZ 2 = Zone binnenin het schip. Geringe overspanningen mogelijk.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



LPZ = Lightning Protection Zone 2

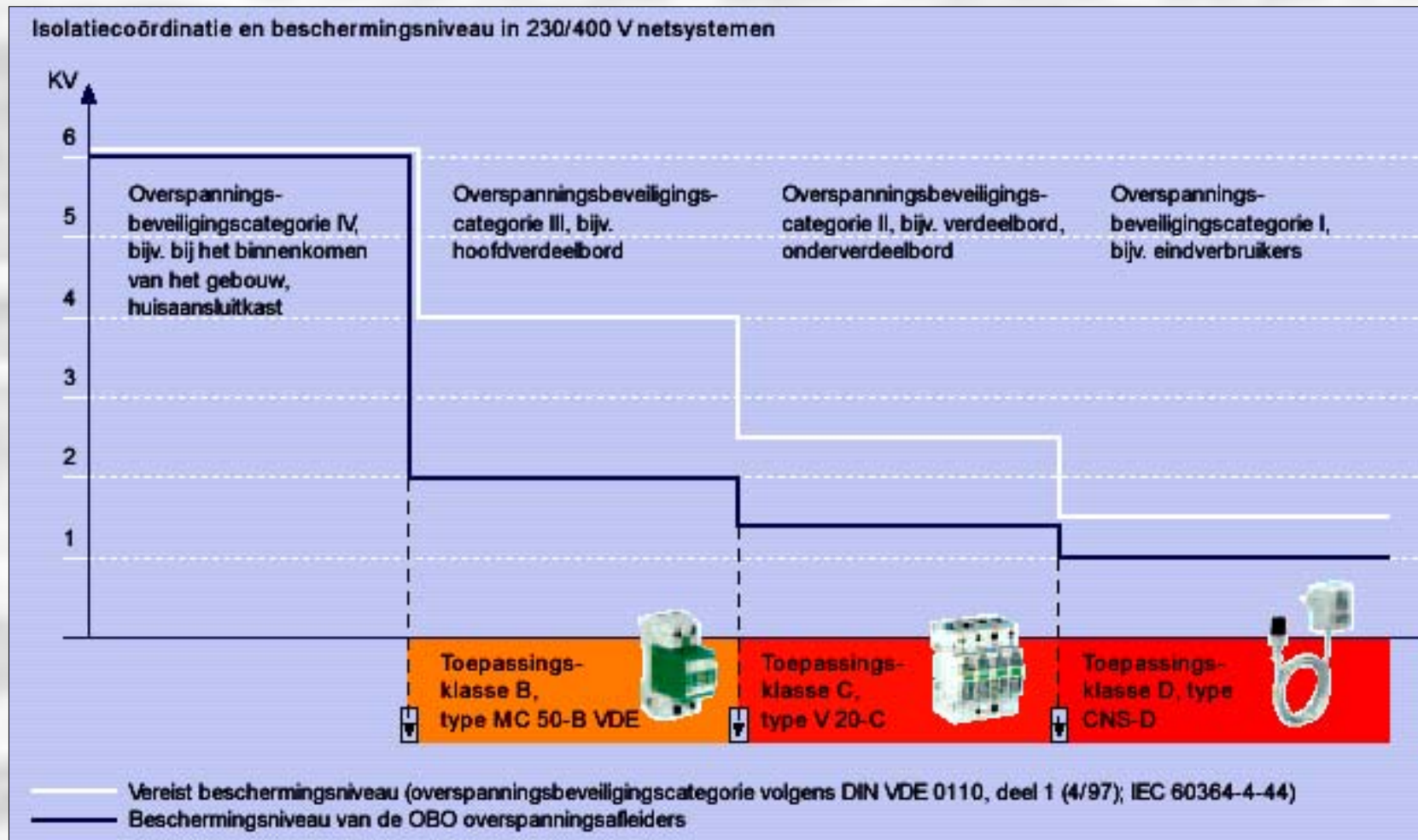
- LPZ 3 = Zone binnenin het schip (kan ook de metalen behuizing van een gebruiker zijn). Geen stoorpulsen door LEMP, noch overspanningen aanwezig.
- De basisvoorwaarde voor een bliksembeveiligingszoneconcept is een correct uitgevoerd **potentiaal - vereffeningssysteem**, aangevuld met afleiders op de overgang van LPZ 0 naar LPZ 1, om zo de bliksembeveiligingspotentiaalvereffening te realiseren.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Beschermings zone's



1 - UITWENDIGE BLIKSEMBEVEILIGING

“Kooi van Faraday”



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Uitwendige bliksem bescherming

- Aarden.
- Doorlopende verbinding van de masttop naar het water met minimaal 25 mm² bij voorkeur 70 mm².
- Zo weinig mogelijk overgangen.
- Aarde minimaal 0,75 m² in de vorm van een strip of plaat, of de kiel.
- Alle verstaging verbonden met de aarde met minimaal 25 mm² bij voorkeur met 70 mm².
- Isolatoren van stagantennes voorzien van een vonkbrug.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Kooi van Faraday

- Een bliksemafleider noemt een installateur een opvangspits of een opvanger.
- Bij kleine masten is het beveiligde gebied ongeveer het gedeelte wat zich bevindt in een kegel van 45°.
- Dit geldt tot een hoogte van 20 meter.
- Bij spitshoogten daarboven wordt de kegel niet groter.
- Voor een betere bescherming moet er een kooi gevormd worden door de stagen en wanten.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Centrale aardpunt

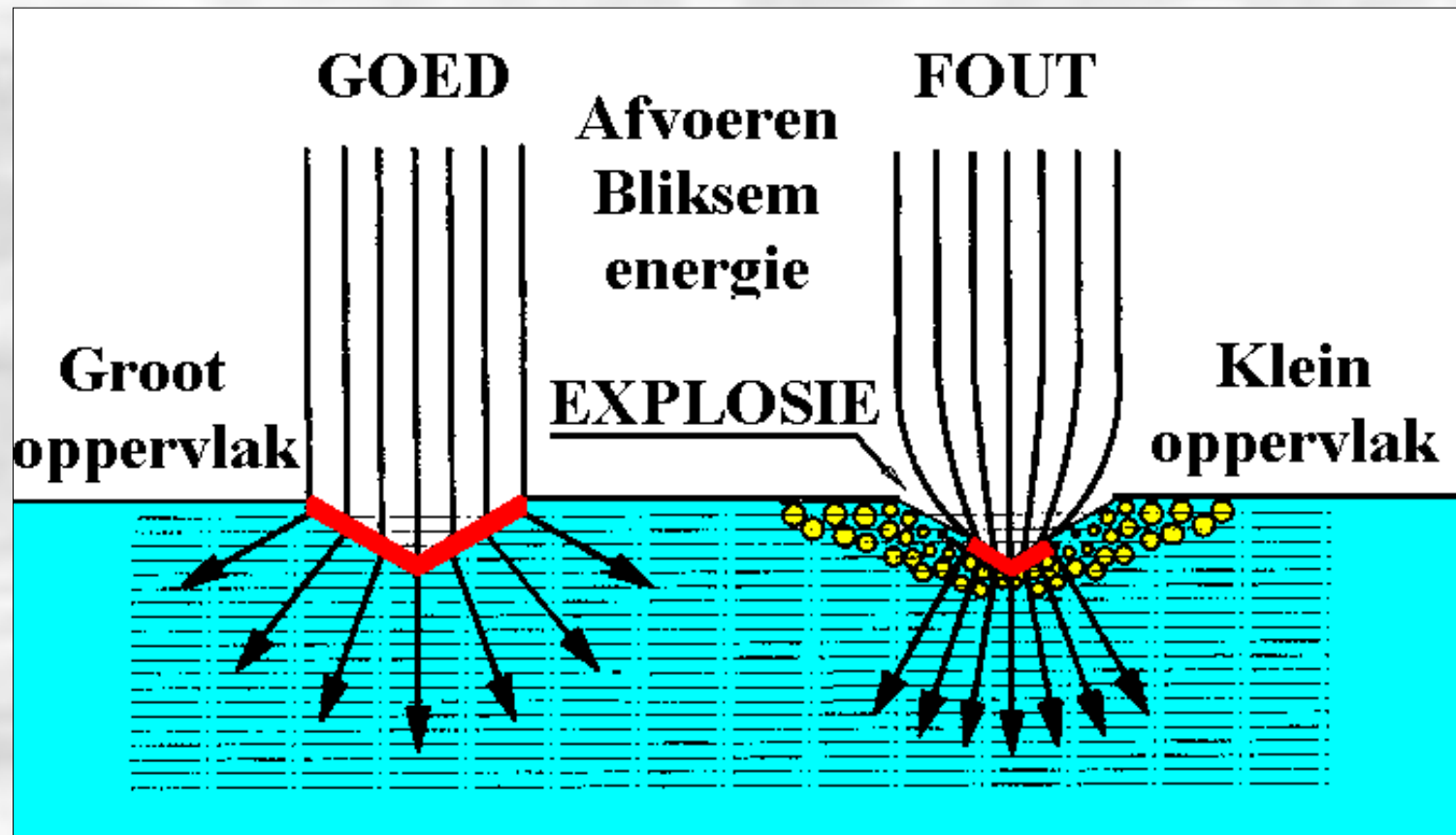
- De negatieve pool van de accu's, de motor, het controlepaneel, het bedradings systeem, de generator, de massa onder water, de veiligheids massa (PE = Protective Earth) van het 230 volt systeem van het schip, de Potentiaal Vereffenings Leiding (PVL) en de massa van het GPS signaal komen allemaal bij elkaar in 1 punt.
- Dit punt kan een bout zijn of een met bouten bevestigde zware metalen (koperen) staaf (aardrail) verbonden met de aardplaat. In dit verhaal noemen we dit “CEP” (Common Earth Point).



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Aardplaat



- Oppervlak bij voorkeur 0,75 m² en 2 mm dik.

Bliksem stroom uitgang



Biksem bij huiddoorvoer



Gelukkig een metalen doorvoer,
plastic wil wel eens verdampen...



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Aardelektrode

Dynaplate



Bestaat uit gesinterd brons. Heeft daardoor een groot nat oppervlak. Door stoomvorming tijdens inslag helaas NIET bruikbaar!



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Aardleiding

- De totale weerstand van de masttop naar de aardplaat of CEP mag niet meer weerstand hebben dan 0,02 Ohm.
- Alles wat meer weerstand heeft veroorzaakt meer warmte en de kans bestaat dat de bliksem een andere weg kiest.
- Houten masten hebben een uitwendige koperen aardrail nodig om exploderen te voorkomen.

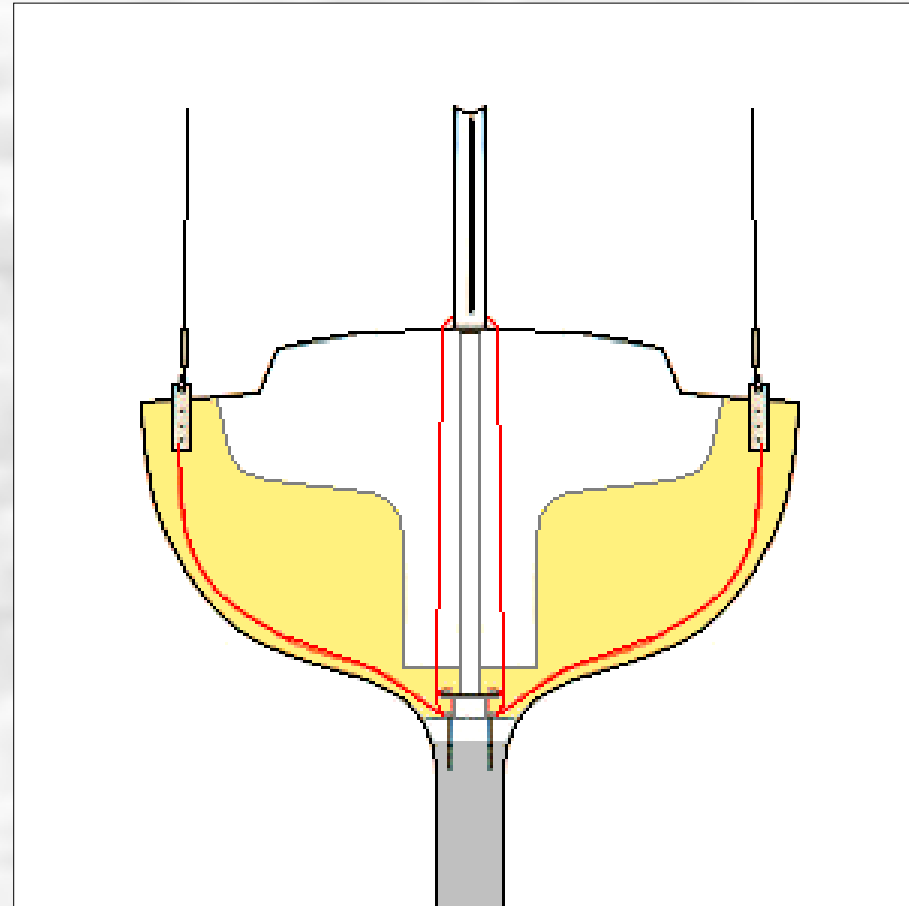


Expertisebureau Bos
0251-230 050



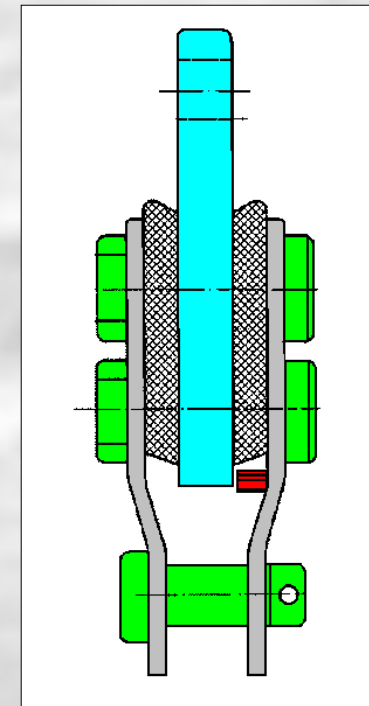
Leidingen

- Zo recht mogelijk.
- Geen knikken.
- Zo weinig mogelijke onderbrekingen.
- Minimaal 25² koper.



Vonkbrug over antenne isolator

- Een bliksem overbrugt met gemak een afstand van een halve meter.
- Vonkbrug is vergelijkbaar met een bougie.
- Bij een bepaalde spanning springt de vonk over en is de isolering op geheven.





Kettingen en startkabels

- Kettingen en startkabels zijn NIET te gebruiken als bliksemafleider.
- Zij missen de noodzakelijke lage weerstand.
- Bij inslag lopen er zeer grote stromen en het gevolg is:
 - Terugslag en sideflashes.
 - Door de elektromagnetische krachten springt het object uit het water.
 - De temperatuur wordt zo hoog dat er gaten in het polyester slaan.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



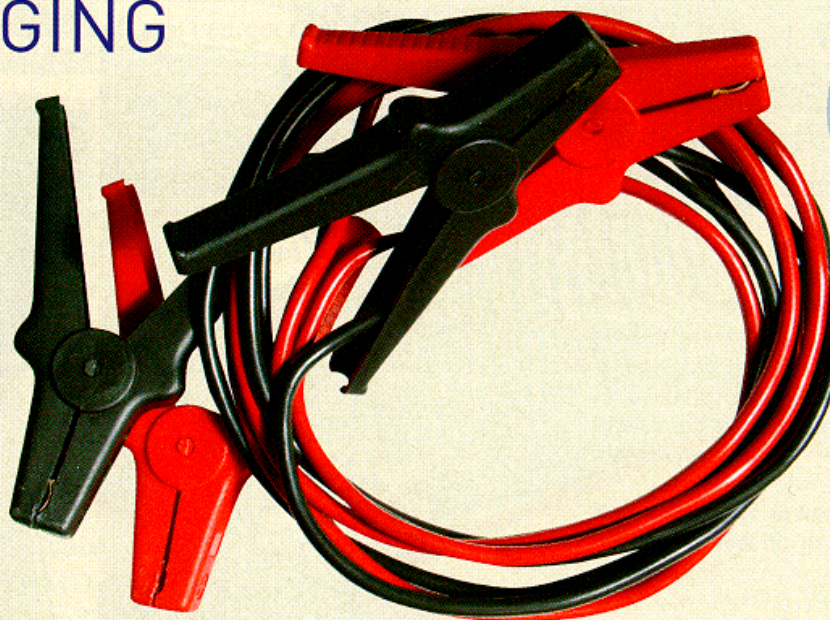


Lachen 1

TIP VAN ERIC EN REGINA PRUDON

BLIKSEMBEVEILIGING

NOOD breekt wet, ook bij naderend onweer. De beste bliksemaf-leider tijdens een inslag is dan nog steeds de permanent en goed bevestigde platte koperstrip of gevlochten leiding. Zo voer je elektrische stromen snel weg via een zo groot mogelijk oppervlak, ook als je zelf niet aan boord bent. Maar is een snel alternatief noodzakelijk, dan kiezen Eric en Regina Prudon voor een setje startkabels. Wellicht minder goed, maar in elk geval een vorm van bliksem-afleiding. De ene kant klem je aan de verstaging en het andere uiteinde gaat te water.



KAMPIOEN#23124 2006



Expertisebureau Bos
0251-230 050





Lachen 2



Einfacher gehts nimmer

Nachlese zum Tipp „Blitzableiter“,
Palstek 5-06, Seite 128

Der gezeigte und beschriebene Blitzschutz ist auch einfacher und besser zu erstellen durch Buchsen und Stecker aus dem Fachhandel für Schweißzubehör. Hier kann der Eigner zu einem lächerlich geringen Preis seinen Blitzschutz individuell zusammenstellen lassen. So kostet zum Beispiel ein Stecker für ein 95-Quadratmillimeter-Kabel unter drei Euro. Adalbert Hüsken hat sich auch ein Multitool verdient.



Lachen 3a



Expertisebureau Bos
0251-230 050





Lachen 3b

Deze set is te koop bij een Duitse scheepselektronica zaak. Voor een 3 meter breed schip kost dit 439 Euro.

- Met de volgende bezwaren:
- * De bliksem wil meestal rechtdoor.
- * De overgangsweerstand bij de stagklemmen is nogal groot.
- * Hoe krijg je het zout weer uit de koperen litze draad.
- * Er is een groot risico op brandsporen in het polyester.



Expertisebureau Bos
0251-230 050





Lachen 3c

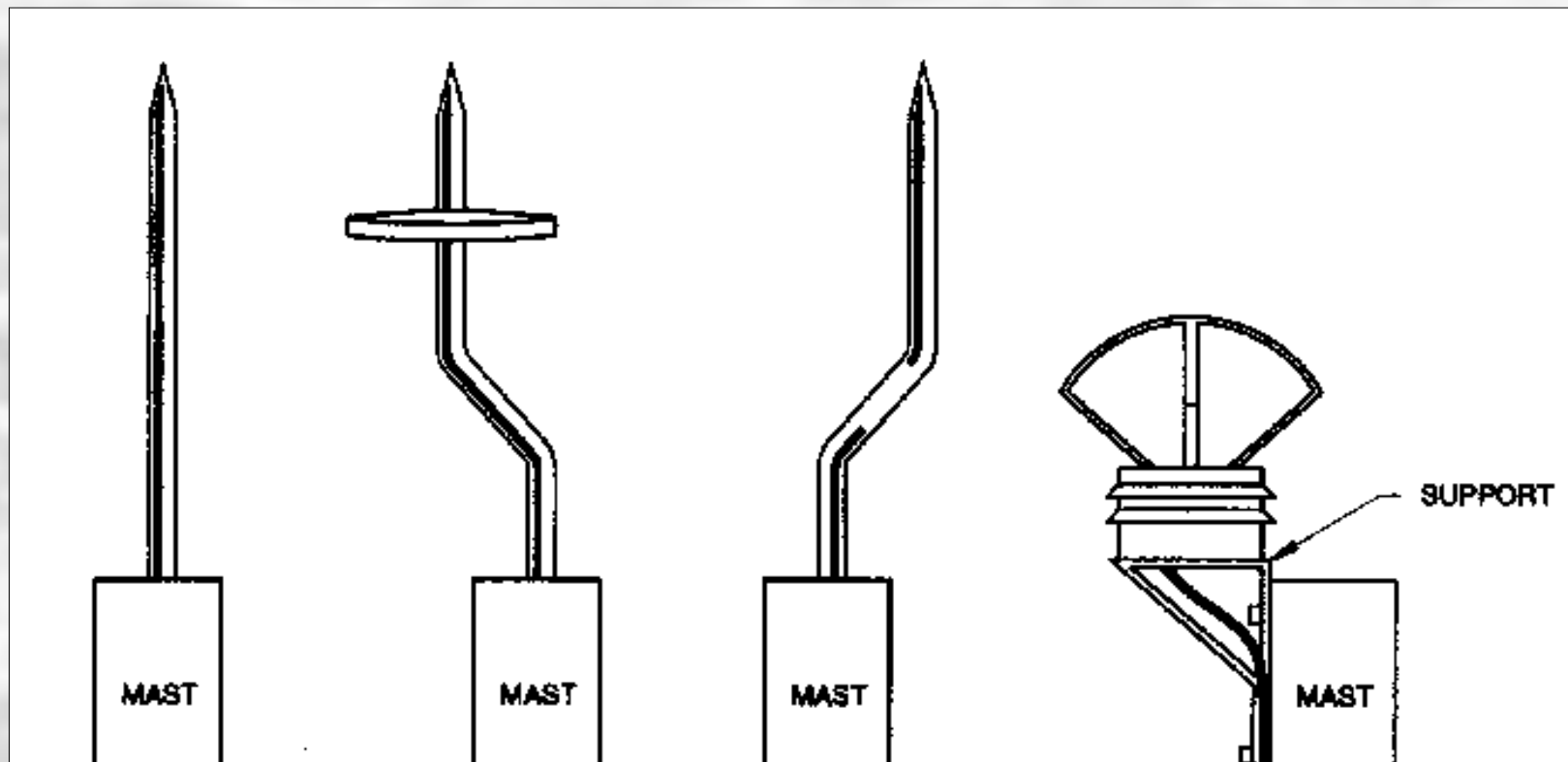
- Er zouden 2 ogen aan de einden moeten zitten zodat ze met een lijn onder het schip door strak gezet kunnen worden om het gevaar voor de bemanning te verminderen.
- De lachers zijn alleen geschikt om statische lading af te voeren mits de contactdruk in de klemmen groot genoeg is om een laag ohmige verbinding te maken.
- Voor 439 Euro kun je een directe rechte verbinding maken tussen de mast en de kiel en blijft er genoeg over voor een feestje.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



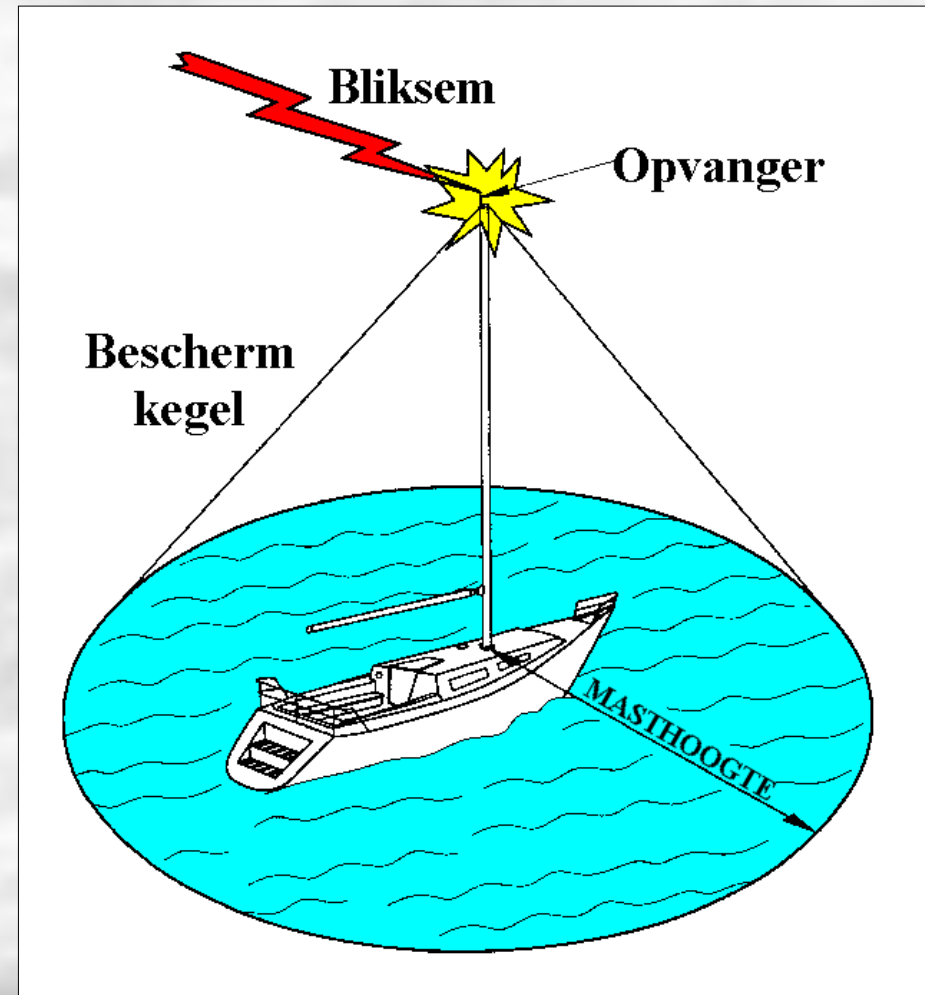
Vangspitsen



- Er zijn nog veel meer modellen...

Mastkegel

- De bescherming is afhankelijk van de mastlengte.
- Vroeger 60° , daarna 45° nu bij hoge masten circa 10° .
Dit komt omdat de kooi van Farady alleen werkt als de mazen ervan klein zijn.



Film “Blitze faszinierend und gefährlich”

Een stukje uit de videopodcast
samenvatting van de WDR uitzending op
18-11-2006 gedeelte 12:30-14:30.

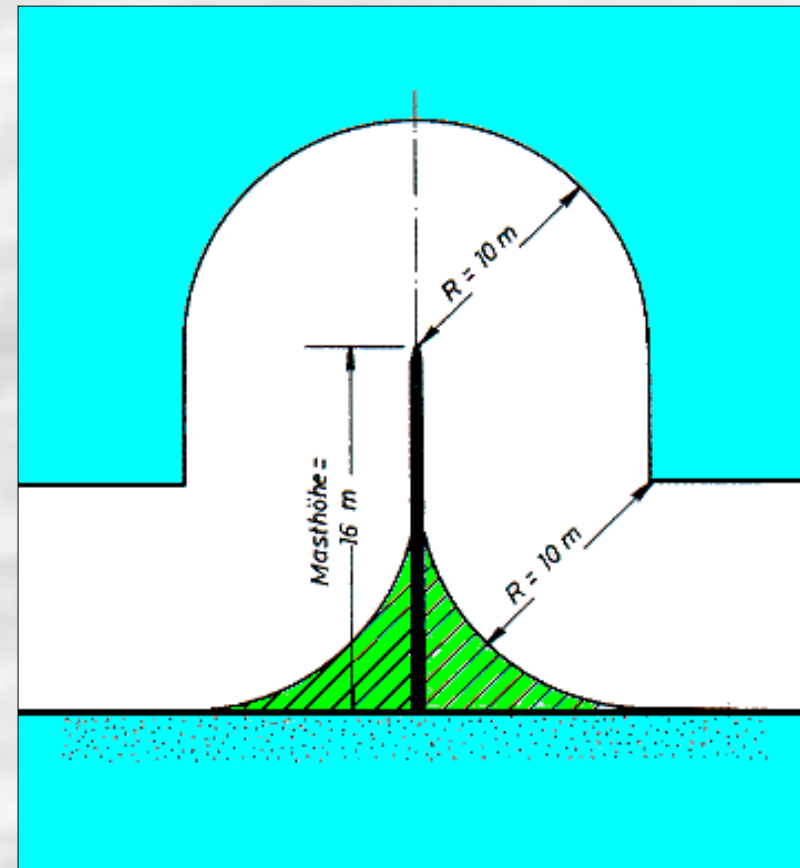


Expertisebureau Bos
0251-230 050



Ballen theorie

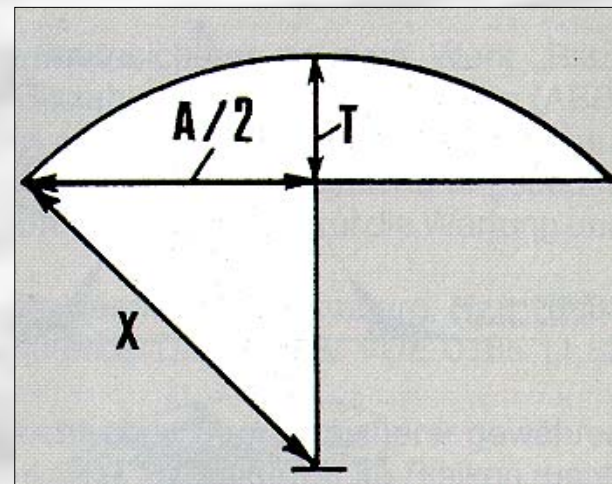
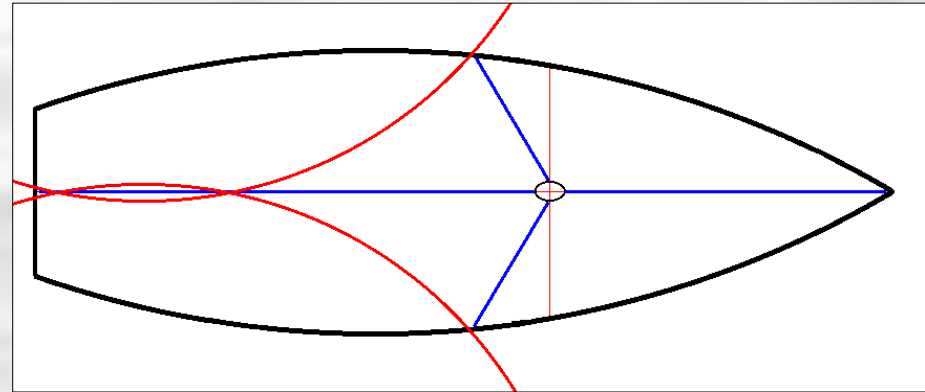
- De bliksem heeft een gevaarlijke zone. De diameter ervan is tot een straal van 40 meter nogal gevaarlijk.
- Voor de bescherming van de bemanning rekent men met een straal:
- Grote zekerheid = kleine straal = 10 m.
- Kleine zekerheid = grote straal = 40 m.



Zie: Quarks Blitze 12:15

Indringdiepte

- Een schijf met een diameter van 20 meter die tegen de verstaging wordt gedrukt komt een stukje naar binnen in het vlak van de verstaging.
- Bij bakstagen kan het zijn dat er geen veilig gebied overblijft voor de roerganger.



2 - SPANNINGS- VEREFFENINGSSTEEM

Potentiaal Vereffenings Leiding (PVL)
(Bonding system)



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Side-flashes

- Nadat de bliksem is ingeslagen is het potentiaal van de masttop naar de aardplaat geneutraliseerd.
- Het schip, en vooral de metalen delen ervan, hebben nog een hoog potentiaalverschil.
- Dit veroorzaakt interne ontladingen.
- Bij ontbreken van een goede aarde kunnen deze door de huid van het schip gaan.
- Er zijn schepen bekend met wel 100 gaten op de waterlijn....



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Spanningsvereffeningssysteem

- Alle metalen delen verbinden met de aarde van het schip.
- Voorkomt hoge spanningen tussen de metalen delen.
- De minimale draaddikte is 10 mm².
- Leg de bedrading in de buurt van en evenwijdig aan de CL (centerline of hartlijn van het schip).



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Potentiaal Vereffening Leiding (PVL)

- Een aardleiding behoort stroomloos te zijn en neemt (daardoor) het gelijke spannings-niveau aan als de omringende aarde (directe omgeving).
- Dit geldt niet voor PVL, massa c.q. min- of nul-geleiders.
- De behuizing van apparaten (tenzij dubbel-geïsoleerd) behoort op de aarde te zijn aangesloten.
- Min, of nul geleiders KUNNEN ook op de behuizing zijn aangesloten, maar dat hoeft niet!



Expertisebureau Bos
0251-230 050



4 redenen voor PVL

Potentiaal Vereffening Leiding (PVL) systeem:

1. Zorgt voor een elektrische verbinding tussen de metalen armaturen zodat deze tegen corrosie beschermd kunnen worden.
2. Voert de lekstromen af die hun oorsprong binnen het schip hebben.
3. Beperkt de elektronische interferentie van GPS, VHF en radio's.
4. Zorgt voor een goede afvoer van blikseminslag en beperkt de schade die kan ontstaan door de hoge spanning tijdens de inslag.

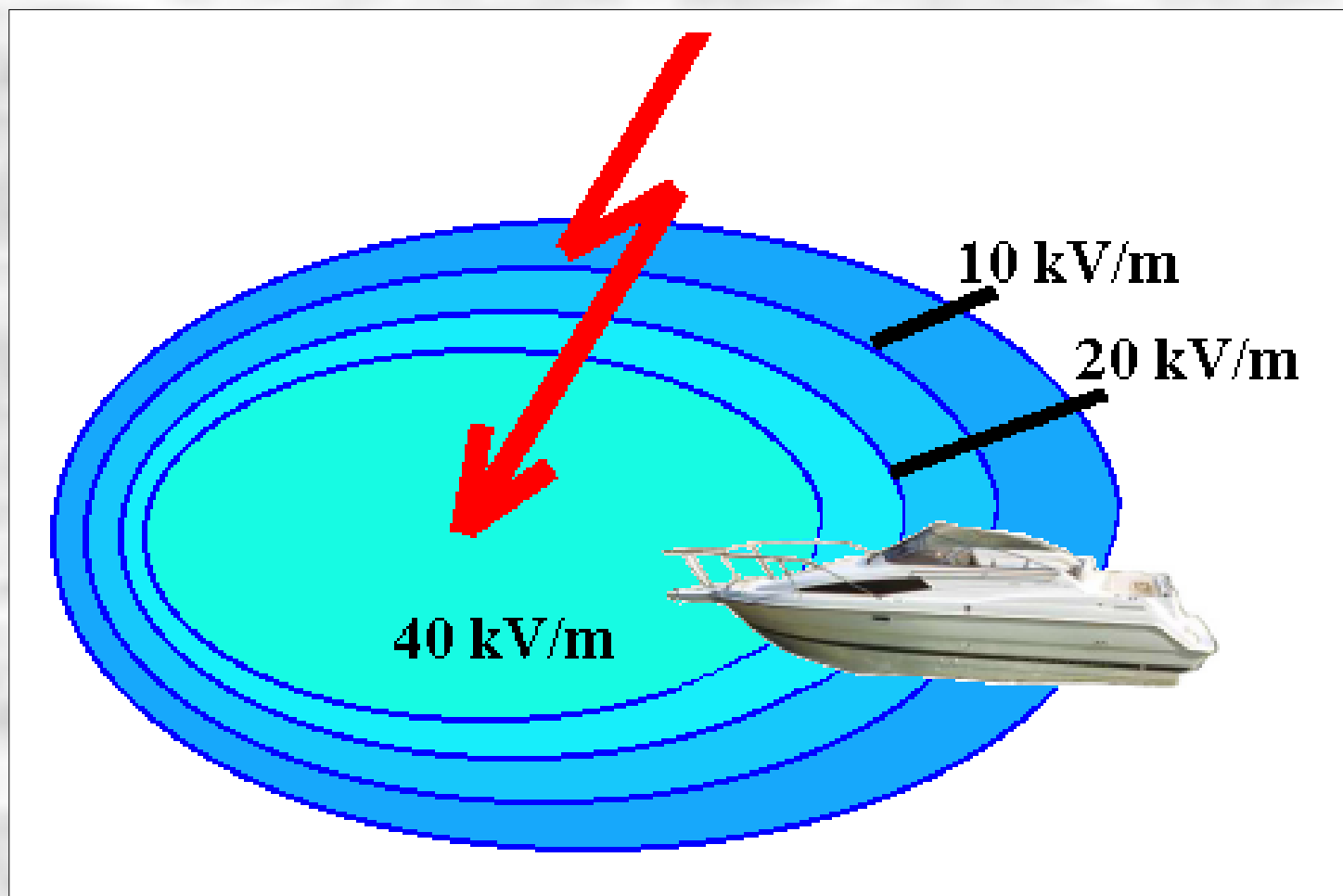


Expertisebureau Bos
0251-230 050





PVL ???



Uitvoering PVL

- Minimum dikte van de bedrading is 10^2 of een koperen cq. bronzen strip van 1 x 10 mm.
- Sommige informatiebronnen bevelen een dikkere bedrading aan tot wel 70^2 voor de bliksemafleiding vanaf de mast, via de centrale aardstrip naar de schroefas met schroef en/of de onderwater aardplaat.
- Alle verbindingen zitten boven het bilgewater niveau.
- Alle verbindingen zijn toegankelijk, schoon en gebout.
- Er is geen soldeerverbinding aanwezig.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Uitvoering PVL 2

- De koperen of bronzen geleiders bevatten geen scherpe bochten of kinken.
- Scherpe bochten veranderen de structuur van de geleider waardoor er gemakkelijk breuk ontstaat.
- De geleiders lopen zoveel mogelijk apart van de andere kabels voor zover praktisch toepasbaar.
- Door de hoge stroom tijdens blikseminslag kan er een hoge spanning geïnduceerd worden. Deze spanningen zijn funest voor de aangesloten apparatuur.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Uitvoering PVL 3

- Het PVL systeem wordt niet gebruikt in de plaats van de negatieve aders van het 12 Volts systeem.
- De isolatie (optioneel) is groen – geel.
- Het PVL systeem is gescheiden van het 230 V wisselstroom gedeelte die ook groen – geel is.
- Door de geleiders van het PVL systeem loopt normale wijze geen stroom. Uitgezonderd een anti-corrosie stroom van een actieve corrosiebescherming (zie presentatie corrosiebescherming).



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Uitvoering PVL 4

- Elke stroom die door het PVL systeem loopt kan corrosie veroorzaken.
- De hoofdader van het PVL systeem ligt in de buurt van de CL (centerline of hartlijn van het schip)
- De hoofdader van het PVL systeem is verbonden met de centrale aardbout of strip (CEP).
- Alle aders van het PVL systeem zijn verbonden met de hoofdader of beter nog met de centrale aardbout of strip.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Uitvoering PVL 5

- Als de PVL bedrading van de ene afsluiter naar de andere loopt is er een groter risico aanwezig van een elektrische schok en corrosieschade als er een stroompje door de geleider loopt.
- Daarom is het beter om vanaf elke afsluiter of appendage een draad aan te leggen naar de gemeenschappelijke aardbout of strip (CEP).
- Het PVL systeem is alleen met de nul van het gelijkspanningsnet verbonden bij de aardbout of massastrip (CEP) (testen).



Expertisebureau Bos
0251-230 050



3 - STATISCHE ELEKTRICITEIT

Afvoeren en verstrooien



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Statische elektriciteit

Je loopt bij droog weer over een nylon tapijt en raakt dan de metalen deurknop aan: pets! Een geniepig vonkje springt over.

Als je je synthetische trui over je net gewassen, droge haren trekt, kun je die vonkjes zelfs vlak voor je ogen zien.

Het zijn elektrostatische ontladingen ten gevolge van een spanningsverschil tussen twee objecten.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Statische elektriciteit 2

Opladen gebeurt door wrijving, bijvoorbeeld door twee overheadsheets van elkaar te trekken.

Vonkjes ontstaan al bij een spanning van minder dan 100 Volt. Je merkt daar zelf niets van, maar er kan wel al schade aan je computer door ontstaan.

Vonkjes vanaf een spanning van ongeveer 2.000 Volt voel je wel. Je hoort ze vanaf 5.000 Volt en boven de 10.000 Volt kun je ze ook zien.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Statische elektriciteit 3

- De gevolgen van zo'n ontlading kunnen enorm zijn: een klein vonkje kan een gasmengsel laten ontploffen (gebeurde vroeger wel eens in supertankers).
- Zo'n vonkje kan ook schade aanbrengen aan micro-elektronica, die is daar uiterst gevoelig voor. Gelukkig valt daar heel wat tegen te doen.



Static Dissipator

- Verstrooit de statische lading in de atmosfeer om bliksem inslag te voorkomen.
- Bij een inslag zijn de draadjes weg en blijft de vangspits over.



Atmosferische ontladingen

Overspanningen door atmosferische ontladingen kunnen als volgt ontstaan:

- bliksem inslag in een bovengrondse elektriciteitslijn.
- ontladingen tgv. van influentieladingen op een bovengrondse elektriciteitslijn.
- inductie tgv. van blikseminslag in de directe omgeving.
- spanningsgradiënt in de bodem of water tgv. een blikseminslag in de directe omgeving.
- blikseminslag op een bliksemstroomafleider installatie, welke met de potentiaalvereffeningsrail is verbonden.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



4 - ELEKTRONIKA

Overspanningsbeveiliging DC – AC

Zie: Quarks Blitze 24:00-20:45



Expertisebureau Bos
0251-230 050



GELIJKSPANNINGSNET

12 Volt DC

24 Volt DC



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Gelijkspanning

- Bedrading getwist.
- Overspanningsbeveiliging voor de voeding van elke gebruiker.
- Overspanningsbeveiliging voor de antenne van elke zender of ontvanger.
- Alle apparatuur in metalen kasten.
- Alle metalen kasten verbonden met het spanningsvereffeningssysteem.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Bescherming DC net

- Zowel de plus als de min vrij van aarde.
- Transiënt Voltage surge suppression modules (Beveiligings modules tegen spanningspieken) toepassen om overspanning naar een veilige waarde te brengen.
- Overspanningsbeveiliging voor elke gebruiker in de vorm van een Metal Oxide Varistor (MOV)
(12V type S10K Conrad nr: 46 78 50-07 max 18V lekvermogen 500A € 0,83)



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Varistor

- Een varistor is een weerstand die afhankelijk is van de aangelegde spanning. Varistor = VDR (Voltage Dependent Resistor) = MOV (Metal Oxide Varistor).
- Een varistor vind je ondermeer in overspanning beveiligingen die voor twee tientjes te koop zijn in iedere bouwmarkt.
- Zo'n overspanning beveiliging is vaak een tussenstekker die in het stopcontact wordt gestoken en waar vervolgens de TV of een snoercentrale op wordt aangesloten.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Varistor 2

- De eigenlijke beveiliging is vaak super simpel en bestaat nogal eens uit een varistor die over beide polen is aangesloten en een weerstand met een LED die hier parallel op staat zodat e.e.a. er in ieder geval lekker stoer uitziet en je de indruk krijgt waar voor je geld te hebben.
- Varistors hebben last van verouderingsverschijnselen wat ze over langere tijd minder betrouwbaar maakt voor een aantal toepassingen.

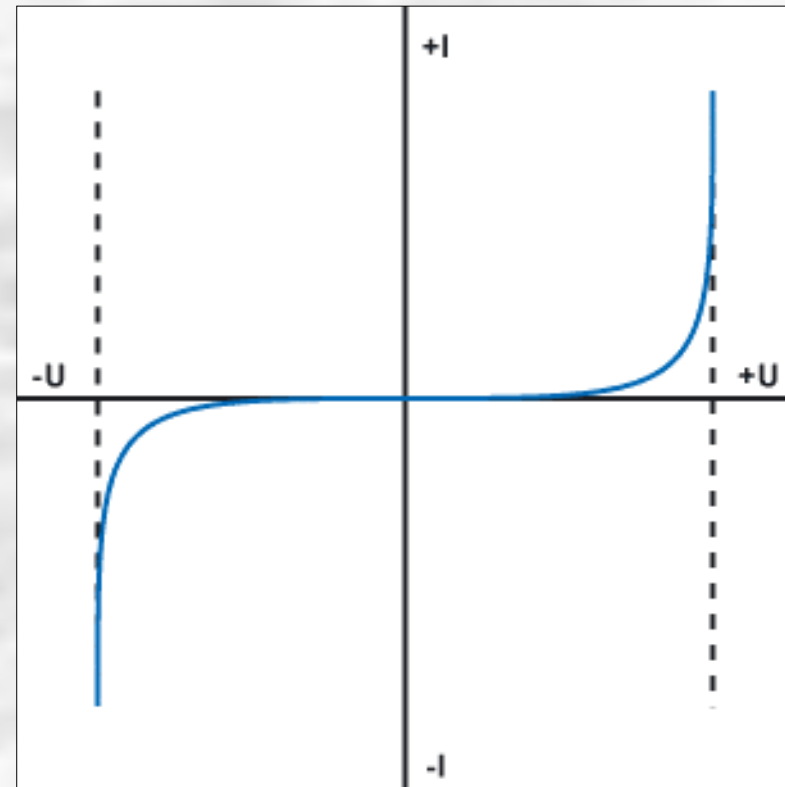


Expertisebureau Bos
0251-230 050



Varistor karakteristiek

- Een varistor blijft een weerstand met een zeer hoge weerstand en zal weinig energie verbruiken.



Kapot gaan vergt ruimte

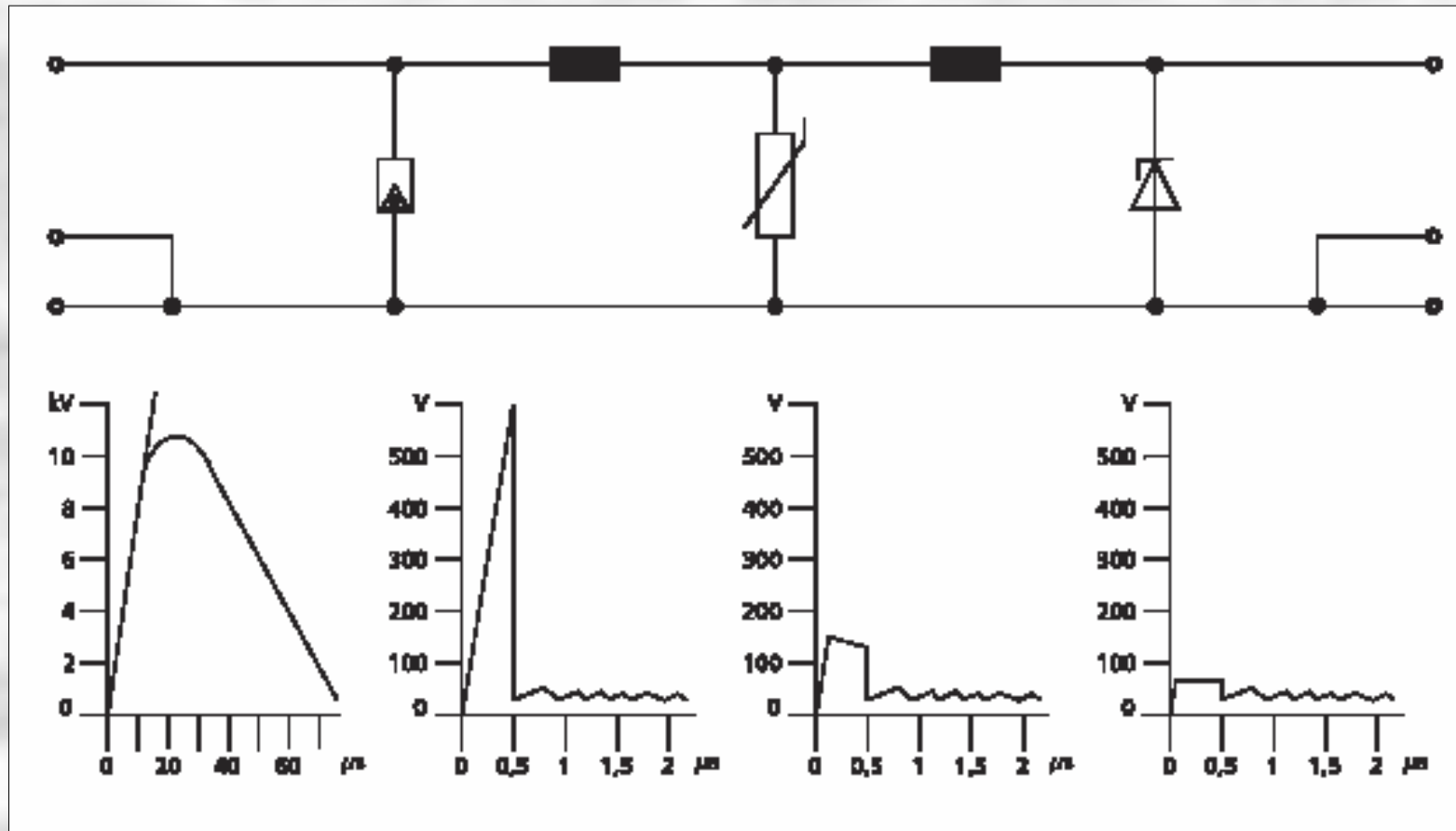
- Experimenten met varistors hebben wel aangetoond dat de varistor ruimte moet hebben om "kapot" te gaan bij zeer zware belasting.
- In de USA zijn testen gedaan waarbij bleek dat apparatuur waar de varistor zwaar was ingekapseld uiteindelijk niet beschermd was omdat de varistor intact bleef (door gebrek aan ruimte bleven de delen tegen elkaar aangedrukt, ook nadat hij was uitgefikt).



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Surge Protector 24V DC



Spannings-piek

Vonkbrug
overspannings
afleider

Varistor

Thyristor



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Spanning te hoog geweest



Getwiste bedrading



- Bij parallel liggende aders kan er 80 Volt per meter ontstaan.
- Bij getwiste aders is het resultaat 0 Volt.
- De spanningen kunnen ook 100 keer zo groot worden!
- De afstotende krachten tussen de aders kunnen zeer groot worden.

WISSELSPANNINGSNET

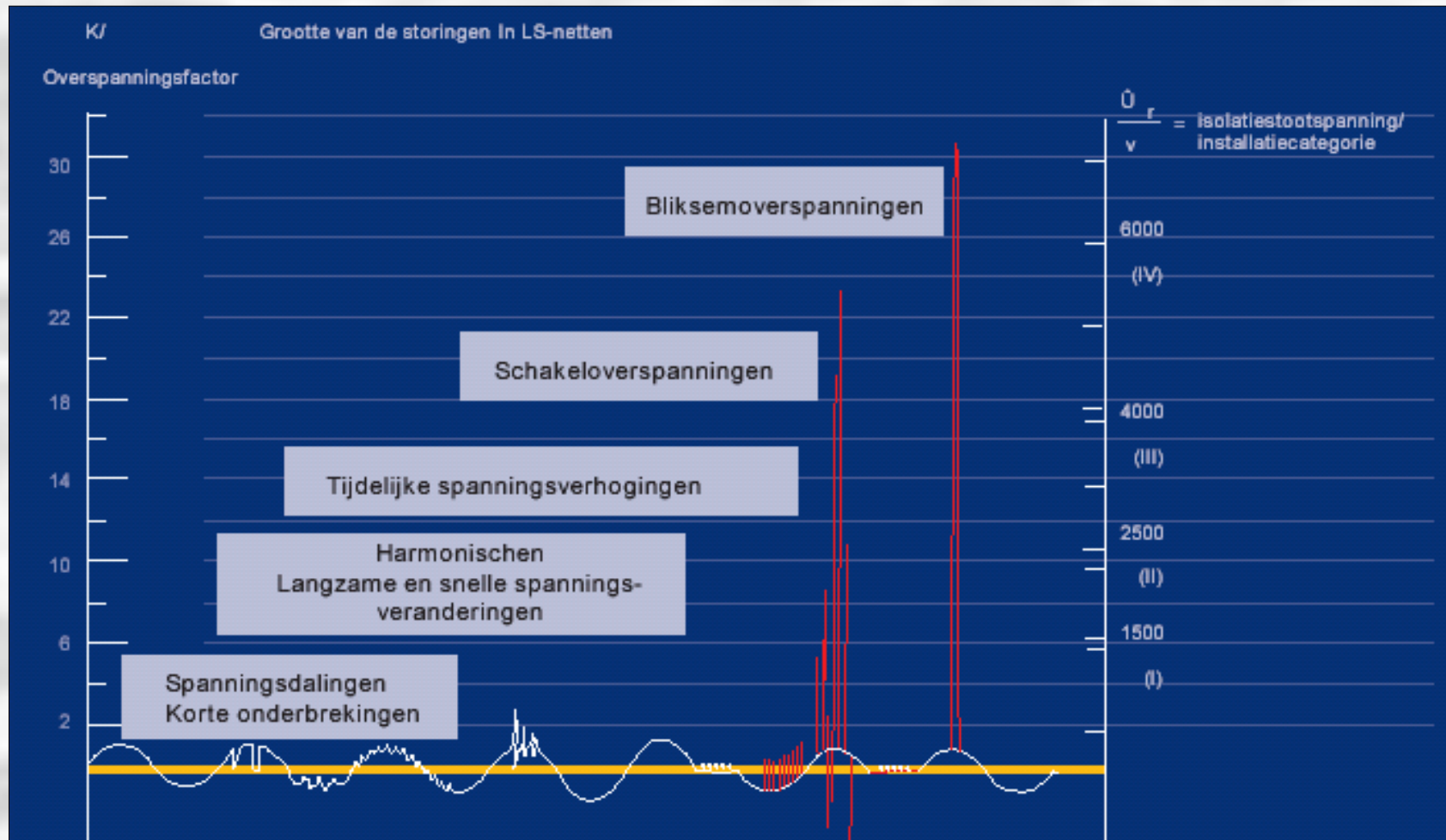
230 Volt AC



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Storingen in 230V netten



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Bescherming AC net

Ten gevolge van schakelhandelingen en atmosferische storingen kunnen transiënte overspanningen en -stromen ontstaan. Deze overspanningen en -stromen kunnen schade veroorzaken in installaties.



De apparatuur beschermen door:

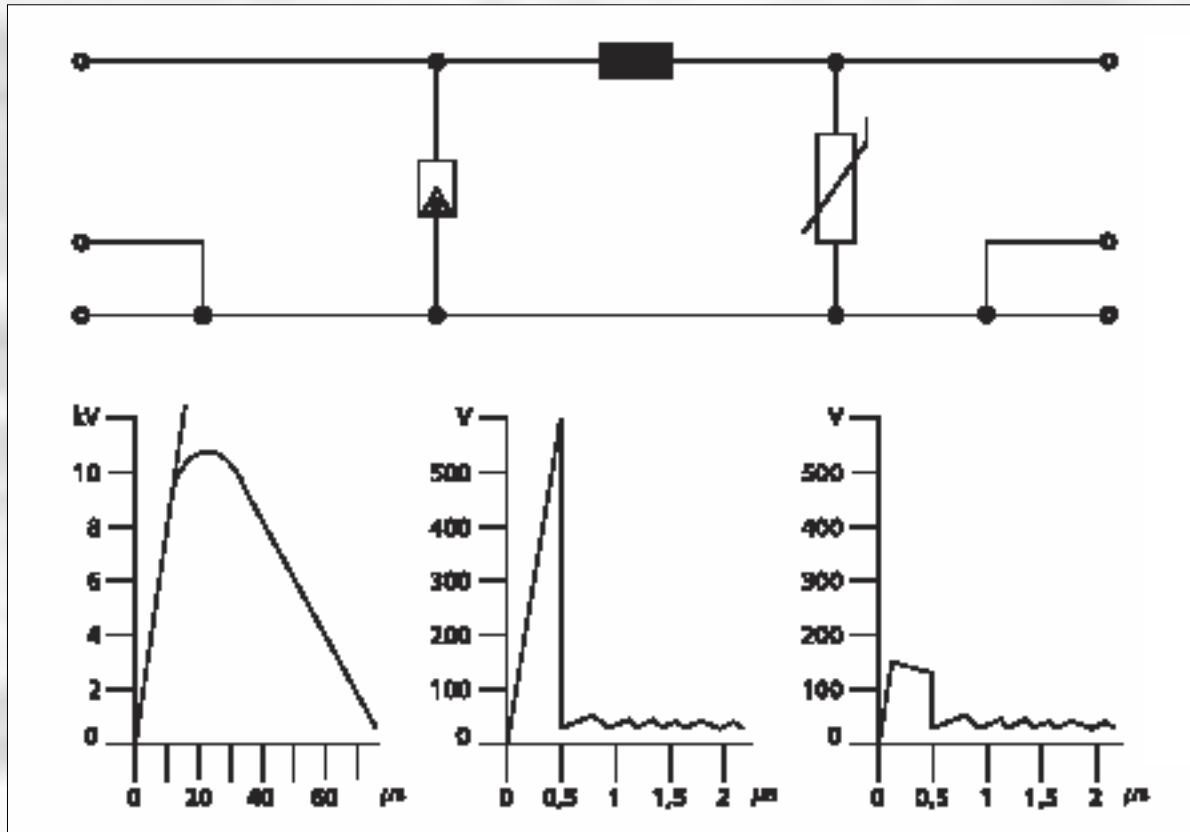
- goede layout elektrische installatie
- het gebruik van OverSpannings-Beveiligingen (OVPs)



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Surge Protector AC



Spannings-piek

Vonkbrug
overspannings
afleider

Varistor

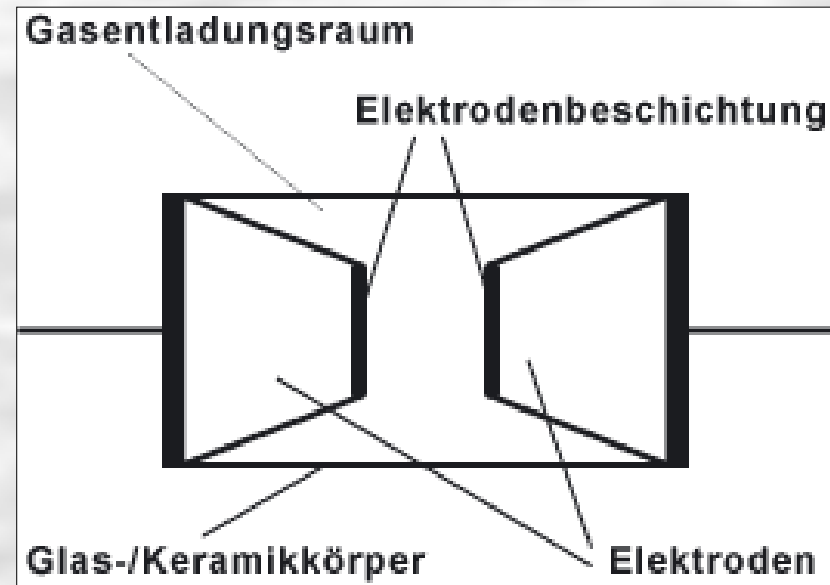


Expertisebureau Bos
0251-230 050



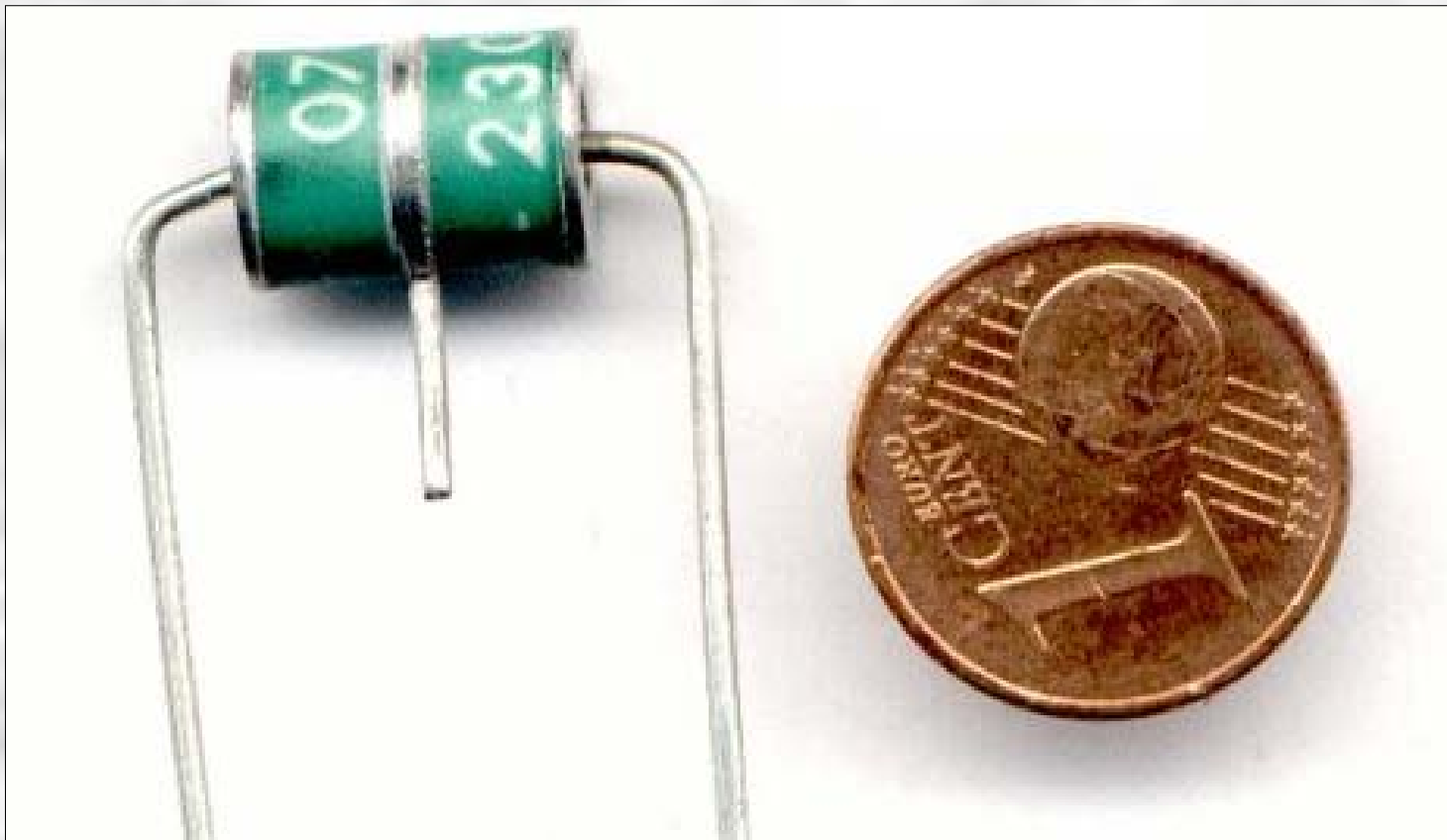
Overspanningsafleider

Er bestaan verschillende uitvoeringen van de gasontladingsbuis.



Wordt ook wel ‘vonkbrug’ genoemd.

230 V T-varistor



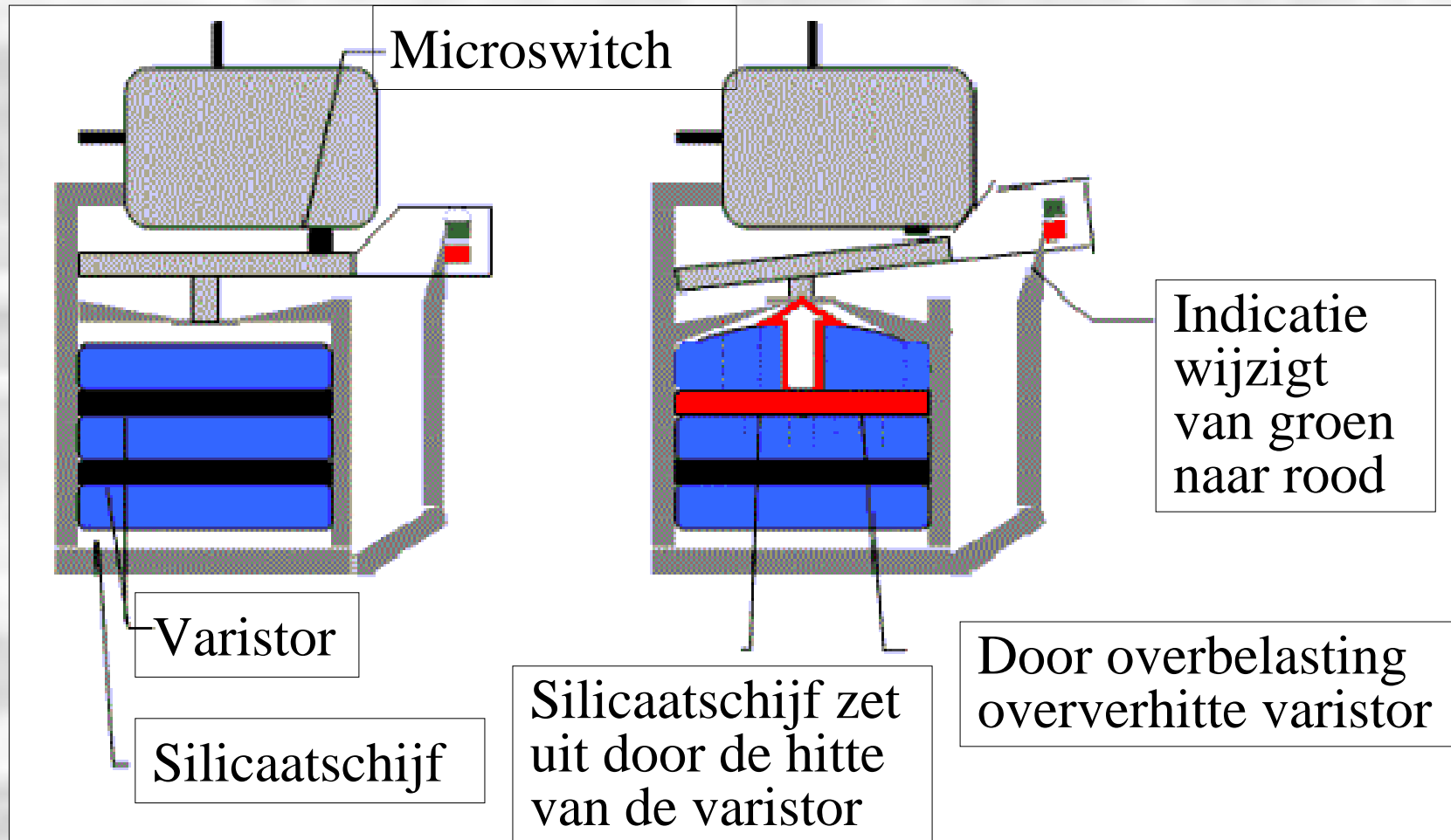
Geschikt voor 2 keer 230 Volt of 1 keer 230 Volt



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Thermic Expansion Control



Supersafe voeding

- Fijnbeveiliging voor inbouw met 3 traps beveiliging
- A trap: grofbeveiliging met behulp van T varistoren en gasafleiders
- B trap: laagdoorlaat filtertrap
- C trap: fijnbeveiliging in tranzorbtechniek*
- Nominale stroom 6 A.
- Verkrijgbaar bij de Technische Unie 473 074 en kost €86,22 exclusief BTW.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Tranzorb (transil diode)

- Een Transorb is een zenerdiode die bestand is tegen zeer grote stroompieken en bestaat uit 2 zeners in serie en in oppositie geschakeld in 1 behuizing.
- Bij een overdreven inwendige temperatuur wordt er gegarandeerd een kortsluiting gevormd (en geen onderbreking zoals bijvoorbeeld bij een smeltveiligheid).
- Het is wel zo dat bij langdurige en extreem grote stroomsterkten eventueel toch een open keten gevormd kan worden (bijvoorbeeld bij stromen boven de 100 A).

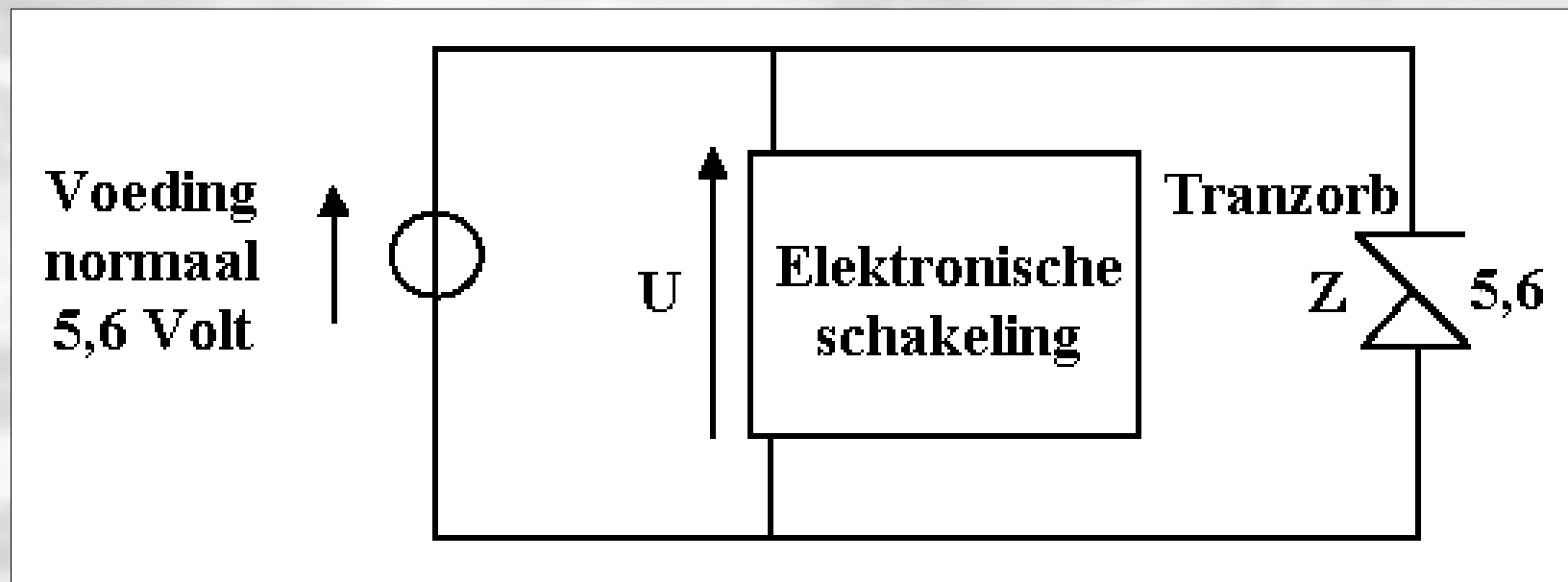


Expertisebureau Bos
0251-230 050

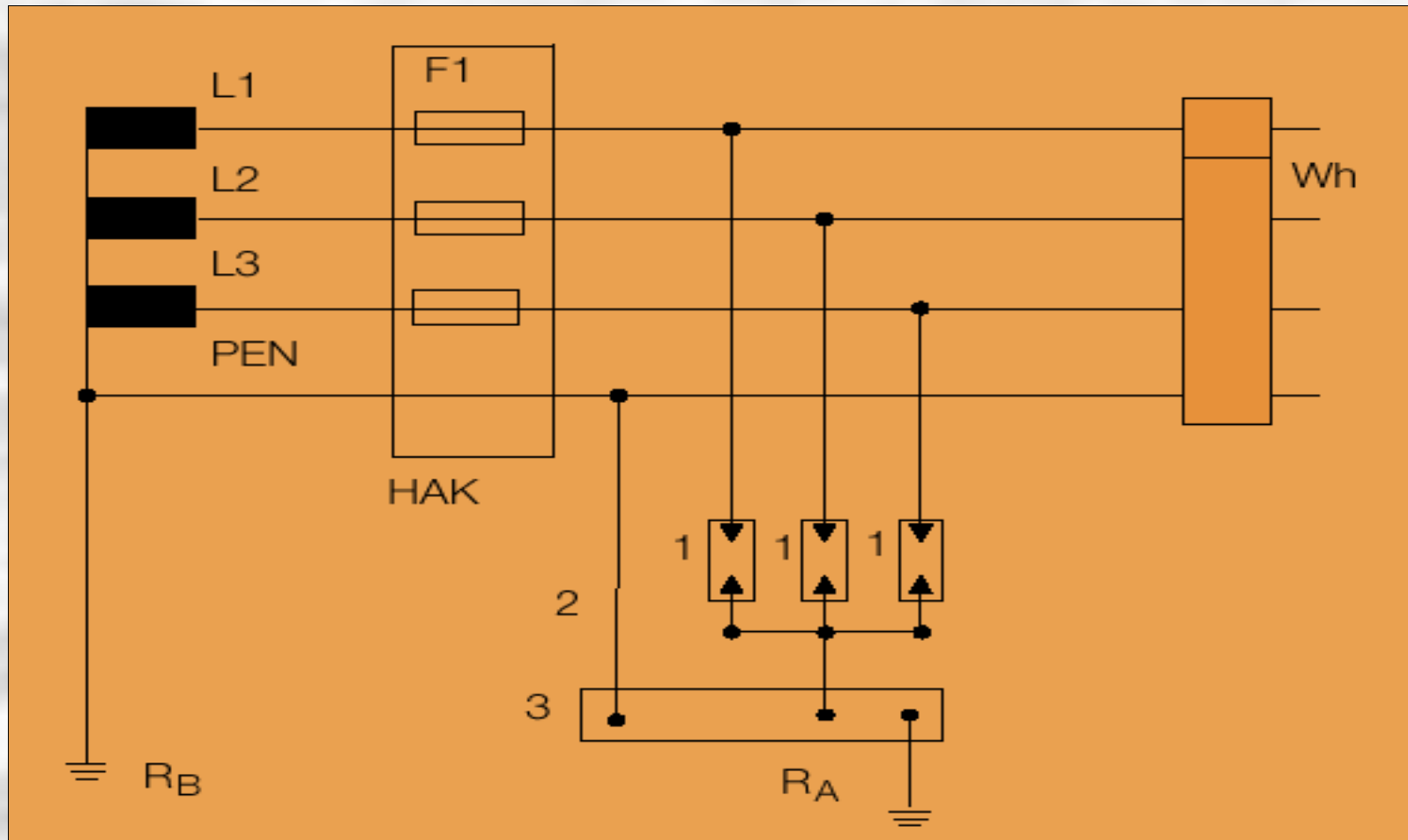


Tranzorb 2

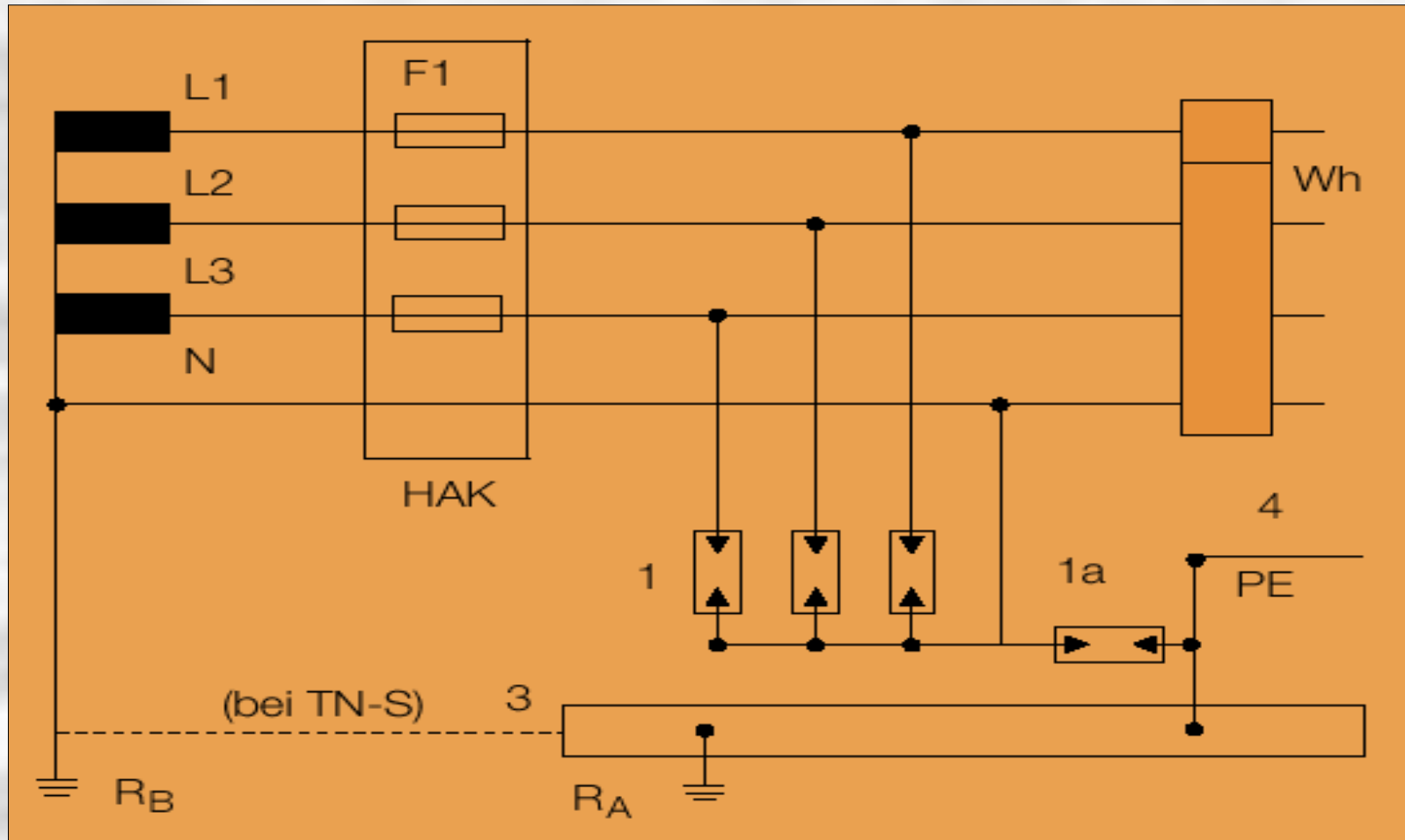
Een Transorb wordt gebruikt om dure schakelingen of onderdelen van schakelingen te beveiligen tegen potentiële overspanningen.



TN-C-Systeem



TT-systeem en TS-N-systeem

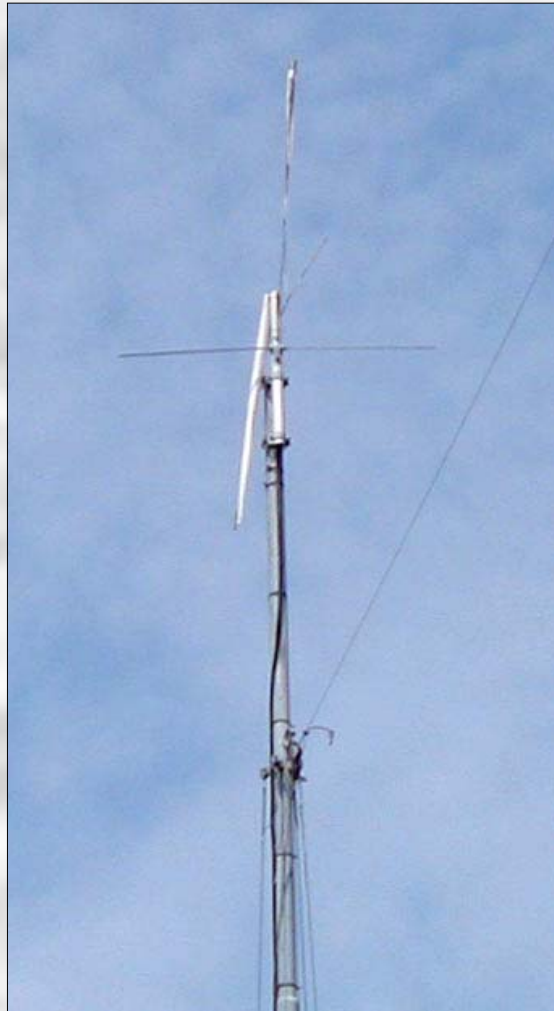


Bescherming antenne ingang

- Voor de bescherming van zenders en ontvangers komt een 'Coaxial Lightning Surge protector' in aanmerking.
- De dikke aarde kabel wordt via de kortste route aangesloten op de aardplaat.

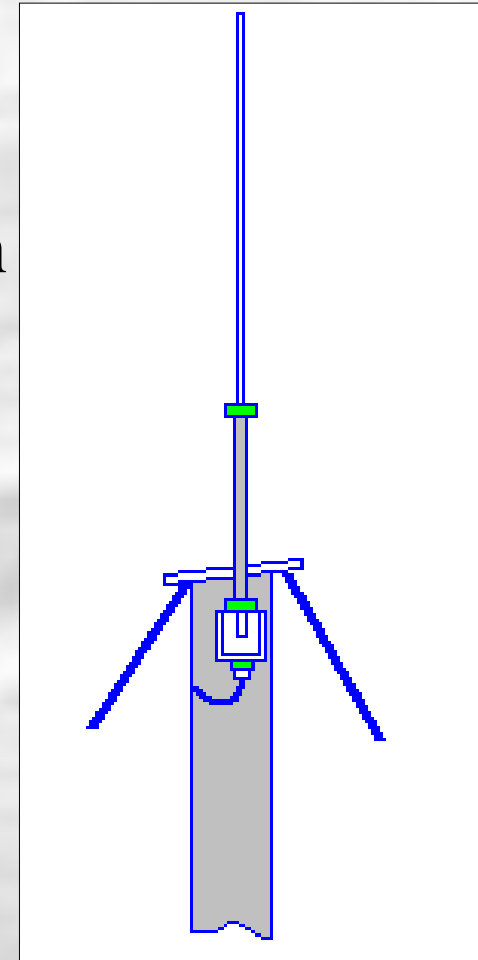


Afleider met CLS protector



Boven in de mast is een CLS aangebracht met daarboven een 30 cm geaard metalen buis. De antenne is daarop gemonteerd.

Bij inslag blijft de aarding werken.



Scheidingstrafo

Een volledige galvanische scheiding is een bescherming tegen spikes op het 220V net. De trafo heeft van zichzelf een vertraging waardoor een enorme spike aan de input vrijwel nooit (vrijwel!) bij de output komt. Alle andere oplossingen zijn vaak te traag om een echte piek tegen te houden.



EMC



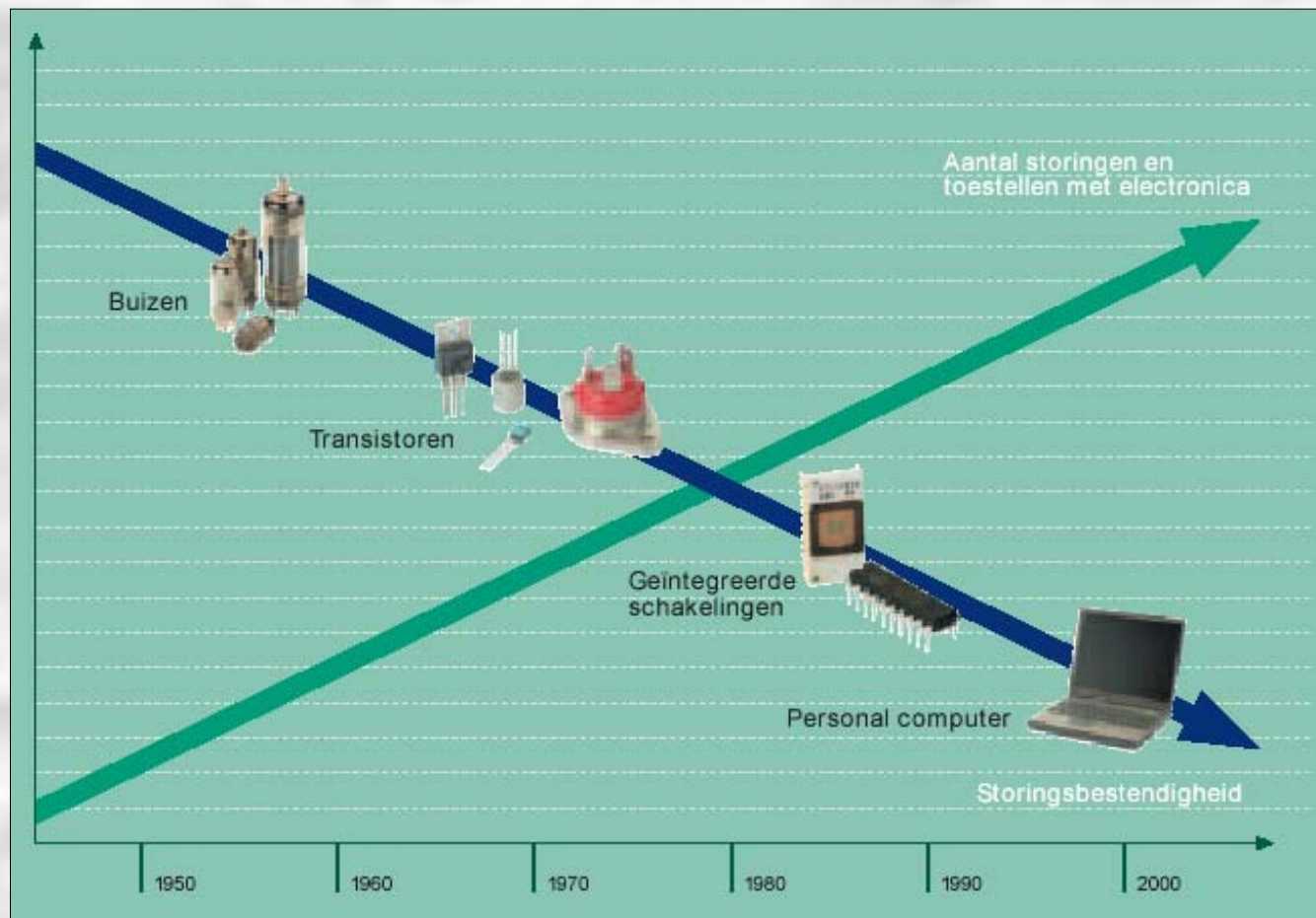
Elektro Magnetische Compatibiteit



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Geschiedenis EMC



EMC

- Is het vakgebied dat elektromagnetische interferentie in en tussen elektrische en elektronische producten en systemen voorkomt en bestrijdt.
- Interferentie ontstaat doordat elk elektrisch of elektronisch product elektromagnetische straling uitzendt. Andere producten kunnen deze straling dan ontvangen, waardoor ongewenste effecten in het functioneren van dat product optreden.
- Voorbeeld: een in bedrijf zijnde mobiele telefoon die dicht bij een luidspreker wordt gehouden, kan piepjes uit de luidspreker laten klinken.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Inleiding

Elektromagnetische compatibiliteit wijst op de eigenschap van een inrichting, apparaat of systeem om in zijn elektromagnetische omgeving op bevredigende wijze te kunnen functioneren zonder zelf elektromagnetische storingen te veroorzaken die onduelbaar zijn voor alles wat zich in de omgeving bevindt.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Waarvoor

Het maximumniveau van de door de apparaten opgewekte elektromagnetische storingen moet dusdanig zijn dat het geen belemmering vormt voor het gebruik van de volgende apparaten:

Industriële apparatuur; mobiele radioapparatuur; commerciële mobiele radioapparatuur en radiotelefonische apparatuur; medische en wetenschappelijke apparatuur; radio- en televisieontvangers voor particulier gebruik; apparatuur voor informatietechnologie;

radioapparatuur voor lucht- en zeevaart; educatieve elektronische apparatuur; telecommunicatie-netten en –apparatuur; radio- en televisieomroepzenders; huishoudelijke apparaten en elektronische huishoudelijke apparatuur; verlichtings-apparatuur en fluorescentielampen.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Elektromagnetische storing

- Elektromagnetische verschijnselen die problemen in de werking van een inrichting, apparaat of systeem kunnen veroorzaken.
- Een elektromagnetische storing kan een elektromagnetische ruis, een ongewenst signaal of een wijziging in het voortplantingsmilieu zelf zijn.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Ongevoeligheid

Is de eigenschap van een inrichting, apparaat of systeem om in aanwezigheid van een elektromagnetische storing te kunnen functioneren zonder enige kwaliteitsvermindering.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



EMC

- Heeft vorm gekregen in een Europese richtlijn.
- Is van toepassing op apparaten die elektromagnetische storingen kunnen veroorzaken of waarvan de werking door dergelijke storingen kan worden aangetast. Hierbij gaat het om alle elektrische en/of elektronische apparaten, alsmede uitrusting en installaties die elektrische en/of elektronische componenten bevatten.
- Het doel van de richtlijn is radioverbindingen alsmede inrichtingen, apparaten of systemen waarvan de werking elektromagnetisch kan worden gestoord of die storingen kunnen veroorzaken, afdoende te beschermen.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Europese richtlijn

- *Europese richtlijn*: nummer 89/336/EEG en 92/31/EEG Vindplaats: PB nr. L 139 van 23-05-1989 en PB nr. L 126 van 12-05-1992. De richtlijn is in werking getreden op 1 januari 1996.
De tekst van de richtlijn is te vinden op de website van de Europese Unie: <http://eur-lex.europa.eu>
- Richtlijn 89/336/EEG wordt vervangen door richtlijn 2004/108/EG met ingang van 20 juli 2007. Producten die voldoen aan richtlijn 89/336/EEG mogen tot 20 juli 2009 op de markt worden gebracht.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



EMP en verzekering

- Een schip kan tot op honderden meters schade oplopen door een bliksem.
- Verzekeringen doen wel eens moeilijk over een schadeclaim zonder schade aan de masttop.
- Als gevolg van het sterk wisselende magnetisch veld kunnen de geïnduceerde spanningen zeer hoog zijn.
- Inventariseer de schade's bij de burens... Als aanvullend bewijs.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



TIPS



Snel naar de haven...



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Vroegtijdig herkennen

- Kijk naar de horizon en let op de vorm van de wolken.
- Vertoont een wolk de vorm van laagjes watten dan geeft dat aan dat er veel energie in zit.
- Als de wolk steeds donkerder wordt is er risico.
- Zet een radio op AM. De cracks geven een indicatie.
- Volg de richting van de bui met een handkompas. Zo ziet u of de elektrische schaduw over uw boot gaat.
- De afstand is het aantal seconden tussen de flits en de donder gedeeld door 3.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Cumulonimbus Calvus



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Tips 1

- Controleer de bliksembeveiliging regelmatig en niet alleen voor of tijdens een onweer.
- Controleer regelmatig de spannings-vereffenings-leiding (bonding system) en alle verbindingen met metalen delen naar de bliksembeveiliging en de centrale aarde of aardplaat.
- Trek stekkers van elektrische apparaten uit het stopcontact.
- Ontkoppel de computer en alle antennes.
- De elektriciteitsleiding naar de wal weghalen.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Tips 2

- Met goed zeemanschap kijken of men om de bui heen kan varen.
- Aan dek alles opruimen.
- Zeiloppervlak op tijd verkleinen (natte zeilen geleiden goed).
- Zorg er voor dat het schip op de automaat kan varen of zich zelf stuurt.
- Bemanning onder dek.
- Lekstoppen klaarleggen.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Tips 3

- Tijdens het onweer niet op of naar het dek gaan.
- Berg kleine elektronische spullen en de laptop op in de oven of in een metalen pan.
- Reserve GPS en dergelijke in een aluminium koffer.
- Poorten en luiken sluiten.
- Blijf weg van de ramen en metalen delen.
- Als je onweer kunt horen ben je dicht genoeg bij om getroffen te worden!
- Ga NIET kijken!



Expertisebureau Bos
0251-230 050





Literatuur

- Understanding Boat Corrosion, Lightning Protection and Interference by John C. Payne 2005; ISBN 1-57409-199-9
- Blitzschutz an Bord; Erich Weber 1994; DSV Verlag ISBN 3-88412-180-4
- Lightning and Boats; Michael V. Huck.
- National Fire Codes. Lightning Protection Code-- NFPA 78; Fire Protection Standard for Motor Craft-- NFPA 302, 14. National Fire Protection Association, Batterymarch Park, Quincy, MA 02269.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



Literatuur 2

- Standards and Recommended Practices for Small Craft. Standard E-4, Lightning Protection. American Boat and Yacht Council, P.O. Box 806, Amityville, NY 11701. **Opmerking: Veel foute adviezen !**
- Weber, E.: Handbuch Blitzschutz an Bord, DSV-Verlag, ISBN 3-88412-180-4
- Hasse, P., Wiesinger, J.: Handbuch für Blitzschutz und Erdung, 4. bearbeitete Auflage 1993, R. Pflaum Verlag KG, München, VDE-Verlag GmbH, Berlin ISBN 3-7905-0931-0.



Expertisebureau Bos
0251-230 050



De handout kunt u vinden op onze website nautische wetgeving en techniek:

www.xs4all/~bosq/bliksem.htm

E-mail: bosq@xs4all.nl

Hartelijk dank voor Uw aandacht.
Goede reis naar huis en hopelijk
spoedig tot ziens.

HENK BOS



Expertisebureau Bos
0251-230 050

