

El og jordforbindelser i skibe og lystbåde

Piet Jansen

Senior specialist
Shipman28 sejler

JansenTech Aps



Landstrøm 240V

- **Stærkstrømbekendtgørelsen for tilslutning af elforsyning (240V fra land):**
- ***”a) Medmindre der er installeret en skilletransformer ombord, for at isolere det elektriske system fra forsyningen i land, kan korrosion (elektrolyse) skade båden eller omkring liggende både.”***

• Ref: Stærkstrømbekendtgørelsen: bilag A til kapitel 709, pkt. a

Landstrøm 230V

El installationer på land er underlagt Sikringstyrelsen:

- Stærkstrøms-bekendtgørelsen
- Gælder også både, som står på land

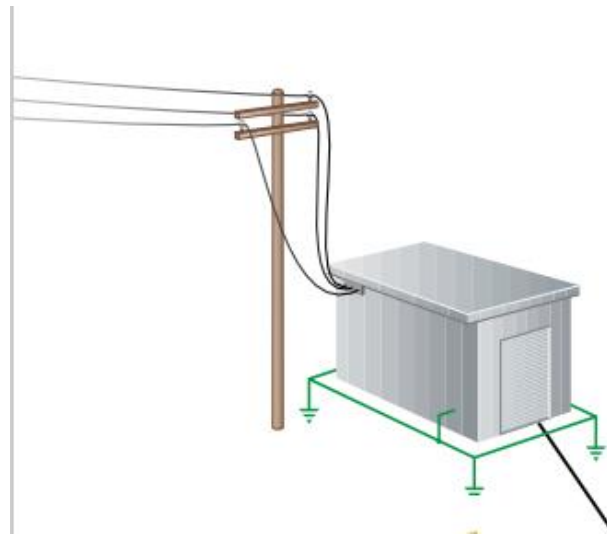
El installationer i både på vandet er underlagt søfartstyrelsen

- Der henvises til EU direktiv – Heri anvises blot at man ikke må kunne få stød ved berøring !!

240 V på Land

Vekselstrøm på land: 3 faser med 240V

- 1 spændingsløs sikkerhedsleder forbundet til jord ved transformer station eller lokalt jordspyd



240 V sikkerhedsjord fra land

- Krav iflg. Stærkstrømsbekendtgørelsen:
- Skal sikre mod elektrisk stød ved fejl
- Max tilladelig spænding 50V ved fejl i installation
- HPFI relæ sikrer mod fejlstrømme over 30 mA
- Sikrer ikke mod galvanisk korrosion
- Sikrer ikke mod vagabonderende strøm og skader i bådens metalliske dele.

240V Elinstallation og sikkerheds jord på f.eks. havnen

Elektrisk potential af el-sikkerhedsjord

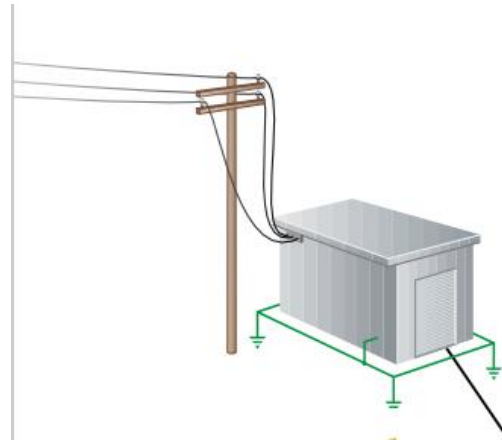
Elnettets sikkerhedsjord er normalt forbundet til et nedgravet jordnet ved transformator stationen.

Jordnettet består normalt af kobber

Supplerende jordforbindelser kan være etableret ved lokale forbrugere med jordspyd

Jordspyd er normalt af kobber forkobrede

Elnettets sikkerhedsjord har normalt et galvanisk potential svarende til kobber



Sikkerhedsjordens potentiale

Kobbernet og elektroder er galvanisk ædle i forhold til stål, aluminium og zink i saltvand

- Kobber medfører galvanisk korrosion ved kontakt med de fleste andre metaller i en båd.

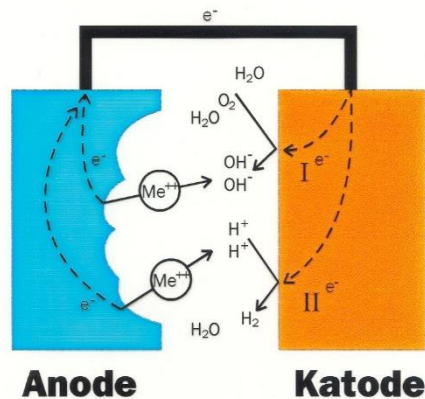
Hvis forbundet kan bådens udenbords metaldele fungere som offeranode for:

- 1. beskyttelse af kobber jordelektroder
- 2. Afledning af fejlstrømme fra andre anlæg på land
- 3. Afledning af lynnedslag

Galvanisk korrosion i saltvand

KORROSION

Metal + Ilt + vand → Korrosionsprodukt



Anode: $Me \rightarrow Me^{++} + 2e^-$

Katode I: $\frac{1}{2}O_2 + H_2O + 2e^- \rightarrow 2OH^-$

Katode II: $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$

Galvanisk spændingsrække af metaller i saltvand

Active (anodiske)

- Magnesium
- Aluminium (Anodeleg.)
- Zink
- Aluminium
- Jern og stål
- Støbejern
- Kobber, Bronze, Messing
- Rustfrit stål (passivt)
- Titan
- Grafit
- Platin,
- Guld

Ædle (katodiske)

Galvanisk potential for metaller

		Potential e (V SCE)		
Grafit	(C)	+0,30	↔	+0,20
Platin	(Pt)	+0,25	↔	+0,18
Titan	(Ti)	+0,05	↔	-0,05
Rustfrit stål	(CrNiFe)	-0,00	↔	-0,10
Aluminiumbronze	(CuAlNiSn)	-0,15	↔	-0,22
Rødgods	(CuSn)	-0,24	↔	-0,32
Kobber	(Cu)	-0,30	↔	-0,37
Messing	(CuZn)	-0,30	↔	-0,40
Stål, støbejern	(Fe)	-0,60	↔	-0,72
Aluminium	(Al)	-0,77	↔	-1,00
Zink	(Zn)	-0,98	↔	-1,05
Magnesium	(Mg)	-1,60	↔	-1,63

Kobber vs.

Stål / støbejern: 0,30 V

Aluminium: 0,50 V

Zinc : 0,65 V

Sikkerhedsjord fra land er generelt lavspændingsførende og kan dermed farlig såfremt den forbindes direkte til stel på motor ombord.

Hvordan kan sikre Elsikkerheden med 240 V fra land ?

Vagabonderende strøm

En vagabonderende strøm er betegnelsen for

- En elektrisk strøm, som finder en alternativ vej udenom ledningsnettet
- Det kan typisk være:
- Igennem jorden
- Igennem vand
- Vaganbonderende strøm giver alvorlige skader både der, hvor den træder ud og ind af metallisk ledede dele

Anvisning for sikker 240V installation i båden

Generelt om 240V installationer i både:

- ❑ Aldrig tilslutning af 240V sikkerhedsjord fra land til bådens 12V minus eller motorstel ombord – skal kontrolleres årligt når båden står på land
- ❑ Et HPFI relæ på 230V i båden må altid anbefales
- ❑ En Zink-saver er ingen sikker løsning

Sikring af 240V el-installation I båden

Metode 1 Den sikre

- Sikkerhedsjorden fra landstrømmen på land tilsluttes via 3-polet stik og elledning til 240V elinstallation i båden med sikkerhedsjord
- Batteriladere 12/24V må generelt ikke jordes til 240V sikkerhedsjord
- Sikkerhedsjord i bådens 240V installation kontrolleres **hvert år** på land. **Krav om ingen elektrisk forbindelse til stel på motor**
- **Installation af fejlstrømsrelæ på sikkerhedsjord til land**

Metode 2

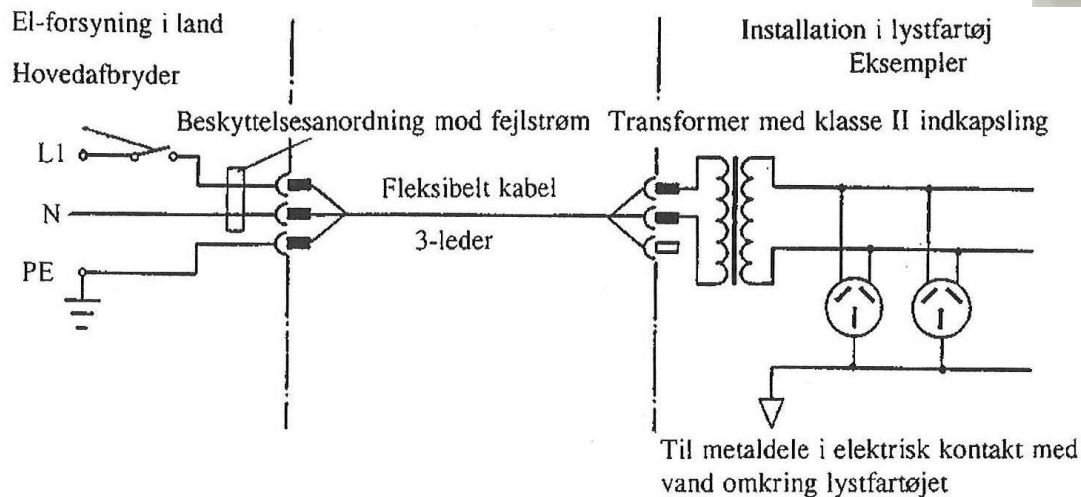
- Installation af 240V skilletransformator ombord mellem land og bådens 240V system
- Separat skibs-jordplan for 240V ombord med zinkanode monteret udenbords

Metode 3 Den mindre sikre løsning

- Ingen forbindelse mellem sikkerhedsjord på land og 240V elinstallation ombord
- 240 V om bord skal forbindes til separat skibs-jordplan ombord med en zinkanode monteret udenbords

El ombord

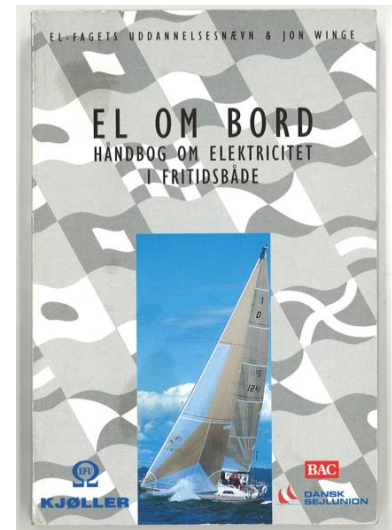
230V/230V Skille-transformer ombord



Figur A.3 -

Beskyttelsestransformer om bord

Tilslutning til tilslutningsnettet med beskyttelsesanordning mod fejlstrøm ved hjælp af en beskyttelsestransformer om bord (udlignet metal- og skrogforbindelse)



Advarsel

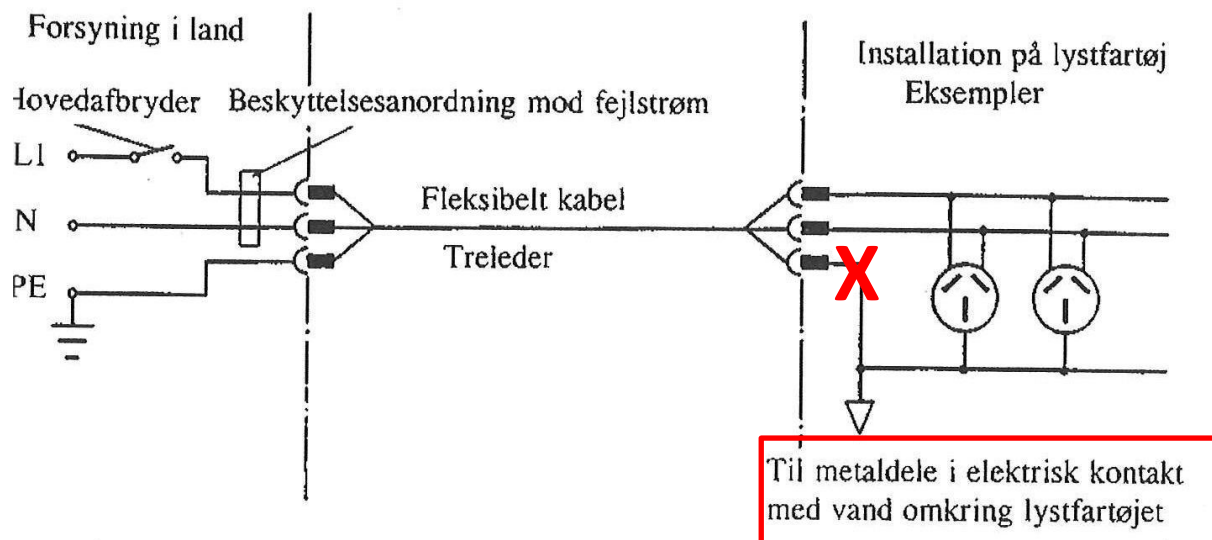
El ombord

Bilag A

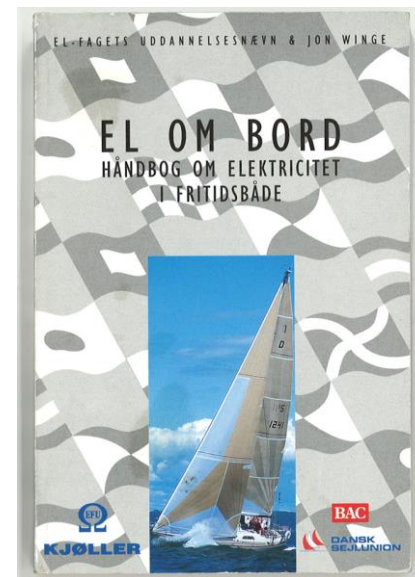
Normativ (retningsgivende)

Metode til lavspændingsforsyning

Note til figurene A.1 til A.4 - Almindelige tænd/sluk kontakter vises ikke.



Figur A.1 - Direkte tilslutning til tilslutningsnettet med beskyttelsesanordning mod fejlstrøm



**Forbind aldrig
el-jord fra
landstrøm til
12 V minus pol
og stel på
motor i båden**

[illegible]

Kontrol af 240V jordleder i båden

Målt med båden på land

Måles uden Landstrøm tilsluttet

- El-modstand mellem 240V jordleder og stel på motor: **Modstand > 1.000 Ohm**

Måles med landstrøm og alle forbrugere ombord tilsluttet :

- El-modstand mellem 240V jordleder og stel på motor: **Modstand > 1.000 Ohm**

Måling på båden i vandet er mere kompliceret

12 / 24 V elsystemer

- Fejl i 12/24 V systemets stel og minus forbindelser kan føre til alvorlig korrosion som følge af interferens og vagabonderende elektrisk strøm
- Den elektriske strøm løber altid den letteste vej
- Hvis den letteste vej er ud igennem vandet og ind et andet sted vil den "vagabonderende strøm" føre til angreb af galvanisk korrosion.
- Selv så små spændingsforskelle som 20-50 mV (0,02 -0,05 V) kan medføre alvorlig korrosion

Moderne Batteriladere

- Moderne avancerede ladere er ikke galvanisk adskilte mellem 240V siden og 12V systemet
- Indeholder ikke nogen transformator med adskilte viklinger
- Risiko for overspænding i 12V minus og stel
- Risiko for alvorlige strømskader motor- og , samt søventiler

Forebyggelse mod vagabonderende strøm

For at sikre mod selv små spændingsforskelle og hindre "vagabonderende" elektriske strømme skal:

1. Alle minuskabler fra batterier, generatorer, motorer, instrumenter, belysning og andre forbrugere ombord samles i et **stjernepunkt** eller en **jordskinne** på motorens stel.
2. Minus kabler bør tilsluttes direkte til et batteri udenom jordskinne på motoren. (Kun minus til instrumenter kan tillades)
3. Såfremt f.eks. En storforbrugende bovpropeller skal koble direkte på minus på sit eget batteri skal dette elsystem være elektrisk helt adskilt fra bådens hoved elsystem.

Alternativt skal der være en elektronisk fejlstrømovervågning, som skal sikrer at strøm ikke "smutter ud gennem vandet" som vagabonderende strøm.

Minus- og stelforbindelser bør kontrolleres f.eks. 1 gang årligt for fysiske defekter og kontrol af, at der er ingen elektrisk modstand til stellet på motoren

Periodisk kontrol af 12/24V minus- og stelforbindelser ombord

Visuel kontrol og måling udføres bedst når båden står på land

- Måling udføres med et elektrisk multimeter ved måling af som modstand.
- Krav til modstand: **0 = Ingen målbar modstand** (Måleområde: 0 – 200 Ohm)
- Målesteder: fra stel på motor til minuskablernes tilslutning punkter i den anden ende.

Måle steder:

1. Bådens skrog, såfremt det er stål
2. Minuspol på alle bådens batterier målt hver for sig. Måles helst uden indbyrdes forbindelser.
3. Minus klemmen på bådens batteri lader(e). og evt. hjælpestrømgenerator.
4. Evt. monterede jordplaner for radio og instrumenter.
5. Evt. jordforbindelse fra skilletrafo til motorens stel og dermed skrueakslen og propelleren ude i vandet.
6. Stel på elektriske lænsepumper og toiletpumpe af metal, som er monteret med egen søventil.

Målbar modstand kan under strømbelastning medføre en spændingsforskel og risiko for vagabonderende elektrisk strøm, såfremt returstrøm går ud i vandet et sted og ind et andet sted f.eks. gennem propelleren og akslen til stel på motoren. –

Det vil føre til galvanisk korrosion.

Eksempler på hvor vagabonderende strøm kan fremkalde korrosion

- Hvor elektrisk udstyr har direkte vandforbindelse gennem slanger og studse i skibssiden. F.eks. Lænsepumpe, toiletpumpe, bovpropeller, elektriske søventiler
- Hvor roraksel, køl og søventiler er koblet til minus på batteri og ikke til stel på motor.

Praktisk eksempel

Eksempel:

- Ror, støbejernskøl og søventiler er jordet til minus på batteriet.
- Grundet fejl i minuskabel mellem batteriet og motorens stel (grundet en let rusten kontaktflade) er der en modstand på 0,05 Ohm
- Under motordrift lader motorens generator med 10 ampere. Spændingsfaldet bliver på 500 mV
- Dette er tilstrækkeligt til at få strøm til at gå via de jordede dele på batteriet ud gennem vandet og tilbage via propelleren til motoren og generatorens stel.

Måleudstyr



Hvis der måles modstand ?

Adskil og rens kabelsamlingen

Kontroller evt. lodning i kabelsko

Hvis det ikke hjælper:

Overvej at udskifte kablet

Potentailmålinger på båden i vandet

Som reference kan en zink anode på en ledning benyttes

Til professionelt brug anvendes en reference elektrode. F.eks. Cu/SO₄ elektrode.

Målinger foretages med et multimeter, som på det forrige overhead.



*Tak for jeres
opmærksomhed*

Læs mere på

WWW.KORROSION.DK