

Unngå at båten tæres bort på grunn av snikende strømmer

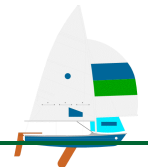
Seminar for båtfolk
om
strøm og korrosjon

Copyright © 2008 Båtboerforeningen



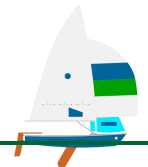
Innhold

- Hva er det som kalles korrosjon?
- Hva er metaller, spenningsrekken?
- Hva er salter og elektrolytter?
- Hva er elektrisk strøm?
- Galvanisk korrosjon
- Elektrolytisk korrosjon
- Elektrisitet og personsikkerhet
- Båtens elektriske systemer
- Praktiske eksempler
- Hva kan gjøres for å unngå korrosjon?
- Myndighetskrav
- Oppsummering
- Rangering av tiltak
- Utstyr og priser
- Forslag til hvordan å sjekke/måle tilstanden



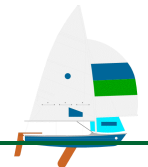
Hva er det som kalles korrosjon?

- Korrosjon, tæring, rusting, irring, ++
- = når et materiale brytes ned pga reaksjon med stoffer i sine omgivelser
- Vanligst å tenke på metaller som korroderer, men kan også skje med andre materialer
- Metallers korrosjon er en elektrokjemisk reaksjon
- Det som må være til stede for en elektrokjemisk reaksjon:
 - Metall(er)
 - Elektrolytt (=salt + vann)
 - Elektrisk strøm



Hva er metaller?

- Rene metaller:
 - Jern, aluminium, kobber, tinn, bly, magnesium, sink, ++
- Legeringer er blanding av metaller (og andre stoffer):
 - Bronse (kobber+tinn), messing (kobber+sink), stål, lettmetall, Koppernikkel
- Handelsnavn og typebetegnelser, noen eksempler:
 - Hastalloy, Duplex, Syrefast 316, Silumin, Monel, ++
- Metall som stoff kjennetegnes ved å være 'blankt', formbart, lede strøm, og de ytre molekylerne er det lett å danne forbindelser med fordi elektronene er så 'flyktige' og ikke holder seg til 'sine' molekyler
- Når slik forbindels skjer, blir det elektroner tilovers og metallet får en negativ ladning – hvor stor er bestemt av 'Spenningsrekken'

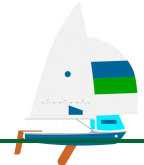


Metaller i spenningsrekken

V	METALL
+0,02	Titanium
-0,03	Syrefast stål 316 (passivt)
-0,06	Monel
-0,06	Rustfritt stål 304 (passivt)
-0,16	Nikkel-aluminium bronse
-0,20	Bly
-0,25	Fosfor & silisium- bronse
-0,29	Mangan bronse
-0,30	Admirality & aluminium messing
-0,31	Kobber
-0,33	Messing
-0,34	Aluminium bronse
-0,39	Syrefast stål 316 (aktivt)
-0,49	Rustfritt stål 304 (aktivt)
-0,58	Stål
-0,63	Støpejern
-0,87	Aluminium
-1,00	Sink
-1,60	Magnesium

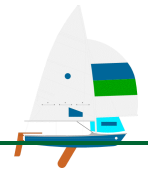
Merk:

Spenningsforskjellen er under 2 V



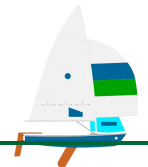
Hva er salter og elektrolytter

- Elektrolytter: havet, sjøen, forurenset regnvann, batterisyre, ++
- Salter: bordsalt, veisalt, havsalt, kobbersulfat, ++
- En elektrolytt er en væske som leder strøm, vanligvis er dette vann som inneholder en eller flere salter
- Et salt er et stoff som er resultatet av reaksjon mellom en syre og en base (eks. lut + saltsyre => salt)
- Når salt løses i vann, deler det seg opp i molekyler med elektrisk ladning = ioner. Disse kan være både + og ÷.

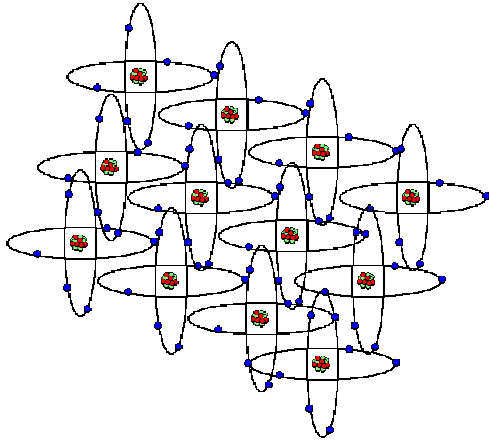


Hva er elektrisk strøm?

- Elektrisk strøm er en strøm av elektroner
- Vi sier strømmen går fra pluss til minus (en tabbe!)
- Elektronstrømmen går faktisk fra minus til pluss
- En sammenlikning med vannstrøm:
 - Elektroner = vandrdråper
 - Strøm = strøm
 - Spenning = trykk
 - Motstand = motstand
 - Isolasjon = tetting
 - Likestrøm = strømmende vann
 - Vekselstrøm = støtende vann
 - Effekt = utført arbeid per sekund

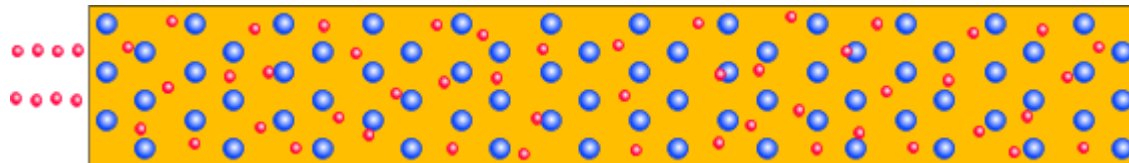


Hva er elektrisk strøm (2)

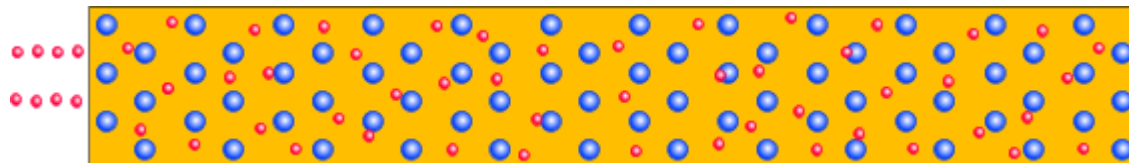


Metallmolekyler

Fordi elektronene som svirrer rundt metallmolekylene ikke holder seg til sine 'egne' molekyl hele tiden, er det lett for et negativt ladet salt-ion å komme å binde seg med et metallmolekyl og så stikke av med det og slik tære på metallet – korrosjon.



Likestrøm



Vekselstrøm

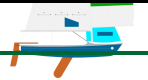
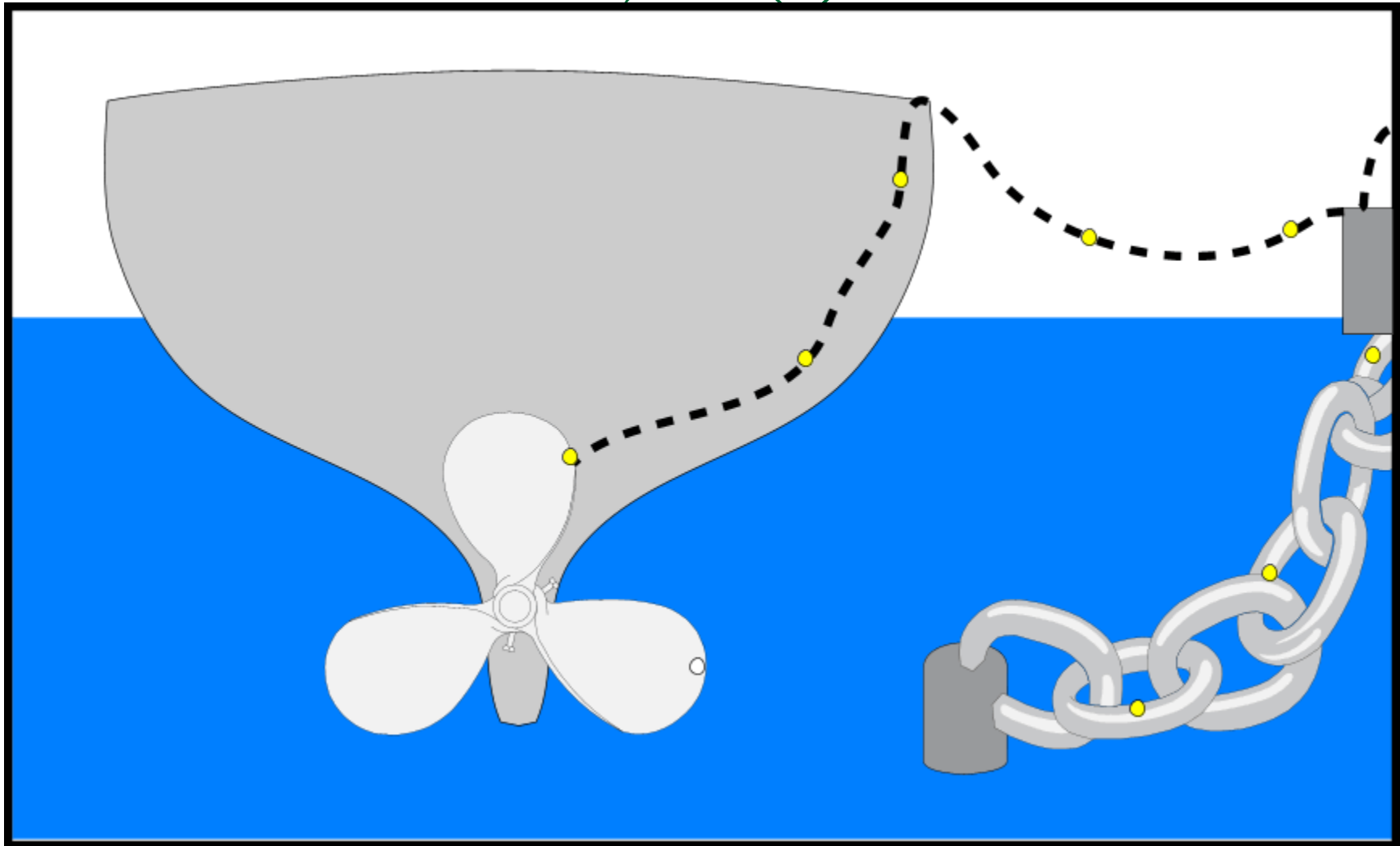


Galvanisk korrosjon

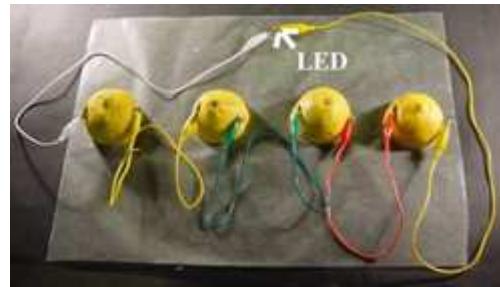
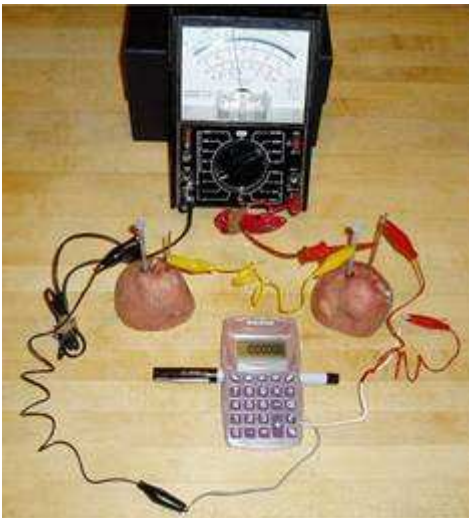
- Metall (anode) som omgis av en elektrolytt gir fra seg $+ioner$ til $\div ioner$ i elektrolytten (mister metall-molekyler)
- Metallstykket får et overskudd av elektroner - blir negativt elektrisk ladet
- Metallet begynner å frastøte $\div ioner$ i elektrolytten, og korrosjonen reduseres (minus frastøter minus)
- Det motsatte skjer med det andre metallet (katoden), dvs det legger seg belegg på.
- Dersom det er en elektrisk forbindelse mellom de to, så utliknes ladningen (elektronene strømmer) og dermed fortsetter korrosjonen
- Et lommelyktbatteri korroderer på denne måten (galvanisk korrosjon) for å produsere strøm



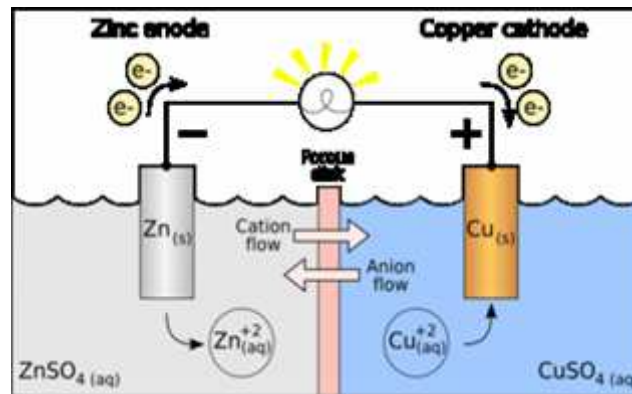
Galvanisk korrosjon (2)



Galvanisk korrosjon (3)



Batterier (galvaniske element) fra det daglige liv



Prinsippet



Det Galvaniske element ble oppdaget av professor Luigi Galvani (1737–1798)

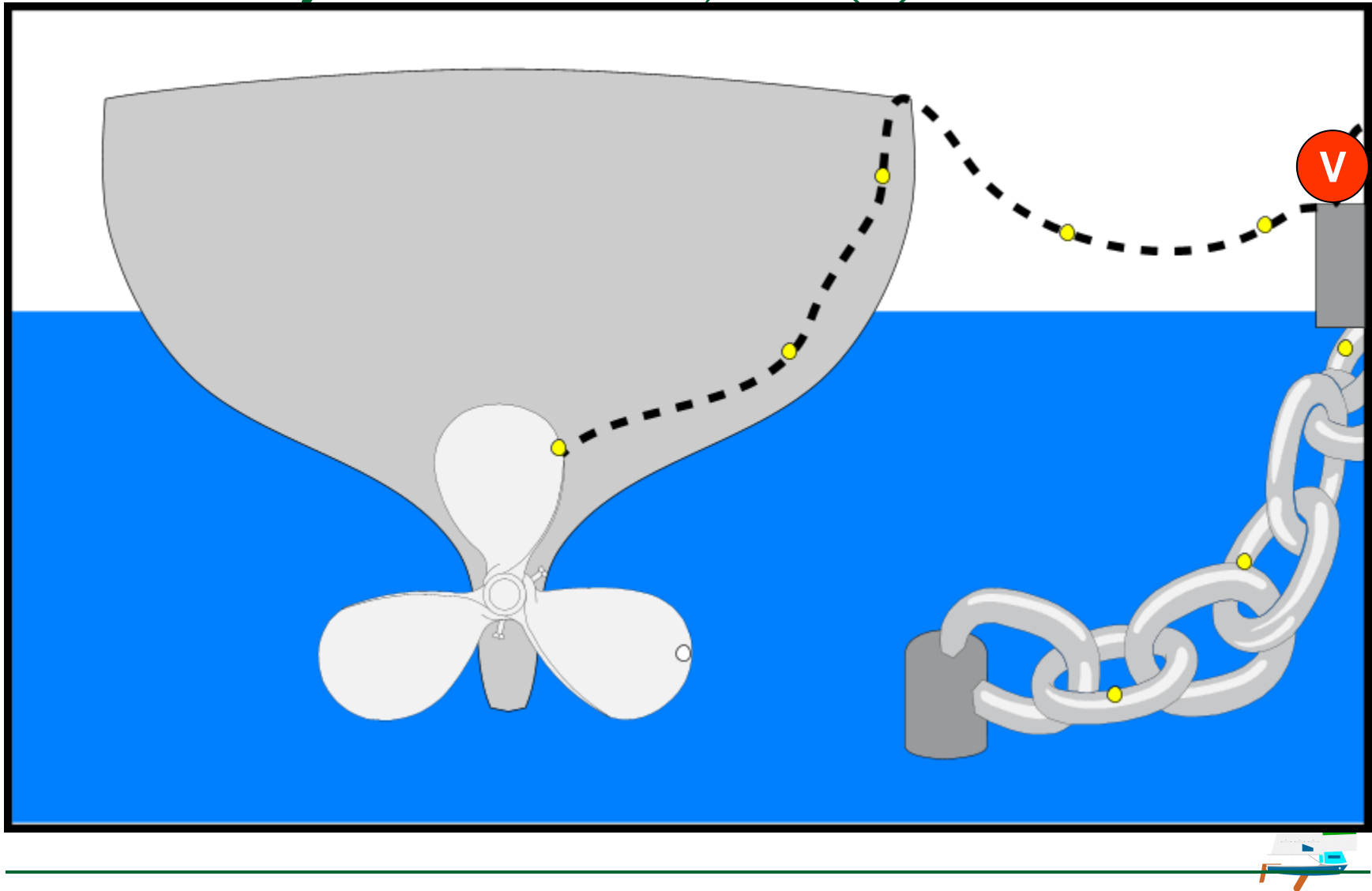
Elektrolytisk korrosjon

”Galvanisk korrosjon med turbo”

- Elektrokjemisk korrosjon drevet av en ytre strømkilde
- Metall-anode som omgis av en elektrolytt gir fra seg ioner i forhold til strømstyrken som tilføres
 - Forsølving
 - Forgylning
 - Kaldforsinking
 - *”turbo-tæring” av båtdeler*
- Hva skal til for å starte elektrolytisk korrosjon?
 - Stømkilde
 - Metaller i en elektrolytt
 - Lukket strømkrets

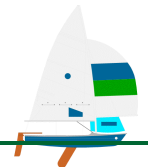


Elektrolytisk korrosjon (2)



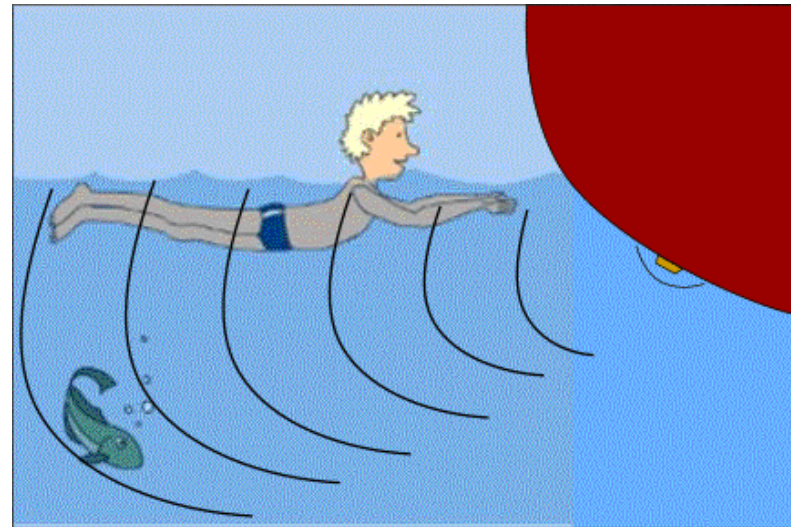
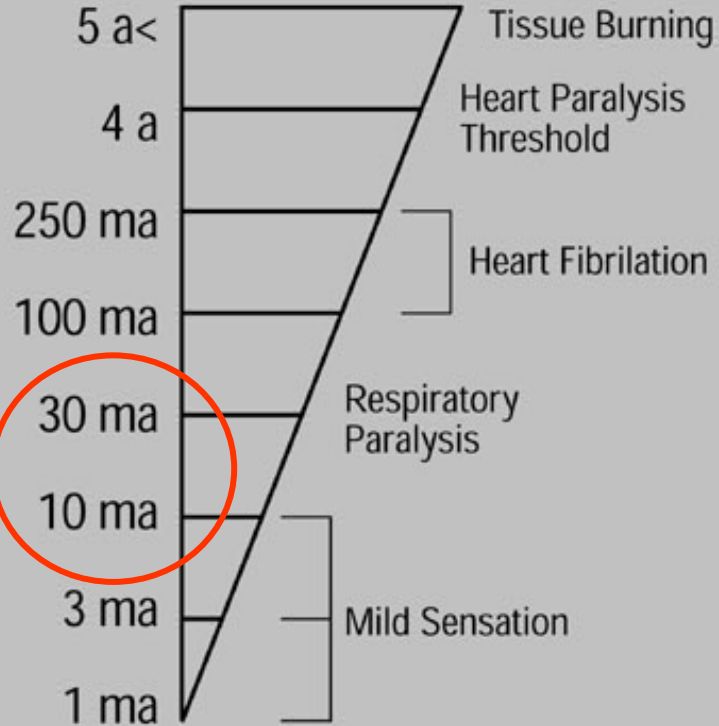
Elektrisitet og personsikkerhet

- Hva er farlig? - strømmen gjennom kroppen
 - Tørr hud er en god isolator – stor motstand
 - Med nålestikk kan et lommelyktbatteri drepe – liten motstand
 - Om du svømmer i saltvann kan 50V være farlig – liten motstand
 - Med ren og tørr hud kan du tåle hundrevis av volt – stor motstand
- Spenningspotensial
 - Det er forskjellen i spenning som betyr noe (du kan henge i høyspentledingen)
- AC/DC – vekselstrøm/likestrøm
 - Likestrøm er farligere fordi det kan 'låse' musklene i krampe
- Beskyttelses-jord
 - Beskytter deg mot å være den som leder strømmen til jord
 - Feil skal føre til at sikring løser ut eller jordfeilvern slår ut



Elektrisitet og personsikkerhet (2)

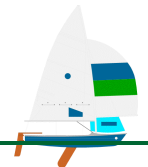
Effects of Current Flow on the Human Body



Lav spenning,
stor strøm



Høy spenning,
liten strøm



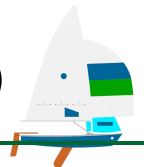
Båtens elektriske systemer

■ Spenningsystemer

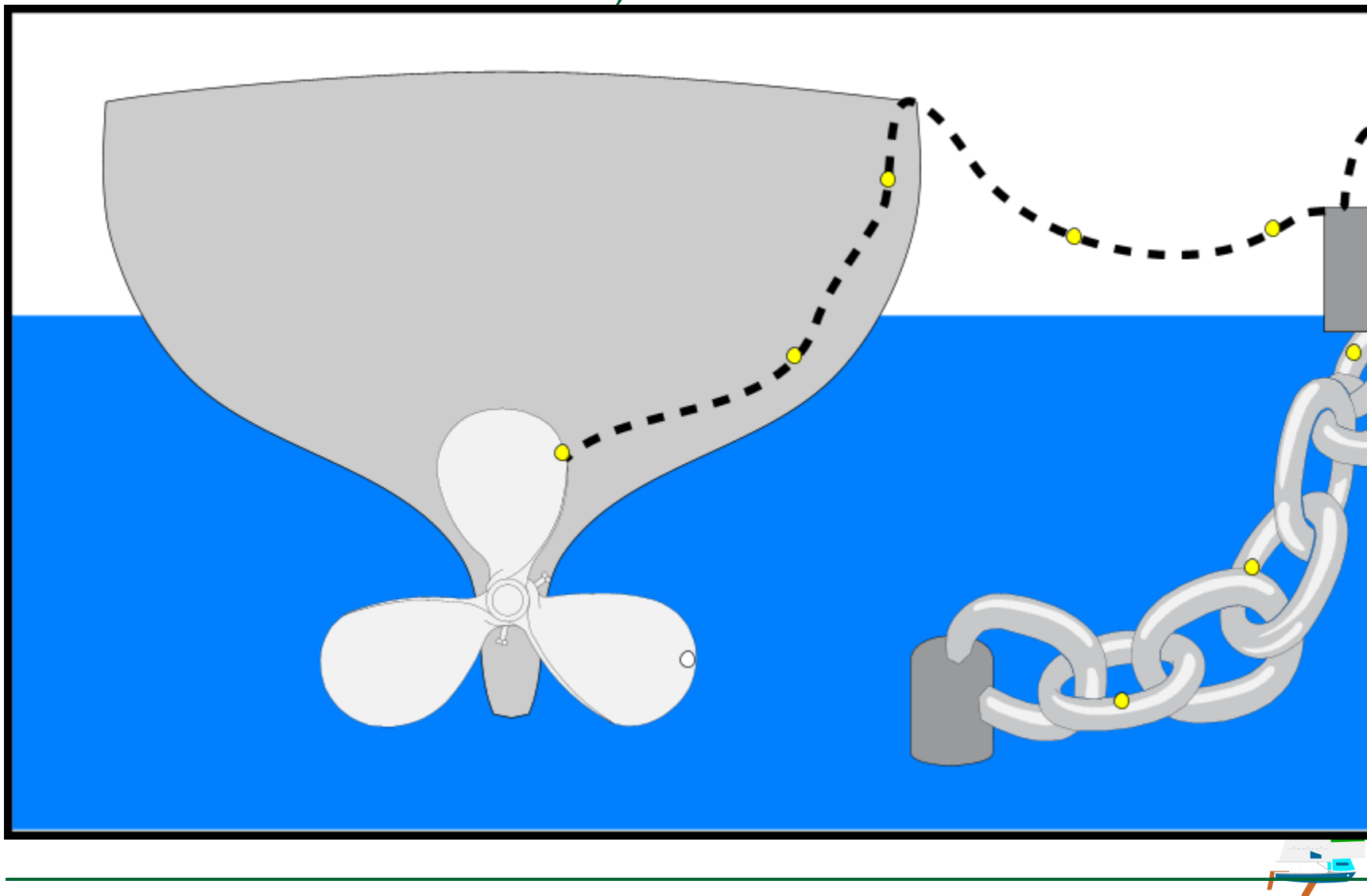
- ❑ 12v eller 24v – systemet som drives fra batteriene
- ❑ 220v – drevet av landstrøm, inverter, eller generator
- ❑ Høyfrekvens – fra kortbølgesender (og VHF)
- ❑ Kabel-TV – ultrahøy frekvens
- ❑ Lynnedslag – gjennom mast og rigg
- ❑ Galvanisk kretsløp – metalleder i berøring med sjø

■ Jordingsystemer

- ❑ 12/24v jord – vanligvis er minus koblet til motorblokk mm.
- ❑ 220v jord – for personsikkerhet og andre farlige elektriske feil
- ❑ HF jordplate – antennejord for at antennen skal være effektiv
- ❑ Skjerm på TV-kabel – nødvendig for gode signaler
- ❑ Lynavleder/jordingsplater – sikkerhetsfunksjon mot nedslag
- ❑ Galvanisk 'bonding' – lukke kretsen til offer-anode (frarådes)

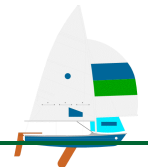


Galvanisk korrosjon

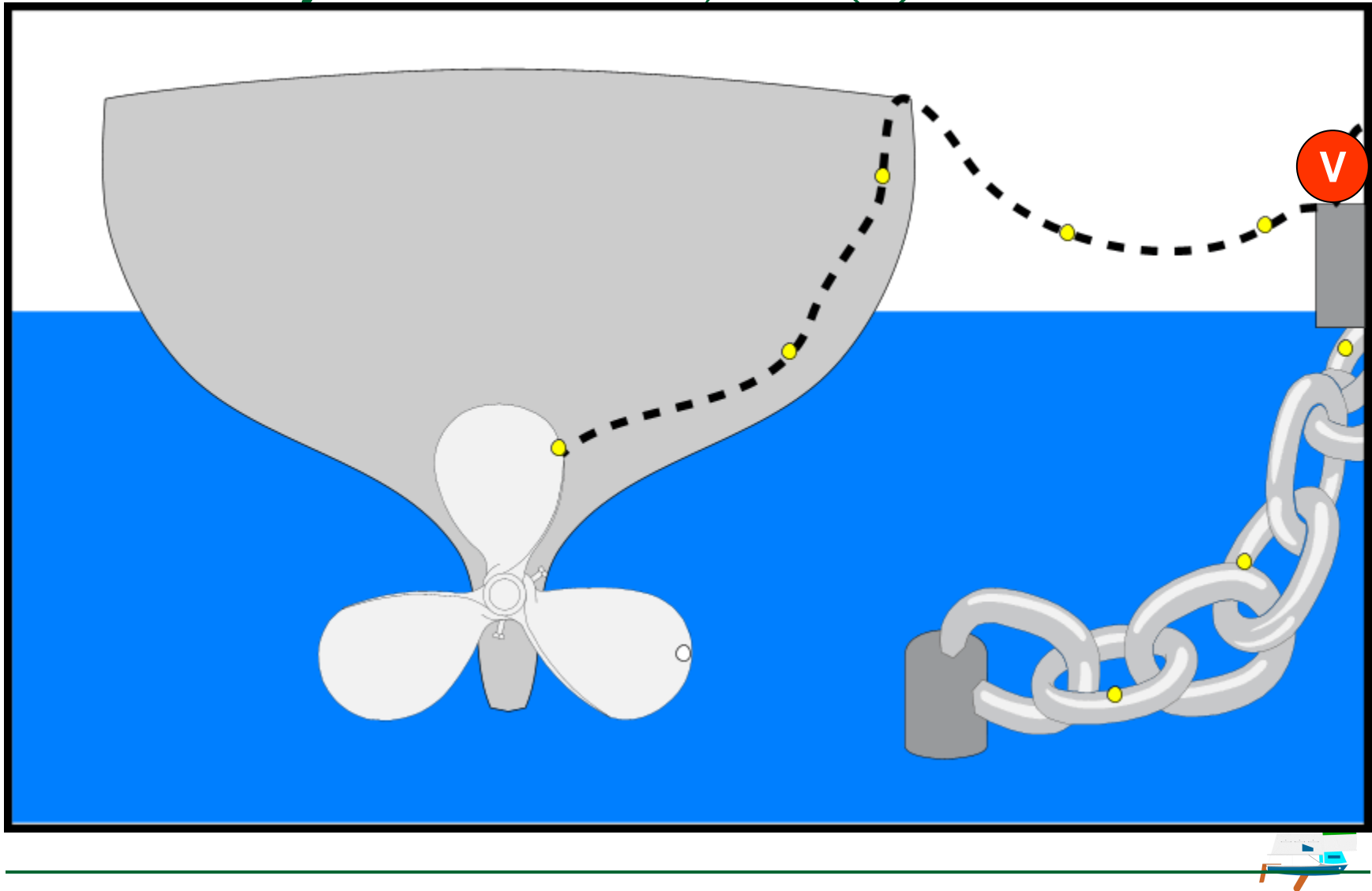


Praktiske eksempler - galvanisk

- Galvanisk korrosjon innen eget skrog
 - Feil metall-kvaliteter under vannlinjen, og kobling mellom disse
 - Dårlig utført offeranode-beskyttelse (stor avstand / dårlig koblet)
- Galvanisk korrosjon mot kaianlegg og ting i sjøen
 - Sammekoblet gjennom jordforbindelse til land
 - Store kai-kjettinger eller mengder av skrotmetall på bunnen
- Galvanisk korrosjon mot nabo-båt
 - Sammenkoblet gjennom jordforbindelsen i landstrømkabel
 - Edlere metaller under vannlinjen på nabobåten
 - Store metallflater som 'overdøver' egne offeranoder
 - Rustent jernskrog ved siden av aluminiumsbåt

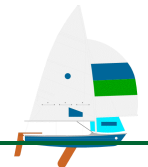


Elektrolytisk korrosjon (2)



Praktiske eksempler - elektrolytisk

- Elektrolytisk korrosjon pga feil på eget el-system
 - Strømførende og dårlig isolerte ledninger i kjølsvinet
 - Dårlig kvalitet på 12v jord (minus) som gir spenningsforskjeller mellom ulike metaldeler/ skrog-gjennomføringer
- Elektrolytisk korrosjon pga feil på land-jord
 - Tilkoblet land-jord gjennom landstrømkabel
 - Likestrøm i jord-systemet på land pga dårlig kvalitet
 - Vekselstrøm i jord-systemet på land (som utsettes for likeretting gjennom irr i støpsel og tilkobling)
- Elektrolytisk korrosjon pga feil på naboens el-system
 - Begge er tilkoblet land-jord gjennom landstrømkabel
 - Strømførende og dårlig isolerte ledninger i kjølsvinet til naboen
 - Dårlig kvalitet på 12v jord (minus) i naboens båt



Hva kan gjøres for å unngå korrosjon

- Undersøk / overvåk tilstanden rundt båten
 - Jord-kvalitet på landstrømmen – skal være <1 volt mot sjø (mål på motorblokk, kjølbolter eller andre store metalleder i sjøen)
 - Nabobåten – i god stand? rustent jernskrog? kobberhud?
 - Korrosjons-målesystem gir tilstanden men forhindrer ikke skade
- Riktig bruk av offeranoder – sinkanoder
 - Alle metalleder koblet til jord bør ha en offeranode i nærheten (<2m)
 - Offeranoder må være i elektrisk kontakt med de delene de beskytter
 - Metaller som ikke er i nærheten av offeranoder skal være utilkoblet
 - Metalliske gjennomføringer i treskrog bør være isolert fra treverket med plasthylser ell.
- Rydd opp i det elektriske anlegget
 - Ingen dårlige ledinger i kjølsvinet (nivåbryter, lensepumpe, ekkolodd,...)
 - Konvertør til to-polet system om du har valget



Hva kan gjøres for å unngå korrosjon

ALT.1. Bryte jordforbindelsen til land, installere isolert jord

- ❑ Krever en felles jordfeilutløser @30mA
- ❑ -eller individuell @10mA for hver kurs (i våtrom)
- ❑ Pass opp for snik-jording via 'billig' batterilader ell.

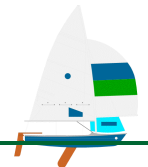
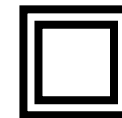
Dette er en vanlig løsning for moderne CE-merkede båter

ALT.2. Filtrere jordforbindelsen til land – med galvanisk isolator

- ❑ Filtrerer ut 1,2-1,5 Vdc
- ❑ Må tåle full belastning (16A) og 5kA trip test
- ❑ Med eller uten parallellkondensator

ALT.3. Isolere all forbindelse til land – isolasjonstransformator

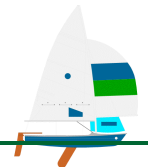
- ❑ Må være dimensjonert full kontinuerlig belastning
- Bruk alltid galvanisk isolator for evt. kabeltv tilkobling
- Ikke glem tiltak for økt personsikkerhet
- ❑ Bruk kun dobbelt-isolert utstyr ombord, merket:



Myndighetskrav og marinaens krav

- Myndighetskrav og marinakrav
 - EN – europeiske normer EN ISO 13297:2000 (båter opp til 24m)
 - Landstrøms-jord skal være tilkopleet båtenes jord *untatt* dersom jordfeilvern eller isolasjonstransformator er installert ombord
 - Galvanisk skille med foreskrevet ytelse er tillatt som beskyttelse mot galvanisk korrosjon
 - Mange andre marinaer med landstrøm:
 - Det skal installeres 'et galvanisk skille' – ofte uspesifisert
 - Noen marinaer, spesielt utenlands:
 - Det skal være montert isolasjonstransformator

- Installasjon av 230v systemer inklusive jordsystemer skal utføres / godkjennes av autorisert installatør















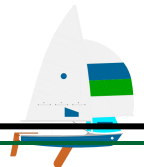
Oppsummering

- Skaff deg kunnskap om forholdene for din båt
- Velg utstyr og komponenter for maritimt bruk
- Unngå strømførende ledinger i vann / vått miljø
- Isolér ulike metaller fra hverandre dersom du er i tvil
- Bruk offer-anoder med god kobling til beskyttet gods
- Vær alltid kritisk til hva båten kobles til - og hvordan
- Gå ikke på bekostning av sikkerhet – 220V er farlig
- Sørg for å ha én av disse systemene installert:
 - Galvanisk isolator
 - Jordfeilvern og isolert 220V jord-system
 - Isolasjonstransformator



Rangering

	Galvanisk korrosjon	Elektrolytisk korrosjon	Personvern & sikkerhet
Avkuttet jordforbindelse			 Livsfarlig å berøre land/vann ved jordfeil ombord
Jordfeilbryter & isolert jord			 Små støt mulig kobler først ut ved >30mA feil
Galvanisk barriere		 Stopper bare opp til 1,5V	 Må testes stadig, kan feile ved lyn eller kortslutning
Isolasjons-transformator			



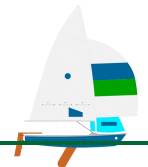
Galvanisk skille / elektrolyseblokker

Krav:

- Sperrespenning 1,2 volt
- Kortslutningsstrøm 5kA
- Må tåle kontinuerlig belastning høyere enn landstrømsikring
- Bør ha parallellkondensator



3 000 – 8 000 kr

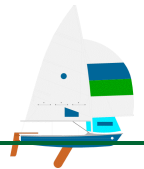


Jordfeilbryter



- Mange forskjellige varianter på markedet
- Maks utløserstrøm = 30mA

250 - 1000 kr



Isolasjonstransformator

- Switchmode trafo – lett og effektiv, men med (sårbar?) elektronikk
- Konvensjonell ringkjernetrafo – veldig tung og veldig pålitelig
- Gammeldags E-blikktrafo – enda tyngre og veldig pålitelig

5 – 15 000 kr

"Gammeldagse" trafoer kan være tunge å 'starte', dvs. de kan ta sikringen på land ved tilkobling. Da trengs 'soft-start' elektronikk i tillegg.



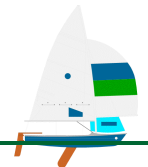
Ladix.no
(Ringkjene)



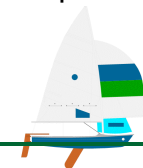
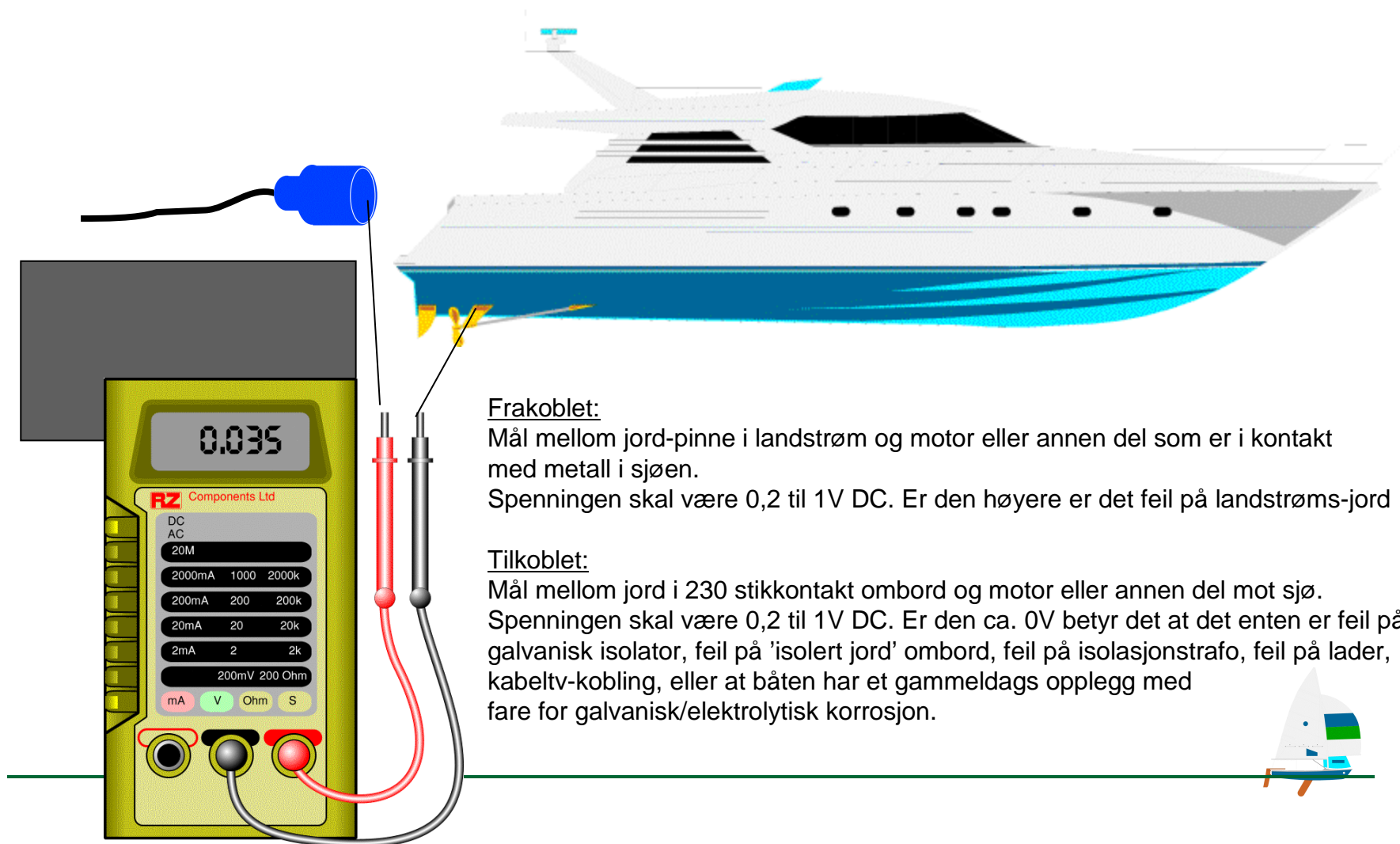
(E-blikktrafo)



Elektromarine.no
(Switchmode)



Forslag til hvordan å sjekke/måle tilstand





Ryvingen fyr