

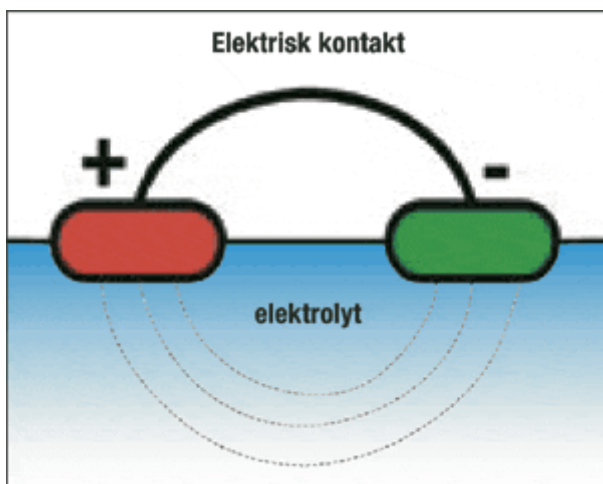
Alt om galvanisk tæring

For de fleste har "galvanisk tæring" været et begreb forbundet med noget totalt uforståeligt. Vi forklarer hvorfor og hvordan galvanisk korrosion sker, hvordan du kan måle det, og hvordan det undgås.

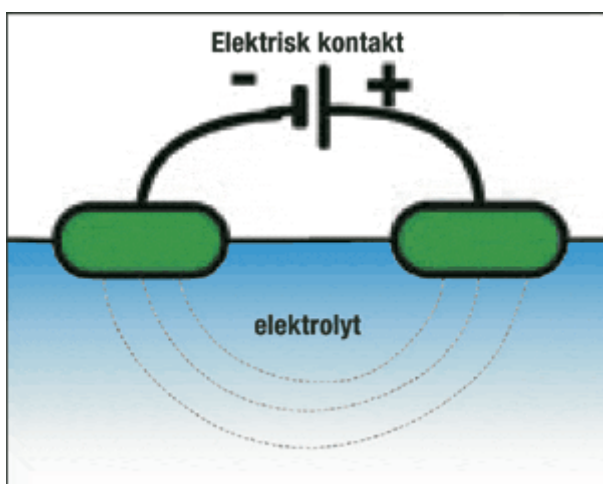
Af T. Bølstad

Kilde: Bådmagasinet 6-2003

Korrosion er en proces hvor metallerne har en naturlig tendens til at vende tilbage til sin oprindelige tilstand. Med få undtagelser findes metaller nemlig ude i naturen men kun i en kemisk bundet form. Før de får den rene form vi som regel kender dem i, må de udvindes af naturlige mineraler (ofte i en form af en slag malm), ved brug af energi. Når de går tilbage til deres naturlige form, frigiver de energien.



Når de forskellige metaller kommer i elektrisk kontakt med hinanden ved tilstedeværelse af en elektrolyt, opstår der galvanisk tæring. Det mest "uædle" metal vil tæres op. Her er de to forskellige metaller illustreret med hhv. rød og grøn farve.



Hvis to metaller i en elektrolyt kobles til en spændingskilde (som f.eks. et batteri), vil der gå en stor strøm i kredsen, og metallet som er forbundet med spændingskildens positive pol, vil tæres op meget hurtigt. Selv om dette ofte kaldes for galvanisk korrosion, er det egentlig elektrolyse.

Hvis et metal har kontakt med en elektrolyt (dvs. væske som kan lede strøm), og der går en strøm gennem metallet og elektrolytten, vil forskellige kemiske reaktioner mellem metallet og elektrolytten kunne medføre at metallet tæres op. Her skal vi kort se på to grundlæggende forhold som kan få dette til at ske i en båd: Galvanisk korrosion og elektrolyse.

Galvanisk korrosion er en naturlig proces som opstår når to forskellige metaller som har kontakt med hinanden, samtidig er i forbindelse med en elektrolyt, som for eksempel havvand. Da forskellige metaller har forskellige, naturlige spændinger (se skema med den galvaniske spændingsrække), vil der begynde at gå en strøm i denne kreds. Det mindst ædle metal vil begynde at korro-dere. Dette er i øvrigt nøjagtigt det samme princip som alle batterier er baseret på. De to forskellige metaller udgør sammen med elektrolytten altså en primitiv batteri-celle (som også kaldes en galvanisk celle)!

Køkkensalt (Natrium-klorid, NaCl) er opbygget af natrium- og klor-atomer. Der er en binding mellem disse atomer, fordi klor låner et elektron fra natrium. Når vi har lidt køkkensalt i vand, opløses det. Så er den faste forbindelse mellem natrium og klor brudt, men klor har beholdt det elektron, som er lånt af natrium. Derfor har klor en negativ elektrisk ladning i opløsningen, og natrium en positiv ladning, og vi siger at klor og natrium er ioniseret. Fordi modsatte ladninger tiltrækker hinanden, bliver de positive natrium-ioner tiltrukket af det mest negative metal, og de negative klor-ioner til det mest positive metal. Ionerne vandrer gennem væsken, og denne ion-vandring udgør en elektrisk strøm.

Jo mere salt, jo mere strøm kan væsken lede. Derfor vil naturlig galvanisk tæring forekomme mere i saltvand end i ferskvand. Men andre forureninger (end salt) vil kunne bidrage til at gøre vand ledende og øge tilfældet af galvanisk tæring. Strømstyrken ved naturlig galvanisk korrosion er meget lav, og tæringen går relativt langsomt.

I tabellen står de ædleste metaller øverst, og de mindst ædle nederst. Hvis to af disse metaller indgår i en galvanisk celle, vil det som står nederst på listen tæres op. Det kan udnyttes til beskyttelse. F.eks. vil et stykke zink under båden kunne beskytte metaldele af stål som den har elektrisk kontakt med.

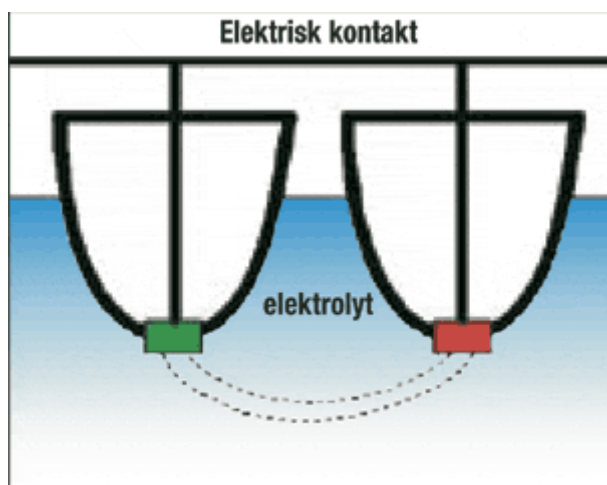
Hvis vi kobler et batteri til to metaller, der har kontakt med en elektrolyt, bliver det et helt andet og langt større problem. Fordi spændingen i denne kreds er langt større end i en naturlig galvanisk celle, bliver strømmen i kredsen tilsvarende højere, og tæringen væsentlig mere voldsom. Nu er det nærmest ligegyldigt om de to metaller er forskellige, eller af samme type. Dette er egentlig ikke galvanisk tæring, men elektrolyse.

Tæring på bådens metaller

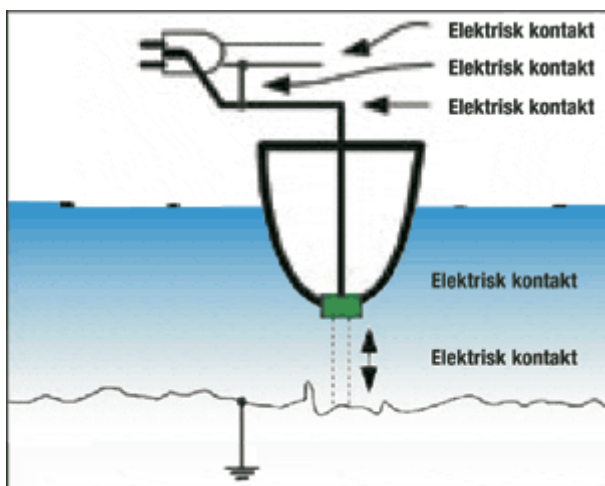
Har man forskellige slags metaller i eller under båden som har elektrisk forbindelse med hinanden, og samtidig kontakt med havvandet, er faren for naturlig galvanisk tæring til stede. På glasfiberbåde er disse problemer ofte koncentreret om - og begrænset til - motor, sejldrev, propeller og måske rør. På stålbåde kan problemet være mere omfattende. Batteriets negative pol er som regel koblet til motorblokken, og dermed har den elektrisk kontakt med havvandet. Man kan beskytte sig mod galvanisk korrosion ved at montere såkaldte anoder af zink på de metaller som skal beskyttes. Så vil zinken ofres, således at de andre metaller - som jern og messing - der ofte forekommer i skrogennemføringer, aksler og propeller - beskyttes.

Værre er det hvis man har lækstrømme fra bådens batteri som finder vej ned til havvandet og tilbage. Det vil f.eks. kunne ske ved at havvandet kommer i kontakt med 12 volt i en giver, et ankerspil, vandpumpe i kølsvinet eller lignende. Anoder har lidt eller ingen effekt i sådanne tilfælde. Vi skal senere vise hvordan du kan måle om du har sådanne lækstrømme i din båd.

Hvis du ser et metal under båden som viser matte mærker efter tæring, skyldes det sandsynligvis galvanisk tæring. Er metallet blankt og skinnende, er det mere sandsynligt tæring pga. elektrolyse. Det er ikke bare metaller under båden som er udsat. Metaller som er i forbindelse med havvand, ferskvand eller fugtighed i andre sammenhænge er også udsatte, som f.eks. i pumper og i motoren.



To både som har forskellige slags metaller under båden og er sammenkoblet via landstrømmens jordledning, danner en galvanisk celle. I denne celle vil der gå en strøm som forårsager galvanisk tæring på det mest uædle metal.



Hvis spændingsniveauet på landstrømmens jordledning af en eller anden grund ikke er den samme som på "moder jord", vil der gå en strøm fra sejldrevet/propelakslen (vist med grøn farve) til havbunden. Denne strøm vil kunne medføre alvorlig og hurtig tæring på bådens undervands-metaller.

Problematiske landstrøm

Ude på havet er din båd som regel godt sikret mod galvanisk tæring. I havn derimod, findes der nye og flere farer når det gælder tæring - problemer som der indtil nu har været for lidt opmærksomhed omkring. Problemer med tæring i hjemnehavnen synes at øge år for år, specielt fordi flere og flere både er tilkoblet landstrøm det meste af tiden.

Et grundlæggende problem er at både med forskellige slags metaller under vandet, danner en eller flere galvaniske celler når de sammenkobles via landstrømmens jordledning. Vi forudsætter at landstrømmens jordledning er tilkoblet motorblokke om bord, og at den dermed har elektrisk kontakt med havvandet. På figuren øverst tv. er vist hvordan det er for to både. Men i havnen vil alle bådene påvirke hinanden galvanisk. I en stor havn kan man forvente relativt høje galvaniske strømme, og tilsvarende alvorlig galvanisk tæring. Værst vil det gå ud over den som har de mest uædle metaller under sin båd. Så gælder det om at have tilstrækkelig med anoder på sin båd. Har du en aluminiumsbåd, bør du for en sikkerheds skyld overhovedet ikke benytte landstrøm!

Dramatik ved jordfejl

Rigtig dårligt kan det blive hvis der er fejl ved jordledningen eller et dårligt jordsystem på landstrøms-anlægget. Hvis der er spændingsforskel mellem jordledningen fra landstrømmen og "moder jord", vil der være en stor spænding mellem f.eks. bådens propeller og havbunden. Så vil der kunne gå en tilsvarende stor elektrolyse-strøm, som kan resultere i en meget kraftig tæring. Denne situation må du for alt i verden forsøge at undgå. Vi viser hvordan du kan måle sådanne lækstrømme. Det er uklart om en jordfejl bryder kan løse dette problem. Selv om den kobler 230 volt væk ved en jordfejl, vil problemet med jordstrømmen kunne forblive uændret.

Måling af lækstrømme

Efterhånden som mere og mere elektrisk udstyr monteres om bord, øges risikoen for tæring pga. elektrolyse fra lækstrømme fra bådens elektriske anlæg. Før måling skal båden kobles fra eventuel landstrøm. Tjek at alle sikringer og afbrydere er i orden. Afmonter alt elektrisk udstyr om bord. Løft polsko og ledning på batteriets plus-pol af. Brug et universalinstrument og mål strømmen fra plus-polen til ledningen med den frakoblede polsko. Måleinstrumentet skal være indstillet på DCA eller DC mA. Den målte strøm er den uønskede lækstrøm.

Alternativt kan du måle modstanden i kredsen ved at stille måleinstrument ind på "ohm". Med den sorte måleledning på batteriets minus-pol, og den røde på den frakoblede ledning måler du modstanden i kredsen i forhold til bådens jord. Er den over 10.000 ohm, er der ingen problemer. Er modstanden omkring 5000 ohm, er der en lille lækstrøm. Hvis den er nede omkring 1000 ohm, er det en lækstrøm som bør findes og rettes. Måler du 500 ohm eller mindre har du et alvorligt problem, som må rettes hurtigst muligt. For at lokalisere lækstrømmen, fjerner du en sikring ad gangen på det elektriske panel. På den måde finder du ud af hvilken kurs lækstrøm findes på. Så burde du være i stand til at finde fejlen og rette den.

Du kan finde mere materiale om dette på www.drevia.se

Landstrøms-jord

Ved hjælp af en forlængerledning kobles til landstrøm på broen. Med et universal-instrument kan du måle den uønskede strøm, der går fra landstrømmens jordledning til motorblokken (og dermed gennem vandet under båden). Indstil først måle-instrumentet på måling af jævnstrøm i Ampere (DCA). Det kan blive nødvendigt at skifte til milliampere. Mål derefter vekselstrømmen ved at indstille instrumentet på ACA eller AC mA. Vekselstrøm skal efter sigende ikke være så alvorlig med hensyn til galvanisk tæring på de fleste metaller, bortset fra aluminium. Men findes der en form for ensretter i strømkredsen (som f.eks. aluminiumsoksyd), omdannes den relativt ufarlige vekselstrøm til en farlig jævnstrøm.

Galvanisk spændingsrække:

Guld, platin + 0,40 v
Rustfrit stål + 0,30 v
Almindeligt stål + 0,06 v
Kobber + 0,34 v
Karbonstål (jern) - 0,40 v
Aluminium, passivt - 0,50 v
Zink - 0,80 v

Zinkanoder på træbåde

Hvor der foregår en kraftig tæring - f.eks. på en anode af zink - vil der dannes et base-lignende kemisk stof. På en træbåd kan dette stof nedbryde bindeevnen mellem træfibrene, således af træværket begynder at mørne. Mest udsat er træværket omkring skroggennemfø-ringer, spanter og fundamenter. Skaderne kan føre til lækage.

Så vidt vi ved, findes der ingen optimal løsning på dette problem. Man kan reducere dannelsen af dette kemiske stof ved at mindske eller lukke alle strømkilder om bord, ved ikke at koble båden til landstrøm, og ved at undgå overdreven brug af zinkanoder. Isolation mellem træværk og elektrisk ledende komponenter som skroggennemføringer m.m. afhjælper problemet. Det mest sikre for båden er måske at fjerne zink-anoderne helt. Så må man hellere skifte propel og andet udstyr efterhånden som det tæres op.

Skræmmende eksperiment

For at illustrere en virkning af galvanisk tæring, gjorde vi et par enkle eksperimenter. Vi købte nogle almindelige kroge af henholdsvis forsinket stål og messing. I to plastglas med vand udrørte vi en teske almindeligt køkkensalt. På kanten af det ene glas placerede vi en krog af forsinket stål og en af messing. De blev koblet sammen med en ledning. På det andet glas placerede vi to kroge af forsinket stål, og koblede dem til et 12 volt batteri.

Med et voltmeter blev spændingen mellem krogene af forskellige metaller målt til 0,7 volt. Messingkroge var mere positiv end stålkroge. Strømmen i denne naturlige, galvaniske celle blev målt til 0,5 mA. Pga. den lave strøm, vil der måske gå måneder før man kan se antydninger af tæring på stålkroge.

I det andet glas var der mere "action". Strømmen i denne kobling blev målt til hele 0,5 A. Altså tusinde gange højere end i det andet glas! Ved kroge koblet til batteriets negative pol bruste det friskt, og efterhånden dannede der sig et mørkt stof i vandet og på bunden af glasset. Dette er en situation som for alt i verden skal undgås om bord! Efter kun 4 timer var meget af kroge ved batteriets positive pol tæret bort, og den blev delt i to i niveau med vandoverfladen. En bådejer skulle koble batteriet fra alt udstyr om bord inden vinteren. Batteriet befandt sig i nærheden af en skroggennemføring og tilfældigvis blev en løs ledning som førte 12 volt liggende op ad denne gennemføring. Batteriets negative pol var (som sædvanlig) koblet til motoren, og via den til havvandet via sejldrevet. Skroggennemføringen blev totalt tæret op, og båden sank efter kun nogle få dage!

Tips og råd

- Brug kun zinkanoder af god kvalitet. • Anoder må ikke overmales.
- Skift anode når 50% er tæret væk. • Anoder i motorer skal også tjekkes en gang imellem, specielt de der sidder i saltvandskredsen i kølesystemet.
- Til sejldrev der bruges i ferskvand skal anoden være af magnesium ellers zink.
- Vær opmærksom på at slanger med grafit/karbon (fleksible slanger som skal kunne tåle varmen) leder strøm! De bør ikke kobles til skroggennemføringer. De kan desuden udgøre en galvanisk celle med andre metaller.
- Hvis du tager landstrøm om bord, må du forbinde jordledningen med motorblokken. Det er et af flere alternativer som er påbudt, for en sikkerheds skyld.
- Alternativt kan du montere en skille-transformater på landstrømmen. Den er lovlig, men beklageligvis dyr. Den eliminerer alle tærings-problemer.
- Som et tredje alternativ kan du bruge en såkaldt galvanisk isolator. Den beskytter også mod galvanisk tæring, men ikke mod elektrolyse.
- Har du hverken en skille-transformater eller en galvanisk isolator, bør du kun bruge landstrøm i båden kort tid ad gangen.
- Kap aldrig jordledningen i landstrømmen. Det er ulovligt og livsfarligt. Du (og dine gæster) risikerer at få elektrisk stød!

Ord og forkortelser:

A: Ampere, strøm.

AC: Alternating Current, vekselstrøm.

DC: Direct Current, jævnstrøm.

Galvanisk: Elektrisk. Begrebet galvanisk element blev brugt af den italienske fysiker Alessandro Volta (1745-1827) som opfandt de første elektriske batterier i 1800.

Korrosion: (iflg. leksikon): "Tæring pga. kemisk påvirkning, særligt af metal (rust, ir)".

mA: milliAmpere (en tusindedel Ampere).

V: Volt, s pænding.

Omega: Sidste tegn i det græske alfabet, som bruges som symbol på resistans (modstand), ohm.

Brugernes kommentarer til artiklen

Der er pt. **3** kommentarer til denne artikel.

Sendt d. **11-01-2009 kl. 13:55** af Tom Withen

Meget interessant. Som jeg tolker dette skal man koncentrere sin indsats på:

1. Unlade at mixe forskellige metaller i forbindelse med skrogennemføringer mm. (galvanisk korrison)
2. Have helt styr på det elektriske system i sin båd. (elektrolytisk tæring)

Ang 1. Alle ved at man ikke skal montere rustfrie fittings på indersiden af en skrogennemføring i f.eks messing. Dette er let at undgå de disse materialer ser helt forskellige ud. Det er derimod langt sværere at skelne messing fra f.eks. bronze. Men er der nogen ved om dette reelt er et problem da messing og bronze(og andre lignende legeringer) formentligt ligger ret tæt i spændingrækken?

Ang. 2. Jordfejl på havnens installation kan meget let blive et problem man ikke er herre over. Det er desværre ikke alle havne der kontrollerer jordspyd regelmæssigt. Jeg tænker på om man helt skulle lade være med at forbinde "land-jord" i sin 230V installation ombord og istedet benytte 0V (motorblokken) som beskyttelsesleder??

Kommentarer modtages gerne!

Med sejler hilsen Tom Withen

Sendt d. **19-08-2009 kl. 10:46** af keld kreutzfeldt-andersen

Hej alle

Er der nogen her i debatten der kan huske i et bådblad at have set en beskrivelse af - med tegninger - hvordan man laver en ny kistebænk eller cockpitgulv ved at man limer stave/lister på en vandfast krydsfiner og bagefter fuger det med sigaflex eller lignende

Jeg ville blive meget glad for hjælpen

Mailadresse h375@bif.kk.dk

P.f.tak

Keld kreutzfeldt-andersen

Sendt d. **24-10-2010 kl. 15:17** af Petur Klein

Jeg har et problem med tæring af propellen. Tærezinken på akslen er tæret bort på kun to måneder. Der er en hovedafbryder på det elektriske system. Har nogen en mening om hvad kan det kan skyldes?