

# Korrosion i båtar

Korrosion är rent allmänt ett stort och mycket vanligt problem som orsakar samhället enorma förluster. Industrianläggningar, fartyg, bilar mm rostar bort för ca 90 mdr kronor varje år. I Sverige har vi Korrosionsinstitutet (KI) som i samarbete med industrin forskar i ämnet och utvecklar metoder för minska dessa kostnader.

För oss båtägare är korrosion ett aktuellt ämne och problemen ökar i takt med all elektrisk utrustning som vi idag monterar i våra båtar. Det gäller att veta vad man gör när man monterar nya skrovgenomföringar med avstängningskranar, skyddsanoder, landström, vattenvärmare, pumpar, åskskydd osv.

Först vill jag påpeka att det är ett komplicerat ämnesområde vi ger oss in på. Det krävs ingående kunskaper om metaller och dess legeringar, hur de galvaniskt förhåller sig till varandra, i vilken kemisk miljö de befinner sig för att göra en riktig analys och förebygga, eller åtgärda, skador på båtens skrov, roder, drivanordningar mm. Vidare måste du veta om och hur delarna står i förbindelse med varandra och vilken elektrisk påverkan de eventuellt är utsatta för. Det är en given fördel om du har utbildning i metallurgi, kemi och ellära. Men det är inget krav. Baskunskaper om den galvaniska spänningskedjan och sunt förnuft räcker långt.

I en översiktlig artikel som denna måste det bli en summering av aktuella begrepp och vad man skall se upp med. Att föreslå lösningar på alla problem som kan uppstå leder snabbt till en bok på några hundra sidor.

Jag har själv en bok i ämnet som jag tycker besvarar de flesta frågorna på ett bra sätt.

Boken har titeln *"Metal corrosion in Boats"* med undertiteln:

*"The prevention of metal corrosion in hulls, engines, rigging and fittings."*

Författare är Nigel Warren och boken finns utgiven på förlaget *"Adlard Coles Limited"*.

Där beskrivs olika metoder, vad man skall se upp med, vad man kan göra och inte skall göra.

Boken är skriven av en erfaren båtägare, båtkonstruktör och fackman i varvsbranschen.

## Olika typer av korrosion

Det finns många olika typer av korrosion, t.o.m. organisk korrosion förekommer, men här följer några typfall som är vanliga i båtsammanhang.

- Galvanisk korrosion
- Gropkorrosion

- Spaltkorrosion
- Elektrolytisk korrosion, läckströmskorrosion
- AC-korrosion, växelströmskorrosion

## Galvanisk korrosion

Två olika metallstycken som sänks ner i en elektrolyt (saltvatten) bildar ett galvaniskt element som i sin tur ger upphov till en ström. Anoden i elementet förlorar material till katoden.

Man säger att anoden korroderar, den får synliga skador. Galvanisk korrosion har uppstått.

För att galvanisk korrosion skall uppstå måste följande förutsättningar finnas samtidigt:

- Två eller flera olika metaller i direkt kontakt med varandra.
- Nedsänkta i en gemensam elektrolyt (saltvatten).
- Tillgång till syre.

Av detta följer att det går att minska eller förhindra korrosionen genom följande åtgärder.

- Se till att isolera metallerna från varandra.
- Se till att komponenterna inte har kontakt med vattnet.
- Se till att stänga ute syretillförseln. Hur då säger någon?

En skrovgenomföring i brons, tex självläns, en bit ifrån propelleraxelen kan klara sig i många år utan problem om de inte är i direkt kontakt med varan-

dra. Isolering av ytor kan åstadkommas genom målning med en tät färg (epoxi) som dels håller ytan torr samtidigt som den stänger ute syret.

Korrosionen kan kontrolleras med hjälp av rätt dimensionerade, rätt installerade och rätt placerade offeranoder. En överdimensionerad anod innebär bra skydd men dålig ekonomi och en fel placerad anod innebär både dåligt skydd och dålig ekonomi.

Ett begrepp man stöter på ibland, särskilt i engelsk/amerikanska båttidningar är "bonding", dvs alla metallkomponenter under VL (vattenlinjen), som har någon kontakt med vattnet, förbinds elektriskt med varandra, med båtens jordsystem och med offeranoder på skrovets utsida. Detta måste göras med god kunskap om hur alla delar samverkar, hur jord/bonding-systemet ser ut inne i båten och att jordsystemets inre delar kan hållas ovanför slagvattennivån.

Det kan i många fall vara enklare att hålla bordsgenomföringar mm isolerade från varandra så att galvaniska element inte uppstår.

Jord i båtsammanhang är likställt med vattnet som båten flyter i.

**OBS!** Så snart man kopplar in elektriska komponenter som läns-pumpar, pentry-pumpar, bogpropeller, ankarvinsch mm



så blir livet ombord genast mer komplicerat. Se vidare under "elektrolytisk korrosion".

### Gropkorrosion

Gropkorrosion är ett specialfall av galvanisk korrosion som särskilt drabbar RF-stål under VL.

Korrosionen kan starta vid en liten skada, några tiondels mm, på ytskiktet där metallen under ytan fungerar som anod och ytskiktets utsida blir katod. Kan resultera i svåra angrepp på tex propelleraxel eller ett rostfritt beslag som ständigt befinner sig i vattnet. Svårt att upptäcka.

### Spaltkorrosion

Spaltkorrosion uppstår mellan två olika metallytor som ligger nära varandra (< 0,5 mm).

Korrosionen uppstår även i luft om det finns fukt närvarande (saltrester). Kan åtgärdas genom isolering och ökat avstånd mellan ytorna. Problemen uppstår oftast med RF beslag på al-mast eller RF mantågsstöttor i al-fästen.

### Elektrolytisk korrosion (läckströmskorrosion)

Läckströmskorrosion uppstår vid närvaro av en påtryckt spänning (likström). Dvs en yttre elektrisk påverkan som "kör över" spänningskedjans milivoltnivåer med en rejäl 12 eller 24 V. *Ett exempel:*

En segelbåtsägare fann att bad-/räddningsstegen som hängde ner i vattnet plötsligt var totalt sönderfränt under VL. Felkedjan kunde, efter ett omfattande arbete, följas från en dålig omkopplare i panelen till en felaktig lanternna i pulpit där 12 V lades på förstaget, vidare över masttoppen via akterstaget ned till stegen. Stegen hade kontakt via vattnet och propellern med motorns jord och därmed batteriet. Kretsen var sluten och stegens nedre delar försvann på några veckor.

Andra typiska felkällor är oskyddade elkopplingar i hålskeppet, (får inte förekomma), länsppumpar och pentryppumpar där vatten tränger in i kopplingsboxar, nivåbrytare mm.

### Säkraste sätten att motverka sådana här fel är:

- Använd isolerat tvåledarsystem för 12 V
- Använd ledningar och elkompneter avsedda för båtbruk.
- Kontrollera elsystemet och underhåll regelbundet alla elkompneter.

### AC-korrosion (Alternating Current)

I båtar med landströmanläggning (230 V växelström) kan AC-korrosion bli ett allvarligt problem. Särskilt utsatt är aluminiumkonstruktioner och i sådana här fall är skyddsanoden inte till någon

hjälp. AC-korrosion är ett stort debattämne runt om i europeiska marinor där man bl.a. försöker att lösa problemen med en kontrollerad påtryckt spänning. Problemet är att förutsättningarna i marinan ständigt ändras då båtarna går in och ut ur systemet, andra båtar/båttyper kommer i stället osv.

### Att problem kan dyka upp oväntat visar följande historia:

- En motorbåt flyttades från en plats, där båten legat i flera år utan problem, till en "bättre" plats i samma hamn. Efter en kort tid upptäckte ägaren allvarliga skador på INU-drevet.

Via försäkringsbolaget vidtog KI en noggrann undersökning och problemet var att det fanns en likspänning och en överlagrad växelspanning på skyddsjorden, i det eluttag där båten var ansluten.

Felet visade sig ligga i en matarstation flera km från hamnen!

Alu-drevet påverkades av den kombinerade lik- och växelströmmen och genom att återskapa felsituationen i labbet kunde man konstatera att korrosionshastigheten var hela 11 mm/år!

Den säkraste metoden att undvika AC-korrosion är att installera en skiljeförtransformator mellan landanläggningen och båtens elsystem. Då finns ingen kontakt mellan elnätets nolla/skyddsjord och båtens eget jordsystem. Dock måste transformatorn vara dimensionerad för den maximala effekt som de anslutna elapparaterna kan förbruka. Och installera jordfelsbrytare!

Det finns en annan metod att förhindra läckström via skyddsledaren genom att i densamma koppla in en grupp serie/parallella och motriktade dioder, en sk "galvanisk isolator" vilken ger ca 1,4 V spänningsfall i den galvaniska kretsen. Den kan lösa problemet med galvaniska strömmar, mellan båtar som ligger anslutna till samma skyddsjord, men om det finns en påtryckt spänning på 1,5 V eller mer, då gör den ingen nytta alls. Denna typ av "korrosionsskydd" är vanligt förekommande ute i handeln.

Observera att det kan bli avbrott i dioderna och då är skyddsjorden bruten. Man har infört en ny och större risk!!

Nu tillbaka till ämnet "galvanisk korrosion" där olika metaller utan hjälp av batterier eller växelström kan ställa till det ändå.

Det viktigaste för att undvika eller åtminstone reducera problemen är välja komponenter som är anpassade för båtbruk och metaller som ligger nära varandra i spänningskedjan.

Bekymret är att många leverantörer inte har en aning om vilka metaller som

ingår i tex en avstängningskran eller en länsppump.

### Rostfritt/RF

Rostfritt stål (eg rosttrögt) är stållegeringar med olika halt av nickel, krom eller molybden, men rostfritt är inte alltid rostfritt. Det finns en mängd olika kvaliteter beroende av vilka metaller stålet är legerat med. De i handeln vanligaste beteckningarna på skruvar, bultar mm är:

- A2 som kallas "Rostfritt". Användning ovan vattenlinjen (VL).
  - A4 som kallas "Syrafast", är bättre och kan användas under VL (med försiktighet).
- RF/"Offshore Quality", är "äkta syrafast", men då talar vi om inblandning av Cr/Ni/Mo i storleksordningen > 40%-60%. Kostar därefter och är inget för privat användare.

### Koppar

Koppar i ren form används inte så ofta i båt. Kopparkoppar är vanligare och där håller koppars i hundratals år tack vare det oxidskikt som byggs upp i kontakt med syret i luften.

Kunskapen om detta och koppars giftighet ledde i mitten av 1700-talet till att engelska flottan började kopparförhyda sina krigsfartyg för att förhindra angrepp av skeppsmask. Detta lyckades mycket bra men mindre lyckat var att alla järnförband kring köl och roder korroderade bort mycket snabbt. Det var vid den här tiden forskningen kom igång. Det handlade redan då om stora pengar. Att det fortfarande uppstår problem visar att ämnet är tämligen komplicerat.

Idag kan kopparhaltig bottenfärg skapa liknade problem på stålskrov och båtar med al-komponenter (drev).

### Mässing

Mässing är ett samlingsnamn på legeringar baserade på koppar, oftast koppar och zink. Ibland med olika tillsatser som gör sig bra i reklamen men det är tveksamt om de har den positiva inverkan som förespeglas.

Det finns mängder med beteckningar som "Gunmetal", "Muntz metall" osv men det är egentligen gamla "varunamn" som kommit till för framhäva vissa egenskaper och dölja att det handlar om något så enkelt som mässing. "Manganbrons" är ett sådant exempel som utger sig för att vara en brons, som är "finare" än mässing, men det är en mässing. Används ofta i propellrar och är inte alls korrosionsstabil, därför sitter det en zinkanod på axeln.

Det finns två huvudtyper av mässing.

- 70/30 som ger bäst formbarhet (30% zink)

• 60/40 som ger bäst hållfasthet, (40% zink).  
Båda innehåller mycket zink och är utsatta för avzinkning, särskilt i saltvatten.

Först när zinkhalten sjunker under 15% blir legeringen hyggligt korrosionsstabil men den har då sämre formbarhet och hållfasthet.

Det är mycket svårt att veta vad "mässing" innehåller och leverantörerna vet sällan annat än att det är "mässing". Äldre mässing innehåller mindre zink och är gul i tonen, men eftersom zink är billigare än koppar blir dagens mässing allt gråare i tonen.

Alla VVS-produkter i mässing måste däremot vara godkända av KI, men det betyder inte att de automatiskt är lämpade för båtbruk.

**Zink**

Zink är en oädel metall som ligger långt "ner" i spänningskedjan. Används därför som skydds-/offeranod för stål, brons, RF mfl metaller som finns under VL (katodiskt skydd).

Det är viktigt att anoden är av ren zink, annars kan den förbruka sig själv utan att skydda andra viktiga komponenter.

Ofta finns zinkanoder inbyggda i motorns kylsystem, men en sådan anod har begränsad "räckvidd" och skyddar bara näraliggande ytor. Som exempel är den skyddade sträckan i ett rör ca 3x rördiametern från anoden räknat och det är ju inte alls vad användaren tror eller förväntar sig. De flesta tror att "kylsystemet" är skyddat.

**Magnesium**

Magnesium ligger under zink i spänningskedjan och används i speciella fall, särskilt i sötvatten.

**Brons**

Brons är beteckning på legeringar mellan koppar och tenn, kisel (silicon-brons) eller aluminium (al-brons). Brons har ungefär samma egenskaper och användningsområde som A4-syrafast stål men har bättre korrosionsmotstånd under vattenlinjen, särskilt i träskrov.

**Aluminium**

Aluminium är en vanligt förekommande metall i båtar. Master, beslag, skrov, S-drev, INU-drev osv. Även här är det fråga om legeringar som är anpassade efter användningsområde, tillverkningsmetoder mm.

Aluminiumkomponenter under VL är känsliga för galvanisk korrosion och är särskilt utsatt för AC-påverkan (se AC-korrosion ovan).

Al ovan VL i master mm utsätts för spaltkorrosion om RF-beslag monteras utan isolering mellan metallytorna.

**Stål**

Stål ingår i många komponenter i en båt, som skrov, köl, roder, infästningar mm.

Ofta används galvaniserade komponenter, där zinken skyddar underliggande järn/stålyta.

Utanpåliggande zinkanoder måste stå i direkt galvanisk kontakt med den del som skall skyddas för att ge förväntat skydd.

Måla inte med kopparhaltig bottenfärg för då förstörs anoder och galvanisering snabbt.

**Hur kan du själv kontrollera korrosionen**

Det finns olika vägar att gå för minska eller förhindra korrosionen.

- skaffa dig kunskap om problematiken
- välj komponenter för marint bruk
- isolera metaller från varandra
- använd offeranoder
- anlita kompetent/erfaren installatör

**Andra påverkande faktorer**

Ämnet galvanisk korrosion är komplicerat och kräver ingående kunskaper om vilka olika parametrar som kan påverka resultatet. Det är många frågor som måste besvaras.

- Ligger båten i salt- eller sötvatten, eller kan den i perioder befinna sig i båda medierna?
- Stillastående eller strömmande vatten?
- Vilka metaller är inblandade? Hur får jag reda på det?
- Är metallerna i direkt kontakt?
- Hur ligger de i spänningskedjan?
- Hur stora ytor är exponerade? Stor anod och liten katod, eller tvärtom?

- Finns ett eller flera jordsystem i båten? Eller inget alls?
- Finns åskskydd installerat? Hur?
- Finns landströmanläggning? Med skiljetrafo?
- Hur mäter man spänningsskillnad mellan olika metallkomponenter?
- Hur mäter man strömmen i en miss-tänkt galvanisk krets?
- mm

**Hur kollar man? Några enkla tumregler.**

Skrovgenomföringar, som finns på alla båtar idag, kollas varje säsong genom lätt skrapning med en kniv på utsidan.

- Om du ser en rödbrun yta under färgen (= avzinkning), byt genomföringen.

- Om du ser en blank gul yta, behåll genomföringen till nästa år.

**Det slutliga och avgörande testet**

Om vi för ett ögonblick bortser från all teori och mättekniska finesser i samband med galvanisk korrosion så skall en bottengenomföring tåla hårda tag. Ryck ordentligt i slanganslutningen eller sparka på den. Om genomföringen går av, vilket kan hända, då är det bra om båten står på land. Annars tar du fram den träplugg du självklart har hängande på genomföringen och täpper snabbt till hålet. Den kan behövas även om du inte själv bryter av dina självlänsar eller toaavlopp.

Tänk på säkerheten! Hösten är en bra tid för kontroller.

**Kjell Fredgren**  
*Tekniska kommittén*

**SPÄNNINGSKEDJAN**

	<i>Ädla metaller = katod</i>	
Grafit *	+ 0,50 V	↑ ↓
Titan	+ 0,38	
Rostfritt stål (passivt) **	+ 0,05	
Monel		
Koppar/nickellegeringar		
Bly		
Manganbrons (mässing)		
Koppar	+ 0,02	
Tenn		
Mässing		
Aluminiumbrons		
Rostfritt stål (aktivt) **	- 0,30	
Gjutjärn		
Aluminium och aluminiumlegeringar	- 0,50	
Galvaniserat järn	- 0,80	
Zink	- 0,85	
Magnesium	- 1,35 V	
	<i>Oädlare metaller = anod</i>	

Ovan angivna spänningsnivåer är inte absolutvärden utan de kan variera med mätmetod, temperatur, salthalt, vattenflöde mm. Serien anger den ungefärliga placeringen i spänningskedjan.

\*) Se upp med grafitfett.

\*\*) Rostfritt stål får i luft, som är en syrerik miljö, en skyddande hinna av kromoxid som hindrar reaktion med andra metaller. I vatten, som är en syrefattig miljö, kan stålet inte utveckla en sådan skyddshinna och materialet utsätts lättare för korrosion. Den oädla metallen (anoden) offerar material (korroderar) till en ädlare metall.