

# Vedlikehold

## Klinkede forbindelser av stål og aluminium

Ved sammenføyning av forskjellige typer metall er det viktig å forebygge galvanisk korrosjon. Den oppstår når metalleder med forskjellig spenningspotensial kommer i kontakt med hverandre, samt med vann eller fuktig luft. Det skapes da en anode/katode effekt der det minst edle metallet vil bli tært i stykker. Jo større forskjellen mellom metallenes spenningspotensial er, jo raskere vil korrosjonsprosessen foregå. I en stål mot aluminium- forbindelse, er stål det edleste metallet, og aluminiumdelen vil tæres. I en stål mot kobberforbindelse er kobberet det edleste, og stålet vil ruste.

### Sammenføyingsmetode

Det vi kan gjøre for å begrense, og i beste fall unngå korrosjonskader, er å isolere metalledene fysisk fra hverandre. I tillegg kan vi stenge ute omgivende fukt fra metallens kontaktflater. Det første gjør vi ved å plassere et nøytralt materiale mellom metallene, det andre løses enkelt og best gjennom riktig og jevnlig vedlikehold med egnet maling.

Innen skipsbygging har klinking av stålskrog og bjelker til aluminiumoverbygg, skanse og dekk vært benyttet i mange år, spesielt typisk på 50- og 60- tallet. Som metode er dette solid nok, og flere steder ser en også at sammenføyningene tilsynelatende virker å være like gode i dag, 50 år senere.

Da er det ingen grunn til å gjøre noen endringer. Vi kan heller ikke si at den metoden som blir foreslått her er problemfri, eller påstå at den vil vare lenger, da den ikke har vært i bruk lenge nok. Det er som med det aller meste; viktig å følge rutiner for kontroll og vedlikehold.

Mens galvaniske korrosjonsproblemer i stor grad er eliminert i moderne skipsbygging, er det fremdeles utfordringer på mange verneverdige skip. Det kan virke som aluminiumnagler (og plater), får en mer spro

hardhet etter lang tid i tøft miljø, og er dermed mer utsatt for sprekkdannelse.

Risikoen for galvanisk korrosjon var velkjent også da disse skipene ble bygd, og det ble bestrebet å isolere de to metallene i fra hverandre. Vanligst var det å legge en remse av neopren gummipakning, ca. 1,5-3 mm tykk, mellom de ulike metallenes overlapp slik at det ikke var metallisk kontakt. Berøringsflater og hull ble malt med zinkkromat. Det ble så kaldklinket med aluminiumnagler. Naglen ble satt inn i hullet fra stålplatesiden. Som isolasjon her, ble det montert en galvanisert stålskive mellom naglehodet og stålplaten.

Nagler med både rundt og flatt forsenket hode ble benyttet, avhengig av hva slags forbindelse som skulle klinkes. Det er viktig at naglen har samme legering som aluminiumsplaten. Stålnagler i denne type forbindelser kan forekomme, men vil være mer sjeldent.

### Korrosjon

Normalt er aluminium svært motstandsdyktig mot både luft og vann ved at det dannes en oksydfilm utenpå som i seg selv gir god beskyttelse. Erfaringsmessig ser en likevel at det skjer noe med disse klinkede

sammenføyningene over tid. Det oppstår dype groptæringer utenpå aluminiumplaten, spesielt rundt nagler. Dette tyder på galvanisk strøm mellom metallene. Naglehodene blir ofte oppspiste. Da er det isolasjonen som er blitt dårligere. Ofte er stålet rustangrepet samtidig, men det er resultat av annen korrosjon og skyldes ikke aluminiumforbindelsen. Et problem vil oppstå dersom rustsprengning danner bro for galvanisk tæring mellom aluminiumnagle og plate. Erfaringsmessig ser en at der det er mye rustent stål, vil også aluminium være tært.

### For vedlikehold og kontroll av tilstand, bør en se spesielt etter følgende:

Sørg for så tørre omgivelser som mulig gjennom lufting og drenering, og anrett inspeksjonsluker eller annen tilkomst innvendig bak garnering.

Kontroller at malingen er uskadet uten rifter og sår. Korrosjon kan pågå under malingen. Utfør regelmessig maling.

Naglehodene er dekket av et tynt hvitt belegg. Dette er normalt, og belegget fungerer som en beskyttelse. Skraper en i belegget, og ser at naglehodet er tydelig redusert på grunn av irr, kan det tyde på at iso-



Aluminiumsdekk klinket til stål dekkbjelker anno 1956. Her er brukt gummipakning mellom delene og galvanisert stålskive under naglehodene. Plasseringen er utendørs og ligger til rette for jevnlig vedlikehold. Foto: BDF.

# Klinkede forbindelser av stål og aluminium



Aluminiumplater klinket til innvendige stålvingler. Det var kun en tynn oppsmuldet papirpakning mellom stålvingelen og alu-platen. Det er heller ikke brukt galvanisert skive under naglehodene. Derfor er de tært vekk. Aluminium-irr fra sammenføyningene sprer seg utover og avslører at noe er galt. Foto: BDF.

lasjonen mot stålet er brutt.

Dersom den galvaniserte stålskiven under naglehodet ruster, noe den vil etter lang tid uten beskyttende maling, er isolasjonsevnen mot stålet borte, og naglehodet tæres. Ofte ser en at rustsprengning og tæring har sprenget hodet rett av naglen. Dette er alvorlig fordi naglen ikke lenger har sammenbindingseffekt, og belastningen på gjenværende nagler blir desto større.

Neoprenpakningen blir hard og sprø over tid. Isolasjonsevnen forringes, og den klinkede forbindelsen blir litt løsere, slik at fukt trenger inn.

Dersom rustsprengning får utvikle seg, fører det til at aluminiumsplaten presses ut og slipper tak i naglene. Sjekk derfor at ikke åpningen mellom platekantene øker. Platene skal være helt tett sammenklemt mot pakningen. Kun hvis rustsprengning ikke har rukket å utvikle seg til deformasjon, kan en prøve å stanse fuktinntrengning ved å påføre tetningspasta langs kantene. Dette er sammenføyninger som ikke lar seg dikke tett, slik som klinkede stålforbindelser gjør. Fortsetter derimot rustsprengningen har en ikke annet valg enn å demontere delene.

## Tiltak ved reparasjon

Ved enhver reparasjon/restaurering på verneverdige og fredede fartøyer ligger blant annet prinsippet om at konstruksjonen skal restaureres slik den var. Det betyr at materialer skal byttes likt med likt. Må dette fra-likes, er det eiers ansvar å ta dette opp med Riksantikvaren på forhånd.



Her har den galvaniske stålskiven begynt å ruste, og til slutt ødelagt naglehodet. Resten av naglen må fjernes og erstattes. Foto: BDF.



Sammenføyning av aluminium-styrhusfront mot stål-casingen under klinket med aluminiumnagler. Dette er et spesielt utsatt sted, da det ofte kan være vannlekkasjer fra vinduene over. Derfor er det viktig å åpne garneringen i blant for kontroll. Foto: BDF.

Klinking av forskjellige legeringer som aluminium mot stål er i dag en utfordring da erfaring og kunnskapen om dette ikke er helt til stede ennå. En kan i en del tilfeller velge å heller skru sammen konstruksjonene med forsenkede bolter, skive og mutter i rustfritt eller syrefast stål. Vi skal derfor beskrive denne prosessen videre.

Etter at deformerte deler er reparert, skal gamle og nye kontaktflater rengjøres og gis ett til to strøk primer. Neoprenpakningen gis et tynt strøk kontaktklim. Pakningen må være minst like bred som sammenføyningsflaten. Den kan med fordel stikke fem millimeter over.

I dag fins det moderne pakningsprodukter som sies å være bedre enn neoprengummi i forhold til å isolere galvanisk spenning, samt spesialhylser som isolerer bolt og skive helt fra metallet.

Når det brukes bolter med forsenket



Reparasjon utført. Samme sted som bildet av styrhusfronten ovenfor. Her er naglene erstattet med syrefaste bolter. Foto: BDF.



De samme boltene som forrige bilde, på utsiden av styrhuset. Forsenkningene måtte utvides slik at boltehodene kan sparkles over. Det er også viktig at det er en glippe på ca. 5 millimeter mellom platekantene for isolasjon med for eksempel linoljekitt. Foto: BDF.

hode, må hullene i aluminiumsplaten forsenkes på nytt. Boltehodet skal ligge plant med overflaten. Eventuelt litt under dersom en vil sparkle over boltehodet. Det er da viktig å bruke en epoxybasert sparkel med glassfiber over boltehodene (og mellom plateskjøtene), fordi aluminium kan korrodere så malingen løsner. Til slutt males materiale og bolter. Sørg for at det er god lufting og drenering i området, og lag tilkomst for inspeksjon og vedlikehold.



Graden av korrosjonsangrep på sammenføyningen kan være lokalt forskjellig. I denne bindevinkelen under dekk, er aluminiumsnaglehode nr. 1 og 3 fra venstre smuldet bort, mens resten er intakte. Foto: BDF.

## Litteratur

Bastue Christensen, G. 1949. *Aluminium, magnesium og deres legeringer*. København: Ivar.

## Nyttige kontakter:

Hardanger Fartøyvernssenter; [www.fartoyvern.no](http://www.fartoyvern.no)

Nordnorsk Fartøyvernssenter; [www.nnfa.no](http://www.nnfa.no)

Bredalsholmen Dokk og Fartøyvernssenter; [www.bredalsholmen.no](http://www.bredalsholmen.no)

Norsk Forening for Fartøyvern; [www.norsk-fartoyvern.no](http://www.norsk-fartoyvern.no)

Riksantikvaren; [www.ra.no](http://www.ra.no)

## Forfatter:

Bjørn Anders Nesdal, Bredalsholmen Dokk og Fartøyvernssenter

## Publisert:

November 2015