



Norskproduserte kvalitetsprodukter tilpasset nordiske forhold

KORROSJON av metaller

August 2023

Innhold

1. INNLEDNING	2
2. KORROSJONSEGENSKAPER HOS ALUMINIUM.....	3
3. GALVANISK KORROSJON.....	3
4. GROPTÆRING / PUNKTKORROSJON	5
5. SPALTEKORROSJON	5
6. KORROSJON AV METALLER I ATMOSFÆREN	5
7. ALUMINIUM KOMBINERT MED ANDRE MATERIALER	6
8. ERFARING.....	6
9. ALUMINIUMSTRAVERSER FRA EL-TJENESTE AS.....	7

1. INNLEDNING

Alle våre vanlige bruksmetaller er ustabile og vil korrodere. De vil derfor normalt måtte beskyttes med forsinkning eller lakkering.

Aluminium har derimot en meget god korrosjonsholdfasthet.

Aluminium dekkes spontant med et oksidsjikt, som forhindrer videre oksidering.

Aluminiumoksid er tett og sterk heft til underlaget i motsetning til en del andre materialer.

Hvis oksidbelegget skades mekanisk, vil det umiddelbart dannes nytt oksidlag på skadestedet.

Praktisk talt all korrosjon er av elektrokjemisk art. Den skjer med andre ord i galvaniske celler, korrosjonsceller.

Metallene oksideres gjennom en anode-reaksjon.

Samtidig reduseres et annet emne i omgivelsene gjennom en katodereaksjon.

Mellom anoden og katoden må det samtidig finnes en elektrisk ledende, metallisk kontakt og en elektrolytisk kontakt, vanligvis en sammenhengende fukt eller væske film på ytterflatene.

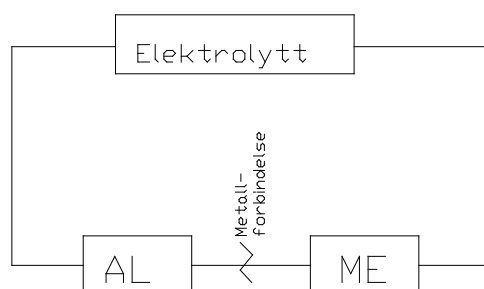
Definisjoner:

- Korrosjon: Angrep på materialet gjennom kjemisk, oftest elektrokjemisk, reaksjon med omgivende medium
- Korrosjonscelle: Galvanisk celle der elektrode reaksjonene leder til korrosjon
- Anode: Elektrode hvor positiv elektrisk strøm går inn i en elektrolytt
- Katode: Elektrode hvor negativ elektrisk strøm forlater en elektrolytt
- Elektrolytt: Elektrisk ledende medium hvor strøm transporteres ved hjelp av ioner

Korrosjon vil altså kunne oppstå hvis man har en katode og en anode, med en metallisk og elektrolytisk kobling mellom dem.

For å unngå korrosjon må man derfor unngå at disse tre faktorene opptrer samtidig.

Korrosjonscelle:



AL: Aluminium

ME: Annet metall

Korrosjonshastigheten vil i neste omgang være avhengig av kvaliteten på disse tre komponentene.

2. KORROSJONSEGENSKAPER HOS ALUMINIUM

Aluminium er et uedelt metall, elektrokjemisk sett.

Det mest uedle av våre fire store bruksmetaller: aluminium, stål, kobber, og zink.

Men på grunn av at aluminium dekkes av et tynt beskyttende oksidsjikt som forhindrer oksidering, kan man si at aluminium i praksis er edlere enn zink, men mindre edelt enn f.eks. rustfritt stål og kobber, se tabell 1.

Oksidsjiktet er en forutsetning for aluminiumens gode korrosjonsegenskaper. Det er stabilt i pH-området ca. 4-9. I sterkt sure eller alkaliske miljøer kan aluminium korroderer ganske raskt.

Korrosjons-holdfastheten hos de legeringen vi bruker 6005 og 6082 er relativt like.

Disse legeringene er såkalte sjøvannsbestandige legeringer.

Legeringer med mer enn ca. 0,5% kobber har dårligere egenskaper, og bør derfor ikke brukes uten overflatebehandling i vanskelig klorholdig miljø som f.eks. i nærheten av sjøvann og veisalt.

De vanligste korrosjonstypene er:

- Galvanisk korrosjon
- Groptæring / punktkorrosjon
- Spaltekorrosjon

I tillegg kan det i høyfaste legeringer av typen AlZnMg dannes sprekker i materialet på grunn av spenningskorrosjon. Det kan forkomme ved høye mekaniske belastninger over lang tid.

EL-tjeneste bruker ikke denne typen legeringer.

3. GALVANISK KORROSJON

Galvanisk korrosjon kan oppstå når ulike metaller er i mekanisk kontakt med hverandre, samtidig som det finnes en kontinuerlig elektrolyttkobling mellom dem.

Det mest uedle metallet i kombinasjonen blir anode og korroderer, mens det edleste blir katode og beskyttes mot korrosjon.

Galvanisk spenningsrekke som omfatter metaller i sjøvann ved 20 °C (mest edelt i fra toppen.)

	Elektrodepotensiale (V)
Gull	+0,42
Sølv	+0,19
Rustfritt stål, med oksidsjikt	+0,09
Kobber	+0,02
Tinn	-0,26
Rustfritt stål, uten oksidsjikt	-0,29
Bly	-0,31
Stål	-0,46
Kadmium	-0,49
Aluminium	-0,51
Forsinket stål	-0,81
Zink	-0,86
Magnesium	-1,36

Spenningsrekka for anode/katode er ikke alltid retningsgivende for om det vil oppstå korrosjons problemer.

Forhold som også har betydning for korrosjonshastigheten, vil være:

- Elektrolyttens ledningsevne
- Overflate-egenskapene til materialene

Syrefast /Rustfritt er en dårlig katode selv om det er noe forskjell i spenningsrekka i forhold til aluminium. Arealforholdet mellom anode og katode vil også bety en del. Det vil si strøm pr. areal.

Aluminiumoksid vil beskytte aluminium mot korrosjon, ved at den danner en dårlig metallforbindelse til nabometallet slik at korrosjonscellen ikke vil fungere.

Aluminiumoksid vil alltid dannes på overflaten av aluminium, forutsatt at det er oksygen til stede.

Galvanisk korrosjon på aluminium:

I de fleste kombinasjoner med andre metaller er aluminium det minst edle.

Derfor er risikoen for galvanisk korrosjon på aluminium større enn på de fleste andre konstruksjonsmaterialer.

Når opptrer galvanisk korrosjon?

Risikoen for galvanisk korrosjon foreligger:

- bare ved metallisk kontakt med edlere materialer
- samtidig med at det finnes en elektrolytt med god ledningsevne mellom metallene

Derfor er utformingen av forbindelsen mellom metallene veldig viktig.

Galvanisk korrosjon inntreffer ikke i tørr innendørs atmosfære. Farene er også svært små i indre deler av landet.

I sjøatmosfærer må faren for galvanisk korrosjon tas hensyn til, ved hjelp av gunstige konstruksjonsløsninger.

I slik atmosfære kan også kobber og rustfritt stål gi galvanisk korrosjon.

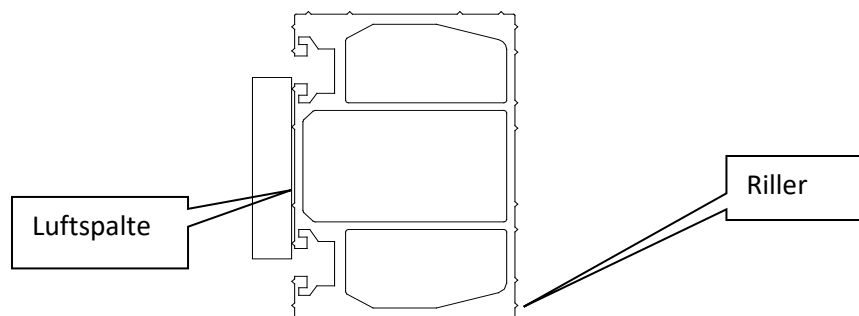
Sink i kombinasjon med aluminium vil beskytte aluminiumen, så lenge det er sink til stede.

Derfor er tykkelsen på sinkbelegget viktig.

Varmforsinket materiale er bedre enn el forsinket på grunn av at belegget er tykkere.

Trange spalter vil kunne føre til at saltvann legger seg mellom materialene og lager en elektrolyttkontakt mellom dem.

Vi har tatt hensyn til dette ved at vi har laget riller på traversene våre slik at det blir avstand mellom materialene. Det gjør at saltvann (elektrolytt) som legger seg mellom materialene, vil tørke ut, og korrosjonscellen vil settes ut av spill.



4. GROPTÆRING / PUNKTKORROSJON

Groptæring er den absolutt vanligste formen for korrosjon.

Det er en elektrokjemisk prosess som krever at det alltid er en elektrolytt til stede.

Vanligvis fører denne korrosjonsformen til små skader. I vann og jord kan slike angrep føre til større skader.

Også her er det viktig at uttørking kan skje.

Innvirkende faktorer:

- pH (surhetsgrad) og kloridkonsentrasjon (kystmiljø) i elektrolytten
- Tyngdekraft; horisontale flater som vender opp blir ofte sterkere angrepet, mens flater som vender ned får lite eller ikke noe angrep
- Cu^{2+} og Fe^{3+} ioner kan akselerere avrenning fra komponenter som ligger over eller oppå aluminiumskomponenten
- Oksidlaget isolerende evne
- Overflate-renhet; glatt flate gir få store groper, mens ru overflate gir mange mindre groper

Groptæring hindres best ved riktig valg av materiale. (AlMgSi legeringer gir noe større groper)

5. SPALTEKORROSJON

Spaltekorrosjon kan opptre i trange, væskefylte spalter mellom metaller eller under tildekkinger.

Hvis en komponent skrues tett inntil aluminium vil oksygenet mellom de to komponentene kunne brukes opp slik at det ikke dannes aluminiumoksid som beskyttelse på aluminiums overflaten.

Rillene på aluminiums traversene gjør at komponenter som monteres til traversen vil få en avstand på ca. 1mm fra selve traversen. Det gjør at det hele tiden vil være oksygen til stede slik at aluminiumoksid kan dannes for å beskytte aluminiums overflaten.

Rillene gjør at fuktighet som kan komme inn mellom traversen og f.eks. en firkantskive, vil kunne tørkes ut slik at elektrolytten ikke vil være til stede i korrosjonssellen.

Vi har også laget en egen underlagsskive i aluminium som har liten anleggsflate mot traversen, i tillegg fordeler skiva kreftene mye bedre på traversen enn en vanlig firkantskive.

6. KORROSJON AV METALLER I ATMOSFÆREN

Korrosjon av metaller i atmosfæren vil være avhengig av såkalt våttid og sammensetningen av elektrolytten på ytterflaten.

Våttid er den tiden materialet er så fuktig at korrosjon kan skje. Det vil normalt si at den relative fuktigheten overstiger 80% samtidig med at temperaturen er over 0°C.

I normal landatmosfære og i middels svovelforurensning er bestandigheten til aluminium utmerket.

I vanskelig svovelforurenset atmosfære kan groptæring forekomme. Bestandigheten vil imidlertid være mye bedre enn vanlig stål og forsinket stål.

I saltholdig kystatmosfære minsker bestandigheten til aluminium, men som fritt eksponert materiale er korrosjonshastigheten mindre enn hos de fleste andre ubeskyttede konstruksjonsmaterialer.

Korrosjonsangrep kan måles på to forskjellige måter:

- vekt reduksjon
- endring i mekanisk holdfasthet

Det er gjort en del prøver på dette.

Vektreduksjon i g/m:

	1)Bohus Malmøn sjø atmosfære	1)Stockholm by atmosfære	2)Bergen sjø atmosfære
Aluminium	7	2	0,6
Kobber	57	31	
Zink	133	61	34
Stål	933	676	437

1) SAPA 8 års eksponering 2) Profilgruppen 4 års eksponering

Den maksimale grop dybden blir vanligvis bare en brøkdel av materialtykkelsen.

Holdfasthetsegenskapene blir derfor praktisk talt uforandret. Dette står i sterk kontrast til forholdet for stål.

7. ALUMINIUM KOMBINERT MED ANDRE MATERIALER

Sink er et av de beste materialene å kombinere med aluminium på grunn av at sinken vil virke som en offeranode, og på den måten beskytte aluminiumen mot korrosjon.

Syrefast og rustfritt stål er eksempler på dårlige katoder.

Det vil si at de medfører mindre problemer i kontakt med aluminium enn de fleste andre materialer.

Kobber eller stål er derimot gode katoder som ikke bør kobles direkte til aluminium.

En slik kobling vil kunne lage en effektiv korrosjonsselle, så lenge det er en elektrolytt til stedet.

EL-tjeneste har tatt hensyn til at dette, ved at vi har laget ei spesiell jordingsklemme som hindrer at kobberwiren kommer i direkte kontakt med aluminiumen.

Klemma festes enkelt i sporet på traversen og kan plasseres etter ønske.

8. ERFARING

Det er lang erfaring med bruk av aluminiumslegeringer i elverkenes nett.

Oftest i forbindelse med forskjellige andre materialer, som varmforsinkede og rustfrie detaljer.

Eksempel på dette kan være:

- Klemmer i aluminium med skruer i varmforsinket eller rustfritt materiale. Skruer vil ofte ha et mye tynnere belegg av zink (50-60 µm) enn andre varmforsinkede detaljer (80-100 µm)
- Avspenningsklemmer i varmforsinket stål med innlegg av aluminiumsplate

Disse kombinasjonene har normalt ikke ført til problemer med korrosjon.

De fleste problemene som har vært med kombinasjoner av aluminium og andre metaller er at det blir for tett kontakt mellom metallene. Når det kommer fukt mellom materialene vil det kunne medføre problemer i form av spaltekorrosjon eller galvanisk korrosjon når sinken er borte.

Som f.eks:

- Stålaluminium / Feral.
I slike liner oppstår kraftig galvanisk korrosjon når sinken på stålkjernen er tært bort
- Gjengede hull i aluminium med stålskruer

9. ALUMINIUMSTRAVERSER FRA EL-TJENESTE AS

Under utviklingsfasen for traversene ble det tatt kontakt med Sintef Energi og diskutert igjennom hvilke problemer som kunne oppstå ved å bruke aluminium som traversmateriale.

Ved å bruke den erfaringen som Sintef Energi sitter inne med og etter analyse av mange forskjellige konstruksjoner gjennom tidene; mener vi at vi har tatt hensyn til det meste for å unngå problemer med korrosjon.

Rillen som alle traversene våre er utstyrt med er veldig viktig i den sammenhengen.

I tillegg har vi valgt legeringer vi føler oss sikre på er noe av det beste som er å få både med hensyn på styrke og korrosjonsholdfasthet.



Norsk kvalitet og innovasjon

Norskproduserte kvalitetsprodukter tilpasset nordiske forhold