

Dokument: SASAK-RAP-ME-AKS-FI-0007-00

# **Procedure ved korrosionsbeskyttelse af mekaniske sammenføjninger**

SASAK  
Projekt 5 – Mekanisk Sammenføjning

Niels Kåre Bruun

FORCE Instituttet, Juli 2000

## **Sammenfatning**

I denne rapport gennemgås retningslinierne for valg af korrosionsbeskyttelse af mekaniske aluminiumsamlinger. Med udgangspunkt i Eurocode 9 er der opstillet en række vigtige beslutningsgange for designeren af mekaniske samlinger afhængigt af den indgående samlingstype, metaller og driftsmiljø.

## INDHOLDSFORTEGNELSE

1	Introduktion – Generel korrosionsbeskyttelse.....	3
2.	Korrosionsbeskyttelse af mekaniske samlinger.....	4
2.1	<i>Generelt</i> .....	4
2.2	<i>Maling</i> .....	4
2.2.1	<i>Generelt</i> .....	4
2.2.2	<i>Rengøring</i> .....	4
2.2.3	<i>Forbehandling</i> .....	4
2.2.4	<i>Ikke-bitumenbaseret system</i> .....	5
2.2.5	<i>Bitumenbaserede malesystemer</i> .....	5
2.2.6	<i>Forbelagt materiale og fabrikspålagt finish.</i> .....	6
3.	Overfladebeskyttelse af metal-på-metal samlinger samt boltede og nittede sammenføjninger.....	6
3.1	<i>Generelt</i> .....	6
3.2	<i>Behandling af kontaktflader for bærende elementer</i> .....	7
3.3	<i>Behandling af bolte og nitter</i> .....	8
3.4	<i>Ekstra behandlinger</i> .....	8
4.	Højstyrke slibbestandige samlinger.....	9
5.	Fastgjorte sammenføjninger.....	9
6.	Svejste sammenføjninger.....	9
8.	Kontakt mellem aluminium og ikke-metalliske materialer.....	9
9.	Inspektion og sikkerhed.....	10
	Tabel 1. Generel korrosionsbeskyttelse af aluminiumstrukturer.....	10
	Tabel 2: Korrosionsbeskyttelse af metal-på-metal samlinger, Forebyggelse af spaltekorrosion og galvanisk korrosion.....	13

## 1 Introduktion – Generel korrosionsbeskyttelse

- (1) Nødvendigheden af korrosionsbeskyttelse af aluminiumkonstruktioner, sammensat af flere metaller eller legeringskombinationer i forskellige miljøer, er angivet i tabel 1.
- (2) Ved valg af den passende kolonne til et atmosfærisk miljø i skema 1, skal opmærksomheden henledes på, at indenfor et område, kan der være flere radikalt forskellige miljøer, som der skal tages hensyn til. Et område, der er beskrevet som landligt, kan have lokale miljøer, som ligger tættere på en industriel atmosfære tæt på fabrikker. Det samme gælder for lokaliteter tæt ved havet, men som også er tæt på kyst installationer, der ved visse vindretninger har karakter af en industriel fremfor en marin atmosfære. Miljøet inde i en bygning er ikke nødvendigvis det samme for en konstruktion, som uden for.
- (3) Udviklingen af korrosion afhænger af materialets korrosionsbestandighed, de omkringliggende betingelser samt den tid, i hvilken fugt optræder sammen med salte og andre korrosive komponenter. Områder med konstruktionselementer eller bygningsmæssige detaljer, som tiltrækker og fastholder snavs og skidt er mere kritiske end områder, hvor regn og vindforhold renses overfladerne og hvor disse tørrer hurtigt.
- (4) Når man skal vurdere beskyttelsesomfang og udstrækning skal konstruktionens forventede levetid tages i betragtning. For konstruktioner med kort levetid er mindre beskyttelse, eller slet ingen, måske acceptabelt. I tilfælde hvor planlagt systematisk inspektion og vedligehold hurtigt vil afsløre begyndende korrosionsproblemer, og hvor det er nemt at afhjælpe disse, kan designeren vælge en mindre skærpet korrosionsbeskyttelse. Derimod er det svært at foretage inspektion af en konstruktion, og er korrosionsangreb ikke nemme at afsløre, er det nødvendigt med et højere beskyttelsesniveau fra starten. Derfor bør behovet for beskyttelse ved konstruktioner, som mærket (P) i tabel 1, aftales i overens-stemmelse med designeren/ingeniøren, forhandleren, eller om nødvendigt, en korrosionsspecialist.
- (5) Henset til det i pkt (4) nævnte, kan der være lokale betingelser, som skærper kravene til korrosionsbeskyttelse. Det er formålstjenesteligt at undersøge de præcise forhold, som gælder i et givent driftsmiljø, før man lægger sig fast på en passende kolonne i tabel 1.

- (6) I tilfælde med hulprofiler/hultværsnit bør det overvejes, hvorvidt indvendige hulrum skal beskyttes for at forhindre korrosion ved indtrængning af korrosive komponenter. Da disse konstruktioner er svære at beskytte mod korrosion ved indvendig overfladebehandling, skal anvendelsen af disse konstruktioner i korrosive miljøer nøje overvejes. I de tilfælde, hvor indvendige hulrum er grun-digt forsejlet, er beskyttelse unødvendig.

## **2. Korrosionsbeskyttelse af mekaniske samlinger**

### **2.1 Generelt**

- (1)P Hvis aluminiumsoverflader kræver efterfølgende beskyttelse, skal det anvendte beskyttelsessystem være i overensstemmelse med det af designeren anbefalede.

**NOTE:** Hvis det bygningsmæssige arbejde har et direkte æstetisk indhold, kan man give aluminiumsoverfladen et dekorativt finish, f.eks. ved maling, anodisering, eller ved bestemte kemiske konverteringsprocesser. Disse processer giver samtidig forskellige grader af beskyttelse af aluminiummet.

### **2.2 Maling**

#### **2.2.1 Generelt**

Hvis maling er anbefalet af designeren, skal følgende procedure følges:

Maling skal udføres efter passende forbehandling, som angivet i punkterne 2.2.2 og 2.2.3, i et forløb uden pauser. Overfladen skal være fuldstændig tør. Malingen påføres, når den omkringliggende temperatur er over 4°C, medmindre andet er aftalt med designeren. Kontaktoverflader skal males som angivet af designeren.

#### **2.2.2 Rengøring**

Overfladen skal renses, tørres og grundig affedtes med et passende organisk opløsningsmiddel. Flammerensning må ikke udføres.

#### **2.2.3 Forbehandling**

- (1)P De rensede, affedtede overflader skal forbehandles for at sikre malingsvedhæftning

**NOTE 1:** Behandlingen kan udføres ved at forøge overfladens ruhed med sandpapir, rustfri stålbørster, slibesvampe eller bedst ved hjælp af sandblæsning, under forudsætning af, at slibemidlet enten er alumina eller anden ikke metallisk kobberfrit, skarpkantet blæsemiddel. Mekanisk afrensning kan også gennemføres med korrosionsbestandige stålbørster.

(2)P Forkobret ståluld eller forkobrede ståltrådsbørster kan ikke bruges til børstning af aluminium.

**NOTE 2:** Alternativt kan malingsvedhæftning opnåes ved brug af en passende konverteringsbelægning, eller en ætse-primer eller wash primer, forudsat at metaloverfladen er ren og fri for tykke irregulære oxid-belægnings.

#### 2.2.4 Ikke-bitumenbaseret system

(1)P De forbehandlede (pkt.2.2.3) eller metal-sprøjtede (pkt.3.1) overflader skal have en primer med et passende inhiberende pigment, som er kompatibelt med aluminiumoverfladen og alle efterfølgende påførte belægnings.

(2)P Primeren må ikke indeholde kobber-, kviksølv-, tin- eller bly sammensætninger, grafit eller andre karbonholdige materialer.

(3)P Den forbehandlede overflade skal males med et eller flere lag maling efter anbefaling fra leverandøren af malingen, som er kompatibelt med primeren og enhver anden derpå følgende maling, og som også er i overensstemmelse med miljøet og som giver den ønskede levetid. En sådan efterfølgende maling må ikke indeholde kobber, kviksølv eller tin, grafit eller kulholdige komponenter og skal især være uden bly sammensætninger af nogen art. En aluminiumsmaling skal indeholde en ikke-flageformet undermaling og en flageformet topcoat.

#### 2.2.5 Bitumenbaserede malesystemer

(1)P Bitumenmaling eller dyppepålågt varm bitumen skal bruges.

**NOTE:** Bitumenmaling anbefales

(2)P Materialet påføres direkte på overfladen, som er rensed i overensstemmelse med pkt.2.2.2 og med en ruhed, som om nødvendigt er frembragt ved mekanisk afrensning (pkt.2.2.3).

Det må ikke påføres malede eller ætseprimede overflader.

### 2.2.6 Forbelagt materiale og fabrikspålagt finish.

(1) Fabrikanten må sikre, i overensstemmelse med designerens ønske, at bru- gen af forbelagt materiale eller fabriksbelagt finish yder passende beskyttelse til alle dele og i det givne miljø.

**NOTE 1:** Aluminiummaterialer kan leveres færdigmaledede med en opløs- ningsmiddelbaseret maling eller ved en tørproces (pulverbelægning). Slutmalingen kan påføres før fremstilling, på delvist fabrikeret materiale eller efter fabrikationen. Flydende belægninger ovenhærdes normalt ved forhøjet temperatur. Pulverbelægninger ovenhærdes altid. I begge tilfælde vil de ovenhærdede belægninger, sammenlignet med lufttørrede belægninger, have for- bedrede egenskaber hvad angår hårdhed og styrke. Sådanne overfladebehand- lingen er passende for strips, coils eller ekstruderede komponenter. Belægningen kan være tilstrækkelig sej til at tillade mindre deformation, uden at det giver skade f.eks. ved visse former for presning eller profilvalsning. Brugen af fabriks-påførte belægninger og pre-coatede materialer giver generelt en acceptabel be- skyttelsesgrad.

**NOTE 2:** Yderligere beskyttelse ved sammenføjninger (pkt.3) er muligvis nødvendigt. Fabrikanten skal sikre, at aluminiumslegeringen ikke er betydeligt svækket under ovenhærdning.

**NOTE 3:** De fleste fabrikspåførte belægninger hærder ved opvarmning til ca. 200°C i et kort tidsrum, hvilket normalt kun har meget lille effekt på de mekaniske egenskaber. Det er dog muligt, at der optræder betydelig skade, afhængig af legeringen, dens tilstand samt temperaturprofilen under ovenhærdningen. Rutinemæssig termisk overvågning er normalt og er specielt vigtigt med tykke dele, hvor der er større risiko for over eller under hærdning. En rapport om metallets termiske historie fra et passende hærkningsovervågningssystem anbefales udført.

## 3. Overfladebeskyttelse af metal-på-metal samlinger samt boltede og nittede sammenføjninger

### 3.1 Generelt

(1)P Ved metal-til-metal kontaktflader skal ydes yderligere beskyttelse, som angivet i tabel 3.8 og af designeren/konstruktøren, i forhold til det i pkt. 2.2 angivne. De beskyttelsesprocedurer som er angivet i tabel 3.8 skal opnås ved at følge

anvisningerne som angivet i punkterne 3.2 og 3.4 og tegnsystemet i tabel 3.8. Hvor metal-til-metal kontakt forekommer, og ikke kan dækkes ind under tabel 3.8, skal der søges ekspert rådgivning.

(2)P Procedurene, som er fastlagt i tabel 3.8, gælder for kontaktområder i de konstruktions-mæssige dele (pkt. 3.2) angående behandlingen gældende af bolte og nitter (se pkt.3.3). Angående andre behandlinger se pkt.3.4.

(3)P S sammensætningen af sprøjtet metal, som er påført som belægning på stål i kontakt med aluminium for at beskytte samlingen, skal svare til EN AW 1050A.

(4)P Tag- og sidebeklædninger af aluminium skal beskyttes i overensstemmelse med prEN 508-2:1996.

### **3.2 *Behandling af kontaktflader for bærende elementer***

(1) Procedure **O**. Ingen behandling nødvendig.

(2) Procedure **O/X**. Behandling afhænger af de bygnings/konstruktions-mæssige betingelser. Små kontaktområder og områder, som tørrer hurtigt, kan samles uden forsegling. (se **X**).

(3) Procedure **X**. Begge kontaktoverflader skal samles uden spalter, så intet vand kan trænge ind. Begge kontaktflader, inklusiv bolt- og nittehuller skal, før de samles, renses, forbehandles og gives et lag grundmaling(2.4) eller et lag fugemasse, som strækker sig ud over kontaktfladeområdet. Overfladerne bør samles i mens grundmalingen stadig er våd. Når man samler præmalede eller beskyttede komponenter, er det, afhængig af malingsammensætningen, det anvendte beskyttelsessystem, den forventede levetid og miljøet, ikke altid nødvendigt at forsegle kontaktfladerne. Behovet for forsegling skal aftales med designeren/konstruktøren.

(4) Procedure **Y**. Fuld elektrisk isolering imellem de to metaller og alle forankringer sikres ved indlæg af ikke-absorberende, ikke-ledende tape, pakninger og mellemlæg for at forhindre metallisk og elektrisk kontakt mellem de forskellige metaller i sammenføjnngen. Det må sikres at der ikke er spalter mellem isoleringsmaterialet og metallet. Brug af ekstra coating eller forsegling kan blive nødvendigt.

(5) Procedure **Z**. Når procedure Y kræves og kraftoverførslen gennem sammenføjnngen udelukker brug af isolerende materialer, bør sammenføjnngen udføres uden brug af isolerende elementer, men dog således at hele den samlede sammenføjnngen er udvendigt forsegleet for at forhindre fugt-indtrængning i dele af samlingen. Procedurer bør fastlægges i samarbejde med designeren.

### 3.3 *Behandling af bolte og nitter*

(1) Procedure **0**. Ingen ekstra behandling påkrævet.

(2) Procedure **1**. Aluminiumsbolte i 7075 eller 2017A bør kun bruges ubeskyttede i tørre eller milde miljøer, andre steder bør de grundigt beskyttes.

(3) Procedure **2**. Aluminiumsbolte i 7075 eller 2017A bør ikke bruges, selvom de er beskyttet.

(4) Procedure **3**. Inerte skiver eller fugefyldmasse skal anvendes mellem bolthoveder, møtrikker, mellemlæg og forbundne materialer til at forsegle samlingen og forhindre at fugt trænger ind i skillefladen mellem komponenter og fastgørelsenpunkter. Det skal sikres, at kraftoverførsel gennem samlinger ikke påvirkes skadeligt af mellemlæg eller fyldmasse.

(5) Procedure **4**. Hvor sammenføjnngen ikke er malet eller på anden måde belagt, skal bolthoveder, møtrikker og nitter, og omkringliggende områder, som beskrevet nedenfor, beskyttes med minimum et lag grundmaling (pkt.2.4), således at alle spalter forsegles omhyggeligt. Hvor der bruges forzinkede bolte, er der ikke brug for beskyttelse på samlingens aluminiumside. Hvor der bruges aluminiumbolte eller -nitter, er beskyttelse ikke nødvendig på aluminiumssiden. Hvor der bruges rustfri stålbolte i forbindelse med aluminium og forzinkede dele, skal det omkringliggende zinkbelagte område af sammenføjnngen beskyttes tilsvarende.

### 3.4 *Ekstra behandlinger*

(1) Procedure **a**. Hvis de ikke er malet, er det muligvis nødvendigt at beskytte de tilstødende metaldele i kontaktområdet med en passende dækkende maling i de tilfælde, hvor snavs og fugt kan opsamles.

(2) Procedure **z**. Ekstra beskyttelse af zinkbelagte bygningsdele bliver muligvis nødvendigt som helhed.

- (3) Procedure **g**. Beskyttelse af alle aluminiumdele er generelt vigtigt, se tabel 3.7.

#### **4. Højstyrke slipbestandige samlinger**

Hvor ekstra beskyttelse er specificeret af designeren, skal det være i overensstemmelse med pkt.3, så vidt som tilladt af de mekaniske krav til kontaktoverfladerne i sammenføjninger. Hvor epoxybelægning er brugt, er yderligere beskyttelse unødvendig, men hvor en tør sammenføjning har været brugt, skal sammenføjningsenderne forsegles for at hindre vandindtrængning (3.3).

#### **5. Fastgjorte sammenføjninger**

Hvor ekstra beskyttelse er specificeret af designeren, skal det følge pkt.3, så vidt det er tilladt ifølge krav til og udformning af samlinger.

**Note:** Yderligere beskyttelse kan ydes ved at dække kontaktflader og huller til pionde med en højsmeltende reversibel fedt.

#### **6. Svejste sammenføjninger**

Designerens anbefalede beskyttelsessystem skal følges i overensstemmelse med procedurene i pkt.3.

#### **7. Klæbe/Limsamlinger**

Designerens anbefalede beskyttelsessystem skal anvendes. Limleverandørens ekspertise skal søges for at sikre, at der ikke sker reaktion mellem klæbe- og beskyttelsessystemet, f.eks. opløsnings- eller varmeeffekter.

#### **8. Kontakt mellem aluminium og ikke-metalliske materialer**

Designerens beskyttelsesmetode for at undgå kontakt mellem aluminium og ikke-metalliske materialer, således som brugt i byggebranchen, skal følges i overensstemmelse med kravene til den relevante maling eller beskyttelsesmetode.

## 9. Inspektion og sikkerhed

Designeren, eller en repræsentant, som evt. er udpeget fra et uafhængigt inspektions eller prøve/test-firma, skal have adgang til alle steder, hvor arbejdet pågår både on-site og på entreprenørens adresse. Faciliteter til inspektion og prøvning af arbejdet skal stilles til rådighed i overensstemmelse med en procedure, som aftalt mellem producent og designer.

**Note:** Opmærksomhed henledes på de henhørende lovmæssige krav, som har indflydelse på drift, forarbejdning, fabrikation, opførelse og service

**Tabel 1. Generel korrosionsbeskyttelse af aluminiumstrukturer**

Legeringernes korrosionsbestandighed	Gods-tykkelse mm	Korrosionsbeskyttelse i relation til miljøet							
		Atmosfærisk						Neddypet	
		Landligt	Industri / by		Marint			Ferskvand	Havvand
			Moderat	Meget korrosiv	Ikke-industrielt	Moderat	Meget korrosiv		
EN AW									
Høj korrosionsbestandighed.	All	0	0	P	0	0	P	0	(P)

f.eks.:3103, 5083. 5052, 5454, 5754									
Middelkorrosions- bestandighed.	< 3	0	(P)	P	(P)	(P)	P	P	P
f.eks. 6060, 6061, 6063, 6005, 6082,	≥	0	0	P	0	(P)	P	(P)	P
Lav korrosions- bestandighed. F.eks.: 7020	All	0	(P) <sup>2)</sup>	P	(P) <sup>2)</sup>	(P) <sup>2)</sup>	P	(P) <sup>1)</sup>	NR
<p>0 Beskyttelse er normalt ikke nødvendigt</p> <p>P Beskyttelse normalt nødvendigt undtagen i særlige tilfælde, som vil blive besluttet af designeren</p> <p>(P) Behovet for beskyttelse afhænger af strukturens specielle forhold og vil blive besluttet af designeren</p> <p>NR Kontakt med havvand er ikke anbefalelsesværdigt</p> <p><sup>1)</sup> For 7020 er beskyttelse kun nødvendigt i den varme påvirkede zone (HAZ), hvis varmebehandling ikke foretages efter svejsning.</p> <p><sup>2)</sup> Hvis varmebehandling af 7020 ikke sker efter svejsning, skal behovet for beskyttelse af HAZ undersøges i forhold til den aktuelle driftsituation.</p> <p>NOTE: For beskyttelse af plader der bruges i loft og sider se prEN 508-2:1996</p>									



**Tabel 2: Korrosionsbeskyttelse af metal-på-metal samlinger, Forebyggelse af spaltekorrosion og galvanisk korrosion**

Metal som skal samles med aluminium (M)	Fastgørelseselement Bolt eller nitte (B/N)	Beskyttelse i overensstemmelse med miljøet																	
		Atmosfærisk								Marint						Immersed			
		Landlig				Industriel bymiljø				Ikke-Industriel		Industriel				Fersk Vand		Havvand	
		Tør, uforurenet		Mild		Moderat		Meget korrosiv				Moderat		Meget korrosiv					
		M	B/N	M	B/N	M	B/N	M	B/N	M	B/N	M	B/N	M	B/N	M	B/N	M	B/N
Aluminium	Aluminium		0		0	0/X	1	X	1 3	0/X	1 (3)	0/X	1 (3)	X	1 3	X	2 3	X	2-3
	Rustfrit stål	0	0	0	0		0		3		(3)		3		3		3		3 4
	Zinkbelagt stål		0		(4)		(3) (4)	a/g	3 (4)	a	(3) (4)	a	(3) (4)	a/z/g	3 (4)		3 4	(g)	3 4
Zink belagt stål Malet stål	Aluminium		0		0	0/X	1	X	1 3	0/X	1 (3)	0/X	1 (3)	X	1 3	X	2 3		2 3 4
	Rustfrit stål		0		0	0/X	0	X	3	0/X	0	0/X	(3)	X	3	X	3 (4)	Y	3 4
	Zinkbelagt stål	0	0	0	(4)	a	(4)	a/z/g	3 (4)	a	(3) (4)	a	3 (4)	a/z/g	3 (4)	z	3 4	(Z)	3 4
Rustfrit stål	Aluminium		0		0	0/X	1	X	1 3	0/X	1 (3)	0/X	1 (3)	X	1 3	Y	2 3 4		2 3 4
	Rustfrit stål	0	0	0	0	0/X	0		3	0/X	0	0/X	(3)	X	3	(X)	3	Y	3 4
	Zinkbelagt stål		0		(4)	a	(4)	a/z/g	3 (4)	a	(3) (4)	a	(3) (4)	a/g	3 (4)	(Z)	3 4	(Z)	3 4

Note 1: Detaljer for korrosionsbeskyttelsesprocedurer, som angivet af 0, X, Y, Z (pkt. 3.2); 0, 1, 2, 3, 4 (pkt. 3.3); a, z, g (pkt..3.4)

Note 2: Hvor mere end en procedure er givet, gælder alle i overensstemmelse hermed

Note 3: Til beskyttelse af plader brugt ved tag- eller sidebeklædning, se prEN 508-2:1996

Note 4: Værdier i parentes bestemmes af designeren

Note 5: For rustfrit stål se også Eurocode 3, part 1.4.

