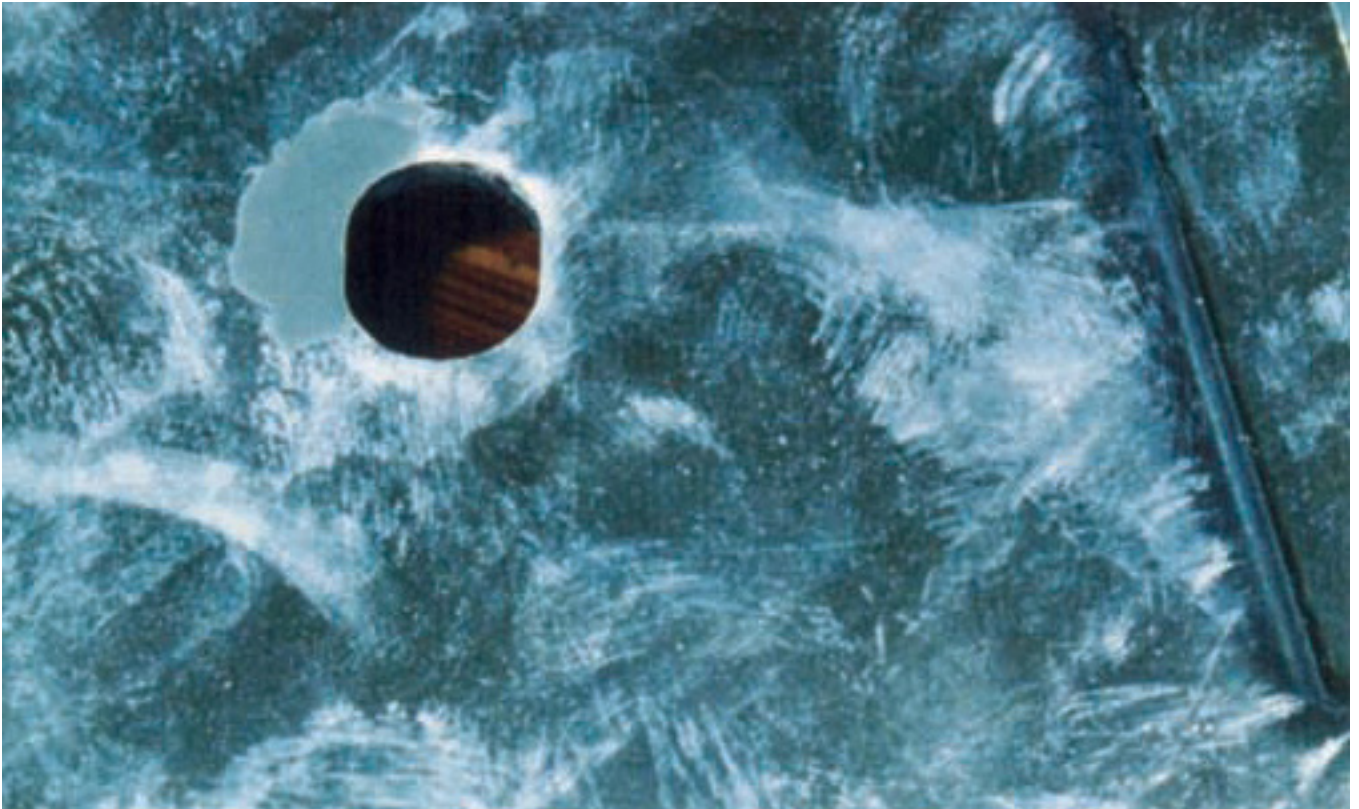


*Råd og vejledning om varmforzinkning:*

## Reparation af skader i zinkbelægninger



*Eksempel på reparation af zinkafskalning omkring et udstanset hul i varmforzinket plade. Reparationen er udført med zinkstøvmaling.*

I forbindelse med udførelse af varmforzinkning og brug af varmforzinket stål vil der uundgåeligt opstå behov for reparation af skader i zinkbelægningerne, så korrosionsbeskyttelse og udseende – hvor dette har betydning – bevares bedst muligt.

Behovet for reparation kan opstå i forbindelse med svejsning eller anden efterbearbejdning af varmforzinket stål eller være knyttet til afskalninger, som det kan være vanskeligt helt at undgå ved håndtering og transport af især svært gods.

Dette informationsblad beskriver de til reparation almindeligt anvendte metoder og vejleder i arbejdets udførelse. Informationsbladet beskriver også kravene og vejledningen, som standarden DS/EN ISO 146:2022 giver for reparationsarbejdet.

## Reparation ifølge DS/EN ISO 1461:2022

Standardens afsnit 6.3 angiver, at følgende metoder kan anvendes til reparation:

- en egnet zinkholdig maling med et zinkstøvpigment;
- en egnet zinkholdig maling med et lamelformet zinkpigment;
- et egnet zinkpastaprodukt eller stang af zinklegering;
- termisk sprøjtning med zink (se ISO 2063-2) afhængigt af hvad der er praktisk muligt

Standardens normtekst omtaler kun reparation af bare pletter, dvs. pletter der ikke har dannet zinkbelægning ved varmforzinkningen. Årsagen til de bare pletter kan være lak, maling eller anden urenhed, som ikke kan fjernes i varmforzinkningens normale forbehandlingsprocesser, men luftlommer dannet på grund af manglende eller forkert placerede udluftnings- og gennemstrømningshuller kan også give anledning til bare pletter.

Anneks C, afsnit C2, der kun er informativ, angiver, at skader og zinkafskalninger bør repareres med de samme metoder og efter de samme retningslinier, som er gældende for bare pletter.

Standarden angiver følgende krav til reparationerne:

1. De bare pletter må maksimalt udgøre 0,5% af overfladearealet på det enkelte emne.
2. Den enkelte bare plet må maksimalt have en størrelse på 10 cm<sup>2</sup>.
3. Reparationen skal omfatte rensning, rengøring og efterbehandling, der er nødvendig for at sikre vedhæftning.
4. Belægningen på reparerede områder skal kunne beskytte stålet ved offervirkning (katodisk beskyttelse).
5. I henhold til standarden DS/EN ISO 1461:2022 skal lagtykkelsen på reparationsområder mindst være 100 µm, hvis andet ikke er aftalt.
6. Hvis køber stiller særlige krav, f.eks. at emnerne yderligere skal males efter varmforzinkning, skal varmforzinkeren oplyse om metoden, der vil blive anvendt til reparation. Køber bør da forsikre sig om, at malingsystemet er foreneligt med de til reparation anvendte metoder og materialer.

## 2. Reparationsmetoder

### 2.1 Påføring af zinkstøvmaling

#### Malingstyper

Zinkstøvmalinger består af fint metallisk zinkpulver i et bindemiddel, der kan være lufttørrende og -hærdende (en-komponent) eller tørrende og kemisk hærdende (to-komponent). Indholdet af metallisk zink i den tørrede og kemisk hærdende (to-komponent) malingsfilm bør være minimum 80 vægt%.

De lufttørrende og -hærdende zinkstøvmalinger er mest anvendt til reparation af småskader i zinkbelægningerne. Kemisk hærdende zinkstøvmaling – som epoxy – anvendes også, men er omfattet af Arbejdstilsynets bekendtgørelser<sup>1,2)</sup>.

Zinksilikatmaling vil normalt være mindre egnet til reparationsarbejder, da holdbarheden er stærkt afhængig af underlagets renhed og ruhed samt af temperatur og luftfugtighed under

hærdning.

Maling påføres reparationsområdet og zinkbelægningens tilstødende kanter med sprøjte eller pensel i flere lag, indtil den specificerede lagtykkelse er overholdt. Pensel er mest anvendt til mindre reparationsarbejder.

Behandlingen må kun udføres på fuldstændig tørre overflader og ved temperaturer over 5°C. Malingsfabrikantens angivelse af påføringsforhold og overmalingsintervaller skal overholdes.

Reparationer på varmforzinket stål, der skal males, skal udgøre et egnet underlag for malerbehandlingen. Varmforzinkeren bør derfor oplyses om, hvis stålet yderligere skal males, og det bør aftales, hvordan reparation af eventuelle skader i zinkbelægningerne skal udføres.

#### Forbehandling

Forbehandlingen før maling omfatter eventuelt affedtning for olie eller fedt samt afrensning og opruning af overfladerne ved sandblæsning eller slibning. Overfladerne afrenses for blæse- eller slibestøv inden maling.

Sandblæsning anvendes til reparation af større flader og resulterer i den bedste malingsvedhæftning og holdbarhed. Afrensningen udføres til Sa 2 1/2 ifølge ISO 1801-1. Kanterne på den tilstødende zinkbelægning mætteres ved sandblæsning med reduceret blæsetryk eller ved slibning med groft slibemiddel, som angivet nedenstående. Beskadigelse af de tilstødende zinkoverflader undgås med afdækningsplader af gummi eller lignende.

Slibning udføres med ~ grove slibemidler (~ korn 40) til metallisk renhed i skadeområdet. Zinkbelægningens kanter op mod skaden mætteres ligeledes ved slibning.

Ved maskinslibning anvendes lav rotationshastighed (max. 200 omdr./minut) for at opnå god ruhed og for at undgå anløbning som følge af varmeudvikling og malingsafskalning senere.

### 2.2. Metalsprøjtning med zink

Metalsprøjtning eller metallisering med zink, som det også benævnes, udføres ved en sprøjteproces, hvor emnet påføres en metallisk zinkbelægning. Belægningen kan udføres til ønsket tykkelse, der, afhængigt af anvendelsen, typisk udgør fra 40 til ca. 200 µm.

Behandlingen udføres med en sprøjtepistol, hvor zinktråd smeltes i en gasflamme eller lysbue og slynges mod den afrensede ståloverflade ved hjælp af trykluft. De små partikler af smeltet zink deformeres kraftigt ved anslag mod emneoverfladen og bindes mekanisk til underlaget.

Metoden regnes for at være kold, da emneoverfladen, afhængigt af stålets godstykkelse, kun udsættes for temperaturer op til ca. 150°C.

Metalsprøjtning anvendes normalt på større reparationsområder og udføres, så varmforzinkningens tilstødende kanter dækkes. Belægningen har samme gode korrosionsbeskyttende egenskaber som varmforzinkningen, men bør – på grund af en vis porøsitet samt lidt større korrosionshastighed – påføres i en tykkelse, der overstiger varmforzinkningens lagtykkelse. DS/EN ISO 1461:2022 foreskriver, at metalliseringen skal foretages til en lagtykkelse, der er mindst 100 µm.

Metalsprøjtning har den fordel frem for maling, at den kan udføres i én arbejdsoperation. Maling skal påføres i flere lag med mellemliggende tørre- og hærdintervaller for at opnå tilstrækkelig tykkelse og holdbarhed til udendørs brug.

### *Forbehandling*

Forbehandlingen udføres ved sandblæsning med skarpkantet blæsemiddel (grit) til minimum Sa 2 1/2, som angivet under forbehandling før maling. Ifølge tidligere retningslinier skulle sandblæsningen resultere i en overfladeruhed på Medium (G) Grade ifølge ISO 8503-1 (~Ra 12 1/2 µm). Senere undersøgelser har vist, at en overfladeruhed med et skarpkantet profil svarende til Fine (G) Grade, jævnfør ISO-standarden, er tilstrækkelig, og at metalliseringslaget herved kan overholde et krav til vedhæftningsevne på minimum 5 N/mm<sup>2</sup> målt ved aftrækningsmetoden med Säberg trækprøveapparat eller tilsvarende.

Zinkbelægningernes kanter op mod reparationsområdet affases og mattes fuldstændigt ved slibning med groft slibemiddel, ca. korn 40.

### **2.3. Efterbehandling og udseende**

På letsynlige overflader, hvor udseendet har væsentlig betydning, kan det være nødvendigt at efterbehandle reparationsområderne med en dækmaling, hvis udseende svarer til varmforzinkningens. Det skal dog påpeges, at fuld overensstemmelse i farve og glans ikke kan forventes opnået, og at den omgivende varmforzinkning ændrer udseende med tiden.

Zinkoverflader, der umiddelbart efter varmforzinkning fremstår lyse og metallisk blanke, vil efterhånden blive matte og lysegrå, når de udsættes for periodisk fugtpåvirkning ved udendørs brug. Zinkoverflader der er matte og mere eller mindre grå, vil også gradvist blive lidt mørkere under udendørs forhold.

Zinkstøvmaling findes i forskellige matgrå kulører afhængigt af fabrikat. Udseendet af reparationer hermed er i visse tilfælde tilstrækkelig overensstemmende med varmforzinkningen, mens det i andre tilfælde er nødvendigt at påføre en egnet dækmaling.

Sprøjtmetalliseringsen resulterer i en mat, lysegrå zinkbelægning med en let ru overflade. Dens udseende kan justeres med de i afsnit 2.1. nævnte malingstyper – eller med maling, der iøvrigt er egnet til varmforzinkning eller metalsprøjtning. Både ved reparation med zinkstøvmaling og ved metalsprøjtning bør der foretages en let afslibning af reparationen, så overfladen og overgangene mod varmforzinkningen bliver jævne. Dækmalingen påføres umiddelbart efter afslibningen.

### **2.4. Påføring af lavtsmeltende loddezink**

Reparation kan udføres med en række lavtsmeltende legeringer med zink. Metoden indebærer problemer med at opnå tilstrækkelig tykkelse af loddemetallet på større områder, hvorfor holdbarheden let bliver utilstrækkelig. Metoden kan anvendes på små skadeområder på ca. 1/4 - 1/2 cm<sup>2</sup>, hvor god tykkelse er nemmere at opnå.

På konstruktionsdele, der er udsat for trækspændinger, er der set eksempler på revnedannelser ved indtrængning af loddemetallet i stålets korngrænser.

Metoden frarådes derfor anvendt på spændingsbelastede dele, herunder især på svejse sømme og i deres nærmeste omgivelser.

Reparationen udføres som følger:

1. Reparationsstedet renses for eventuel olie og fedt, og rust afrenses ved slibning.
2. Området opvarmes til loddets arbejdstemperatur.
3. Det opvarmede område stålborstes, og der tilføres eventuelt separat flusmiddel.
4. Loddet gnides mod den varme overflade.
5. Det smeltede lod fordeles jævnt med spartel, og overskydende lod fjernes.
6. Flusmiddelrester fjernes ved afvaskning med vand.
7. Eventuelle uregelmæssigheder i overfladen fjernes med fin fil eller med fint slibepapir.

### **3. Valg af reparationsmetode**

Valg af metode og udførelse bør foretages, så korrosionsbeskyttelsen ikke er forringet i væsentlig grad i forhold til varmforzinkningen. Man skal dog være opmærksom på, at der visuelt ikke kan forventes fuld overensstemmelse mellem reparationen og varmforzinkningen. Arbejdet skal udføres under hensyntagen til korrosionsmiljøet og de påvirkninger, som de varmforzinkede konstruktioner efterfølgende udsættes for. Yderligere information om de forskellige metoder til korrosionsbeskyttelse, samt om udførelse og anvendelse i de enkelte korrosionskategorier er beskrevet i litteraturen <sup>3,4,5,6</sup>.

Reparationsmetoderne, der er beskrevet i afsnit 2. anvendes generelt til reparation af skader i varmforzinket stål i Danmark, men der kan være nogen forskel i, hvilken metode den enkelte varmforzinkningsvirksomhed vælger at anvende til reparationsarbejdet. Køber bør derfor rette henvendelse til varmforzinker og aftale, hvordan reparationerne skal foretages, hvis der stilles særlige krav hertil, f.eks. hvis emnerne skal males efter varmforzinkning.

Almindeligt anbefalede og anvendte retningslinier for reparation af varmforzinket stål i afhængighed af reparationsområdets størrelse og karakter er givet nedenstående.

#### **3.1 Reparationsanvisning**

Skader i zinkbelægningerne i form af zinkafskalninger, der opstår ved stød og slag, som emneoverfladerne udsættes for under håndtering, transport og montage, samt bare pletter eller andre skader, hvor ståloverfladen er blottet, eller zinklagtykkelsen er væsentlig reduceret, bør repareres som angivet nedenstående:

##### **3.1a Skader hvor reparation ikke er påkrævet**

Skader som små, cirkulære zinkafskalninger med bredde op til 5 mm, som typisk forekommer på emnekanter og -hjørner, vil blive katodisk beskyttet af den omgivende zinkbelægning, hvorfor reparation ikke er påkrævet<sup>5)</sup> af hensyn til korrosionsbeskyttelsen. Ståloverfladen i langstrakte zinkafskalninger med bredde under 3 mm, som kan forekomme på emnekanter ol., vil ligeledes blive katodisk beskyttet.

##### **3.1b Reparation med zinkstøvmaling**

Zinkafskalninger og skader, der overstiger det under pkt. 3.1a nævnte, men er mindre end 10 cm<sup>2</sup>, repareres med zinkstøvmaling:

Reparationen udføres ved slibning af skadeområdet og påføring af zinkstøvmaling i flere lag til minimum 100 µm tørfilmtykkelse som angivet i afsnit 2.1.



### 3.1c Reparation ved sprøjtemetallisering med zink

Reparationsmetoden anvendes til skadeområder over 10 cm<sup>2</sup>. Reparation udføres ved sandblæsning og metallisering med zink til en lagtykkelse, der er mindst 100 µm, jf. DS/EN ISO 1461:2022.

### 3.1d Udseende, efterbehandling

På overflader hvor udseendet er vigtigt, kan det yderligere være påkrævet at foretage efterbehandling med dækmaling som angivet i afsnit 2.3. Køber skal dog informere varmforsinkereren herom forud for ordreafgivelse.

#### Referencer:

1. Retsinformation - Bekendtgørelse nr. 1793 af 18/12/2015 – Bekendtgørelse om arbejde med stoffer og materialer.
2. Arbejdstilsynets AT-vejledning C.0.7 - 1. oktober 2001 – Vejledning om foranstaltningerne ved primær udsættelse for epoxyharpikser og isocyanater.
3. Standard EN ISO 12944-2: Korrosionsbeskyttelse af stålkonstruktioner med maling. Klassificering af korrosionskategorier.
4. Dansk Standard Rekommandation DS/R 454, Teknisk Forlag, København (1982).
5. Handbook i rotskyddsmåling, Bulletin nr. 107, Korrosionsinstituttet, Stockholm (1999).
6. H. Reitz et al., Overfladebehandling af Stål, 1. udgave, DTI-Forlag, København (1993).



*Et 6 mm bredt fræset spor gennem en 60 µm tyk zinkbelægning på stål og eksponeret i 5 år i svært industrimiljø i Holland. Bemærk belægningen af zinksalte i sporet der er uden rustangreb. (Foto: J F H van Eijnsbergen).*

Yderligere information ved henvendelse til:

nordic  
**GALVANIZERS** 

Tlf. +46 (0)8 446 67 60,  
info@nordicgalvanizers.com  
www.nordicgalvanizers.com