

# Varmforzinkning og korrosionskategorier

Hvilken korrosionskategori kan varmforzinkning anvendes i? Dette spørgsmål stilles hyppigt, når der kun er specificeret korrosionsbeskyttelse til en given korrosionskategori. En sådan specifikation er utilstrækkelig, for korrosionskategorierne angiver kun nogle ret vide grænser for, hvilke miljøpåvirkninger stålkonstruktionen forventes udsat for, men kommer ikke ind på beskyttelsesmetode og levetid. Der bør således udarbejdes en nærmere specifikation for korrosionsbeskyttelsen under hensyntagen til kravene, der stilles til især holdbarhed og mulighed for vedligehold.

Nærværende informationsblad har til formål at oplyse om mulighederne for at anvende varmforzinkning i de enkelte korrosionskategorier.

## Korrosionshastigheder

EN ISO 12944-2 angiver korrosionskategorierne C1-C5, der erstatter de tidligere anvendte korrosionsklasser i DS/R 454. Korrosionskategorierne angives på grundlag af korrosionsstøbet på zinkoverflader og på ståloverflader, som vist i tabel 1, der også giver eksempler på tilhørende korrosionsmiljøer. Korrosionshastighederne for almindeligt konstruktionsstål og for zink er baseret dels på resultater fra felteksponering, dels på praktiske erfaringer fra varmforzinkede stålkonstruktioner.

Tabel 2 angiver levetid for zinkbelægninger med minimum-lagtykkelse i henhold til EN ISO 1461:2009. Tabellen medtager desuden zinklagtykkelser på minimum 100, 150 og 200 µm, der kan opnås på stål med nærmere specificeret siliciumindhold og godstykkelse over 6 mm. Levetiden er beregnet ved minimumkravene til lokal zinklagtykkelse, og angiver dermed det antal år, der minimum vil gå, før de første gennemtæringer i zinklaget begynder at opstå.

Kommentarer til de enkelte korrosionskategorier er givet nedenfor. Se også tabel 3.

## Korrosionskategori C1, C2, C3:

Varmforzinkning resulterer i en korrosionsbeskyttelse, der generelt har meget lang levetid, og kan anvendes uden problemer i disse korrosionskategorier.

## Korrosionskategori C4:

De mindste zinklagtykkelser på 35-45 µm, der forekommer på tyndt gods, har moderat levetid i denne korrosionskategori. Dette indebærer dog ingen problemer, hvis ståldelene er udskiftelige, så omforzinkning kan foretages, eller hvis delene er tilgængelige for vedligehold med anden korrosionsbeskyttende behandling.

Hvis udskiftning eller vedligehold ikke er mulig, kan det være ønskeligt at opnå en korrosionsbeskyttelse med særlig lang holdbarhed. Dette kan opnås med zinklagtykkelser på 100, 150 eller 200 µm, som det fremgår af tabel 2. Disse særligt store zinklagtykkelser kan kun opnås, hvis det på forhånd aftales med varmforzinkereren, og hvis stålet opfylder følgende krav til godstykkelse og siliciumindhold:



Varmforzinket autoværn.

| Krav til lokal lagtykkelse: | Mindste godstykkelse: | Siliciumindhold i stål: |
|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|
| min. 100 µm                 | 3 mm                  | 0,20 - 0,25 %           |
| min. 150 µm                 | 6 mm                  | 0,22 - 0,30 %           |
| min. 200 µm                 | 6 mm                  | 0,25 - 0,35 %           |

Krav om minimum 100 µm lokal lagtykkelse kan også opfyldes på stål uden silicium, når stålet før varmforzinkning sandblæses kraftigt, så overfladeruheden er minimum  $R_a 12_{1/2}$  µm.

## Korrosionskategori C5:

Kategorien indeholder de mest korrosive atmosfæriske forhold, der kan forekomme lokalt ved vestvendte kyster eller særlig forurenet industri- og byområder. De tyndeste zinkbelægninger vil få kortere levetid under disse forhold, og det kan til visse formål være nødvendigt, at foretage maling efter varmforzinkning for at opnå tilstrækkelig lang holdbarhed.

## I vand og jord:

EN ISO 12944-2 indeholder også korrosionskategorier for stålkonstruktioner, der er neddyppede i vand (Im1, Im2) eller nedgravede i jord (Im3), men det er her vanskeligt at give generelle retningslinier for, hvornår varmforzinkning kan anvendes alene, og hvornår det er nødvendigt at foretage en supplerende malebehandling. Korrosionsforholdene bør bedømmes i hvert enkelt tilfælde.

**Orienterende vil det normalt være nødvendigt at anvende varmforzinkning+maling for at opnå lang tids beskyttelse i følgende miljøer:**

- I næsten konstant fugtigt miljø
- I stærkt sure eller stærkt basiske miljøer
- I mere korrosive jordarter som lerblandet jord samt tørve- og mosejord.

Ved korrekt forbehandling af zinkoverfladerne før maling, som beskrevet i "Håndbog om varmforzinkning"<sup>1)</sup>, er det muligt at opnå tilstrækkelig lang holdbarhed til de fleste anvendelser.

## Referencer:

1. H. Eriksson, A. Hirn, "Håndbog om varmforzinkning" Nordic Galvanizers 2008.
2. Nordic Galvanizers, "Valg af stål til varmforzinkning", rev. Feb 2014.

Tabel 1: Atmosfæriske korrosionskategorier og eksempler på typiske korrosionsmiljøer ifølge EN ISO 12944-2.

| Korrosions-kategori       | Korrosionshastighed (µm/år) |                         | Miljøeksempler  |
|---------------------------|-----------------------------|-------------------------|---|
|                           | Stål, $K_{Fe}$              | Zink, $K_{Zn}$          |   |
| C1 meget lav              | $K_{Fe} \leq 1,3$           | $K_{Zn} \leq 0,1$       | Indendørs i opvarmede bygninger med neutral atmosfære, f.eks. kontorer, butikker, skoler m.v.   |
| C2 lav                    | $1,3 < K_{Fe} \leq 25$      | $0,1 < K_{Zn} \leq 0,7$ | Udendørs atmosfære med lav forurening – landområder. Indendørs, uopvarmet evt. med kondensation, f.eks. depoter mm.   |
| C3 middel                 | $25 < K_{Fe} \leq 50$       | $0,7 < K_{Zn} \leq 2,1$ | Udendørs i by og industri med moderat SO <sub>2</sub> -forurening eller kystområder med lav saltholdighed. Indendørs, høj luftfugtighed og nogen luftforurening, f.eks. fødevarerindustri, vaskerier, bryggerier. |
| C4 høj                    | $50 < K_{Fe} \leq 80$       | $2,1 < K_{Zn} \leq 4,2$ | Udendørs ved industri og kyst med moderat saltholdighed. Indendørs i kemiske fabrikker, svømmebassiner, skibsværfter ved kysten.  |
| C5-I meget høj (industri) | $80 < K_{Fe} \leq 200$      | $4,2 < K_{Zn} \leq 8,4$ | Udendørs ved industri med høj fugtighed og aggressiv atmosfære. Indendørs med næsten permanent kondensering og høj forurening.  |
| C5-M meget høj (marine)   | $80 < K_{Fe} \leq 200$      | $4,2 < K_{Zn} \leq 8,4$ | Udendørs i kystmiljø og offshore områder, høj saltholdighed. Indendørs ved næsten permanent kondensering og høj forurening.   |

Tabel 2: Zinkbelægningernes levetid i år for korrosionskategorierne C1-C5. Levetiderne er baseret på minimum lokal zinklagtykkelse ifølge EN ISO 1461:2009.

| Zinklagtykkelser jf. EN ISO 1461 <sup>1)</sup> |                                    | Zinkbelægningens levetid (år) i de forskellige korrosionskategorier |          |         |       |                  |
|--|------------------------------------|---|----------|---------|-------|------------------|
| Godstykkelse t                                 | Zinklagtykkelse <sup>3)</sup> , µm | C1  | C2       | C3      | C4    | C5 <sup>4)</sup> |
| Stål, 6 mm ≤ t                                 | 70                                 | 100+  | 100-100+ | 33-100  | 17-33 | 8-17             |
| Stål, 3 ≤ t < 6 mm                             | 55                                 | 100+  | 79-100+  | 26-79+  | 13-26 | 7-13             |
| Stål, 1,5 ≤ t < 3 mm                           | 45                                 | 100+  | 64-100+  | 21-64   | 11-21 | 5-11             |
| Stål, t < 1,5 mm                               | 35                                 | 100+  | 50-100+  | 17-50   | 8-17  | 4-8              |
| Støbegods 6 mm ≤ t                             | 70                                 | 100+  | 100-100+ | 33-100  | 17-33 | 8-17             |
| Støbegods, t < 6 mm                            | 60                                 | 100+  | 86-100+  | 29-86   | 14-29 | 7-14             |
| Stål, særkrav <sup>2)</sup> , 6 mm < t         | 100                                | 100+  | 100+     | 48-100+ | 24-48 | 12-24            |
| Stål, særkrav <sup>2)</sup> , 6 mm < t         | 150                                | 100+  | 100+     | 71-100+ | 36-71 | 18-36            |
| Stål, særkrav <sup>2)</sup> , 6 mm < t         | 200                                | 100+  | 100+     | 98-100+ | 48-95 | 24-48            |

Noter:

- 1) De angivne minimumlagtykkelser gælder for ophængsgods.
- 2) Krav om særlig stor zinklagtykkelse, der kun kan opfyldes, når stålet har nærmere specificeret siliciumindhold.
- 3) Minimum lokal zinklagtykkelse jf. EN ISO 1461:2009.
- 4) I kategori C5 kan det være nødvendigt, at foretage maling efter varmforzinkning, hvis der ønskes lang holdbarhed.

Tabel 3. Passende korrosionsbeskyttelse i forskellige korrosionskategorier.

| Korrosionskategori | Zinklagtykkelse  |
|--------------------|--|
| C3                 | Fe/Zn ifølge EN ISO 1461:2009  |
| C4                 | Fe/Zn 115 µm ifølge "Valg af stål til varmforzinkning"   |
| C5                 | Fe/Zn 215 µm ifølge "Valg af stål til varmforzinkning" eller Duplex (Varmforzinkning + maling) |

Yderligere information ved henvendelse til:



Tlf. +46 (0)8 446 67 60,  
[info@nordicgalvanizers.com](mailto:info@nordicgalvanizers.com)  
[www.nordicgalvanizers.com](http://www.nordicgalvanizers.com)