

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-CX, der erstatter de tidligere anvendte korrosionsklasser i DS/R 454. Korrosionskategorierne angives på grundlag af korrosionsstabilitet på zinkoverflader og på ståloverflader, som vist i tabel 2. Eksempler på tilhørende korrosionsmiljøer er vist i tabel 3. Korrosionshastighederne for almindeligt konstruktionsstål og for zink er baseret dels på resultater fra felteksporer, dels på praktiske erfaringer fra varmforzinkede stålkonstruktioner.

Tabel 4 angiver levetid for zinkbelægninger med lagtykkelse i henhold til EN ISO 1461:2022. Tabellen medtager desuden zinklagtykkelser på minimum 115, 165 og 215 μm , der kan opnås på stål med nærmere specificeret siliciumindhold og godstykkelse over 6 mm, tabel 1.

Kommentarer til de enkelte korrosionskategorier er givet nedenfor. Se også tabel 5.

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 staldelene 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 115, 165 eller 215 μm , som det fremgår af tabel 4. Disse særligt store zinklagtykkelser kan kun opnås, hvis det på forhånd aftales med varmforzinker, og hvis stålet opfylder følgende krav til godstykkelse og siliciumindhold:

Lagtykkelse	Anbefalet siliciumindhold (%)	Grænseværdi Silicium
min. 115 μm	0,18	0,15 - 0,21 %
min. 165 μm	0,25	0,22 - 0,28 %
min. 215 μm	0,32	0,29 - 0,35 %

Tabel 1. Vejledende og grænseværdier for silicium, hvor højere lagtykkelsslag ønskes.



Varmforzinket autoværn.

Krav om 115 μm 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 forurenede 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 mosej

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

Korrosions-kategori	Korrosionshastighed ($\mu/\text{år}$) (1-årig eksponering ¹)			
	Stål		Zink	
	Korrosion (g/m^2)	Lagtykkelses-reduktion (μm)	Korrosion (g/m^2)	Lagtykkelses-reduktion (μm)
C1	≤ 10	$\leq 1,3$	$\leq 0,7$	$\leq 0,1$
C2	$> 10 - 200$	$> 1,3 - 25$	$> 0,7 - 5$	$> 0,1 - 0,7$
C3	$> 200 - 400$	$> 25 - 50$	$> 5 - 15$	$> 0,7 - 2,1$
C4	$> 400 - 650$	$> 50 - 80$	$> 15 - 30$	$> 2,1 - 4,2$
C5	$> 650 - 1500$	$> 80 - 200$	$> 30 - 60$	$> 4,2 - 8,4$
CX	$> 1500 - 5500$	$> 200 - 700$	$> 60 - 180$	$> 8,4 - 25$

Tabel 2. Korrosionshastighed i de forskellige kategorier. (Ref ISO 12944-2)

¹ Korrosionshastighed pr år er i almindelighed højere i begyndelsen af eksponeringen.

Korrosions-kategori	Korrosivitet	Eksempler på miljøer	
		Udendørs	Indendørs
C1	Meget lav		Opvarmede bygninger med tør luft og ubetydelige mængder pollutants, f.eks. kontorer, butikker, skoler, hoteller.
C2	Lav	Atmosfære med lav forurening. Mest landlige omgivelser.	Uopvarmede bygninger med skiftende temperatur og fugtighed. Lavfrekvens fra fugtkondensation og luftforurening med lavt indhold, f.eks. sportshaller, pakhuse.
C3	Middel	Atmosfære med en bestemt mængde salt eller moderate mængder luftforurening. Byområder og let industrialiserede områder. Områder med moderat indflydelse fra kysten.	Bygninger med moderat luftfugtighed og en vis mængde luftforurening fra produktionsprocesser, f.eks. bryggerier, mejerier, vaskerier, opvarmede skøjtebaner.
C4	Høj	Atmosfærer med moderat mængde salt eller påtagelige mængder luftforurening. Industri og kystområder.	Bygninger med høj luftfugtighed og stor mængde luftforurening fra produktionsprocesser, f.eks. kemiske industrier, svømmebassiner, værfte, ikke-opvarmede skøjtebaner.
C5	Meget høj	Industriområder med høj fugtighed og aggressiv atmosfære og kystområder med en stor mængde salt i luften.	Bygninger med næsten permanente fugt kondensation og stor mængde luftforurening.
CX	Ekstrem	Industriområder med ekstreme fugtighed og aggressiv tropisk eller sub-tropisk atmosfære. Offshore-områder med en stor mængde salt i luften.	Industribygninger med ekstreme fugtighed og aggressiv atmosfære.

Tabel 3. Eksempler på miljøer for de forskellige korrosivitetskategorier (Ref. ISO 12944-2)

Zinklagtykkelser jf. EN ISO 1461 ¹⁾		Zinkbelægningens levetid (år) i de forskellige korrosionskategorier				
Godstykkelse t	Zinklagtykkelse ³⁾ , µm	C1	C2	C3	C4	C5 ⁴⁾
Stål, 6 mm ≤ t	(70) 85	100+	100-100+	40-100+	20-40	10-20
Stål, 3 ≤ t < 6 mm	(55) 70	100+	100-100+	33-100	17-33	8-17
Stål, 1,5 ≤ t < 3 mm	(45) 55	100+	78-100+	26-78	13-26	6-13
Stål, t < 1,5 mm	(35) 45	100+	64-100+	21-64	11-21	5-11
Støbegods 6 mm ≤ t	(70) 80	100+	100-100+	38-100+	19-38	10-19
Støbegods, t < 6 mm	(60) 70	100+	100-100+	33-100	17-33	8-17
Stål, særkrav ²⁾ , 6 mm < t	(100) 115	100+	100+	55-100+	27-55	14-27
Stål, særkrav ²⁾ , 6 mm < t	(145) 165	100+	100+	78-100+	39-78	20-39
Stål, særkrav ²⁾ , 6 mm < t	(190) 215	100+	100+	100-100+	39-100+	25-51

Noter:

- 1) De angivne lagtykkelser gælder for ophængsgods.
- 2) Krav om særlig stor zinklagtykkelse, der kun kan opfyldes, når stålet har nærmere specificeret siliciumindhold.
- 3) (Lokal zinklagtykkelse), middel zinklagtykkelse jf. EN ISO 1461:2022.
- 4) I kategori C5 kan det være nødvendigt, at foretage maling efter varmforzinkning, hvis der ønskes lang holdbarhed.

Tabel 4. Zinkbelægningernes levetid i år for korrosionskategorierne C1-C5. Levetiderne er baseret på middel zinklagtykkelse ifølge EN ISO 1461:2022.

Korrosionskategori	Zinklagtykkelse
C1-C3	Fe/Zn ifølge EN ISO 1461:2022
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)
Stål i murverk	Fe/Zn 250 µm

Tabel 5.

Yderligere information ved henvendelse til:



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